N. A. VOSKRESSENSKI

KALA SOOLAMISE, SUITSUTAMISE JA KUIVATAMISE TEHNOLOOGIA

EESTI NSV RMN KALATÖÖSTUSE VALITSUS
TALLINN 1961

N. A. VOSKRESSENSKI

KALA SOOLAMISE, SUITSUTAMISE JA KUIVATAMISE TEHNOLOOGIA

EESTI NSV RMN KALATÖÖSTUSE VALITSUS
TALLINN 1961

ARHIIVKOGU

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
53549

Originaali tiitel:

Н. А. Воскресенский

Технология посола, копчения и сушки рыбы

2-е издание переработанное и дополненное

ПИЩЕПРОМИЗДАТ

Москва — 1958

*

Raamatus käsitletakse kala soolamise, suitsutamise ja kuivatamise teooria ja praktika põhialuseid ning antakse NSVL kalatööstuse lühike iseloomustus ja arenemise ajalugu.

Raamat koosneb 17-nest tehnoloogilise ja tehnilis-ökonoomilise suunaga peatükist ja sisaldab teatmeid kalasaaduste kaubatundmise alalt.

Erinevalt esimesest trükist on tunduvalt laiendatud osi, milles iseloomustatakse kala kui tooraine tehnoloogilisi iseärasusi. Peale selle on raamatusse paigutatud kolm uut peatükki (III, XI ja XIV), mis on kirjutatud autori poolt nelja viimase aasta jooksul saadud või kogutud eksperimentaalsete materjalide põhjal.

Neis peatükkides tuuakse uusi andmeid kala lihaskoe kolloidkeemiliste omaduste kohta (hüdrofiilsus, struktuurilis-mehaanilised iseärasused jt.), esitatakse sublimeerimismeetodil kala kuivatamise tehnoloogia põhialuseid ja kirjeldatakse kala suitsutamisprotsesside intensiivistamise alal NSV Liidus teostatud tööde tulemusi (elektriga suitsutamine, märgsuitsutamine).

Kala konservimise teoreetiliste aluste kirjeldamisel kasutab autor uut originaalset meetodit töötlemise ajal kalas toimuvate tehnoloogiliste protsesside ja nähtuste analüüsiks, mis tugineb füüsika, biokeemia, kolloidkeemia ja morfoloogia seaduste ja meetodite kompleksi ärakasutamisele.

Raamat on määratud kalatööstuse insener-tehnilistele ja teaduslikele töötajatele ning seda võivad kasutada ka spetsialistid kalasaaduste kaubatundmise alal.

SISSEJUHATUS

Viie aasta kestel, mis on möödunud käesoleva raamatu esimise trüki ilmumisest, on kalatööstuse tehnika alal välja lastud palju kirjandust. Arvestades seda, pidas autor, töötades teise trüki kallal, vajalikuks tunduvalt lühendada ja mõnel juhul isegi täielikult välja jätta osi, mis iseloomustavad tehnoloogilist seadmestikku. Sellepärast kirjeldatakse raamatus ainult põhilisi kalakonservimisaparaate. Koos sellega on, erinevalt esimesest trükist, tehnilised osad tunduvalt laiendatud, kusjuures raamatusse on võetud kolm uut peatükki (III, XI ja XIV peatükk), mis on kirjutatud autori poolt viimastel aastatel saadud praktilise ja eksperimentaalse materjali põhjal.

Teises trükis pööratakse rohkem tähelepanu tehnoloogiliste protsesside analüüsi metoodilisele ja teoreetilisele küljele, sest olemasolevas kirjanduses on need küsimused puudulikult valgustatud.

Üheks selliseks küsimuseks on autori poolt soovitatud värskete ja külmutatud kalade lihaskoe seisukorra ja toiteväärtuse analüüsi süsteem. Soovitatud süsteemi on võetud järgmine näitajate kompleks: keemiline (üld-) koostis, kalorsus, omastatavus, organoleptilised näitajad, struktuurilis-mehaanilised omadused, lämmastiku erinevate vormide sisaldus, vaba ja seotud vee sisaldus, ehituse iseärasused.

Neli esimest näitajat iseloomustavad kala lihaskoe toiteväärtust ja on vajalikud tema kaubaväärtuse hindamiseks. Viimased neli näitajat aga iseloomustavad lihaskoe seisukorda ja on vajalikuks täienduseks esimestele, kui tehnoloogiliselt analüüsitakse ühe või teise konservimisviisi mõju kala lihaskoe esialgsetele füüsikalis-keemilistele omadustele. Kindlasti ei saa antud analüüsisüsteemi pidada lõplikuks ja väljakujunenuks. Vastupidi, sellele tuleb vaadata ainult kui alusele uurimismeetodite edasiseks täiustamiseks tehnoloogiliste protsesside mõju uurimisel konservitava tooraine kvaliteedile.

Kuna analüüsisüsteemi on lülitatud rida uusi, kala tehnoloogias esmakordselt kasutatavaid näitajaid, siis on nende teoreetilise olemuse ja kindlaksmääramise metoodika kirjeldamisele antud raamatus palju ruumi.

Esimene peatükk koosneb faktiliselt kahest osast. Esimeses osas antakse ajalooline ülevaade kalatööstuse arenemisest alates vene riigi organiseerimise momendist kuni Oktoobrirevolutsioonini, teises — jutustatakse kalatööstuse arenemisest ja tehnilisest progressist perioodil pärast Oktoobrirevolutsiooni; peatüki lõpus tuuakse NSV kalatööstuse iseloomustus võrreldes mõnede teiste maadega, kus kalatööstusel on suur tähtsus.

Teine peatükk on pühendatud tootmise ja tehnoloogilise protsessi iseloomustamisele ning vajalike teoreetiliste ja metoodiliste aluste kirjeldamisele tootmisprotsessi analüüsi jaoks.

Kolmandas peatükis tuuakse põhilised andmed kalast kui konservimise toorainest. Kuna kõige suurem toiteväärtus on kala lihaskoel, siis on peamine tähelepanu pööratud selle biokeemilistele ja kolloidkeemilistele omadustele. Selles peatükis toodud eksperimentaalne ja faktiline materjal põhjendab autori poolt väljatöötatud toorkala ja kalasaaduste kvaliteedi (seisukorra) analüüsisüsteemi. Esitatavas analüüsisüsteemis leiab praegusel ajal valitsev kvaliteedi hindamise subjektiivne meetod kinnitust mõningate uute näitajatega (hüdrofiilsus, struktuurilis-mehaanilised omadused), mis peamiselt iseloomustavad konservitava objekti ehituse iseärasusi.

IV ja V peatüki materjali käsitluses, võrreldes esimese trükiga, olulisi muudatusi ei ole.

Peatükkides VI—XIV käsitletakse kalade soolamise, marineerimise, kuivatamise, vinnutamise ja suitsutamise teooria ja praktika aluseid. Nendesse peatükkidesse on sisse võetud uus materjal merekalade töötlemise kohta, samuti on valgustatud ka uue tehnoloogia küsimusi (vaakuumi all kuivatamine, elektriga suitsutamine). Eriti tuleb peatuda XIII peatükil, milles kirjeldatakse kalade kuivatamist vaakuumis sublimeerimismeetodil. Seda konservimise viisi analüüsitakse järgmise skeemi kohaselt: protsessi kineetika ja dünaamika; kuivatamise optimaalse režiimi valik ja teoreetiline põhjendamine; protsessi mõju konservitava objekti biokeemilistele, kolloidkeemilistele ja toiteomadustele. Resultaadina antakse kalade kuivatamise sublimatsioonimeetodi teoreetiliselt põhjendatud režiimid ja tehnoloogilised soovitused uut liiki kuivatatud saaduste tootmise organiseerimiseks.

Peatükkides XV—XVII käsitletakse kalasaaduste pakkimise, kaubatundmise ja säilitamisega seotud küsimusi.

Uurimised, mille tulemused on toodud raamatus, on teostatud Üleliidulise Merekalamajanduse ja Okeanograafia Teadusliku Uurimise Instituudi (VNIRO) tehnoloogilises laboratooriumis, Ukraina NSV Teaduste Akadeemia Üldise ja Anorgaanilise Keemia Instituudi kolloidkeemia laboratooriumis ja samuti ka paljudes kalatööstuse ettevõtetes.

Autor avaldab sügavat tänu UNSV TA tegevliikmele

V. A. Dumanskile, kes osutas suurt abi kala-tooraine konservimise protsesside teooria väljatöötamisel.

Raamatu koostamisel osutasid tunduvat abi vanem teaduslik töötaja T. I. Makarova ja laborant Z. V. Melkova, kellele autor avaldab sügavat tänu.

Kõik lugeja kriitilised märkused võtab autor vastu tähelepanu ja tänuga.

I PEATÜKK

NSVL KALATÖÖSTUS

Arvukas vene elanikkond Donil, Dnepril, Aasovi ja Musta mere rannikul tegeles juba ammu enne Kiievi riigi asutamist põllutöö kõrval kalapüügi ja -töötlemisega.

Vene asulate elanikud varustasid kreeka linn-kolooniaid värske kala ja kalasaadustega ning mõjutasid vaieldamatult kalapüügi ja -töötlemise organiseerimist Aasovi-Musta mere basseinis. On põhjust arvata, et kala vinnutamist, kalamarja soolamist ja tuurlaste jääalust püüki hakkasid selles basseinis esimesena kasutama venelased.

Mitmesugustest kalatöötlemisviisidest kasutati muistses Kreekas ja Roomas ainult soolamist, hapendamist ja kuivatamist (125, 134, 150).

Juba IV s. enne meie ajaarvamist kasutasid kreeklased kortšaage (slaavi-vene konstruktsiooniga suuri savianumaid), mis olid sobivamad kui kreeka savianumad (amforad jt.). Soolakala transportimisviisist kortšaagides mainitakse näiteks kreeka riigitegelase Demosthenese kõnes: «Laev Pantikapaionist (Kertš) tõi Feodossiasse villa, mõned kortšaagid soolakala ja kitsenahku» (42).

Nähtavasti soolasid venelased kalu esialgu soolalahuses, soolamise kuiva soolaga võtsid nad hiljem üle türgi rahvastelt. Muinasslaavi keeles mainitakse «soolvett» (soolast vedelikku) kui vahendit, mida kasutatakse soolamisel (19).

Avaaride riigis, kus kalatööstusel oli tunduv osatähtsus, olid puutöömeistriteks, eriti tüderseppadeks, peamiselt venelased — drevljaanide, severjaanide, rodimitšide ja vjatitšite suguharust. Puuanumate nimetused — žbanj (žban), orbutš, korõto, botška — on slaavipärase, kuid deža (kadka) kadj (tšan), bodnja, vedro — vanaslaavi päritoluga [1] (19, 42).

Venelased kauplesid aktiivselt Pärsia, Bütsantsi ja Lääne-

[1] Venelased kasutasid õõnestatud tünni juba vanast ajast, esialgu mee, pärast aga teiste saaduste säilitamiseks; üksikosadest (kokkupandud) tünn leiutati nähtavasti mitte hiljem kui IX s.

Euroopa riikidega kuni Kiievi riigi lagunemiseni, kasutades osavalt oma soodsat geograafilist asendit.

Kaubateed pidi «varjaagide juurest kreeklaste juurde» tõid vene kaupmehed Bütsantsi orje, nahku, mett, vaha, kala, kalamarja (Salsamenta), merehobukihvu ja karusnahku (170). Nagu sellest nimistust selgub, olid kalasaadused (nähtavasti vinnutatud ja soolatud kala), eriti kalamari, Kiievi riigi väljaveokaupadeks Vahemere- ja Mustameremaadesse.

Kuni XI sajandini sõitsid venelased merd ja püüdsid kalu ühestpuust-laevadel, mis olid välja uuristatud või välja põletatud jämedatest puudest ja varustatud paksudest laudadest parrastega. Selliste laevade ehitamiskunsti poolest olid eriti kuulsad maa põhjapoolsete metsarikaste rajoonide elanikud — krivitšid ja lutšaanid (34).

Muistsel Venemaal (Russ) kasutasid vene puutöölised mitmesuguste puittoodete ja eriti noolte valmistamisel tuurakalaliimi (42, 51, 170).

Muistses vene riigis (kuni XI s.) püüti kalu peamiselt Aasovi merest, Doni ja Dnepri suudmest ja tunduvates kogustes Kiievi, Novgorodi ja Suzdali vürstiriigi territooriumil asuvatest jõgedest ja järvedest.

Skalkovski materjalide andmeil (150) tulid juba Kiievi riigi asutamise perioodil Venemaa kõigist lõuna- ja lääneosa nurkadest Doni suudmesse kokku tuhanded burlakid, et püüda ja üles osta kalu.

Nähtavasti kohast, tuurast, aasovi nurust, latikast, mereviidikast ja vimmast valmistatud kuivi ja vinnutatud tooteid veeti laiali kogu Venemaale ja tunduvais kogustes välja ka teistesse riikidesse.

On võimalik, et norralased ja rootslased (normannid), kaubeldes Bütsantsiga läbi vene territooriumi (tee «varjaagide juurest kreeklaste juurde»), võtsid venelastelt üle mõned kalakuivatamisvõtted (riivsoolamine, kuivatamine ülesriputatud asendis).

Kalu tarvitati peamiselt värskel, värskelt külmutatud, soolatud, kuivatatud ja soolatult kuivatatud (vinnutatud) kujul.

Soolamisel kasutati galitši ja krimmi soola; muistsel Venemaal oli eriline soolakaubanduse tee — Kiievist Krimmi põhjaosasse (Krimmi järvedeni).

Kuni XIII sajandini oli galitši soolal Kiievi Russi jaoks väga suur tähtsus, millest annab tunnistust kroonikakirjutaja ütlus: «Kui ei lase sisse sõpru Galitšist ega inimesi Peremõslist, siis ei ole ka soola kogu Venemaal» (170).

Soolapuuduse tagajärjel püüti säilitada nõrga soolaga kalu ja selle säilitamiseks kuumal aastaajal kaevati maa sisse erilised augud — keldrid.

Paljud järved ja osa jõgede ala oli muistsel Venemaal vürstide ja kloostrite käsutuses, kes «oma püügipaikadelt» kogusid obrokit kalades või saatsid sinna oma talupoegi kalapüügile (4).

Aristovi kinnitusel (4) oli samuti olemas ka vaba kalapüük, millega tegeles teatud grupp inimesi («erakalurid»). Sellest inimestegrupist nähtavasti pärinesidki kalastajad, kes, tungides maa põhjaossa, siis itta ja lõunasse, soodustasid kalatöönduse arenemist.

Kalastusel oli eriliselt suur tähtsus Novgorodi, Pihkva ja Suzdali vürstiriigis, kus põlluharimise arendamiseks tingimused olid vähem soodsad kui Kiievi vürstiriigis, kuna aga jõed ja järved olid nii rikkad kaladest. Nii näiteks püüdsid kroonikakirjutaja kirjelduse järgi novgorodlased 1354. aastal kalu kätega (22).

Kalastus oli peamiselt koondunud Oneega ja Laadoga järvele ning Neeva ja Volhovi jõele, alates XI sajandist aga ka Dvinaamaale, s. o. Valge mere kallastele (13, 131).

Järvede ja jõgede veekogudest püüti tuura, lõhe, latikat, haugi, ahvenat, kiiska, rääbist, meretinti, moivat ja järvetinti. Peale selle püüti praegusel ajal meile tundmatut kala ostritsat. Kõige kõrgemalt hinnati tuurakala. Tema püügiks sõitsid Neevale kokku mitte ainult Novgorodi vürstide, vaid ka Narva ja Tallinna vürstide kalurid — «tuurapüüdjad» (22, 170).

Põhjapoolsetes vürstiriikides oli suur tähtsus järvetindi kalastusel ja muu peenkala püügil. Seda kala kuivatati vene ahjudes, tehti temast jahu ja, segades aganate ning õlgedega, valmistati nälja-aastatel leiba.

Aristovi (4) kinnitusel moodustasid kalatöösturid XII sajandil Novgorodis tunduva rahvakihi (klassi) ja, nagu säilinud ürikutest selgub, võitlesid nad aktiivselt oma õiguste eest. Sõlmides vürstidega lepinguid, määrasid novgorodlased väga täpselt kindlaks vürsti kalapüügirajoonid ja püügi aja, kaitstes nähtavasti linna- ja külaelanikest erakalapüüdjate huvisid.

Sel ajal oli küllalt laialt levinud organiseerimisvormina püüda kalu vabade väesalkadega, kes püüdsid kõikides veekogudes, sealhulgas ka vürsti valdustes.

XIII sajandil, kui Kiievi riik jõudis langusele, kerkivad kaubanduses esikohale, peamiselt Balti merel, Novgorod ja Pihkva ning veidi hiljem Moskva (25, 38, 42). Siin hakkavad kiiresti arenema soola- ja kalatööstus (kuni XII sajandini veeti soola sisse Ungarist ja Krimmist).

XI sajandil Valge mere rannikule ilmunud ja esialgu Oneega ja Severnaja Dvinaa vahele, pärast aga (XII ja XIII s.) Mesenile, Petšoorale ja Valge mere Terski kaldale asunud vene-

lased tegelesid karusnahatööndusega, soolakeetmisega ja kala, peamiselt navaaga, siiglaste ja lõhe püügiga ning kauplesid nende saadustega Pihkva, Novgorodi ja Moskvaga ning Novgorodi, Moskva ja Suzdali vürstiriigi teiste linnadega.

XIV sajandil kujuneb tööndus objektiks tursk ja heeringas. Tursk tuleb turule soolatult ja kuivatatult, heeringas aga soolatult tünnides. Esimesena meie maal hakkasid tünnidesse soolama Solovetski kloostri mungad (13, 136, 137, 170).

XV sajandil asustavad venelased Põhja-Euroopas juba territooriumi, mis pindalalt võrdub Arhangelski oblastiga. Kalapüük ja mereloomade küttimine Valges ja Barentsi meres saavutab sel ajal laia ulatuse (13).

Mongolite vallutusretke perioodil, XIII ja XIV sajandil, olid teravili ja kalad peamisteks sisekaubanduse artikliteks ja seoses sellega saavutas suure ulatuse kalapüük sisevetest — jõgedest ja järvedest, mida teostati peamiselt nootade ja võrkudega.

Samal ajal laieneb kaubandus Balti merega piirnevate Loode-Euroopa maadega. Rööbiti karusnahkade ja muude kaupadega olid väljaveoaineks esialgu kalaliim ja pärast soolatud lõhi ja soolatud kalamari (9, 170).

Alates XIV sajandist hakkab erakalatööndus järk-järgult langema feodaalide, kloostrite ja kaupmeeste mõju alla ja saab XV sajandil peamiselt nende omanduseks.

XIV ja XV sajandil, veel Kaasani ja Astrahani khaaniriikide õitsengu ajal, kalastasid venelased aktiivselt Volga alamjooksul ja tulid Kaspia merele välja.

XV sajandil rajatakse Moskva riik ja pannakse poliitiline alus ülevenemaalise turu loomisele, mis soodustab kalatööndusе laienemist Põhja-Euroopas, Volga ja Doni ülem- ning keskjooksul ja kalatööstuslike kaubafirmade tekkimist, mis järgnevatel sajanditel järk-järgult omandavad monopoli Venemaa kalarikkuste kasutamisele.

XVI sajandil kaotab kalatööndus Venemaa keskosas (praegu Ukraina NSV, Kurski ja Voroneži oblast) endise tähtsuse ja loovutab koha täielikult põlluharimisele.

Moskva riigi peamiseks varustajaks kala, mereloomade ja soolaga on kuni XVII sajandi keskpaigani Põhja-Euroopa (134, 170).

XVI ja XVII sajandil tuleb kala müügile värskelt, külmutatult, soolatult ja kuivatatult; suurtes kogustes valmistatakse tuurlaste ja haugi marja. Sõelutud või, nagu seda sel ajal kutsuti, «sõtkutud» tuurlaste marja hinnati kallimaks kui teralist (32, 170).

Kalakaupu veeti suurtes kogustes välismaale. Soolatud lesta (paltus) ja vähestes kogustes ka soolatud turska veeti Inglismaale; soolatud lõhe ostsid eriti hästi Hollandi ja Prantsus-

maa. Suurel hulgal ostsid soolatud tuurakalamarja Inglismaa, Madalmaad, Prantsusmaa ja eriti Itaalia.

Seega juba XVI sajandil on Venemaal rahvusvahelisel kalakaupade turul tähtis koht (136, 170).

XVII sajandil toimuvad Venemaal tähtsad sotsiaalmajanduslikud muudatused: kasvab ühiskondlik tööjaotus ja arenevad kaubanduslikud sidemed maa üksikute oblastite ja rajoonide vahel, tekivad manufaktuurid.

Oblastite, maade ja vürstiriikide ühinemise teel ühtsesse tervikusse luuakse XVII sajandi keskpaiku ülevenemaaline turg. «Seda liitumist... põhjustas elavnev kaubavahetus üksikute piirkondade vahel, järk-järgult kasvav kaubakäive, väikeste kohalike turgude liitumine üheks ülevenemaaliseks turuks. Et selle protsessi juhtijad ja peremehed olid kapitalistid-kaupmehed, siis nende rahvuslike sidemete loomine ei olnud midagi muud, kui kodanlike sidemete loomine»[1]. Venemaa kalanduse arenemisele avaldas see tegur suurt mõju.

Pärast Kiievi riigi lagunemist oli Venemaa viie sajandi kestel tegelikult kontinentaalne riik. Ainult Valge meri, mis suureks osaks aastas kinni külmas, kuulus Venemaale. Balti merel ja selle kagurannikul, mis varem kuulus Venemaale, oli ülemvõimuks Rootsi, Mustal, Aasovi ja Kaspia merel — Türgi ja Pärsia. Maa ida- ja lõunaosa laastasid tatarlased ja takistasid kalanduse organiseerimist Volga, Doni ja Dnepri alamjooksul. Lõuna-Venemaa väga rikkad soolatööstused olid tatarlaste kontrolli all.

Kõige energilisemad abinõud Venemaa muutmiseks uuesti mereriigiks, nagu ta seda oli Kiievi riigi õitsengu ajal, võttis tarvitusele Peeter I.

Tatarlastega, Türgimaa ja Rootsiga edukalt lõpetatud sõdade tagajärjel jõuab Venemaa välja Balti, Aasovi, Musta ja Kaspia mere rannikule ja samuti ka Volga, Uraali, Doni, Dnepri, Bugi ja Neeva suudmesse.

Arvukad ekspeditsioonid XVIII ja XIX sajandil, mis olid seotud Arktika, Antarktika, Siberi jõgede ja Kaug-Ida merede uurimisega, etendasid suurt osa meresõidu arendamises ning määrasid kalastuse ja loomade küttimise edaspidise arenemise.

XVIII sajandil pidasid pomooride (mereäärsete elanike) laevad alalist ühendust Teravmägedega, kus tol ajal vene asundused asetsesid paljude fjordide kallastel, sealhulgas ka saarestiku äärmises põhjaosas. Mereloomade küttimine võtab suure ulatuse, sellega tegeleb kuni 2000 pomoori, kellest paljud jäid Teravmägedele talvituma (13). XVIII sajandi viimasel veerandil tekkisid esimesed venelaste asulad Loode-Ameerikas (Alaskas).

[1] V. I. Lenin, Teosed, I köide, 4 trükk, lk. 134, Eesti Riiklik Kirjastus.

XVII sajandi lõpul, kui Volga, Doni ja Dnepri suudmed, Aasovi meri ning osa Kaspia merest olid ühendatud Venemaaga, asetub kalatööstuse keskus maa Euroopa-põhjaosast järk-järgult lõunapoolsetesse basseinidesse, kus väärtuslike ja mitmekesiste kalade suured tagavarad soodustasid nende püügi kiiret arendamist.

Võrdlemisi hea ühendus Kesk-Venemaaga Volga, Doni ja Dnepri kaudu ning Euroopa riikidega mereteed pidi läbi Aasovi ja Musta mere oli XVIII ja XIX sajandil üks peamisi põhjusi Astrahani, eriti aga Aasovi mere rannikul asetsevate linnade muutmisel suurteks kalakaupadega kauplemise keskusteks.

Ainuüksi Türgimaale veeti 1730. a. välja Kertšist, Feodossiast ja Odessast 10 000 puuda tuurkalamarja. 1828.—1830. a. jooksul veeti Taganrogist välismaale 36 miljonit puuda tuurlaste marja ja 1844. a. ainuüksi Donil valmistati ekspordiks 10 000 puuda tuurakala marja ning 5 000 puuda vinnutatud balõkk-tooteid (69, 95, 149, 150, 170).

Teiseks kalakaupadega kauplemise rajooniks tuleb tol perioodil lugeda Balti rannikut; Arhangelsk kaotab selleks ajaks oma endise tähtsuse (25). Akadeemik Baeri andmeil tõusis XVIII sajandi 60-ndatel aastatel Balti basseini vene valdustes kalapüük mitmesaja tuhande puudani (22).

Üheks teguriks, mis kuni XX sajandini takistas kalastuse arenemist Venemaal, tuleb pidada soolapuudust. Eriti teravalt andis see ennast tunda maa põhjarajoonides. Arhangelski kubermangus väljaaurutamisviisil toodetud soola tarvitati peamiselt lauasoolana ja see oli liiga kallis.

Maa põhjaosa varustas ennast kuni 1917. aastani inglise soolaga, Kaug-Ida aga — jaapani, port-saidi ja isegi saksa soolaga.

Samal põhjusel kasutati XIX sajandil lõunapoolsetest veekogudest püütud suuri heeringakoguseid rasvasulatamiseks; soolaheeringa omahind oli väga kõrge ja seda eksportida ei olnud kasulik.

XVIII sajandi teisel poolel toimub tööstuse areng terava võistluse tähe all kapitalistliku ja pärisorjusliku vormi vahel. Tootlike jõudude kasvu baasil arenevad uued kapitalistlikud tootmissuhted. Sellesse perioodi kuulub kalatööstuse tormilise arengu algus Venemaal, mis juba üsna algusest peale läks kapitalismi teed pidi, eriti lõunarajoonides.

XVIII ja XIX sajandil, saades enda kätte rea uusi väljapääse merele, hakkab Venemaa jõudsalt arendama mereloomade küttimist (kotikute küttimist) Vaikse ookeani põhjaosas.

XIX sajand on iseloomulik selle poolest, et Venemaa lõunaosas (Kaspia ja Aasovi merel) areneb jõudsalt merekalandus;

kapitalid kontsentreeruvad suurte kalatööstu rite ja kaubanduskompaniide kätesse. Eriliselt suure osatähtsuse omandab Volga-Kaspia bassein, andes juba XIX sajandi keskel turule ümmarguselt 5 miljonit tsentnerit kala, mis moodustab 75% Venemaa kõigis basseinides kalatöötlemisettevõtete poolt väljalastavate kalakaupade üldisest kogusest (149).

Möödunud sajandi 90-ndatel aastatel hoogustub suurte saakide ja parema kvaliteediga kala otsimisel kalastus Kaspia mere põhjaosas. Seoses kalastuse arenemisega toimus tööjaotus — kalurid tegelevad ainult püügiga, kuna kalaülesostjad erilaevadel võtavad kalu vastu avamerel ja soolavad ta koha peal sisse. Selleks otstarbeks ehitati erilaevad — ujuvad kalatehased; mõned neist on säilinud tänini. Niiviisi võib Volga—Kaspia basseini pidada sellise ekspeditsioonipüügi organiseerimise kodukohaks, kus ühtesid laevu kasutatakse püügiks, teisi aga kala töötlemiseks ja valmistoodangu transpordiks. Ka praegusel ajal areneb heeringa ja teiste kalade ekspeditsioonipüük lahtisel merel sama põhimõtte järgi.

XIX sajandil ei oma veel kalastus Barentsi merel, Siberi jõgedel, Araali merel ja Vaiksel ookeanil olulist tähtsust. Alles XIX sajandi lõpul ja XX algul, seoses raudteemagistraalide ehitamisega, mis ühendavad Venemaa tsentrumit Valge mere ja Vaikse ookeaniga, ja samuti ka merelaevasõidu arenemisega, hakkab kalapüük nendes basseinides võrdlemisi kiirelt arenema.

Tsaari-Venemaal oli kalatööstus kapitalistide — kalatööstu rite kätes, kes vähe hoolitsesid kalatöötlemisettevõtete täiustamise eest. Sellele vaatamata võtab juba XVII ja eriti XIX sajandil meie maal kalasaaduste tootmine erisuuna, mida erinevalt ameerika ja jaapani omast võib pidada vene suunaks.

Selle suuna iseärasuseks on mitmekesine kalasaaduste sortiment, kusjuures valitsevaks on sellised konservimisviisid, nagu soolamine, suitsutamine, vinnutamine, kuivatamine ja talvisel ajal külmutamine.

Just nende töötlemisviisidega meie kalatööstus konservib toitlustamise suhtes väärtuslikke kalaliike (lõhilased, tuurlased, siiglased jt.), lastes välja kõige maitsvamaid ja toitvamaid kalasaadusi, mis hiljem said nimetuse balõkktooted.

Kalasaaduste võrdlemisi laia sortimendi arenemist Venemaal, võrreldes teiste maadega, soodustas väljapüütavate kalade mitmekesine liigiline koosseis, eriti lõunabasseinides, ja nende kõrged toite- ja maitseomadused.

Kalakaupade sortimendi laiendamisel ja parandamisel oli tõsiseks takistuseks tsaari-Venemaa kalatöötlemisettevõtete mahajäämus ja nende lõhestatus üksikute kaubanduslike firmade vahel. Kalatööstusettevõtete koosseisu kuulusid tol ajal

(XVIII ja XIX s.) soolamis- ja suitsutamistsehhid, jäähoidlad ning jäähoidlad-külmsoolamishooned. Ettevõtetes kasutati peamiselt inimjõudu, sisetransport aga peaaegu puudus.

Territoorumi suurus ja vähearenenud transport, eriti raudteetransport, olid ka üheks põhjustest, miks heeringlastest, soomkaladest ja tursklastest lasti välja peamiselt tugevalt soolatud kaupu, mis kannatasid pikemat säilitamist ja transporti.

XIX sajandi lõpul ja XX sajandi 12 esimese aasta jooksul (kuni imperialistliku sõjani) hakkasid vene kalatööstrid ehitama ettevõtteid konservide, preservide ja külmutatud kaupade tootmiseks, püüdes niiviisi laiendada kalasaaduste sortimenti. Arnoldi (5) andmeil oli Venemaal ümmarguselt 40 kala- ja kala-aedvilja-konservitööstust.

Tsaari-Venemaal olid peamisteks kalakonservide tootmise keskusteks Odessa, Balaklava, Feodossia (Musta mere ääres), Tallinn ja Riia (Balti mere ääres). Peale selle olid konservitööstused Obi ja Amuuri suudmes; üks lühikest aega eksisteerinud tööstus oli Volga suudmes.

Musta mere basseinis asetsevad ettevõtted lasksid välja peamiselt konserve tomatikastmes skumbriast, kefaalist, mudilastest ja vähemal määral tuurast ning beluugast. Balti ranniku ettevõtetes domineeris preservide «Tallinna kilud» ja konservide «Sprotid õlis» väljalase. Siberis ja Kaug-Idas toodeti konserve tomatikastmes siiglastest, tuurlastest ja lõhilastest ning vähesel määral toidu- (naturaal-)konserve, Peterburis 1902. aastal. avatud esimeseks rahvusvaheliseks kalatööstuse näituseks valmistati esmakordselt konserve vaikse ookeani lõhest tema oma leemes (36).

Tursamaksakonserve sel perioodil Venemaal ei valmistatud. Obi jõe suudmes valmistas Plotnikovi firma konserve lutsu maksast.

Palju suurem nõudmine, kui konservidele, valitses jahutatud kalale, mida suurtes kogustes paljudesse Venemaa Euroopa-osa linnadesse kohale toimetati Aasovi mere äärsetest ettevõtetest ja Astrahanist.

Tähtis koht kaubanduses, eriti Volgal ja Donil, on eluskalal. Koha näiteks tuleb Astrahani ettevõtetest peamiselt elusalt; teda transporditi ja säilitati kuni müügini sumplaevades. Ainuüksi kalatööstur Basilevski püügipaikadest veeti Tsaritsõnisse kokku ümmarguselt 60 000 ts elusat kala aastas (5, 22, 25, 129, 149, 150, 167).

Kalatöötlemisettevõtete tehniline varustus tolle perioodi kestel (XIX sajandi lõpp ja XX sajandi esimene kümmeaastak) tegelikult ei muutunud.

Vene kalatöösturitel ei jätkunud jõudu mahajäänud kalastuse ja kalatöötlemisettevõtete ümberehitamiseks ning konservide,

preservide ja muude kõrge kvaliteediga kalakaupade väljalaske tunduvaks suurendamiseks ega ka linnade ja suurte tööstuskeskuste kalakaupadega varustamise organiseerimiseks.

*

Suur Sotsialistlik Oktoobrirevolutsioon likvideeris kapitalistide ja mõisnike valitsemise meie maal, lõi uue, printsiibilt erilise ühiskondliku korra — nõukogude sotsialistliku korra.

Nõukogude rahvas taastas kommunistliku partei juhtimisel ajaloos ennenägematu lühikese ajaga rahvamajanduse purustustest, mis temale tekitas imperialistlik ja kodusõda ning asus maa indstrialiseerimisele.

Partei XVI kongressi otsus näitas kätte tee meie maa sotsialistlikuks industrialiseerimiseks.

Partei ja valitsuse poliitika, mis oli suunatud maa laialdasele industrialiseerimisele, võimaldas juba kolmekümnendatel aastatel asuda mitte ainult rasketööstuse, vaid ka kergetööstuse ja sealhulgas kalatööstuse rekonstrueerimisele.

Maa rahvamajanduses toimunud sügavad muudatused avaldasid vastavat mõju kalatööstusele.

Kaug-Idas on võrdlemisi lühikese ajaga loodud võimas konservitööstus kala ja krabide töötlemiseks, samuti ka külmutuslaevastik; on ehitatud külmhooned, utiliseerimistööstused ja teised ettevõtted. Maa Euroopa-põhjaosas on loodud arvukas traallaevastik ja suured kalatöötlemisettevõtted, sealhulgas väga suur kalasadam Murmanskis. Kaspia ja Aasovi—Mustamere basseinidesse on ehitatud suured kalakombinaadid ja -tehased, sealhulgas Astrahanis, Gurjevis, Mariupolis ja mujal.

Esimese kolme viisaastaku kestel on väikesed käsitööstuslikud kalatöötlemisettevõtted muudetud suurteks tööstusettevõteteks — on loodud sotsialistlik kalatööstus.

Juhtivat osa hakkavad kalatööstusettevõtetes etendama kõrgema või keskkooli lõpetanud insenerid ja tehnikud; kõigis kalatööstuse lülides asuvad nad komandopostil ja koos meistrite ning eesrindlike töölistega teevad suurt tööd tööstuse arendamisel ning uue tehnika ja tehnoloogia juurutamisel.

Maa läänerajoonidest evakueeritud sisseseadete baasil tehti Suure Isamaasõja ajal Siberis ja Kaug-Idas suurt tööd laevastiku ja kalatööstusettevõtete ehitamisel.

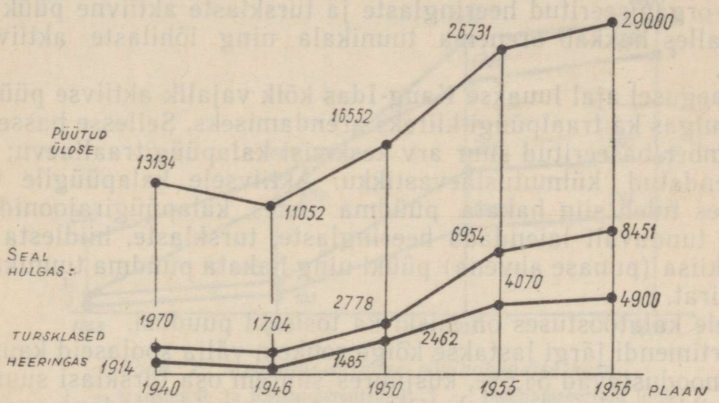
Pärast teist maailmasõda pühendab Nõukogude valitsus palju tähelepanu purustatud kalatööstusettevõtete taastamisele ja kalatööstuse, eriti merekalapüügi edasiarendamisele.

Põhjamerel, Atlandil ja samuti ka Barentsi mere põhjaosas areneb heeringapüük, Kaug-Idas on käimas skumbria- ja rasvaheeringapüük, nõukogude vaalapüüdjad alustasid 1947. aastal

Antarktikas vaalapüüki. Avamerekalapüügi tunduv kasv on toodud joonisel 1.

Tehnilises suhtes kasvas kalatööstus tunduvalt viienda viisaastaku jooksul ja täienes suure arvu püügi- ja transpordilaevadega.

Igal aastal astuvad rivisse uued kalatööstusettevõtted, laieneb sortiment ja suureneb suitsutatud, marineeritud ja vürtsitatud kaupade, külmutatud, jahutatud ja värske kala, kalafilee, kalakonservide ning preservide tootmine.



Joon. 1. Kala ja mereloomade püügi kasv (tuh. ts).

Seega saab kalatööstuse tootmissuund, mis sai oma alguse meie maal XVIII sajandil, sotsialistliku plaanimajanduse juures täie arenemisvõimaluse.

Õhukindlas taaras väljalastavate kalakaupade (konservid, preservid) väljalase suurenes 1956. aastal, võrreldes 1913. aastaga, rohkem kui 65 korda, külmutatud, suitsutatud ning marineeritud kala väljalase rohkem kui 17 korda.

1957. aastal oli külmhoonete maht 146 400 t ja külmutuskambrite tootlikkus 3 500 t ööpäevas; konservitööstuste üldine tootlikkus 768 miljonit karpi aastas. 1913. aastal oli kalakülmhoonete maht kõigest 8 200 t, külmutuskambrite tootlikkus 300 t ööpäevas ja konservitööstuse tootlikkus 8 miljonit karpi aastas. Toodud andmed näitavad, kui jõudsalt on arenenud kalatööstus tehniliselt nõukogude võimu aastail.

Meie maa kalatööstus laseb välja üle 700 nimetusega toidukalasaadusi, samal ajal, kui Ameerika sortiment ei ületa 200 nimetust.

Peale kalapüügi suurenemise ja tema töötlemisviiside täiustamise hakkas Nõukogude võimu aastail tunduvalt arenema

kunstlik kalakasvatus tiikides, kalamajandites ja looduslikes veekogudes — järvedes, veehoidlates jne. 1956. aastal suurenesid, võrreldes 1913. aastaga, tiikide toitumispindalad peaaegu 7 korda ja kaubatoodangu väljatulek — peaaegu 40 korda.

Kalapüügi suuruselt on Nõukogude Liit teisel kohal maailmas. Sealjuures kuulub meie maale juhtiv koht kalastuses ainult Barentsi, Balti, Kaspia ja Mustal merel. Teistel lahtistel meredel ja ookeanidel, eriti Vaiksel ookeanil, on Nõukogude Liidu osavõtt kalastusest täiesti ebarahuldav. Selles basseinis on veel halvasti organiseeritud heeringlaste ja tursklaste aktiivne püük ja veel alles hakkab arenema tuunikala ning lõhilaste aktiivne püük.

Praegusel ajal luuakse Kaug-Idas kõik vajalik aktiivse püügi, sealhulgas ka traalpüügi kiireks arendamiseks. Sellesse basseini on ümber baseeritud suur arv keskmisi kalapüügitraallaevu; on suurendatud külmutuslaevastikku. Aktiivsele kalapüügile üle minnes tuleb siin hakata püüdma uutes kalapüügirajoonides, tuleb tunduvalt laiendada heeringlaste, tursklaste, hiidlesta ja merekiisa (punase ahvena) püüki ning hakata püüdma tuunikala ja sairat.

Meie kalatööstuses on siiski ka tõsiseid puudusi.

Sortimendi järgi lastakse kõige rohkem välja soolaseid kaupu, mis moodustavad 54,5%, kusjuures suurem osa tursklasi suunatakse ikka veel soolamisele. Olgugi et konservide toodang saavutas väga suure arvu (602 000 ttk [1]), toodame me konserve võrreldes Põhja-Ameerika Ühendriikidega siiski 2 korda vähem.

Meie kalatööstusettevõtete, eriti konservitööstuste tehniline varustus on suurel määral vananenud. Vooluliinid, üksikud tööpingid ja mehhanismid töötavad väikestel kiirustel. Meie töösstuse konserviliinide tootlikkus näiteks ei ületa 70 karpi minutis, samal ajal kui Kanadas ja Põhja-Ameerika Ühendriikides nende tootlikkus on 150 karpi minutis ja rohkemgi.

Partei XX kongressi direktiivides öeldakse, et meie maal on praegu olemas kõik vajalikud tingimused selleks, et rahuliku majandusliku võistluse alusel ajalooliselt kõige lühema ajaga lahendada majanduslik põhiülesanne — järele jõuda ja mööda minna kõige rohkem arenenud kapitalistlikest maadest saaduste tootmise hulgalt ühe inimese kohta.

Selle põhilise majandusliku ülesande lahendamiseks on vaja tunduvalt tõsta töötootlikkust ja laiendada tootmisvõimalusi.

Töötootlikkuse tõstmise küsimuste lahendamisel kalatööstusettevõtetes on vaja arvestada nende spetsiifilisi omadusi.

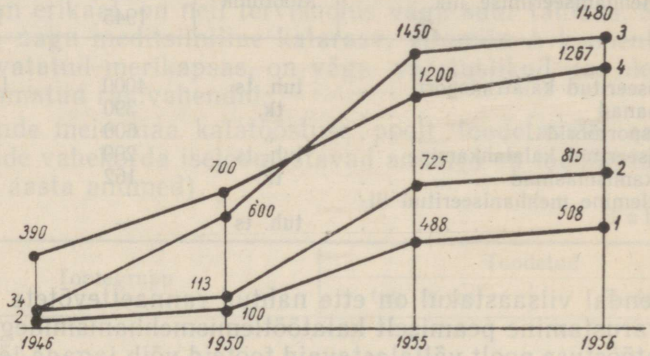
Suurem hulk kalatööstusettevõtteid asub meie maa äärtealadel ja paljudel juhtudel ei ole neil orgaanilist sidet mitte ainult

[1] ttk — tuhat ting-(arvestus-)karpi mhuga à 350 cm^3.

teiste tööstusharude ettevõtetega, vaid mõnel juhul isegi omavahel. Sellepärast on vaja tehniliste kogemuste vahetamist organiseerida tsentraliseeritud korras.

Töötingimused on kalatööstuses väga rasked ja sellepärast on eriline tähtsus kalapüügi- ja töötlemisprotsesside mehhaniseerimisel.

Seoses kalapüügi sesoonsusega ei ole paljud ettevõtted aasta jooksul ühtlaselt koormatud. Ettevõtete töö tähtaegade pikenda-



Joon. 2. Mehhaniseerimise põhivahendite kasv:
1 — transpordi- ja tõstemehhanismid; 2 — mehhaniseeritud liinid heeringlaste soolamiseks; 3 — mehaanilised pressid; 4 — kalapumbad koos seadeldistega.

miseks organiseeritakse ekspeditsioonipüüki ja luuakse tooraine varusid.

Toorkala spetsiifilised iseärasused, mis avalduvad kala mõõtmete ja vormi muutlikkuses, tema kiire riknevus ja samuti kala keha ja organite võrdlemisi väike mehaaniline vastupidavus raskendavad väga masinate ja aparaatide loomist kalapüügiks ja eriti töötlemiseks. Neil põhjustel domineerib kalatööstuses veel käsitsitöö ja masinate teenindamine käsitsi. Käsitsitöö õige organiseerimine rööbiti kalatöötlemismasinate ja mehhaniseeritud liinide loomisega on töötootlikkuse tõstmisel tähtsaks reserviks.

Sõjajärgsel perioodil on tehtud suur töö kalatöötlemise mehhaniseerimiseks rannas. Mehhanismide abil teostatavate tööde maht kasvas ajavahemikus 1946. a. kuni 1956. aastani 10-kordseks, aga üksikute mehhanismide osas tunduvalt rohkem (joonis 2).

Kuid see ranna-kalatöötlemisettevõtete mehhaniseerimise suur kasv ei kindlusta kaugeltki kalapüügilaevastiku normaalset teenindamist. Nimetatud ajavahemikus pandi peamine rõhk sisetranspordi mehhaniseerimisele, kuna aga suurem osa tehnoloo-

gilisi operatsioone veel tänini teostatakse käsitsi või väga puuduliku konstruktsiooniga mehhanismide abil. Praegusel ajal on selle tagajärjel mõnedes rannaettevõtetes tekkinud disproportsioon transpordi- ja tõstemehhanismide ning kalatöötlemismasinate tootlikkuse vahel, mis on töötootlikkuse tõstmisel tõsiseks takistuseks (tabel 1).

Tabel 1

Mehhaniseerimise liik	Mõõtühik	Aastad	
		1945	1956
Mehhaniseeritud kalatransport . .	tuh. ts	4000	18830
Tõstekraanad	tk.	390	960
Linttransportöörid	„	600	2350
Mehhaniseeritud kalalahkamine . .	tuh. ts	200	4700
Kalalahkamismasinad	tk.	162	720
Kalatöötlemine mehhaniseeritud liinidel	tuh. ts	—	4100

Kuuendal viisaastakul on ette nähtud rannaettevõtete ja laevade varustamine peamiselt kalatöötlemismehhanismidega.

Kalatööstuse poolt väljalastavaid tooteid võib jagada järgmisteks gruppideks:

toiduained — need on saadused igapäevaseks toitlustamiseks, mida inimesed kasutavad suurtes kogustes ja on inimorganismile vajalike valkude, rasvade, soolade ja vitamiinide allikaks; nendeks toodeteks on mitmel viisil töödeldud kala, konservid, balõkk- ja kulinaartooted, vähitaolised ja kaladest ning mereloomadest saadud toidurasv. Toiduaineteks on ka mõned kalade, mereloomade ja vetikate töötlemise saadused, mida küll otseselt söögiks ei kasutata, kuid tarvitatakse toiduainetetööstustes mõningate toiduainete (kondiitritoodete, jäätise, veinide jt.) tootmisel; nendeks saadusteks on toidu-kalavalk, agar-agar, agaroid, kalaliim, toidu-želatiin, alginaadid, manniit, kala hüdrolüsaadid jms.;

raviained — tooted, mida inimesed tarvitavad haigestumisel väikestes kogustes; esijoones kuulub siia meditsiiniline rasv, mida saadakse kalade ja mereloomade maksast, samuti aga ka kuivatatud vetikad (merikapsas); võimalik on valmistada ka teisi väärtuslikke ravimpreparaate — kampalooni, insuliini, letsitiini, kuid nende tootmine on praegu veel vähe arenenud;

tehnilised ained — tooted, mida kasutatakse põllumajanduses, nahatööstuses, tekstiilitööstuses, seebikeetmisel ja teistes tööstusharudes; siia kuuluvad väetised, tehniline rasv, agar-agar, kala ja merelooma nahad (värskelt, soolatult ja kuivatatult),

liim, pärlmutriessents, spermatseet, vaalaluu, tehniline želatiin, tehniline valk kalast ja mereloomadest;

söödad — söödajahu kalast ja mereloomadest, värske ja soolatud mereloomaliha[1] ning looma-, linnu-, ja karusloomakasvatuse vajadusteks kasutatavad värsked või happega konservitud kalajäätmed.

Enamuses riikidest, sealhulgas ka NSV Liidus, kuulub eelnimetatud toodetest nii kaalult kui ka väärtuselt valdav osa esimesse ja neljandasse gruppi. Olgugi et teise grupi toodetel on väiksem erikaal, on neil tervishoius väga suur tähtsus. Sellised tooted, nagu meditsiiniline kalarasv, vitamiin A konsentraadid ja kuivatatud merikapsas, on väga väärtuslikud ja olemuselt asendamatud ravivahendid.

Nende meie maa kalatööstuse poolt toodetavate saaduste gruppide vahekorda iseloomustavad andmed on toodud tabelis 2 (1956. aasta andmed).

Tabel 2

Tootegrupp	Toodetud	
	tuh. ts-tes	%-des
Toiduained	16552	95,3
Raviained	119	0,7
Tehnilised ained	254	1,4
Söödad	462	2,6
Kokku	17387	100,0

Tehnilise rasva ja söödajahu valmistamiseks kasutatakse NSV Liidus ainult 12% püütud toorainest, mida võib seletada järgmiste põhjustega: elanikkonna toidu-kalasaaduste suure vajadusega; selliste kalakaupade valdava osaga sortimendis, mille tootmisel tekib väga vähe jäätmeid; utilisatsioonitööstuste mitteküllaldase tootmisvõimsusega; tehnilise rasva ja söödajahu tootmise laiendamisele vähese tähelepanu pööramisega.

Suureks takistuseks kalajahutööstuse arendamisel olid väga madalad väljamüügihinnad, mis nüüd juba on muudetud. Täielikult ei kasutata ära ka toorainete ressursse meditsiinilise rasva ja ravimpreparaatide tootmiseks.

Söötade, tehniliste toodete ja ravimpreparaatide tootmises jääb meie maa praegu veel maha Ameerika Ühendriikidest.

Meie kodumaa kalatööstus, nagu juba ütlesime, toodab kalakaupu üle 700 nimetuse.

[1] Tehakse katseid valmistada saadusi toiduks vaalalihast, kuid massiliselt neid veel välja ei lasta.

Kalatööstuse töö planeerimisel on raske arvestada nii suurt hulka kalakaupu, sellepärast üleriiklikus ulatuses, nii meil kui ka välismaal, tuuakse statistilised andmed ainult tooraine töötlemisviiside järgi, kusjuures eraldatakse need tooted, mis lastakse välja võrdlemisi suurtes kogustes või millel on suur tähtsus toitlustamises.

Tabelis 3 toodud andmed, mis iseloomustavad tooraine suunamist töötlemisele meie maa põhilistes kalatöötlemisbasseinides, arvestamata mereloomi ja vetikaid (1956. aasta andmed).

Tabel 3

Basseinide nimetus	Tooraine suunamine (%-des) järgmiste tooteliikide valmistamiseks									
	Jahutatud ja eluskala	Külmutatud	Soolatud	Erisoolatud ja marineeritud	Suitsutatud	Kuivatatud ja vinnutatud	Balõkk-tooted	Konservid ja preservid	Kalamari	Muud toiduks
Volga-Kaspia . . .	14,0	26,4	40,8	3,4	3,0	2,5	0,2	9,3	0,3	0,1
Aasovi-Musta mere . .	24,8	10,4	34,8	10,5	3,4	0,9	0,1	14,9	0,1	0,1
Põhja-Euroopa . . .	19,7	15,8	60,7	1,8	0,3	0,1	0,1	1,3	0,1	0,1
Balti meri	13,8	12,9	37,7	18,1	0,7	1,1	0,3	15,2	—	0,2
Kaug-Ida	12,4	22,6	50,6	0,4	0,4	0,1	0,2	11,4	1,8	0,1
Siseveed (jõed ja järved)	24,0	19,2	40,4	5,7	4,8	2,9	0,1	2,5	0,1	0,3
Kokku kalatööstuse alal[1]	17,9	18,7	49,6	4,9	1,8	1,2	0,2	5.1	0,4	0,2

Arvestades kalapüügi spetsiifilisi iseärasusi, tooraine tehnoloogilisi omadusi, klimaatilisi tingimusi ja tootmis-ökonoomilist otstarbekohasust igas basseinis, kujunes kalasaaduste väljalaske alal välja kindel suund, mis teataval määral oli omane ainult antud basseinile.

Kuna Volga-Kaspia basseinis olid kalatoodangus ülekaalus väärtuslikud (karplased ja tuurlased), siis tunduv osa kaladest

[1] Tabeli andmetesse ei ole võetud Liha- ja Kalakaubanduse Peavalitsuse toodangut, mille ettevõtted suure hulga jahutatud ja soolatud kaupu kasutavad suitsutatud, marineeritud ja muude kaupade tootmiseks.

suunati värskete (14%), külmutatud (26,4%), vinnutatud (2,4%) ja suitsutatud (3%) kalakaupade valmistamiseks ja soolati ka pooltooteks, millest pärast tarbimispaikades valmistati suitsutatud tooteid. Iga aastaga väheneb tähendatud basseinis soolatud kaupade tootmine soomkaladest. Kuid seoses kilutoodangu suurenemisega, mida peamiselt soolatakse, on Kaspia basseini ettevõtete poolt väljastatavate soolaste kalakaupade kogus veel võrdlemisi suur (40,8%). Viimastel aastatel on järsult tõusnud anšoovisetaolisest kilust toodetud konservide ja preservide väljalase. Kaspia basseinile kuulub esikoht ka tuurlaste marja väljalaske alal.

Analoogiline suund on ka Aasovi mere kalatööstusel.

Mustal merel täheldatakse viimastel aastatel stavriidi, skumbria, pelamiidi, barabulja ja kefaali püügi suurenemist, mis on suitsukaupade ja konservide tootmisel väga tähtsaks tooraineks.

Aasovi-Musta mere basseinis toodetakse suur osa soolatud kaupu (34,8%) peamiselt tülkast ja hamsast.

Valge ja Barentsi mere basseinis toodetakse peamine kalakaupade kogus tursast. Tursklaste püük moodustab selles basseinis 85% püütava kala üldkogusest; viimastel aastatel suurenes eriti mereahvenapüük. Tursklaste ja eriti mereahvena soolamist ei saa pidada otstarbekohaseks töötlemisviisiks, sellepärast väheneb iga aastaga soolaste kaupade tootmine nendest kaladest ja suureneb peamiselt jahutatud, külmutatud ja suitsutatud kaupade väljalase.

Külmutatud ja jahutatud kaupade tootmiseks suunatakse selles basseinis suur hulk toorainet (35,5%).

Viimastel aastatel suurenes tunduvalt tursamaksakonservide väljalase selle tõttu, et paljud traallaevad varustati konservimisseadeldisega ja suurenes tursamaksa varumine poolfabrikaadiks, mis pärast töödeldi rannaettevõtetes.

Selle rajooni jõgedest püütavatest vääriskaladest, nagu lõhi ja siiglased, toodetakse soolaseid ning suitsutatud delikatesskaupu ja konserve. Osa sellest kalast realiseeritakse Arhangelski oblastis värskelt või külmutatult.

Seoses aktiivse heeringapüügi arenemisega kaugel randadest, Barentsi mere põhja- ja lääneosas ning Atlandil, saavutas soolaste kaupade tootmine sellest kalast tunduva ulatuse.

Balti meri ei paista silma püütava kala mitmekesisusega. Selle basseini kalatööstus koosneb suurest arvust ettevõtetest, mis räimest, kilust, tursast ja lestast toodavad konserve, preserve, suitsutatud ja soolatud kaupu. Konservide ja preservide tootmiseks suunatakse selles basseinis suur hulk toorainet (15,2%), kusjuures konservide sortimendis domineerivad konservid «Sprotid õlis», mis valmistatakse räimest ja kilust. Palju toodetakse ka preserve.

Värske kalaga varustatakse (13,8%) peamiselt Balti vabariikide ja Kaliningradi ning Leningradi oblasti rannikuala linnu ja asulaid. Kaugematesse paikadesse veetakse värsket kala vähesel määral. Selles basseinis langes viimastel aastatel järsult soolaste kaupade tootmine; sel viisil töödeldakse peamiselt heeringat (36,3%), mida püütakse Põhja-Atlandil ja vähesel määral väikest turska (1,4%), kuna tema jaoks pole veel leiutatud ratsionaalsemat töötlemisviisi. Külmutatud kaupu toodetakse peamiselt räimest, soomkalast ja tursast.

Kaug-Idas on peamisteks püügiobjektideks lõhilased, heeringlased ja skumbria. Tursa- ja lestapüük on praegu veel väike (8% üldisest aastapüügist).

Kalatöötlemisettevõtete kaugus maa keskrajoonidest ja samuti ka kala suurpüügi lühike kestus, mis sunnib mõne päeva jooksul töötlema kümneid ja sadu tuhandeid tsentnereid kala, on kalasaaduste kitsa sortimendi peamisteks põhjusteks; soolaste kaupade tootmiseks suunatakse veel üle poole püütud kalast (50,8%).

Kaug-Idas lastakse välja kastidesse pakitult tunduvates kogustes nõrgaltsoolatud heeringat ja lõhe (15%), mida tarbimispunktides kasutatakse peamiselt pooltoodetena kõrge kvaliteediga marineeritud ja suitsutatud kaupade tootmiseks. Skumbriast toodetakse konserve kala oma mahlas ja õlis, samuti lastakse teda välja ka soolatult ja suitsutatult. Ka lõhilastest (keta, nerka, gorbuuša) valmistatakse tunduvates kogustes konserve kala oma mahlas.

Kaug-Idas pööratakse suurt tähelepanu ranna-külmhoonete, külmutuslaevastiku ja konservitööstuste ehitamisele, mis peavad olema esijoones tursklaste, lestlaste ja lõhilaste püügitoodangu ja nendest külmutatud kaupade ning konservide tootmise suurendamise baasiks.

Viimastel aastatel on Vaikse ookeani külmutuslaevastik tunduvalt suurenenud ja see võimaldab juba külmutada 22% püütud toorainest.

Kaug-Ida bassein on ainsaks lõhilaste (keta, gorbuuša, nerka, kižutši) soolatud marja, selle meie maal laialt nõutava, väga toitva ja maitsva saaduse tootjaks.

Siseveekogudest on kõige tähtsamad Siberi jõed ja järved, mille põhiliseks rikkuseks on tuura- ja siiakalad; nendest valmistatakse väga väärtuslikke toiduaineid — konserve ning külmutatud ja suitsutatud kaupu (45% kogutoodangust).

Soolaste kaupade valmistamine absoluutselt suuremast hulgast kalast ei ole selles basseinis otstarbekohane, kuid arvestades paljude kalatööstuste kaugust asustatud punktidest ja ühendusepidamise raskust, on Siberi tööstus praegu veel sunnitud kasutama seda konservimisviisi.

Soolatult maitsevad väga hästi omul ja muksun, kuid ka nende kalade juures tuleb otstarbekohasemaks konservimisviisiks pidada kuum- ja külmsuitsutamist. Sosvinski heeringal (tugun) on head maitseomadused vürtsidega soolatult.

NSVL ja mõnede kapitalistlike maade kalatööstuste võrdlemiseks on tabelis 4 toodud andmed, mis iseloomustavad tooraine suunamist töötlemisele NSV Liidus, USA-s, Jaapanis, Norras, Inglismaal ja Prantsusmaal (1956. a.).

Tabel 4 andmeist selgub, et mõnede kalasaaduste väljalaske ja kalade tarbimise poolest ühe elaniku kohta jääb meie maa maha reast kapitalistlikest maadest. Kui USA-s toodetakse konserve üle 1250 miljoni tingkarbi, siis meie maal 600 miljonit tingkarpi.

Tabel 4

Riigid	Kala tarbimine 1 inimese kohta aastas kg-des, ümberarvestatult toorkalale[1]	Tooraine (kala, vetikate, molluskite) suunamine töötlemisele (% % üldisest väljapüügist)				
		värske	külmutatud	soolatud, kuivatatud, suitsutatud	konservid	rasv, jahu ja muud saadused
Maailma kõik riigid (ilma NSV Liiduta) . . .	—	42.0	7,6	24,1	8,9	17,3
Jaapan	36,5	30,5	8,2	47,5	7,3	6,5
NSVL	11,4	17,5	18,0	42,8	6,9	15,3
USA	12,9	29,8	13,8	1,8	23,2	31,4
Norra	40,0	10,1	4,7	27,1	1,8	56,3
Inglismaa	14,7	79,3	7,3	3,6	1,2	8,6
Prantsusmaa . . .	9,4	54,5	—	29,4	16,0	0,1

NSVL asub konservide tootmise alal teisel ja värske ning külmutatud kala väljalaske alal neljandal kohal maailmas.

USA-s suunatakse toorkala peamiselt värske ja külmutatud kala, konservide, tehnilise ja meditsiinilise rasva ning söödakalajahu tootmiseks. Muudel kalasaadustel (suitsutatud, marineeritud, soolatud jt.) on sortimendis väga väike osa (mitte üle 3%).

Hästi arenenud transport ja pidev külmhoid võimaldab USA-s

[1] Andmed on toodud importi ja sportlikku püüki arvestamata.

värskena ja külmutatult realiseerida ümmarguselt 10,5 miljonit ts kala (203).

Vaatamata väljalastavate konservide suurele hulgale, on nende sortiment väga kitsas; lõhilastest ja tuunikaladest toodetakse konserve kala omaenda mahlas ja vaikse ookeani sardiinidest peamiselt konserve õlis.

Ümmarguselt 40% väljapüütavast kalast ja kõik kalatöötlemise jäätmed kasutatakse sööda-kalajahu tootmiseks. Sellist toorkala kasutamist peetakse Ameerika Ühendriikides kasulikumaks kui suitsutatud, marineeritud ja soolatud kaupade tootmist.

Ameerika Ühendriikide kalatööstusele on iseloomustav tema kitsas spetsialiseerumine ja kuni võimaliku piirini lihtsustatud tehnoloogilised protsessid. Selle tagajärjel luuakse tootmisprotsesside täielikuks mehhaniseerimiseks ja osaliseks automatiseerimiseks vajalik alus ning saavutatakse suur töötootlikkus.

Hoopis teisele põhimõttele on rajatud Jaapani kalatööstus, mida iseloomustab värske, soolase, kuivatatud ja suitsutatud kala domineeriv osa sortimendis ning väetise tootmine riisipõldude väetamiseks.

Jaapan on saareriik ja sellepärast realiseeritakse värskelt peaaegu pool (44,5%) kogu kalapüügist. Natuke üle kolmandiku (34,5%) säilitatakse kuivatatult, soolatult ja suitsutatult. Elanikkonna toitlustamisel on suur tähtsus molluskitel ja vetikatel, mida 8 miljoni tsentneri ulatuses kasutatakse värskelt ja ümmarguselt 4 miljonit tsentnerit varutakse kuivatatult. Jaapani töötlevat kalatööstust iseloomustab mehhaniseerimise madal tase.

Norra töötlev kalatööstus on kohandatud rahvusvahelise turu nõuetele. Üle 70% Norras väljalastavatest külmutatud, soolatud ja kuivatatud kaladest, kalarasvast ja sööda-kalajahust on eksportkaupadeks.

Norrale on väga iseloomustav heeringast sööda-kalajahu ja rasva tootmise suur ulatus.

Inglismaa, samuti nagu Jaapangi, on saareriik ja sellepärast tema kalakaupade sortimendis domineerib värske kala. Hästi arenenud raudtee- ja maanteedevõrk võimaldab kalatöösturitel vedada värsket kala Inglismaa igasse linna ja asustatud punkti. Laialt on levinud kalakulinaartoodete kaubandus ja poolfabrikaatide tootmine väikesest rahnkalast või tursast ja kippersite tootmine heeringast. Peamiseks eksportkaubaks on soolatud kala (heeringas) ja soolatult kuivatatud tursk (klipfisk).

Prantsusmaal tegelikult külmutatud kala ei toodeta, kuid selleeest on hästi korraldatud kaubandus värske kalaga, vähitaoliste ja molluskitega. Üle 54% väljapüütavast kalast ja muudest meresaadustest saab Prantsusmaa elanikkond värskelt. Ülejäänud toorkala kasutatakse konservide tootmiseks. Tursamaksast

saadakse meditsiinilist õli. Suur nõudmine on austritele, molluskitele, omaaridele ja muudele vähitaolistele, mille püük moodustab ümmarguselt 25% üldisest püügist.

Suurem osa Hiina Rahvavabariigi elanikkonnast elab võrdlemisi laial rannikualal või arvukate jõgede läheduses. Turustuspaikade lähedus püügirajoonidele võimaldab suurema osa püügist realiseerida värskelt. Konservitööstus on Hiinas alles loomisel. Kõik molluskite liigid ja merevetikad kasutatakse tunduvates kogustes värskelt ja kuivatatult. Suured vähitaolised külmutatakse. Haide, raiakalade ja mõnede teiste kalade maksast valmistatakse meditsiinilist rasva. Tööstuse jäätmed kasutatakse kalajahu ja liimi valmistamiseks.

Töötleva kalatööstuse õige organiseerimise aluseks peab olema püüd ratsionaalselt ära kasutada toorainet ja toiduaineid valmistada ainult kala keha nendest osadest, mis omavad toiteväärtust, kõik kala lahkamisest saadavad jäätmed aga täielikult ära kasutada tehnilise ja toidurasva, söödajahu, meditsiiniliste preparaatide (vitamiinid jt.) ja tehniliste saaduste tootmiseks.

Nõukogude tarbija saab kala peamiselt lahkamatult või lahatult ümarkalana, s. t. sisikond on kõrvaldatud. Sellisel kalal on mittesöödavaid või toitlustamise mõttes väheväärtuslikke osi kuni 40%. Neid niinimetatud köögijäätmeid peaaegu ei kasuta elanikkond ega ka tööstus.

Kõige ökonoomsemaks ja tehnoloogiliselt otstarbekohasemaks kalade lahkamisviisiks jahutatud, külmutatud, soolatud ja suitsutatud kaupade tootmisel suurte ja keskmiste mõõtmetega kaladest on lahkamine fileeks ja fileekesteks.

Suuremas osas riikides, eriti sellistes, nagu Norra, Holland, Taani, Poola, Inglismaa, Ida- ja Lääne-Saksamaa, laieneb kalakaupade sortiment peamiselt mitmesuguste tootmisviiside kasutamise arvel.

Meie maal olemasolevaid võimalusi ei kasutata kaugeltki rahuldavalt.

Molluskitest, vetikatest ja muudest «mittekalalistest» objektidest saaduste tootmise suurenemine on iseloomulik Idamaade kalatööstusele. Meie maal hakkas «mittekalaliste» objektide kasutamine suurenema alles viimasel ajal.

Kalakaupade edukat realiseerimist soodustab sobiv ja hästi kujundatud pakend, mis on valmistatud plekist, klaasist, kartongist, tsellofaanist ja muudest materjalidest.

Viimastel aastatel pühendatakse meie maal sellele küsimusele tõsist tähelepanu.

Kuuendal viisaastakul seisab kalatööstuse ees ülesanne tunduval määral laiendada sortimenti ja parandada kalasaaduste kvaliteeti. Selleks on vaja laialt ära kasutada kodumaise ja rajataguste maade kalatööstuse eesrindlikke kogemusi.

II PEATÜKK

TOOTMIS- JA TEHNOLOOGILINE PROTSESS

Teatava ettevõtte tegevuse analüüsimisel on väga tähtis teha täpset vahet kahe mõiste — tootmisprotsess ja tehnoloogiline protsess — vahel. Ainult kogu tootmisprotsessi hoolsa ja täpse kronometraažiga saab kindlaks teha puudused tema organiseerimises ja välja töötada põhjendatud abinõud nende kõrvaldamiseks.

Tootmisprotsessiks nimetatakse teatud toote valmistamisel antud ettevõttes kasutatavate kõikide operatsioonide omavahelist järjekorda.

Tootmisprotsessi me lülitame järgmised operatsioonigrupid (mis tinglikult on märgitud indeksitega A, B, C, D, O): tehnoloogilised (põhi-), transpordi-, abi-, tootmiskontrolli- ja ooteoperatsioonid.[1]

Tehnoloogilised protsessid (A) on sellised, mis muudavad lähte-tooraine vormi, keemilist koostist ja teisi omadusi, sihiga saada vajaliku kvaliteediga toodet.

Transpordioperatsioonide (B) abil toimetatakse tooraine randumissillalt tehasesse ja töötlemisprotsessis ühe tööpaiga juurest teiseni. Transpordioperatsioone võib teostada käsitsi (kanderaamiga), vahendite abil (käruga) või transpordi-tõstemehhanismidega (konveieritega, elevaatoritega jt.).

Abioperatsioonid (C) kiirendavad ja kergendavad põhioperatsioonidega tegelevate tööliste tööd ning kindlustavad masinate ja aparaatide pidevat tööd (kalade sortimine, aparaatide ja mehhanismide teenindamine).

Tootmiskontrolli-operatsiooni (D) ülesanne on kontrollida tooraine, pooltoote ja valmissaaduse kvaliteeti ning antud toote valmistamisel kasutatavate konservivate ja maitseainete annuse täpsust jne.

---

[1] Operatsiooniks tuleb nimetada teataval määral iseseisvat osa tootmisprotsessist, mida täidab kindlal töökohal üks tööline või organisatsiooniliselt seotud tööliste grupp (brigaad), üks masin või organisatsiooniliselt seotud samatüübiliste masinate grupp.

Töödeldava tooraine liikumisel ühelt operatsioonilt teiseni tulevad mõnikord ette peatused, mis tinglikult märgitakse ooteoperatsiooniga (O). Tootmisliini üksikutes lõikudes võib edasitöötlemise ootel kokku kuhjuda toorainet suurtes kogustes. Need, tootmises ebasoovitavad nähtused, ilmuvad selle tagajärjel, et tööjõud pole õigesti paigutatud, üksikute masinate ja mehhanismide tootlikkus pole liinis kooskõlastatud, tööstus on ebaõnnestunult planeeritud või on sisseseade tööstuses asetatud ebaõnnestunult ja aparaadid või seadeldised töötavad perioodiliselt.

Otseses suhtes tootmisprotsessidega on operatsioonid, mille ülesandeks on tagada teatavat sanitaar-hügieenilist režiimi ettevõttes. Tootmisprotsessi käigule ja organiseerimisele neil otsest mõju ei ole, kuid nad mõjutavad oluliselt väljastatava toote kvaliteeti.

Töötootlikkust võib tõsta kas operatsioonide arvu vähendamisega või teatava operatsiooni täitmiseks vajaliku aja lühendamisega. Seda võib saavutada tootmisprotsessi aluseid moodustavate tehnoloogiliste operatsioonide täiustamisega, nende töökohtade täiustamisega, kus veel kasutatakse käsitsitööd, mida ei saa veel asendada masinatega, kõige tootlikumate masinate, aparaatide ja tootmisprotsessi organiseerimismeetodite juurutamisega, samuti aga ka olemasolevate seadmete moderniseerimisega.

Põhiliseks teguriks, mis praegusel ajal pidurdab tootmisprotsessi mehhaniseerimist ja automatiseerimist, on kala konservimise protsesside pikk kestus (soolamine, suitsutamine, kuivatamine jms.), mis ei võimalda luua pidevalt tegutsevaid aparaate.

Selleks et üle minna kalakonservimise kiirmeetoditele, kasutavad teaduslikud ja tehnilised töötajad kaasaegseid saavutusi füüsika, keemia ja teiste teaduste valdkonnast tehnoloogiliste protsesside väljatöötamiseks hoopis uuel alusel (kõrgepinge- ja kõrgsagedusvoolud, ultraheli jms.).

Kalatööstusettevõtetes kasutatavaid seadmeid võib jagada järgmistesse põhigruppidesse: masinad-mootorid, tehnoloogilised masinad ja aparaadid, transpordimehhanismid, abivahendid ja -masinad.

Masinad-mootorid (elektrimootorid, auru- ja muud masinad) käivitavad niinimetatud töömasinaid, s. o. ülejäänud kolme grupi masinaid.

Masinate-mootorite hindamisel arvestatakse kõigepealt nende suhtelist tootlikkust, mis määratakse kindlaks kasuliku tegevuse koefitsiendiga, s. t. energia ärakasutamise täielikkusega, kõige vähemate energiakadudega töötlemisel. Masinate-mootorite täiuslikkuse hindamisel on teiseks kriteeriumiks nende ökonoomsus ehitamisel ja ekspluateerimisel.

Töömasinate hindamisel arvestatakse peamiselt nende absoluutset tootlikkust, mida väljendatakse teatava ajaühiku kestel nende poolt töödeldud tooraine hulgaga.

Töömasina täielik tsükkel koosneb ajast, mis on vajalik nende operatsioonide teostamiseks, milleks masin on määratud (tööaeg), ja ajast, mis kulutatakse abioperatsioonideks, — töödeldava objekti ülesseadmiseks, masina töötavate osade tagasipöördumiseks lähteasendisse, uue tsükli alustamiseks jms. (abiaeg). Mida lühem on masina täielik tsükkel, seda suurem on tema tootlikkus.

Paljudel töömasinatel moodustab abiaeg tunduva osa tsüklist; sellepärast on selle lühendamine väga tähtsaks teguriks masina tootlikkuse tõstmisel.

Otsustav tähtsus on siin automatiseerimisel, kusjuures kõik abioperatsioonid täidab masin ise.

Automatiseerimise kõrgemaks etapiks on automaatliinid, s. o. automaatsete transpordiseadeldiste ja abimehhanismidega ühendatud töömasinate süsteem. Automaatliinid kergendavad mitte ainult tööd, vaid nende rakendamine vähendab ka tootmispindade vajadust ja teeb tootmise rangelt rütmiliseks.

Kalatööstuse kõige täiuslikumateks automaatselt töötavateks liinideks on silindriliste plekk-konservikarpide valmistamise ja rasva- ning kalajahutootmise liinid.

Igasuguse tootmise aluseks on see tehnoloogia, mille alusel töödeldakse toorainet. Sellepärast iseloomustatakse tootmist mitte ainult selle järgi, kuidas on organiseeritud tootmisprotsess, vaid ka kuidas on organiseeritud tehnoloogiline protsess.

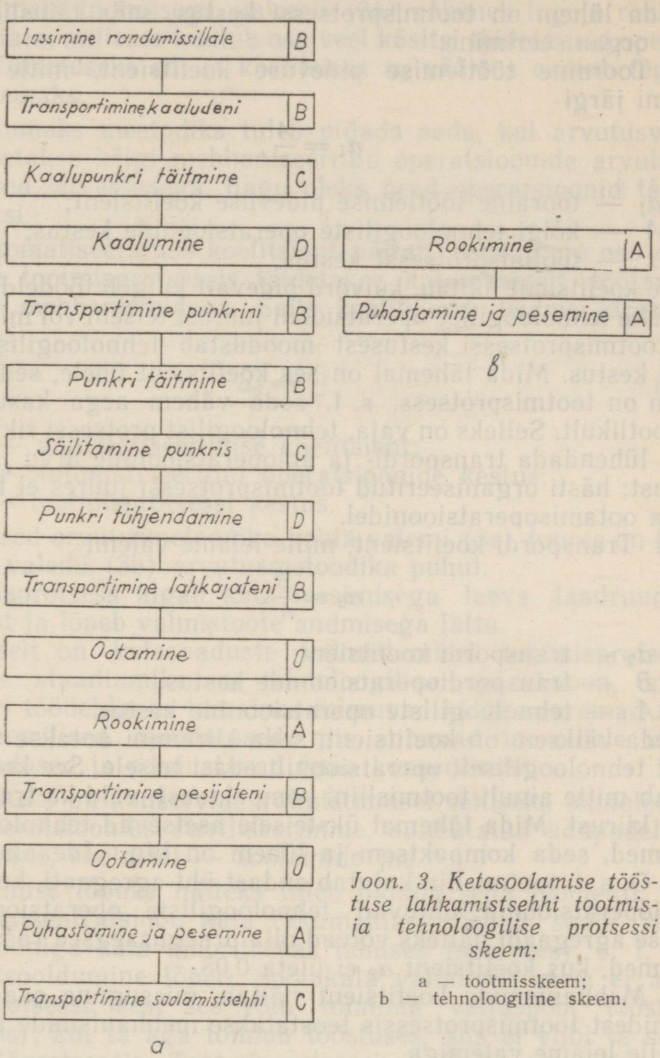
Tehnoloogilise protsessi all tuleb mõista kõigi nende tehnoloogiliste operatsioonide kompleksi, mis on vajalik antud kvaliteediga toote valmistamiseks. Kodumaistes samatüübilistes tehastes on ühesugune tehnoloogiline protsess, sest ta organiseeriti ühtse tehnoloogilise juhendi järgi.

Seda protsessi võib muuta ainult pärast seda, kui on kehtestatud uus tehnoloogiline juhend või on kehtivas juhendis tehtud vastavad muudatused või täiendused.

Tehnoloogiline protsess on tootmisprotsessi osa või alus.

Tootmis- ja tehnoloogilist protsessi on hakatud kujutama skeemi näol (joonis 3). Jooniselt 3 selgub, et tootmisskeem on tehnoloogilisest skeemist palju keerukam. Isegi samatüübilistes tehastes ei ole tootmisprotsessid kunagi ühesugused. Kõige täiuslikumad on nad nendes tehastes, kus: administratiivtehnilised töötajad on kõrge ja tehnilise kultuuriga, oskavad õigesti organiseerida tootmisprotsessi ja oskuslikult kasutada sisseseadet; kus töölised on kõrge kvalifikatsiooniga ja võtavad aktiivselt osa tootmisprotsessi täiustamisest; kus tootmisruumid on pla-

neeritud selliselt, et võimaldavad kõige ratsionaalsemalt paigutada seadmeid; kus vajalikult hoolitsetakse tööliste töötingimuste eest.



Joon. 3. Ketasoolamise töös-tuse lahkamistsehhi tootmis- ja tehnoloogilise protsessi skeem:

a — tootmisskeem;
b — tehnoloogiline skeem.

Tootmisprotsessi täiuslikkust võib iseloomustada järgmiste näitajatega.

1. Tootmisprotsessi kestus (tundides), mille leiame valemi järgi

$$x = A + B + C + D + 0, \qquad (1)$$

kus A, B, C, D, O on vastavalt tootmisprotsessi, tehnoloogiliste, transpordi- ja abioperatsioonide, kontrolli ja ootamise kestus.

Mida lühem on tootmisprotsessi kestus, seda täiuslikum on tema organiseerimine.

2. Tooraine töötlemise pidevuse koefitsient, mille leiame valemi järgi

$$\alpha_1 = \frac{A}{x}, \qquad (2)$$

kus α_1 — tooraine töötlemise pidevuse koefitsient;
A — kõigi tehnoloogiliste operatsioonide kestus;
x — tootmisprotsessi kestus.

See koefitsient näitab, kuivõrd pidevalt kulgeb töödeldav tooraine ühe tehnoloogilise operatsiooni juurest teiseni või missuguse osa tootmisprotsessi kestusest moodustab tehnoloogilise protsessi kestus. Mida lähemal on see koefitsient ühele, seda täiuslikum on tootmisprotsess, s. t. seda vähem aega kasutatakse ebatootlikult. Selleks on vaja, tehnoloogilist protsessi rikkumata, igati lühendada transpordi- ja abioperatsioonide arvu ja nende kestust; hästi organiseeritud tootmisprotsessi juures ei tohi olla kohta ootamisoperatsioonidel.

3. Transpordi koefitsient, mille leiame valemi

$$\alpha_2 = \frac{B}{A}, \qquad (3)$$

kus: α_2 — transpordi koefitsient;
B — transpordioperatsioonide kestus;
A — tehnoloogiliste operatsioonide kestus.

Mida väiksem on koefitsient, seda kiiremini antakse tooraine ühelt tehnoloogiliselt operatsioonilt edasi teisele. See koefitsient näitab mitte ainult tootmisliini kompaktsust, vaid ka transportimise kiirust. Mida lähemal üksteisele asetsevad tehnoloogilised seadmed, seda kompaktsem ja lühem on liin. Ideaalsel juhul $\alpha_2 = 0$, s. t. tootmisliin kujutab endast üht agregaati, kus transpordioperatsioonid ühtuvad tehnoloogiliste operatsioonidega. Sellise agregaadi näiteks võivad olla praegusaegsed rasva-jahuseadmed, kus koefitsient α_2 ei ületa 0,08.

4. Mehhanismide koefitsient näitab, missugune osa operatsioonidest tootmisprotsessis teostatakse mehhanismide abil.

Selle leiame valemiga

$$\alpha_3 = \frac{x_1}{x}, \qquad (3a)$$

kus: α_3 — mehhaniseerimise koefitsient;
x_1 — mehhaniseeritud operatsioonide kestus;
x — tootmisprotsessi kestus.

See koefitsient iseloomustab tootmisprotsessi täiuslikkuse astet ainult ligikaudu, sest mehhanismide kasutamine tavaliselt vähendab operatsioonide kestust. Selle tagajärjel võrreldes mehhaniseerimata tootmisega, valemis (3a) väheneb lugeja rohkem kui nimetaja, millesse kuulub osa veel käsitsi täidetavaid operatsioone. Tulemuseks on, et koefitsient α_3 väärtus osutub tegelikust vähemaks.

Täielikumaks meetodiks tuleb pidada seda, kui arvutusvalemisse võetakse kõigi mehhaniseeritud operatsioonide arvulised tähendused, arvestusega, nagu oleks need operatsioonid täidetud käsitsi.

5. Automatiseerimise koefitsient näitab, missugune osa operatsioone tootmisprotsessis täidetakse automaatselt töötavate masinate mehhanismidega. Selle koefitsiendi leiame järgmise valemiga:

$$\alpha_4 = \frac{x_2}{x}, \qquad (3b)$$

kus: α_4 — automatiseerimise koefitsient;
x_2 — automatiseeritud operatsioonide kestus;
x — tootmisprotsessi kestus.

Märkused arvutusmetoodika kohta valemi (3a) juures on kehtivad ka valemi (3b) arvutusmetoodika puhul.

Tootmisprotsess algab kala lossimisega laeva laadruumist või autost ja lõpeb valmistoote andmisega lattu.

Tavaliselt on kalasaaduste valmistamisel tootmisprotsessi viimaseks staadiumiks see tehnoloogiline operatsioon, mille tagajärjel töödeldavas tooraines toimuvad kõige suuremad füüsikalis-keemilised muudatused, mis annavad toorainele uued toiduomadused ja soodustavad tema konservimist.

Nii näiteks on konservide valmistamisel selliseks tehnoloogiliseks operatsiooniks steriliseerimine, suitsutatud kaupadel — suitsutamine, soolastel — soolamine jne.

Sooldumise lõpuks näiteks tuleb pidada seda momenti, kus soola kontsentratsioon kala rakumahlas võrdub soola kontsentratsiooniga kala ümbritsevas lahuses (soolvees), s. t. kui kala läbisooldumine lõpeb. Soolakala valmimist meie ei arva tootmisprotsessi, sest see võib toimuda väljaspool tööstust (teel, laos), kui ta aga toimub tööstuses, siis ei viibi ta sealjuures tööprotsessis. Tootmisprotsessi üksikute operatsioonide kestuse kindlakstegemiseks võetakse kontrollimiseks 1 ts värsket kala ja viiakse läbi kronometraaž selle kalapartii liikumise kohta ühelt operatsioonilt teisele.

Ajamõõtmise tagajärjed märgitakse järgmise vormiga tabelisse:

Operatsiooni nimetus	Operatsioonigruppi iseloomustav indeks	Läbimise aeg	Operatsiooni kestus

Et kontrollitavat partiid mitte ära segada üldises tooraine-voolus, tuleb kala panna pannidele ja transportida teda nendega ühelt operatsioonilt teisele. Kuid mingit eelist kontrollitavale kalapartiile teha ei tule — ta peab liikuma koos töödeldava tooraine üldise vooluga. Juhul kui antud kalapartii pannakse suure mahuga aparaati ja edaspidi teda välja eraldada on võimatu, võetakse keskmine aeg.

Näiteks kulub 20 ts soolaheeringa väljavõtmiseks tõrrest 40 minutit. Seega kulub kontrollitava kalapartii väljavõtmiseks, arvestades soolamiskadusid (18%),

$$\frac{40 \times 0{,}82}{20} = 1{,}64 \text{ minutit.}$$

III PEATÜKK

KALA LIHASKOE MÕNINGAID ISEÄRASUSI JA OMADUSI

Lihaskude ehk, nagu teda nimetatakse, kalaliha on kala peamiseks söödavaks osaks. Sellepärast kõik olemasolevad kala algtöötlemisviisid näevad ette kala lahkamise enne konservimist, et eraldada mittesöödavaid osi lihast. Mitmesugustel kalaliikidel moodustab liha keskmine kaal 50% kala kogukaalust.

KALA KEEMILINE KOOSTIS

Tehakse vahet kala elementaarse ja üldise keemilise koostise vahel. Elementaarne koostis iseloomustab üksikute keemiliste elementide hulka terves kalas või tema mitmesugustes organites ja kudedes. Praegusel ajal on kala keha koostises leitud ümmarguselt 60 keemilist elementi, sealhulgas O, H, C, N, Ca, S, P, K, Mg, Cl, Cu, Br, I, Fe ja paljud teised. Elemente, mis esinevad kalas kuivaine kohta koguses 0,2% ja rohkem, nimetatakse makroelementideks, ülejäänud elemendid aga, mis esinevad vähemates kogustes, kuuluvad mikroelementide hulka. Mikroelementidel on, vaatamata nende vähesele esinemisele kalas, väga suur füsioloogiline tähtsus, kuna nad võtavad osa elava organismi ainevahetusprotsessist.

VNIRO andmeil leidub (%-des kuivaine kohta) mereahvena, rahnkala või tursa lihaskoes: Ca alates 0,2 kuni 0,3; Mg alates 0,09 kuni 0,13; P alates 0,85 kuni 1,2; K alates 1,28 kuni 1,9; Fe alates 0,003 kuni 0,005.

Tehnoloogile pakub palju suuremat huvi kala niinimetatud üldise keemilise koostise teadmine, s. t. palju sisaldab kala, tema organid ja koed, eriti lihaskoed, neid moodustavaid üksikuid aineid — vett, lämmastik-valkaineid, ekstraktiivaineid ja rasva, samuti huvitab ka mineraalainete koguhulga teadmine. Süsivesikuid (glükogeene) on kala lihaskoes väga vähe, sellepärast kala tehnoloogilisel iseloomustamisel neid harilikult ei arvestata.

Kala üldise keemilise koostise küsimuste kohta on võrdlemisi lai erikirjandus, sellepärast antakse allpool ainult vajalike teadmiste miinimum.

Venemaal hakkasid kala keemilist koostist uurima aastail 1882—1883 V. V. Popov ja P. Kostõtšev, kuid kuni Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsioonini ei olnud sellel uurimisel suurt ulatust. Nõukogude võimu aastail, eriti viimase 15 aasta kestel on teostatud värske kala ja mitmesuguste kalasaaduste arvukaid analüüse. Neid töid teostasid peamiselt VNIRO ja tema basseiniinstituutide töötajad A. A. Lazarevski, I. V. Kizevetteri, T. I. Makarova ja V. V. Koltševi juhtimisel.

Mõningate põhiliste tööndusliku kalaliikide keskmine keemiline koostis on toodud tabelis 5. Valkude ja mineraalainete (tuha) kogus mitmesuguste kalaliikide lihaskoes muutub väga vähe, samal ajal aga kõigub vee- ja rasvasisaldus tugevasti.

Tabel 5

Kala nimetus	Kala üldine keemiline koostis %-des			
	vesi	rasv	valk	mineraal-ained
Tursk	80,8	0,4	17,6	1,2
Haug	79,4	0,7	18,8	1,1
Koha	78,9	0,8	19,0	1,3
Vobla	78,1	2,2	18,3	1,4
Latikas	76,5	4,0	18,3	1,2
Sasaan	78,0	2,7	18,2	1,1
Gorbuuša	70,5	7,1	21,0	1,4
Mereahven	74,9	5,9	17,8	1,4
Tuurakala	71,4	10,9	16,4	1,3
Sevrjuuga	69,8	11,9	17,2	1,1
Keta, amuuri	67,4	11,0	20,7	0,9
Keta, kamtšatka	69,4	5,6	22,0	1,1
Valge lõhi	57,3	21,5	20,1	1,1
Angerjas	53,5	30,5	14,5	1,5
Siig	72,0	7,3	19,6	1,1
Silm. kaspia	55,1	30,3	13,2	1,4
Lõhi (sjomga)	62,9	15,1	20,8	1,2
Lest, kaug-ida	78,2	2,8	17,0	2,0

Kala toidu- ja kaubaväärtust on hakatud iseloomustama tema liha kalorsuse järgi, mis sõltub esijoones liha rasvasisaldusest, sest rasval on suurem kalorsus kui valgul.

Rasvasisaldus üksikute kalaliikide lihas kõigub suurtes piirides. Selle tunnuse järgi jaguneb kala lahjaks — rasvasisaldus lihas kuni 1%, keskmise rasvasusega — rasvasisaldus alates 1 kuni 8% piirides ja rasvaseks — üle 8%. See klassifikatsioon on meelevaldne ja sellepärast tinglik.

Kala keemiline koostis ei ole püsiv, vaid sõltub kala vanusest ja soost, aastaajast, veekogu söödabaasist, kus kala elab, ja teistest teguritest. Need muudatused on mõnede, eriti siirdekalade (näiteks lõhilaste) juures üsna tunduvad.

Kalad on mitte ainult valgu, rasva ja mõnede inimorganismile vajalike ainete (I, Br, Cu, P jt.), vaid ka paljude vitamiinide tähtsamaks allikaks, mis leiduvad marjas, niisas ja kala teistes organites ning kuuluvad kahte põhigruppi: rasvaslahustuvateks ja veeslahustuvateks.

Rasvaslahustuvate hulka kuuluvad vitamiinid A, A_1, A_2, D, D_1 ja D_2, samuti ka provitamiinid (ergosteriin), veeslahustuvad B grupi vitamiinid ja vitamiin C. Vitamiinid ei ole kala üksikutes osades ja organites ühtlaselt jaotatud.

E. I. Novikova andmeil sisaldub suuremal osal kaladest kõige suurem kogus B grupi vitamiine maksas, silmades, sisikonnas ja vähemal määral niisas ja marjas ning väga väikestes kogustes — lihaskoes. Nii näiteks sisaldub tursas järgmine kogus vitamiine B_1 ja B_2 (gammades 1 kg kohta):

	Vitamiin B_1	Vitamiin B_2
Mari	0,88	1,02
Niisk	1,44	0,92
Maks	3,45	0,92
Sisikond	1.72	1,61
Silmad	13,15	0,72
Lihased	0,23	0,64

A ja D grupi vitamiinid sisalduvad peamiselt kala sisikonnas; lihaskoes on neid leitud senini väga vähe. R. R. Perepljotšiku andmeil kõigub vitamiin A sisaldus kala maksas alates 30 kuni 8400 rahvusvahelise ühikuni 1 g maksa kohta. Näiteks sägamaks sisaldab A-vitamiini kuni 8400, tursamaks kuni 500 rahvusvahelist ühikut 1 g maksa kohta.

Tursklaste maksarasva 1 g sisaldab D-vitamiini 10 kuni 250 rahvusvahelist ühikut. Peale selle sisaldab kalarasv suures koguses provitamiini D. Nagu näitasid V. N. Bukini ja I. N. Jerofejevi tööd, ulatub vitamiin D kogus pärast tursklaste maksarasva kiiritamist elavhõbe-kvartslambiga PRK-4 alates 3000 kuni 7000 rahvusvahelise ühikuni 1 g rasva kohta.

KALA LIHASKOE EHITUS

Kala keha ja selle üksikute organite ning kudede ehituse tundmaõppimine on eriteaduse — morfoloogia ülesandeks, mis koosneb kolmest, teataval määral iseseisvast osast: õpetus orga-

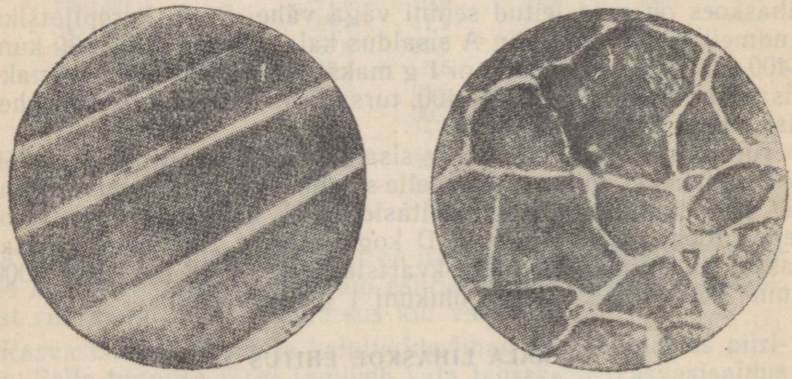
nitest (anatoomia), õpetus kudedest (histoloogia) ja õpetus rakkudest (tsütoloogia). Teatavasti õpitakse kudede ehitust mikroskoobi abil, raku ehitust aga spetsiaalsete mikroskoopide (faasikontrastne, ultravioletne jt.) kasutamisega.

Nende aparaatide abil saab avastada objekte mõõtmetega mitte vähem kui 1 μ. Alles elektroonmikroskoobi leiutamisel hakkasid morfoloogid tundma õppima raku ehitust (submikroskoopilist struktuuri) ja röntgenianalüüs võimaldas kindlaks teha selle molekulaarse struktuuri. Koe ja raku struktuuri tundmaõppimisel põrkasid kokku kahe teaduse — morfoloogia ja kolloidkeemia — huvid.

Kala konservimise protsessis toimuvate nähtuste seletamiseks on vaja omada täiesti selget ettekujutust kala lihaskoe ehitusest.

Kala lihaskoe ehituse tundmaõppimiseks tehti katseid atlandi tursaga. Tursa lihaskoetükike külmutati ja pärast seda kõrvaldati sellest sublimeerimismeetodil ümmarguselt 30% vett. Siis lõigati tükikesest välja lihaskoeviilakud paksusega 1—2 mm ja uuriti nende ehitust mikroskoobi all 10-, 40- ja 100-kordse suurendamise juures. Lihaskiudude pikkust ja laiust mõõdeti okulaarmikromeetriga, täpsusega kuni 0,005 mm. Külmutavale mikrotomile tehti lõiked paksusega 8—10 μ. Tursa, haugi, säga ja karpkala lihaskoe ehitust uuriti peale selle veel harilikul meetodil, suurendades 400 ja 200 korda. Kudede läbivalgustamiseks värviti lõikeid hematoksüliini ja eosiiniga ning kasteti glütseriiniga.

Saadud tagajärjed meie esitame Engelhardti (173—175),



a *b*

Joon. 4. Kala lihaskoe ehitus:
2 — pikiläbilõige; b — põikläbilõige; 1 — lihaskiud; 2 — endonüüsium.

Bladergreni (11), Zavarzini (65), Haurovitzi (35) ja Frei-Wisslingi (168) tööde põhjal.

Kala lihaskudet võib vaadelda kui kolloidsüsteemi, mis koosneb kolmest põhilisest moodustisest; septidest, lihaskiududest ja endomüüsiumist.

Septid jaotavad kala lihastesüsteemi põikosadeks (müomeerid). Nad koosnevad peamiselt kollageenist ja elastiinist, mis moodustavad septis viskoosse valgu-soolalahusega täidetud peene struktuurvõrgu.

Pika kala keha asetsevad septide vahel lihaskiud, millel on värtnataoline kuju ja on mõlemast otsast kinnitatud tugevasti septide külge (kasvavad septidesse) suure hulga elastsete niitidega, mis nähtavasti koosnevad elastiinist (joonis 4). Meie vaatlused näitasid, et koe liigsel venitamisel rebenevad lihaskoed esijoones keskosas, aga mitte septide külge kinnitamise kohtades.

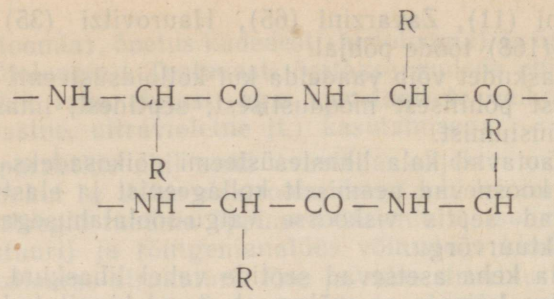
Lihaskiud on omavahel seotud kobeda sidekoe (endomüüsiumi) vähekihiga ja niiviisi tihedalt pakitud septidevahelisse ruumi. Kobe sidekude on täidetud viskoosse nõrgalt struktureeritud vedelikuga, mis oma kolloidkeemilise loomu poolest nähtavasti on lähedane sarkoplasma soolile.

Keskmiste mõõtmetega tursal (kaaluga ümmarguselt 4 kg) kõigub üksikute lihaskiudude laius alates 0,1 kuni 0,325, pikkus aga alates 8,25 kuni 14,005 mm.

Lihaskiud koosneb kolmest põhilisest osast (173): viskoossest valgulahusest (sarkoplasmast), geelitaolisest kiulisest moodustisest (müofibrillist) ja lihaskiudu ümbritsevast kestast (sarkolemmist).

Sarkoplasma kujutab endast viskoosset nõrgalt struktureeritud valgu-soolalahust, mis koosneb müoalbumiinist, müogeenist A ja B, globuliinist X ja müoglobuliinist, lipoididest ja mitmesugustest anorgaanilistest sooladest. Sarkoplasma struktuuri moodustavaks elemendiks on polüpeptiidahelad. Pärast organismi surma, anorgaaniliste soolade ja samuti kä muude tegurite toimel, osa sarkoplasma valkaineid tõenäoliselt kalgestub, mille tagajärjel toimub sarkoplasma edasine struktureerimine. Vastupidi mõnedele autoritele (11), me ei taha arvata, et kõik valkained, mis elavas organismis on sooli seisukorras, pärast tema surma läheksid täielikult üle geeli seisukorda. Teatava veaga võib arvata, et surnud kala lihaskoe kogu veeslahustuv valkude fraktsioon on sooli seisukorras, sest vastasel korral pärast organismi surma, üle minnes geeli seisukorda, peaksid valgud täiesti kaotama veeslahustumise võime.

Müofibrillid on geel, arvatavasti tiheda struktuurvõrguga, mis moodustub kõige lühemate kõrvalahelatega proteiinahelate arvel (grupp R):



Müofibrillid on kui keeled, mis on tõmmatud lihaskiusse, selle ühest otsast teiseni ja neid võib nimetada lihaskiu kindlaks aluseks. Nende koostisse kuuluvad paralleelsete submikroskoopiliste elementaarsete fibrillide[1] kimbud.

Müofibrillide struktuuri iseärasuseks on nende ühtlane vöödilisus, s. t., et niinimetatud heledad Q ja nõrgalt anisotroopsed tumedad kettad 1 vahelduvad korrapäraselt (joonis 5).

Müofibrill — tihe geelitaoline kiuline moodustis — on sarkoplasmast veevaesem lihaskiu osa. Valgusosad on müofibrillis päris tihedas pakendis. Müofibrillid koosnevad peamiselt müosiinist, mis Engelhardti kinnitusel on praktiliselt lahustumatu, 80% vett sisaldava geeli seisukorras (173). Peale müosiini sisaldavad müofibrillid aktiini ja aktomüosiini.

Engelhardt ja Ljubimova (174) kinnitavad, et müofibrillides on müosiini molekulid rangelt orienteeritud, mida tõendab lihaskiu tugevasti väljendunud optiline anisotroopsus. Müosiini ja aktiini makromolekulide väljavenitatud niiditaoline kuju nähtavasti soodustab suure elastsuse poolest silmapaistva struktuurvõrgu tekkimist.

Sarkolemm — see on fibrillaarsetest valkudest (kollageen, elastiin) ehitatud tahketaoline struktureeritud süsteem. Engelhardt (173) peab sarkolemmi «lihaseaparaadi mehaaniliselt passiivse osa» kõige vähem lahustuvaks struktuuriosaks. Engelhardti arvates on lihaskiu elastsed omadused tingitud ainult sarkolemmist; mis aga puutub lihaskiusse, mille all tuleb tuleb mõista sarkoplasmat, siis sellel mingit elastsust ei ole. Engelhardti ütluse kohaselt on «lihaskoe kõik elastsed jõud koondatud selle ühendavasse struktuuri».

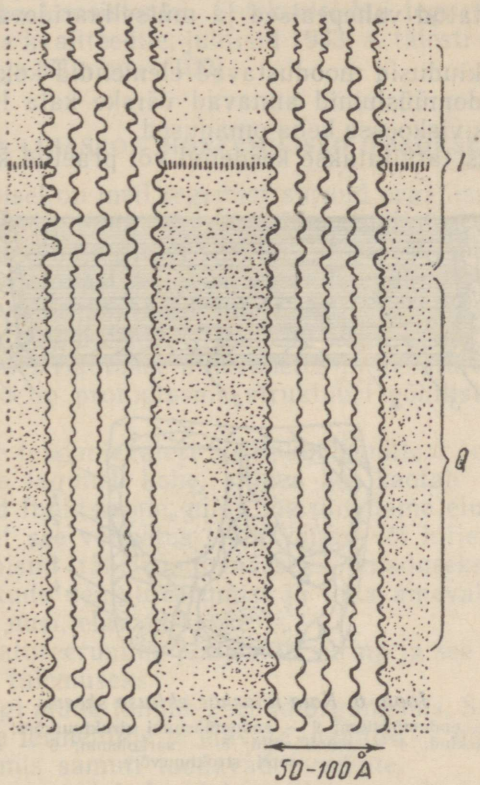
Sarkolemm, olles lihaskiu kestaks, kujutab endast tiheda struktuurvõrguga geeli, mis nähtavasti tekib proteiinahelate arvel ja millel on tunduval hulgal kõige lühemate küljeahelatega hüdrofoobseid gruppe.

---

[1] Müobibrillid on ümmarguselt 1μ paksud, elementaarsed fibrillid aga alates 50 kuni 100 Å.

Mihhailov (119) arvutas välja, et kollageeni struktuuris ainult $^1/_3$ kõigist amiinhappelistest lülidest on hüdrofiilne iseloom.

Tsüstiin, mis on sarkolemmi koostisse kuuluvates sidekoe iseloomuga valkudes, annab sellele painduvuse — kala lihaskoele väga tähtsa omaduse. Sarkolemm tervikuna, kui kõige tihedama



Joon. 5. Müofibrillide submikroskoopiline struktuur (Hürtli skeem).

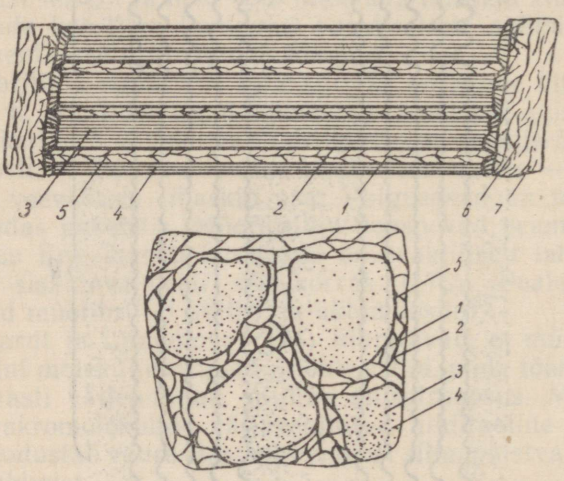
ja tugevama struktuurvõrguga moodustis, annab kala lihaskoele tugevuse ja painduvuse.

Surnud kala lihaskoel, erinevalt elusast, on võrdlemisi püsiv (tardunud) struktuur, milles peptiidahelate kinnituskohad on kaunis rangelt fikseeritud. Selle struktuuri muutumine toimub fermentide ja muude tegurite mõjul võrdlemisi aeglaselt ja ainult ühes suunas — struktuuri lagundamise suunas (autolüüs).

Kala lihaskoe skemaatiline kujutus on toodud joonisel 6. Kala lihaskoe toestik koosneb sarkolemmist, müofibrillidest, septidest ja endomüüsiumist, mis on omavahel tugevasti ühendatud ühte pidevasse süsteemi. See süsteem annab lihaskoele elastsuse, painduvuse ja omaduse vastu pidada katkemisele. Toestikus endas ja selle toestiku vabas ruumis asetsevad peene struktuuriga niinimetatud vahepealsed ja mütsellaaridevahelised ained (35).

Kõik lihaskiudusid moodustavad elemendid kokku, samuti ka septid ja endomüüsiumid annavad värske kala lihaskoele vetruva plastilis-viskoosse keha omadused.

Kui toiduks tarvitatakse keedetud või praetud kala, siis tekib



Joon. 6. Kala lihaskoe ehituse skeem:

1 — endomüüsium; 2 — endomüüsiumi struktuurvõre; 3 — lihaskiud; 4 — müofibrillid; 5 — sarkolemm; 6 — sept; 7 — septi struktuurvõre.

selle lihaskoe mahlakuse, õrnuse ja kõvaduse tunne. Mahlakuse tunne tekib nähtavasti valkude muutumise tõttu sarkoplasmas ja müofibrillides, millega kaasneb osaline vee-eraldumine nendest, kõvaduse tunne aga — elastiini tihenemise tõttu, mis tavalisel keetmisel ei lagune ega lahustu. Kollageen, muutudes kala kuumtöötlemisel lahustuvaks vormiks — glutiiniks, annab kala lihaskoele õrnuse ja kleepuvuse. Õrnuse tunnet suurendab veel rasva olemasolu.

Niisiis tuleb öelda, et kalaliha konsistents sõltub sarkoplasma, müofibrillide, septide ja endomüüsiumi koguse vahekorrast lihaskoes, tema rasva-, valkainete- ja veesisaldusest ning vee seostumise iseloomust valkude süsteemiga.

Tursa lihal näiteks on väga arenenud sidekude ja sellepärast on ta keedetult kõvem kui säga, sasaani, latika ja kogre liha, mille sidekude on vähe arenenud ja mille ülesannet teataval määral täiendavad lihaste kondid. Koha ja haug asuvad nende kalagruppide vahel, vahepealses seisukorras.

Sidekudet on kalalihas vähem kui maismaaloomade lihas ja see mõjutab liha konsistentsi. Sidekoele, kui tegurile, mis halvasti mõjub liha kvaliteedile, juhtisid 1933. a. täiesti õieti tähelepanu Lobanov ja Klimova (100).

KALA LIHASKOE BIOKEEMILISED OMADUSED

Kala töötlemisel on meil tegemist surnud organismiga ja sellepärast kala, eriti tema lihaskoe, biokeemilistest omadustest võib rääkida ainult tinglikult. Antud juhul võib rääkida ainult fermentidest kui elavast osast ja nende ühekülgsest tegevusest, mis on suunatud orgaaniliste ainete, esijoones kala lihas asuvate valkude lagundamisele. Organismi surm saabub selle tagajärjel, et esijoones rikutakse ainevahetus ja denatureeruvad valgud, kuna need on protoplasma struktuuri põhilisteks komponentideks.

Kõigist meile teadaolevatest süsinikuühenditest on valk kõige ebakindlam. Ta laguneb kohe, niipea kui kaotab võime täita temale omaseid funktsioone, mida me nimetame eluks, ja tema loomuses on, et see võimetus tekib varem või hiljem.[1]

Elava organismi tähelepanuväärseks omaduseks on võime pidurdada valkude denatureerumist ja luua ainevahetuse protsessis pidevalt uusi, elavaid rakke.

Valkude denatureerumine põhjustab surma ja see protsess ise on raku surma tulemuseks.

Hoopis midagi muud toimub surnud organismis. Surnud organism allub oma fermentide ja elavate olendite — mikroorganismide toimele, mis samuti toodavad fermente.

Niisiis tuleb surnud kala biokeemiliste omaduste all mõista kala lihaskoe, muude organite ja kehaosade võimet teostada neid keemilisi protsesse, mis on seotud nende orgaaniliste ainete (valkude, rasvade) lagundamisega, millest koosneb kala. Surnud kalas toimuvaid valkude denatureerumise protsesse, millel on füüsikalis-keemiline loomus, ei saa viia biokeemiliste omaduste hulka. Surnud kalas toimuvad väga keerukad keemilised protsessid, mille loomus on teada ainult väga üldistes joontes. Raskused seisavad selles, et esialgselt keerukatest liitainetest (nagu valgud), fermentide ja muude tegurite toimel, tekib suur

[1] F. Engels, Looduse dialektika, Riiklik Poliitiline Kirjastus, 1948, lk. 245 (vene keeles).

hulk mitmesuguseid lihtsamaid aineid ja muutub fermentide tegutsemise keskkond.

Arvestades fermentide teatavat eriomadust, võib organismi pidevat lagunemist jagada staadiumideks, kusjuures igas üksikus nendest kõige suuremat aktiivsust ilmutab kindel fermentide grupp.

Kala lihaskoe fermente tavaliselt jaotatakse kolme põhilisse gruppi: amülolüütilised (mõjutavad süsivesikuid), proteolüütilised (mõjutavad valke) ja lipolüütilised (mõjutavad rasvu).[1]

Süsivesikuid on kala lihaskoes väga vähe ja sellepärast kala üldisel keemilisel iseloomustamisel nendega ei arvestata.

Selle ainegrupi tähtsamat esindajat — glükogeeni — leidub kala lihaskoes mitte üle 1%.

Kuna enamus fermente on valgud, siis lämmastikained, eriti valgud, määravad suures osas kala biokeemilised omadused, peale selle on valgud selleks keskkonnaks, millele fermendid peamiselt mõjuvad kala surmajärgse muutumise protsessis.

Kala lihaskoe lämmastikained jaotatakse tavaliselt kaheks põhigrupiks: valgud ja mittevalgud ehk ekstraktiivained.

Sõltuvalt lahustuvusest jagunevad valgud kolmeks fraktsiooniks: veeslahustuvad — albumiinid; soolalahustes lahustuvad — globuliinid; vees ja soolalahustes lahustamatud jääkvalgud — müostromiinid ehk stroomivalgud.

Müogeen, müoalbumiin ja globuliin X on albumiinid. Tursa lihaskoes on kõikidest valkudest ümmarguselt 21% albumiinid, sellest müogeeni 6%, müoalbumiini 7% ja globuliini X 8% (33).

Globuliinide gruppi kuuluvad müosiinid (ümmarguselt 80% kõigist kala lihaskoe valkudest) ja esijoones aktomüosiin, tropomüosiin ning nukleoprotomüosiin (33).

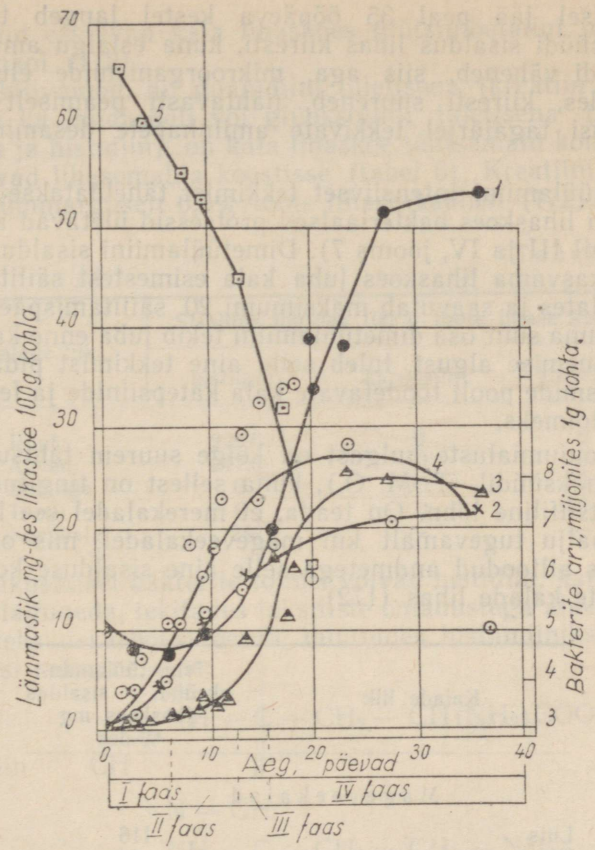
Puhtal kujul on müosiini kala lihaskoes nähtavasti väikestes kogustes.

Stroomivalgud moodustavad kala lihaskoes keskmiselt 3% kõigist valkudest, samal ajal kui maismaaloomade lihaskoes on neid kuni 16% (33). Need arvud on väga iseloomustavad ja näitavad selgesti, kuivõrd vähe on sidekude arenenud kala lihaskoes, võrreldes maismaa loomadega.

Mittevalgud ehk ekstraktiivained moodustavad luukaladel 9 kuni 18% kõigist lämmastikainetest, kõhreskaladel (raikala, penihai) aga tõuseb nende hulk 34—38% (172). Ekstraktiivsetel lämmastikainetel on (võrdselt valkudega) mitte ainult suur toiteväärtus, vaid nad annavad kalale ka temale omase spetsiifilise kala maitse ja lõhna.

---

[1] Me oleme Smorodintseviga (151) nõus, et fermentide antud klassifikatsioon ei ole nõutavalt täpne, kuid ta on siiski levinud ja me peame võimatuks temast lahti öelda.



Joon. 7. Lenduvate aluste, trimetüülamiinoksüüdi ja bakterite arvu sisalduse muutumine pikša lihastes tema säilitamisel jää peal:

1 — ammoniaak; 2 — bakterite arv; 3 — trimetüülamiin; 4 — dimetüülamiin × 10; 5 — trimetüülamiinoksüüd.

Mikroorganismide arenemiseks on nad palju soodsamaks toitesubstraadiks kui valgud ja sellepärast kala riknemise kiirus oleneb palju nende koostisse kuuluvate ekstraktiivainete hulgast ja keemilisest loomust. Kala lihastes leitud ekstraktiivseid lämmastikaineid esindavad peamiselt järgmised ühendid (172): lenduvad alused, trimetüülammooniumi alused, guanidiini, imidasooli ja glüoksoliini tuletised.

Lenduvaid aluseid mono-, di- ja trimetüülamiini kujul ning ammoniaaki on värskes kalas väga vähe, kuid kala riknemisel kasvab nende hulk tunduvalt (joonis 7). Värske pikša lihas on avastatud ainult ammoniaaki ja trimetüülamiinoksüüdi. Pikša

säilitamisel jää peal 35 ööpäeva kestel langeb trimetüülamiinoksüüdi sisaldus lihas kiiresti, kuna esialgu ammoniaagi hulk veidi väheneb, siis aga, mikroorganismide elutegevuse tugevnedes, kiiresti suureneb, nähtavasti peamiselt valkude hüdrolüüsi tagajärjel tekkivate amiinhapete desamineerimise arvel.

Trimetüülamiini intensiivset tekkimist täheldatakse sel perioodil, kui lihaskoes bakteriaalsed protsessid ületavad autolüütilisi (faasil III ja IV, joonis 7). Dimetüülamiini sisaldus hakkab kiiresti kasvama lihaskoes juba kala esimestest säilitamispäevadest alates ja saavutab maksimumi 20. säilitamispäeval (joonis 7). Kuna suur osa dimetüülamiini tekib juba enne kala lihaskoe lagunemise algust, tuleb selle aine tekkimist pidada mikroorganismide poolt toodetavate kala katepsiinide ja fermentide ühiseks toimeks.

Ammooniumialuste hulgast on kõige suurem tähtsus trimetüülamiinoksüüdil (T. M. O.), kuna sellest on tingitud värske kala spetsiifiline lõhn. On teada, et merekaladel see lõhn väljendub palju tugevamalt kui mageveekaladel, mis on täiesti kooskõlas alltoodud andmetega selle aine sisalduse kohta mitmesuguste kalade lihas (172).

Kalade liik	Trimetüülamiinoksüüdi sisaldus lihaskoes, mg %-des
Mageveekalad	
Luts	116
Forell	66
Siig	11
Merekalad	
Tursk	470
Heeringas, atlandi	250
Lest, vaikse ookeani	150

Trimetüülamiinoksüüdi sisaldus kala lihaskoes kasvab koos vanusega. Tugeval kuumutamisel T. M. O. laguneb dimetüülamiiniks ja formaldehüüdiks, mille tagajärjel sageli mõningates kalasaadustes on formaldehüüdi rohkem kui värskes kalas.

T. M. O. sisaldus lihaskoes väheneb kala surmajärgse muutumise ajal, kuid koos sellega tekivad trimetüülamiin, betaiinid ja muud lämmastikainete laguproduktid, mis annavad kauaseisnud ja riknenud kalale temale omase erilise ebameeldiva lõhna.

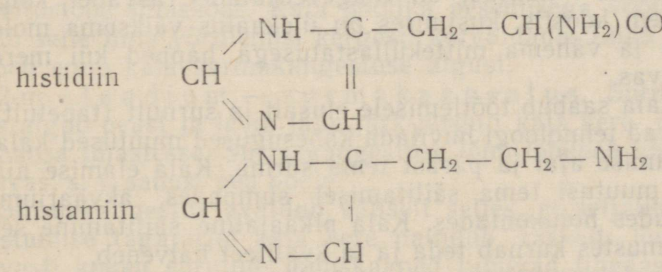
Betaiinid esinevad kala lihaskoes glütsiinbetaiini ja butirobetaiini näol (172).

Ekstraktiivained, nii guanidiini tuletisena (kreatiin ja argeniin) kui ka imidasooli või glüoksoliini tuletisena (anseriin, karnosiin ja histidiin), on kala lihaskoe tähtsamaid komponente ja kuuluvad lihasemahla koostisse (tabel 6). Kreatiini ja arginiini on ümmarguselt 0,5% toote lihase kaalust (172).

Tabel 6

Kalade liik	Sisaldus mg-des 100 g toore lihase kohta		
	histidiin	karnosiin	anseriin
Rünt	229,6	0	0
Ahven	217,6	0	0
Beluuga	0	306	0
Tursk	0	0	150
Karpkala	242	—	—

Kala riknemisel bakterite toimel võivad histidiin, karnosiin ja anseriin laguneda, tekitades toksiliste omadustega aineid. Histidiin näiteks dekarboksüleerub, muutudes histamiiniks, mis on võrdlemisi mürgine aine:



Inimeste mürgitused skumbriast, sardiinist ja tuunikalast on tavaliselt tingitud histamiinist.

Peale ülalnimetatud ainete on kalas leitud ka mõningaid muid mittevalgulisi lämmastikuühendeid, iseäranis kusiainet ja puriini tuletisi.

Andmeid puriini tuletiste sisalduse kohta kala lihastes on väga vähe. Mis puutub kusiainesse, siis on olemas suur hulk andmeid tema sisaldumisest mitmesuguste kalade, eriti merekalade lihastes. On kindlaks tehtud, et mere-kõhreskalade lihastes sisaldub kusiainet ümmarguselt 200 mg %, magevee-kõhreskalade lihas ümmarguselt 600 mg % ja luukalade lihas kõigest 3 mg % (172). Kusiainet $CO(NH_2)_2$ ja teisi ammoniaagi

jääke sisaldavad süsihappetuletised etendavad tähtsat osa elava organismi ainevahetuses. Kuid olles valkude lagunemise lõppsaaduseks, ei ole kusiainel toitlustamises tähtsust.

Koostise ja omaduste poolest erineb kalarasv suuresti maismaaloomade rasvast. Küllastatud happeid on kalarasvas ümmarguselt 16% ja küllastamatuid ümmarguselt 84% rasvhapete üldisest kogusest; sellega on seletatav ka nende vedel konsistents toatemperatuuris.

Loverni (101) andmeil sõltub rasvhapete koostis kalarasvas kalade elukohast. Tabelis 7 on toodud keskmised andmed rasvhapete sisalduse kohta magevee-, eurihaliin- ja merekalade rasvas (101).

Tabel 7

Kalade tüüp	Mitmesuguste rasvhapete üldine kogus %-des	Mitmesuguse pikkusega süsinikuahelaga küllastamata hapete sisaldus (%-des rasvhapete üldisest kogusest)			
		C_{16}	C_{18}	C_{20}	C_{22}
Mageveekalad	40	20	40	13	25
Eurihaliinkalad	35	15	30	17,5	9
Merekalad	25	10	25	25	15

Nagu tabelist 7 nähtub, on mageveekalade rasvadel kõige mitmekesisem koostis, kusjuures on ülekaalus väiksema molekulkaaluga ja vähema mitteküllastatusega happed kui merekalade rasvas.

Värske kala saabub töötlemisele elusalt ja surnult (tapetult). Niisiis võivad tehnoloogi huvitada kahesugused muutused kalas — kala elamise ajal ja pärast tema surma. Kala elamise ajal jälgitakse muutusi tema säilitamisel sumpades, akvaariumides ja muudes hoiukohtades. Kala pikaajaline säilitamine sellistes tingimustes kurnab teda ja ta kvaliteet halveneb.

Koos kala lahjenemisega nälja või füüsilise ja närvide väsimuse toimel koguneb kala verre ja kudedesse orgaaniliste ainete laguprodukte, mis võtavad osa organismi elutsüklist. Iseäranis glükogeeni lagunemine ja seoses sellega piimhappe kogunemine kala veres avaldab rõhuvat toimet erütrotsüütidele ja nad kaotavad järk-järgult hapniku absorbeerimise võime, mille tagajärjel kala hukkub lämbumisest (asfüksia).

Piimhappe kogunemisele veres eelneb tema tekkimine lihaskoe rakkudes, kust ta difundeerub verre.

Nimetatud nähtust tuleb pidada nende kalade väga kiire hukkumise põhjuseks pärast väljapüüdmist, kes on väga energiliste liigutustega (skumbria, kefaal, heeringas, rahnkala jt.). On kindlaks tehtud, et kiired ja energilised liigutused soodustavad

glükogeeni lagunemist ja piimhappe kogunemist kala kudedes. Vastupidi, kalad, kes pärast väljapüüdmist ja sumpades ning akvaariumides säilitamist käituvad võrdlemisi rahulikult (sasaan, säga, sterlet jt.), elavad tunduvalt kauem.

Asfüksia puhul muutub sarkoplasma vedelamaks, nähtavasti sel põhjusel, et hüdrogeniseerimise tagajärjel (35) katkevad homeopolaarsed sidemed struktuurses polüpeptiidvõres. Sel põhjusel on teatava aja kestel pärast kala surma tema lihaskude kõige õrnema ja mahlasema konsistentsiga.

Surmajärgsed muudatused kalas toimuvad mitmes staadiumis ja neid tuleb vaadelda eraldi.

1-ne staadium — lima eritumine. Äsja veest väljavõetud eluskala pind on kaetud läbipaistva lima õhukese kihiga, mis sisaldab naha epidermise näärmerakkude poolt eritatavat glükoproteiidi — mutsiini. Näärmerakud jätkavad lima eritamist veel teatud aeg pärast kala surma ja selle hulk kala pinnal suureneb tunduvalt. Äsjasurnud kala lima on läbipaistev, kuid kala säilitamisel ta muutub sogaseks ja omandab ebameeldiva tumehalli värvuse. Lima lõhn muutub järk-järgult hapuks. See toimub mikroorganismide toimel, kellele lima on heaks söödakeskkonnaks.

Lima vastik lõhn ei ole kala riknemise tunnuseks, sest mikroorganismid on alles kala pinnal, ei ole veel alustanud oma hävitustööd lihaskoes. Kala hoolika pesemisega voolavas vees võib selle lima võrdlemisi kergesti kõrvaldada. Lima eritumine lõpeb enne kala surmakangestuse algust.

2-ne staadium — surmakangestus. Surmakangestus algab peast ja levib jälle järk-järgult kala kere- ja seejärel sabaosa lihastesse. Surmakangestuse lõpp laheneb vastupidises korras, s. t. sabast pea poole.

Surmakangestus avaldub väliselt selles, et seljalihaste kangestumise tagajärjel kala kere paindub raskelt: lõualuud on kõvasti kokku surutud, lõpuskaaned liibuvad tihedasti lõpuste vastu; liha on kõva, nii et näpuga vajutades ei teki lohukest. Surmakangestus on tingitud adenosiintrifosfaadi purustamisest ja piimhappe kogunemisest lihastesse glükogeeni (35, 151) lagunemise tagajärjel.

Surmakangestus avaldab suurt mõju värske kala säilivuse kestusele. Mida hiljem ta algab ja mida kauem kestab, seda kaugemale edasi lükatakse liha bakteriaalse lagunemise periood. Nagu teada, arenevad mikroorganismid hästi leelise keskkonnas; surmakangestuse ajal on kala lihal neutraalne ja isegi nõrgalt hapu reaktsioon; sellistes tingimustes ei saa mikroobid oma aktiivsust tunduval määral arendada.

Surmakangestuse kestusele avaldab (F. S. Kassatkini järgi) suurt mõju kala keha temperatuur (tabel 8).

Tabel 8

Temperatuur °C	Surmakangestuse alguse aeg rahnkalal pärast kala surma	Surmakangestuse kestus rahnkalal
35	5 min.	40 min.
25	35 „	3 „
15	2 tundi	10 „
10	4 „	36 „
5	10 „	2,5 päeva
1	35 „	3—4 „

Tabelist on näha, et mida madalam on kala keha temperatuur, seda hiljem surmajärgne kangestus algab ja seda kauem ta kestab. Sellepärast on täiesti arusaadav, missugune suur tähtsus, muude võrdsete tingimuste juures, on külma kasutamisel toorkala säilitamiseks.

3-as ja 4-as staadium — autolüüs ja bakteriaalne lagunemine. Autolüüs — see on kala kudede endaseedimine temale omaste fermentide toimel.

Autolüüsi alguses on ülekaalus kala lihaste fermentide (katepsiinide) tegevusega seotud protsessid, mis, lahustades valke, loovad soodsa keskkonna roiskumis-mikroorganismide tegevusele. Kala kudede lagunemisprotsessides saab pärast seda järk-järgult ülekaalu mikroorganismide osatähtsus ja algab niinimetatud kala bakteriaalne lagunemine.

Surmakangestuse staadiumis on kala täiesti värske, tema kaubaline kvaliteet halveneb autolüüsil järk-järgult. Väliselt ilmneb see lihaste pehmenemises, silmade sisselangemises ja tuhmumises ning lõpuste muutumises kahvatuks. Autolüüsil lagunevad kalas tema keha lihaskoe, muude osade ja organite koostisse kuuluvad valgud ja rasvad.

Autolüüsi põhjustab terve grupp fermente, mis sisaldavad proteaase, lipaase ja amülaase, kuid põhiline osa selles protsessis on proteolüütilistel fermentidel, sest nende toimel laguneb lihaskoe struktuurvõrk, mis on ehitatud valkudest ja annab värske kala kehale vetruv-plastilised omadused.

Fermentide toimel tekkiva lagunemise tagajärjel sidekoevalkude ja eriti kollageeni osa skeletina-toena väheneb, mille tõttu kala lihaskude saab alguses pehme ja pärast lõdva konsistentsi.

Kala liha koostisse kuuluvatest keemilistest komponentidest muutuvad autolüüsil kõige rohkem valgud, mis lagunevad albumoosideks, peptoonideks, polüpeptiidideks ja üksikuteks amiinhapeteks. Amiinhapped lagunevad ainult mikroorganis-

mide tegevuse toimel, kes toodavad aktiivsemaid fermente suuremates kogustes.

Kala lihaskoe autolüütiline lagunemine, nagu eespool juba oli märgitud, läheb järk-järgult üle bakteriaalseks; neid protsesse piiritleda on väga raske.

Bakteriaalsel lagunemisel sünereesi tagajärjel annab kala lihaskude ära osa vett, mis koos lahustunud ainetega tungib välja ja katab limakihiga kala pinna; osa mahlast valgub kalalt maha. Selle lima peal arenevad tormiliselt mikroorganismid, ning nende elutegevuse tagajärjel lima värvub rohekaskollaseks ja halliks. Sellise kala liha vesitõmmis on helerohelise värvusega. Kui kohe pärast kala surma tema pinnale erituv lima on biokeemilise päritoluga, siis bakteriaalse lagunemise staadiumis on ta juba kolloidkeemilise ja mikrobioloogilise päritoluga.

Autolüüsil lagundavad mikroorganismid valke ja esimese lagunemise produkte kuni niinimetatud valkude lagunemise lõpp-produktideni, millesse kuuluvad lämmastikulised alused, vabad rasvhapped, lenduvad väävlisühendid vääveIvesiniku ja merkaptaanide kujul, samuti ka väävelhape, vesinik ja lämmastik.

Sõltuvalt roiskumisprotsessi arenemise astmest tekivad kalas gaasid, tursutades üles suuremal või vähemal määral kõhu, mis muutub lõdvaks; kui kõht läbi torgata, siis lehkab sisikond halvasti; lõpused kaotavad oma erepunase värvuse, kahvatuvad ja kattuvad vastikult lehkava limaga; silmad tuhmuvad ja langevad koobastesse; nahk tuhmub, lima omandab tumehalli värvuse ja vastiku lõhna.

Selleks et pidurdada kala bakteriaalse lagunemise algust ja aeglustada selle kulgu, on väga tähtis pidada tsehhides ja laeva laadruumides puhtust. Selles suhtes on väga näitlikud Fischeri (188) andmed.

Kalade transpordil oli transpordilaeva mitmesugustes kohtades bakterite arv (bakterite arvu analüüsitakse pindala 1 cm^2 peale) järgmine:

Laevatekil	6 161 000
Laadruumi põrandal	17 680 000
Laadruumi seintel	57 662 000
Kastil, enne sellesse kala pakkimist	119 250 000

Eriti tugevasti saastub mikroorganismidest taara, milles kala transporditakse. Koos temperatuuri tõusuga kasvab tunduvalt surmajärgsete muudatuste üksikute staadiumide kulgemise kiirus. Nii näiteks kestis TINRO andmeil ohhoota keta säilitamisel õhus temperatuuriga 10—15° surmakangestus 18 tundi ja riknemine algas 4 ööpäeva pärast; kui aga säilitada õhus tempera-

tuuriga 0—2°, kestab kangestus üle 2 ööpäeva ja riknemine algab 12 ööpäeva pärast. TINRO andmeil iseloomustavad lenduvate aluste lämmastiku kogunemist ohhoota keta lihas tema säilitamisel temperatuuris 0—2° järgmised andmed (mg %-des):

Enne kangestumist	29,4
Kangestumine	27,3
Autolüüs	29,2
Nõrgad riknemise tunnused	31,6
Selged riknemise tunnused	40,7

Nagu toodud andmeist nähtub, kaasub keta riknemisega madalates temperatuurides säilitamisel lenduvate aluste lämmastiku võrdlemisi väike suurenemine lihas.

Kala lihaskoe histoloogilisi muutusi on uurinud vähesed uurijad. Kõige täielikumad andmed on toodud Kasabat Tošharu töös, kes hoolikalt ja mitmekülgselt uuris surmajärgseid muutusi väikese tuunikala lihaskoes. Tabelis 9 on toodud mõningad andmed tema tähelepanekutest.

Kuna kala liha säilitati kõrges temperatuuris, siis juba kahe tunni pärast oli ta sügava surmakangestuse seisukorras (pH 5,89), 16 tunni pärast — autolüüsi algstaadiumis ja 31 tunni pärast juba toidukõlbmatu.

Värske tuunikala lihaskoes asetsesid enne säilitamist müofibrillid kiududes rööbiti ja põikvöötides paistsid selgesti tumedad ja heledad kihid; sarkolemm ümbritses tihedasti müofibrille ilma mingisuguse märgatava muutuseta; munakujulise või ellipsitaolise vormiga tuumad asetsesid pika teljena, rööbiti kiududega, vahenditult sarkolemmi all.

Koos liha värskuse kaotamisega vähenes ka tema läbipaistvus ja läige. Surmajärgse muutuse algstaadiumis (2 tunni pärast) läksid põikvöödid ebaselgeks selle tagajärjel, et surmakangestuse algamisel lihaskiud lühenesid.

Edaspidi muutus liha mõneks ajaks uuesti läbipaistvaks, seejärel põikvöödid muutusid jälle ebaselgeks; kõik müofibrillid värvusid suure vaevaga ja lihaskiud muutusid peaaegu vormituks massiks. Pealispinnale lähemal asetsevas lihaskoes täheldati bakterite arvu suurenemist ja sarkolemmi osalist lagunemist, kuid liha sisemistesse kihtidesse polnud bakterid veel tunginud.

24 tundi pärast säilitamise algust tekkis kalal kerge roiskumise lõhn, mis vihjas roiskumisprotsessi algusele. Lihas toimus lenduvate lämmastikualuste sisalduse järsk suurenemine, epiteelikihi rakutuumade purunemine ja kadumine ning tunduvad rakkude muutused; sarkolemm kaotas järk-järgult oma elastsuse; liha seesmistes kihtides algas kerge vahataoliseksmuutumine, tuumad vähenesid, kuid põikvöödid ei kadunud ikka veel.

Tabel 9

Säilitamise kestus tundides	0	2	10	24	31
Säilitamise temperatuur °C	26	28,5	27,5	27,5	30
Lõhn	Normaalne	Normaalne	Veidi kopitanud	Kopitanud	Roiskunud
Välisilme ja konsistents	Normaalne	Normaalne	Veidi kleepuv	Kleepuv, pehmenenud	Kleepuv, pehmenenud, tuhmunud värvusega
pH	6,01	5,89	6,10	6,17	6,31
Lenduvad lämmastikalused mg %	27,0	27,5	31,2	35,1	48,6
Muutumatute kiudude arv (%-des esialgsest arvust)	96	86	—	80	43

30 tunni pärast kasvas koos roiskumise arenemisega tunduvalt pH ja lenduvate lämmastikualuste arv. Selles staadiumis pinnakihi kiud ja tuumad värvuvad väga halvasti ja nende kuju muutub ebaselgeks.

Edaspidisel roiskumisel kadusid tuumad täiesti, kiud kaotasid elastsuse hoopis ja liha muutus täiesti pehmeks ja vormituks.

KALA LIHASKOE KOLLOIDKEEMILISED OMADUSED

Kala kolloidkeemiliste omaduste all tuleb mõista kala üksikuid kehaosi ja organeid ning esijoones lihaskudet moodustavate kolloidsüsteemide omadusi.

Veidi lihtsustatult võttes võib surnud kala vaadelda kui väga keeruka ehitusega geeli.

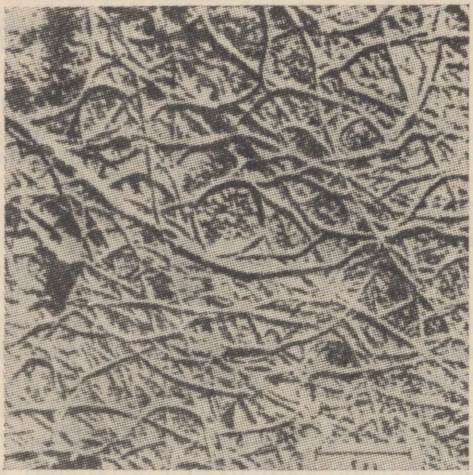
Omavahel mitmesugust tüüpi sidemetega ühendatud polüpeptiidahelad on kala struktuurvõre (kondikava) peamisteks ehitusmaterjaliks.

Selliste orgaaniliste struktuuride moodustamise teooria on küllalt üksikasjalikult esitatud Frei-Wisslingi (168) ja Bladergreni (11) töödes.

TRÜ Raamatukogu

Suurem osa lämmastikaineid moodustab kala keres tiheda struktuuri, mis annab kala üksikutele kudedele ja organitele teatava vormi, mehaanilise tugevuse, elastsuse ja paindlikkuse.

Joonisel 8 on näidatud rakuseina geeli elektronograafia, millest on näha, et rakuseinal on omavahel mikrofibrillidest (168) läbipõimitud võrgu kuju.



Joon. 8. Rakuseina elektronograafia (Frei-Wisslingi järgi).

Erinevalt harilikest geelidest on kala keha struktuurne kondikava täidetud väga suure arvu keemiliste ainetega, mis moodustavad viskoossed struktuuriga lahused, kus vesi täidab dispersioonikeskkonna osa. Samuti annavad ka fermendid kalale kui kolloidkehale spetsiifilised omadused. Niiviisi võib kala vaadelda kui biokolloidkeha.

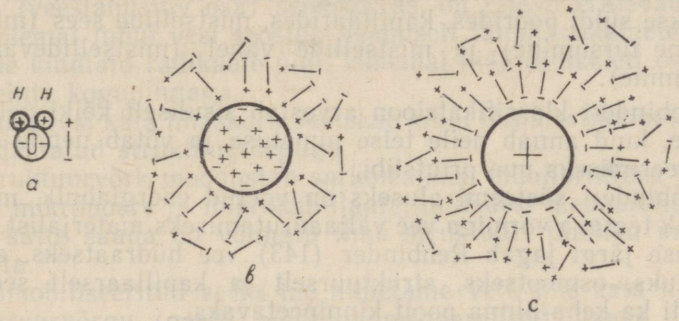
Kala kolloidkeemilised omadused ei olnud kuni 1955. aastani erilise uurimise aineks ja sellepärast autori poolt viimastel aastatel teostatud uurimusi kala lihaskoe hüdrofiilsuse ja struktuurilis-mehaaniliste omaduste kohta võib pidada kolloidkeemia meetodite kasutamise alguseks toorkala ja tema töötlemissaaduste uurimisel.

Allpool esitatakse põhilised andmed kala lihaskoe kolloidsete omaduste kohta, mis on vajalikud tema konservimisprotsesside õigeks mõistmiseks.

Vee seose vormid kala lihaskoes

Praegusel ajal on vee seose vormide kohta materjalides esitatud mitu klassifikatsiooni, mis jaotame kahte gruppi, kusjuures nende aluseks on võetud ühest küljest hüdrofiilne osake ja teisest — hüdrofiilne materjal.

Esimesse gruppi kuuluvad Dumanski (61), Kroiti (87, 88), Derjagini (49) ja Bulli (21) poolt esitatud klassifikatsioonid. Esimese kolme autori arvates ümbritsevad osakeste pinda kolm mitmesuguse paksusega veekihti ja nimelt: adsorbeeritud (tihe), difuusne (piirdeline) ja vaba (joonis 9). Adsorbeeritud või seotud vee all tuleb sealjuures mõista vett, mis on jaotuspinna või kindlate radikaalide juures molekulaarjõududega tugevasti seotud osakesega.



Joonis 9. Hüdrofiilse osakese ehitus:
a — veemolekuli mudel ja dipooli skeem; *b* — isoelektrilise kolloidse osakese hüdratatsioon; *c* — laetud kolloidse osakese hüdratatsioon (Pallmani järgi).

Difuusse kihi vesi, erinevalt adsorbeeritust, on nõrgalt seotud osakesega või õigemini adsorbeeritud kihiga, kuid samal ajal erineb vabast veest, omades nihkemoodulit. Vee difuusse kihi paksus on palju suurem kui adsorbeeritul. Nii näiteks, Dumanski andmeil, moodustab tärklise osakese pinnal adsorbeeritud vee kiht 3 Å, difuusne aga ümmarguselt 800 Å (58, 59).

Vaba vesi ehk, nagu teda nimetab Derjagin (49), mahufaasi vesi ei erine füüsikalis-keemilistelt omadustelt millegagi harilikust veest.

Derjagini klassifikatsioon (49) erineb veidi Dumanski ja Kroiti klassifikatsioonist, kuigi ta tunnistab kolme veekihi olemasolu osakeste pinnal, nimetades neid adsorbeeritud monokihiks, piirdefaasiks ja mahufaasiks.

Derjagini (49) arvates on vaba vee (mahufaasi) ja difuusse

(piirdefaasi) vee vahel järsk jagunemispiir, s. t. nende faaside vahel on ette nähtud hüppe esinemine.

Dumanski (59, 61) ei eita piiri olemasolu kihtide vahel, kuid samal ajal arvab, et difuusne kiht ei ole ühesugune ja tema mitmesugustes kohtades on vee omadused erinevad, mille tagajärjel difuusne kiht, kaugenedes adsorbeeritust, järk-järgult ilma hüppeta läheneb vabale veele.

Bulli (21) poolt esitatud klassifikatsioon jagab vee kaheks vormiks — vabaks ja seotuks, ta on kõige lihtsam ja seda klassifikatsiooni pooldavad paljud uurijad.

Teise gruppi kuuluvad Dumanski (58, 59, 61) ja Rehbinderi (143, 144, 145) poolt väljatöötatud klassifikatsioonid.

Dumanski järgi jaguneb hüdrofiilses materjalis asuv vesi adsorbeerituks ja vabaks, mis hoitakse kinni süldi (geeli) struktuurvõrgu poolt. Viimasesse kategooriasse kuulub vesi, mis kinni hoitakse süldi poorides, kapillaarides, mistsellide sees (mistsellisisene tursumine) ja mistsellide vahel (mistsellidevaheline tursumine).

Rehbinderi klassifikatsioon arvestab sisuliselt kõiki neid vee vorme, kuid annab neile teise nimetuse ja võtab nende süstematiseerimiseks uue printsiibi.

Rehbinderi süsteemi aluseks on võetud energiahulk, mis on vajalik teatava vormiga vee väljaaurutamiseks materjalist. Selle tunnuse järgi jagab Rehbinder (143) vee hüdraatseks, adsorbeerituks, osmootseks, struktuurselt ja kapillaarselt seotuks, samuti ka keha pinna poolt kinnipeetavaks.

Dumanski ja Rehbinderi klassifikatsioonide puhul meie ei nimetanud keemiliselt seotud vett, millel kala tehnoloogias ei ole tähtsust.

Kala lihaskoe jaoks vee vormide klassifikatsiooni väljatöötamisel võeti aluseks Dumanski teooria hüdrofiilse osakese ehitusest ja Rehbinderi teooria vee sidumisest struktuuri omavate süsteemide poolt. Arvestades, et kala lihaskoes on vesi lahutamatu soolide-geelide valgusüsteemist, mis juba ette ära määrab tema ehituse iseärasused, me tegime ettepaneku jagada kala lihaskoe vee kahte põhilisse vormi: seotud ja vabaks veeks, kusjuures seotud (adsorbeeritud) vesi jaguneb veel edasi geeli ja sooli veeks, vaba vesi aga immobiliseeritud, struktuurivabaks ja märgamisveeks.

Sealjuures seotud vee all mõistetakse vett, mis on tugevasti seotud lihaskoe koostisse kuuluvate lahustatud või lahustamatute hüdrofiilsete ainete molekulidega. Nende ainete hulka kuuluvad lämmastikained, peamiselt valgud ja mineraalsoolad. Vee sidumine valk- või muude hüdrofiilsete ainetega, vesiniku või muude seosevormide abil, muudab vee füüsikalisi omadusi, mida

on tähtis teada kala konservimisprotsesside, eriti soolamise ja kuivatamise õigeks mõistmiseks.

Erinevalt tavalisest ehk vabast veest ei ole seotud vesi lahusti ja ta külmub temperatuuris tunduvalt alla 0°; tema auramiseks on vaja rohkem sooja. Seotud vesi, sõltuvalt teda siduvate ainete seisukorrast, jaguneb veeks, mis on seotud geeli seisukorras olevate valkainetega, s. t. mis moodustavad lihaskoe struktuurkarkassi (geeli adsorbeeritud vesi), ja veeks, mis on seotud lahustatud seisukorras olevate valk- ja muude ainetega, s. t. sooli või selle seisukorrale lähedasel kujul (sooli adsorbeeritud vesi).

Seotud vee selline jagamine kaheks vormiks on teataval määral tinglik, sest sidumise füüsikalis-keemiline olemus on mõlemal juhul ühesugune; kuid samal ajal on ta vajalik, sest ainete ülesanded, mis kala lihaskoes asuvad geeli (struktuurvõrk) ja sooli (veeslahustuv osa) seisukorras, on täiesti erinevad.

Mõlemal juhul vesi seostub peamiselt lämmastikainete molekulide kindlaid radikaale pidi, vähemal määral skeleti osakeste ja seinte kogupinnaga.

Vaba vesi kala lihaskoes peetakse kinni lämmastikainete poolt moodustatud struktuurvõrguga.

Struktuurvõrk moodustab sarkolemmis, müofibrillides ja septides mikropoore ja mikrokapillaare, milledest mehaanilisel teel vett kätte saada on võimatu ilma struktuuri täieliku purustamiseta.

Immobiliseeritud veeks me nimetame vett, mis kala lihaskoe struktuurvõrgu (geeli) poolt on mehaaniliselt kaasa võetud. Füüsikalis-keemiliste omaduste poolest võib seda vett jagada difuusse kihi ja vabaks veeks. Difuusse kihi vett me peame täielikult lahustiks ja sellepärast vabaks, kuna tal aga on nihkemoodul, siis pole teda võimalik kala lihaskoest välja pressida tavaliste pressidega.

Struktuurivabaks me nimetame seda osa vabast veest, mida võib kala lihaskoest pressimise teel eraldada. Frei-Wissling (168) arvab, et sarkoplasmas ja eriti kobedas sidekoes on struktuurvõrgu silmade mõõt võrdlemisi suur ja ületab tunduvalt veeosakeste mõõdu. Struktuurvõrgu vahedes võib vesi vabalt liikuda ja teda võib kala lihaskoest teatavas koguses välja pressida.

Autori tähelepanekute kohaselt on sellise vormiga vee sisaldus heaks näitajaks, kuivõrd purustatud on lihaskoe struktuurvõrk kala konservimisel, näiteks kuivatamisel.

Märgamisveeks nimetatakse tinglikult õhukest veekihti, mis jääb kala pinnale pärast pesemist; see veekiht peetakse kinni kala pinnal pinnapinge jõududega ja ta avaldab teatavat mõju kala konservimise protsessile (näiteks soolamisele ja marinee-

rimisele), kusjuures ta tihti on vigade allikaks kala tõelise kaalu kindlaksmääramisel.

Värske kala lihaskoes on valgud tursunud olekus ja, kasutades Rehbinderi (143) terminit, moodustavad tiheda struktuuri. Adsorbeeritud ja difuusse kihi vesi põhjustab lihaskoe vedela (sooli) osa järkjärgulise ülemineku tahkeks (geeliks). Selle tagajärjel on kala keemiliselt ebaühtlasel lihaskoel ühtlane konsistents.

Immobiliseeritud vesi annab kala lihaskoele nähtavasti õrna konsistentsi, seotud vesi aga tiheda.

Praegusel ajal ei ole eksperimentaalandmeid, mis näitaksid vee ja valgu seose iseloomu mõju kala lihaskoe konsistentsile. Siiski on olemas kõik põhjused kinnitamiseks, et vee seose iseloom ühes kala koostisse kuuluvate põhiliste elementidega avaldab suurt mõju kala konsistentsi ja maitse aistimisel, mis ilmnevad tema tarvitamisel toiduks.

Näitena võib tuua kalade külmutamist. Sel juhul vesi kalast ei eraldu, kuid külmutamisel rikutakse vee seost valkainetega ja hiljem, peale ülessulatamist, et taastu see enam täielikult. Kala lihaskude kaotab selle tagajärjel oma esialgsed omadused (elastsus) ja tema konsistents muutub vesisemaks, mis on eriti iseloomustav kauemat aega külmutushoones säilitatud või korduvalt külmutatud kala puhul.

Kala lihaskoe hüdrofiilsus

Praegusel ajal on kindlaks tehtud paljude ainete ja lihtsamate dispersete süsteemide hüdratatsiooni ulatus. On kindlaks tehtud mõningate valguliikide hüdratatsioonikoefitsiendid, kuid kala lihaskoe hüdrofiilseid omadusi tervikuna pole seni veel tundma õpitud. Põhjalike andmete puudumine mitmesuguse vormiga vee sisalduse kohta toorkalas on tõsine puudus, mis väga raskendab teoreetilist põhjendamist ja kalakonservimise kõige ratsionaalsemate režiimide valikut.

Plank (135), tuginedes Owertoni, Jenseni, Fischeri, Rubneri ja Hilli töödele, kinnitab, et loomsetes kudedes on seotud vett 2 kuni 6% toorainest.

Jaapani uurijate M. Kiichi ja O. Kiichi (172) andmeil on seotud vett kala lihaskoes rohkem ja see moodustab 35% kuivaine kaalust.

Enne kui asuda meie eksperimentaaltööde tagajärgi põhjalikult kirjeldama, on vaja anda hüdratatsiooni ja hüdratatsioonikoefitsendi mõistete määratlus.

Hüdratatsiooni all mõistetakse vee ühinemisprotsessi aine või ainete süsteemide vabade hüdrofiilsete tsentrumitega, millega

kaasub vastav soojusefekt. Vett, mis selle juures ainega ühineb, nimetab A. V. Dumanski adsorbeerituks või seotuks (58, 59).

Vabade hüdrofiilsete tsentrumite paljastamiseks tavaliselt kuivatatakse uuritavat objekti ja pärast seda niisutatakse veega teatavate tingimuste juures. Seega on hüdratatsioon kuiva kolloidse hüdrofiilse aine vettimisprotsessi osa või õigemini vettimisprotsessi algus.

Hüdratatsioonikoefitsiendi all tuleb mõista suhet, mille moodustab 1 g absoluutselt kuiva ainega (ainetesüsteemiga) ühinev veekogus grammides vastava soojusefektiga.

Lähtudes seisukohast, et ühes vastava soojusefektiga absoluutselt kuiva ainega ühinenud vesi on seotud, esitas Dumanski (58) järgmise valemi seotud vee koguse arvutamiseks aine märgamissoojuse järgi:

$$X = \frac{Q}{80}\,100,$$

kus: X — seotud vee kogus %-des kuivaine kaalust;
Q — soojushulk cal-tes, mis eraldub 1 g kuivaine märgamisel veega.

Meie uurimuste objektiks oli värske (äsjasurnud) kala — säga, karpkala, haugi ja külmutatud tursa lihaskude, mille hüdrofiilsus tehti kindlaks märgamissoojuse ja seotud vee sisalduse järgi.

Kala lihaskoe märgamissoojus. Kalorimeetriga kindlaksmääratav märgamissoojus näitab energia eraldumist vee ülemineku vabast seisukorrast seotud seisukorda.

Absoluutselt kuiva hüdrofiilse aine täielikul märgamisel allub üldine märgamissoojus Gibbs-Helmholtzi (1) järgmisele võrrandile:

$$(-\Delta H_{m.ž}) = S\left(F_ž - T\frac{dF_ž}{dT}\right), \qquad (5)$$

kus: $(-\Delta H_{m.ž})$ — eralduv ehk märgamissoojus;
S — adsorbeerimisele kättesaadava puhta pealispinna pindala;
$F_ž$ — vaba energia vähenemine;
$T\frac{dF_ž}{dT}$ — protsessi varjatud soojus.

Märgamissoojuse me märgime edaspidi tähega Q. Kuna kala lihaskude koosneb mitte ainult piiratult ja piiramatult paisuvatest kolloididest, vaid tema koostisse kuuluvad ka veeslahustuvad anorgaanilised soolad ja lämmastikained, siis tuleb vahet teha näiliku ja tõelise märgamissoojuse vahel. Antud juhul, viies sisse need mõisted, me kasutame terminoloogiat, mida tar-

vitatakse sorptsioonitehnikas adsorbentide tiheduse klassifitseerimisel (53, 54, 55).

Näiliku märgamissoojuse Q_n all me mõistame summaarset soojusefekti, mis saadakse kalorimeetris objekti märgamisel tema hüdratatsiooni või osalise lahustumise tagajärjel. Näilikku märgamissoojust märgitakse järgmise võrrandiga:

$$Q_n = Q_{tõel.} + (-C), \qquad (6)$$

kus: Q_n — näilik märgamissoojus;

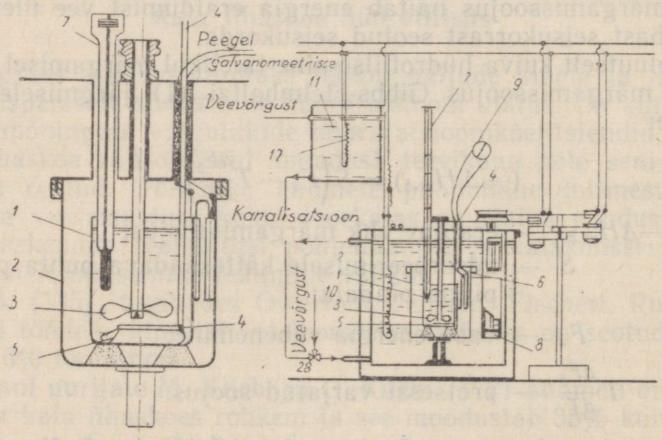
$Q_{tõel.}$ — tõeline märgamissoojus (hüdratatsioonisoojus);

C — tahke keha struktuuri lõhkumise soojusefekt (lahustuvussoojus).

Näiteks kala absoluutselt kuiva lihaskoe märgamisel veega täheldatakse mitte ainult hüdratatsiooni, vaid ka lihaskoe mõningate ainete lahustumist (soolad, lämmastikained).

Eespool näitame, et nende ainete lahustumisprotsess kulgeb soojuse tunduva imamisega (—C).

Tõelise märgamissoojuse $Q_{tõel.}$ all me mõistame ainult hüdratatsiooni enda tagajärjel eralduvat soojust. Sellise keeruka kolloidsüsteemi märgamisega, nagu lihaskude, ei ole seda võimalik vahenditu määramisega kindlaks teha, sest hüdratatsiooni- ja lahustumisprotsessid kulgevad reeglipäraselt üheaegselt.



Joon. 10. Adiabaattüüpi kalorimeeter:

1 — kalorimeetri seesmine purk; *2* — kalorimeetri välimine purk; *3* — seesmise purgi segati; *4* — suruti; *5* — klaasampull uuritava ainega; *6* — termopatarei; *7* — Beckmanni termomeeter; *8* — veesegati kalorimeetris; *9* — peegelgalvanomeeter; *10* — veesoojendamiselement; *11* — soojaveenõu; *12* — element vee soojendamiseks nõus.

Katsetööd kala lihaskoe märgamissoojuse kindlakstegemiseks teostati adiabaatsüsteemi kalorimeetris (joonis 10). Mõõtmised viidi läbi 20° juures Dumanski, Meženõi ja Nekrjatši (57)[1] poolt väljatöötatud metoodika järgi.

Näiliku märgamissoojuse kindlakstegemiseks lihaskoe näidised peenendati hakkmasinaga ja kuivatati sublimeerimismeetodil 60° temperatuuri ja jääkrõhu 0,8 mm Hg juures kuni veesisaldus ei ületanud 4%; kuivatatud farss hõõruti valtsveskis pulbriks, see sõeluti läbi 0,2 mm silmadega sõela ja kuivatati kuivatuskapis 120° temperatuuris kuni jääva kaaluni; kuiv pulber pandi ampullidesse, need joodeti pärast kaalumist kinni ja asetati kalorimeetri purki. Eelnevalt oli kindlaks tehtud, et objekti degaseerimine suurendab märgamissoojust 5% võrra.

Mitut liiki kalade lihaskoe näiliku märgamissoojuse määramise tagajärjed on toodud tabelis 10.

Nagu tabeli 10 andmeist nähtub, on keemiliselt koostiselt lähedase karpkala ja säga kuiva lihaskoe näilikud märgamissoojused vähe erinevad.

Tabel 10

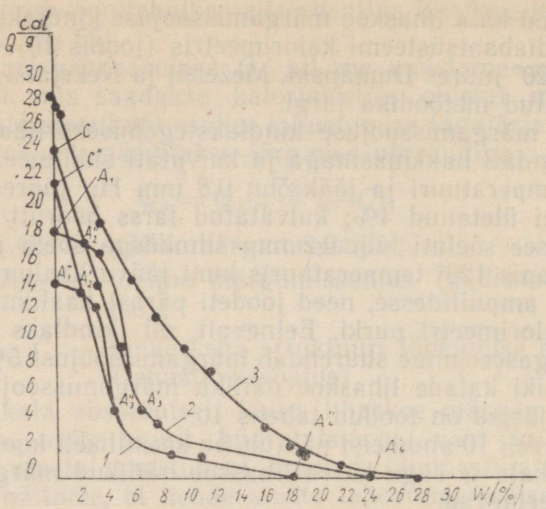
Kala liik	Näilik märgamissoojus cal/g	Absoluutselt kuiva lihaskoe koostis %-des			
		rasv	lämmastikained (Nx6,25)	mineraalained (tuhk)	veeslahustuvad ained
Karpkala	15,71	5,26	90,30	6,37	26.14
Säga	16,85	5,76	90,06	5,96	27,09
Haug	14,45	2,85	89.29	6,28	40,25
Tursk	18,38	2,96	91,89	4,71	19,04

Kõige väiksem näilik märgamissoojus oli haugi lihaskoel, mis on seletatav sellega, et temas on rohkesti veeslahustuvaid aineid, eriti lämmastikaineid, mis soodustavad lahustamise soojusefekti suurenemist ja vastavalt märgamise soojusefekti vähenemist.

Näilik märgamissoojus oli kõige suurem tursa lihaskoel, mis on seletatav mitte ainult selle suurema lämmastikainete sisaldusega vaid ka veeslahustuvate ainete vähema sisaldusega kui teistes näidistes.

Tõeline märgamissoojus tehti kindlaks värske haugi ja külmutatud tursa lihaskoe näidisproovidel järgmisel viisil. Lihaskude peenendati hakkmasinaga ja kuivatati vaakuumi all jääkrõhu 0,5—2,0 mm Hg ning temperatuuri 20—100° juures sellise

[1] Autor teostas katsetöid UNSV Teaduste Akadeemia Üldise ja Anorgaanilise Keemia Instituudi kolloidkeemia laboratooriumis.



Joon. 11. Hüdratatsiooni kõverad:
1 — haugil; *2* — tursal; *3* — tärklisel.

arvestusega, et saada rida erineva vee-lõppsisaldusega proove. Absoluutselt kuiva koe saamiseks kuivatati vaakuumi all juba kuivatatud proovi pärast peenendamist ja läbisõelumist veel lõplikult tavalises kuivatuskapis 120° juures.

Maksimaalse veesisaldusega — 13,5% — proovid saadi farsi kuivatamisel õhu käes temperatuuris 25°. Ülalkirjeldatud viisil sai iga proovi kohta kindlaks tehtud näiliku märgamissoojuse näitajad; nende järgi kujutati joonisel 11 esitatud hüdratatsiooni kõverad, mis iseloomustavad sõltuvust näiliku märgamissoojuse ja vee-lõppsisalduse vahel kuivas lihaskoes. A. V. Dumanski andmeil on samal joonisel võrdluseks toodud analoogilised andmed kartulitärklise kohta.

Tursa ja haugi lihaskoe hüdratatsiooni kõveratel on väga iseloomulik kuju. Esialgu nad pöörduvad veidi abstsisstelje poole, siis aga punktides A_2^1 ja A_2^{11} muudavad järsku suunda ja lähevad otse alla; punktides A_3^1 ja A_3^{11} toimub kõverate teistkordne järsk suunamuutus ja nad lähenevad aeglaselt abstsissteljele.

Niiviisi võib kala absoluutselt kuiva lihaskoe hüdratatsiooni kõveral olla vähemalt neli kriitilist punkti.

Esimene kriitiline punkt (A_1) vastab hüdratatsiooni algusele, kui veesisaldus $W = 0$ ja märgamissoojusel on antud aine (ainetesüsteemi) jaoks kõige suurem tähendus.

Teine kriitiline punkt (A_2) tähistab lahustuvate ainete lahustumise lõppu; meie katse tingimustes need ained vähendavad

märgamise soojusefekti kõvera lõikel A_1—A_2. Haugi lihaskoe puhul hüdratatsiooni kõver algab Q vähema väärtuse juures ja lõigul A_1A_2 on tal väiksem kallak kui tursa puhul. Kuna haugi kuiv lihaskude sisaldab veeslahustuvaid lämmastikaineid ja sooli 40,25%, tursa lihaskude aga ainult 19,04% (tabel 10), siis on see täiesti seaduspärane.

Kuna veeslahustuvad ained olid tärklisest eraldatud enne katset, siis tärklise hüdratatsiooni kõveral seda lõiku ei ole. Alates teisest kriitilisest punktist (A_2) läheb hüdratatsiooni kõver järsult alla kuni punktini A_3, mille järel suured veekogused ühinevad väikese soojusefektiga.

Neljas kriitiline punkt (A_4) vastab hüdratatsiooniprotsessi lõpule, kui $Q = 0$ ja W saavutab antud aine (ainetesüsteemi) jaoks oma maksimaalse tähenduse.

Peamine soojusehulk eraldub hüdratatsiooni esimesel perioodil (A_1—A_2), olgugi et sel ajal ainega ühineb vett vähesel määral. Vesi nähtavasti esijoones ühineb nende hüdrofiilsete gruppidega (tsentrumitega), millel on kõige enam vaba energiat ja mis on kõige kättesaadavamad veemolekulidele. Selle tagajärjel täheldatakse võrdlemisi väikese veekulu juures suurt soojusefekti. Hüdratatsiooni teisel perioodil (A_3—A_4) vesi nähtavasti ühineb vähem aktiivsete hüdrofiilsete gruppidega kui esimesel perioodil.

Analüüsides hüdratatsiooni kõverat vastassuunas, on kerge kindlaks teha, et kala hüdratatsiooni kõvera kuju lõigul A_4—A_2 vastab täielikult kartulitärklise hüdratatsiooni kõvera kujule. Kala hüdratsiooni kõverad edaspidi alates punktist A_2 soolade ja osa lämmastikainete lahustumise toimel, nagu oli juba märgitud, muudavad oma suunda.

Kui oletada, et kala lihaskude ei sisalda veeslahustuvaid aineid, siis kala hüdratatsiooni kõveral nähtavasti peab olema samasugune kuju kui tärklise kõveral, s. t. ta ei muuda oma suunda punktiks A_2. Tõmmates joone läbi punktidest A_3—A_2 ja pikendades seda kuni ristumiseni ordinaatide teljega, oleks sellest lähtudes võimalik kindlaks määrata kala kuiva lihaskoe tõelist märgamissoojust.

Kuid antud juhul ekstrapolatsioonimeetodi kasutamine annab suure vea, sest hüdratatsiooni kõveral ei saa punkti A_2 täpselt ära määrata. Sellepärast tehti tõeline märgamissoojus kindlaks eksperimentaalselt, uurides tursa ja haugi kuiva pulbristatud lihaskudet, mis eelnevalt vabastati veeslahustuvatest ainetest ja moodustas vastavalt 24,74 ning 23,62 cal/g, s. t. osutus näilikust märgamissoojusest tunduvalt suuremaks (tabel 10).

Märkides need suurused ordinaatide teljele (joonis 11) ja ühendades leitud punktid sirgjoone abil kõverate punktidega A_3, leiame sirgjoonte ristumiskohal hüdratatsiooni kõveraga

punktide A_2 tõelise asendi, punktid aga näitavad hüdratatsiooni esimese perioodi lõppu. Sealjuures kõver $CA_2A_3A_4$ iseloomustab kala lihaskoe geeli hüdratatsiooni.

Geeli seotud vee sisaldus kala lihaskoes. Geeli seotud või adsorbeeritud vee sisaldust haugi või tursa lihaskoes võib kindlaks määrata tõelise märgamissoojuse järgi, vee kokkutõmbumise efekti järgi tema sidumisel materjaliga selle märgamise puhul ja aine veega küllastumise järgi ksüloolis. Kuna kirjanduses puudub nende meetodite üksikasjaline kirjeldus ja kala uurimisel kasutasime neid esmakordselt, siis peame vajalikuks anda nende kirjelduse.[1]

Määramine märgamissoojuse järgi. Kasutades Dumanski valemit, võib kala lihaskoe tõelise märgamissoojuse kindlakstehtud suuruse alusel välja arvutada adsorbeeritud vee kogust. Kuid sel teel saadud andmed ei iseloomusta tõelist adsorbeeritud veekogust, sest pole arvestatud geeli hüdrofiilsete ainete suhtelist sisaldust kala lihaskoes.

Arvestades viimast tegurit, soovitatakse adsorbeeritud veekogus kala lihaskoes välja arvutada järgmise valemi järgi:

$$X = \alpha \frac{Q_{tõel.}}{80} 100, \qquad (7)$$

kus: X — adsorbeeritud vee hulk kala lihaskoes %-des absoluutselt kuiva aine kohta;

$Q_{tõel.}$ — koefitsient, mis iseloomustab geeli hürofiilsete ainete sisaldust kala lihaskoes;

α — tõeline märgamissoojus.

Arvutades selle valemi järgi, leiti, et tursa ja haugi lihaskude sisaldas absorbeeritud vett vastavalt 24,95 ja 17,88% (absoluutselt kuiva aine kohta).

Määramine veega küllastamise meetodil ksüloolis.[2] Kuiva lihaskoe proov valmistatakse analüüsiks ette samuti kui tõelise märgamissoojuse määramisel.

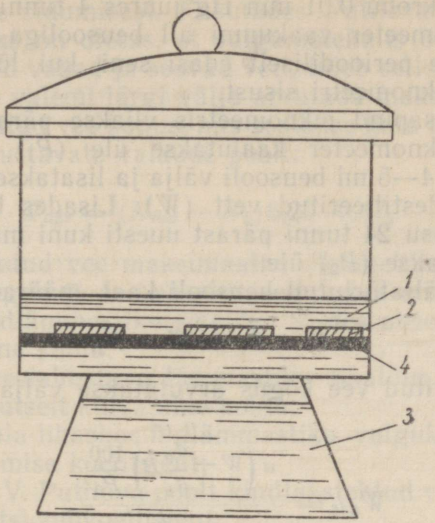
2—3 g lihaskoepulbrit õmmeldakse kahekordsest marlist tehtud kotikestesse ja need asetatakse eksikaatorisse, millesse on valatud vesi ja sellele peale ksüloolikiht (joonis 12); eksikaatorit ühes proovidega hoitakse 60 päeva termostaadis temperatuuris 20°. Katse kestel ksülool eksikaatoris täielikult küllastub veest.

Kuuekümne päeva pärast pannakse uuritava materjali proov

---

[1] Meie katsete teostamise kord vastas UNSV Teaduste Akadeemia Üldise ja Anorgaanilise Keemia Instituudi kolloidkeemia laboratooriumis kasutatavatele metoodikatele, kuid vastavalt kala septsiifilistele omadustele tehti analüüsi käigus mõningad täiendused ja muudatused.

[2] Koos autoriga võttis katsetöödest osa Z. V. Melkova.



Joon. 12. Eksikaator seotud vee määramiseks:
1 — ksülool; *2* — kuiva lihaskoe tükikesed; *3* — vesi; *4* — võrk.

koos 100 ml ksülooliga destilleerimisaparaadi kolbi, milles aetakse vett välja 2—3 tundi.

Adsorbeeritud vee kogust arvutatakse järgmise valemiga:

$$W_{ads} = \frac{\alpha[Q_2 - (G_3 + G_4)]}{G_1} 100, \qquad (8)$$

kus: W_{ads} — adsorbeeritud vee kogus %-des absoluutselt kuiva aine kohta;
α — koefitsient, mis iseloomustab geeli hüdrofiilsete ainete sisaldust kala lihaskoes;
G_1 — katseks võetud kuiva materjali kaal g-des;
G_2 — väljaaetud vee kaal g-des;
G_3 — vee kaal g-des 100 g ksüloolis;
G_4 — vee kaal g-des marlis, millest on tehtud kapsel.

Määramine materjali surveefekti järgi märgamisel.[1] Proovide valmistamise kord analüüsi jaoks on sama, mis tõelise märgamissoojuse määramisel.

Ümmarguselt 2 g raskuse kala lihaskoe kuiv proov pannakse piknomeetrisse ja degaseeritakse. Selleks asetatakse piknomee-

[1] Koos autoriga võttis katsetöödest osa Z. V. Melkova.

ter vaakuumpumbaga ühendatud eksikaatorisse. Proovi degaseeritakse jääkrõhu 0,01 mm Hg juures 4 tunni kestel, siis täidetakse piknomeeter vaakuumi all bensooliga ja pärast seda degaseeritakse perioodiliselt edasi seni, kui lõpeb õhumullide eraldumine piknomeetri sisust.

Benzooli tasapind piknomeetris viiakse pärast seda täpselt märgini ja piknomeeter kaalutakse üle (P_1). Piknomeetrist valatakse siis 4—5 ml bensooli välja ja lisatakse sellele ümmarguselt 1 ml destilleeritud vett (W). Lisades bensooli viiakse piknomeetri sisu 24 tunni pärast uuesti kuni märgini ja piknomeeter kaalutakse (P_2) üle.

Vee poolt väljatõrjutud bensooli kaal määratakse valemiga

$$B - P_1 + W - P_2, \tag{9}$$

aga adsorbeeritud vee kogus arvutatakse välja järgmise valemiga:

$$W_{ads} = \frac{\alpha \left(W - \frac{d_v}{d_b} B \right) \frac{100}{P_0}}{1 - \frac{d_v}{d_s}}, \tag{10}$$

kus: W_{ads} — adsorbeeritud vee kogus %-des absoluutselt kuiva aine kohta;
α — koefitsient, mis iseloomustab geeli hüdrofiilsete ainete sisaldust kala lihaskoes;
W — piknomeetrisse kallatud vee kaal g;
B — vee poolt väljatõrjutud bensooli kaal g;
P_0 — materjali kaal g;
d_v — vee erikaal;
d_s — seotud vee erikaal;
d_b — bensooli erikaal.

Ülalkirjeldatud kolmel viisil leitud tursa lihaskoe geeli adsorbeeritud vee sisalduse näitajad osutusid väga lähedasteks (tabel 11).

Teades geeli seotud vee kogust lihaskoes, võib kindlaks teha,

Tabel 11

Objekti nimetus	Erinevate meetoditega leitud adsorbeeritud vee sisaldus %-des absoluutselt kuiva aine kohta		
	märgamissoojuse järgi	surveefekti järgi	ksüloolis küllastumise järgi
Tursa lihaskude	24,95	25,92	23,40
Haugi lihaskude	17.88	—	—

mil määral kala lihaskoe struktuurvõrgu hüdrofiilsed tsentrumid võtavad osa vee sidumisest. Kasutades Putilova (141) meetodit, mille aluseks on oletus, et valgumolekulis on kõik hüdrofiilsed tsentrumid vabad ja seovad vett, tuleb selle kindlakstegemiseks järgmise valemi järgi välja arvutada maksimaalselt võimalik adsorbeeritud vee kogus, mis seotakse kala lihaskoe struktuurvõrku moodustavate valkude poolt:

$$W_{ads} = (N_{üld} - N_v)\,6{,}25 \cdot 0{,}47, \qquad (11)$$

kus: W_{ads} — seotud vee maksimaalne (teoreetiliselt võimalik) kogus %-des absoluutselt kuiva aine kohta;
$N_{üld}$ — üldlämmastiku sisaldus %-des absoluutselt kuiva aine kohta;
N_v — veeslahustuva lämmastiku sisaldus %-des absoluutselt kuiva aine kohta;
6,25 — kala lihaskoe üldlämmastiku valguks ümberarvutamise koefitsient;
0,47 — I. V. Putilova poolt kindlakstehtud valkude hüdratatsioonikoefitsient.

Arvutamisel me jätame välja lämmastikainete veeslahustuva fraktsiooni, kuna need ained kuuluvad lihaskoe sooli koostisse.

Vastandades tõeliste märgamissoojuste järgi haugi ja tursa lihaskoes leitud geeli seotud vee kogust Putilova (tabel 12) meetodil väljaarvutatud seotud vee kogusega, näeme, et kala lihaskoe struktuurvõrgu lämmastikainete tegelik hüdrofiilsus on tunduvalt väiksem teoreetiliselt võimalikust.

Sellest järeldub, et mitte kõik kala lihaskoe struktuurvõrku moodustavad lämmastikainete hüdrofiilsed tsentrumid ei ole vabad ja ei saa veesidumisest osa võtta. Lämmastikainete hüdrofiilsete tsentrumite tunduv osa (33%) võtab osa sidemete loomisest peamiste peptiidahelate või üksikute molekulide ja valgumolekulide agregaatide vahel, s. t. võtab osa kala lihaskoe struktuurvõrgu (geeli) ehitamisest.

Sooli seotud (adsorbeeritud) vee sisaldus kala lihaskoes. Kala lihaskoe koostisse kuuluvate ainetega seostuva vee me

Tabel 12

Uurimisobjekt	Geeli seotud vee sisaldus (%-des absoluutselt kuiva aine kohta)	
	tõelise märgamissoojuse järgi	Putilova meetodi järgi
Haugi lihaskude	17,88	26,83
Tursa lihaskude	24,95	33,22

määrame kindlaks vahe järgi lihaskoe seotud vee üldise koguse ja tema geelis sisalduva seotud vee vahel.

Kõik teadaolevad seotud vee üldise koguse kindlaksmääramise meetodid näevad ette uuritava materjali eelneva kuivatamise või külmutamise. Selle vältimiseks töötas autor välja uue meetodi, mille kohaselt proove lastakse seista absoluutselt kuivas süsivesinikus ja eriti ksüloolis.

Selle meetodi aluseks on oletus, et kui kala toores lihaskude asetada absoluutselt kuiva süsivesinikku, siis eraldub temast teatava aja jooksul kogu immobiliseeritud vesi, kaasa arvatud difuusse kihi vesi. Proovisse jäänud vett, mis ei allu difusiooni seadustele, võib lugeda seotuks. See meetod võimaldab katseteks kasutada värsket kala, sest ksülooli asetatuna on ta antiseptilistes tingimustes.

Katseid teostatakse järgmiselt. Kala lihaskoest lõigatakse välja 2—3 mm paksused ja 10—12 g raskused liistakud, mis pärast kaalumist asetatakse kuiva ksülooliga täidetud eksikaatorisse. Et ksülool katse kestel jääks kuivaks, asetatakse eksikaatori põhjale hõõguvtulised kaltsiumkloriidi tükikesed. Kala proovid koos 50 g ksülooliga pannakse kuue kuu pärast destilleerimisaparaadi kolbi ja vesi aetakse nendest välja [1]. Seotud vee kogus arvutatakse välja valemi järgi

$$W_s = \alpha_1 \frac{G_1 100}{G_2}, \qquad (12)$$

kus: W_s — seotud vee kogus %-des absoluutselt kuiva aine kohta;
G_1 — väljaaetud vee kaal g;
G_2 — kala proovi kaal g;
α_1 — kuivaineks ümberarvutamise koefitsient.

Tursa ja haugi lihaskoes leitud seotud vee üldised sisaldused olid ligilähedased ja, arvestatult toorainele, moodustasid vastavalt 5,7 ja 5,4% või, arvestatult absoluutselt kuivale ainele, 30,4 ja 28,6%. Sooli seotud veekogus lihaskoes, mis on kindlaks tehtud seotud vee üldise koguse ja tema geelis sisalduva vee vahe alusel, on toodud tabelis 13.

Struktuurivaba vee sisaldus kala lihaskoes.[2] Struktuurivaba vee sisaldus lihaskoes sõltub peamiselt kala liigist ja tema surmajärgse muudatuse staadiumist.

Metoodika selle veevormi kindlaksmääramiseks kalas me töötasime välja Dumanski (59) kinnituse põhjal, et vaba vesi pressitakse kolloidist kergesti välja.

[1] Katse teostati antud juhul temperatuuris 20°.

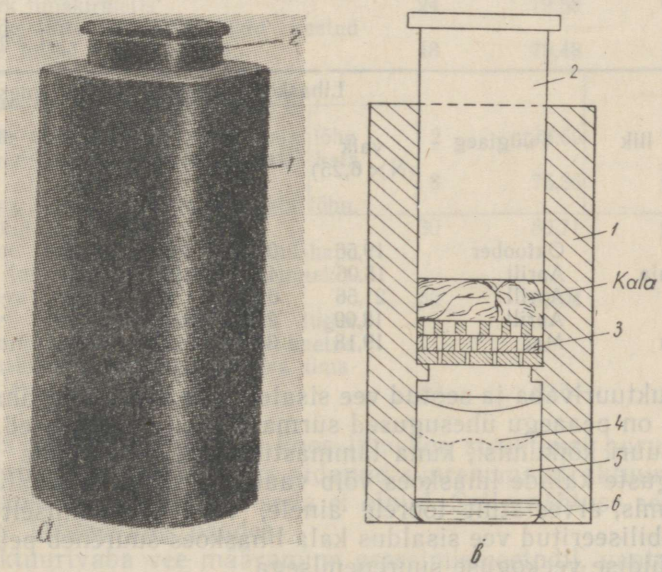
[2] Koos autoriga võtsid katsete teostamisest osa K. V. Martemjanova ja Z. V. Melkova.

Tabel 13

Katsetatav objekt	Seotud vee sisaldus %-des absoluutselt kuiva aine kohta		
	geel	sool	kokku
Tursa lihaskude	24,9	5,5	30,0
Haugi lihaskude	17,9	10,7	28,6

Lihaskoe pressimiseks kasutati silindrikujulist spetsiaalset pressvormi (joonis 13), mis oli jaotatud kaheks osaks vaheseinaga, milles olid 3 mm läbimõõduga augud. Pressvormi ülemine osa on pressimiskambriks, kuna alumine osa on väljapressitud vedeliku ja vaheseina läbivate lihaskoeosakeste kogujaks.

Pressvormi alumisse ossa asetatakse enne pressimist marliga kaetud kaalutud kaaluklaas, ülemisse ossa pannakse aga kaks vahelehte, millel on väiksemad ja tihedamad augukesed kui vaheseinal. Pärast seda asetatakse pressvormi kala lihaskoe tükikesed kaalult ümmarguselt 20 g ja rõhu all kuni 40 kg/cm² surutakse pressikolviga 1 min. kestel; kogu lihaskude koos väljapressitud vedelikuga (mahlaga) peab üle minema pressvormi alumisse ossa (kogujasse).



Joon. 13. Vaba vee kindlaksmääramise aparaat:
a — üldvaade; *b* — läbilõige; *1* — korpus; *2* — pressimisseadis; *3* — vahelehed; *4* — marli; *5* — kaaluklaas; *6* — väljapressitud vesi.

Väljapressitud vedelik imbub marlisse ja valgub kaaluklaasi põhja, kuna pressitud lihaskude jääb vahelehtede aukudesse. Lihaskude kaalutakse enne ja pärast pressimist.

Katseklaasi kogunenud ja marlisse imbunud väljapressitud vedeliku kuivatamise teel määratakse kindlaks tema veesisaldus.

Struktuurivaba vee kogus arvutatakse välja valemi järgi

$$W_{sv} = \frac{\alpha (G_1 - G_2)}{G_1} 100, \qquad (13)$$

kus W_{sv} — struktuurivaba vee kogus %-des toorest ainest;
G_1 — kala lihaskoe kaal enne pressimist g;
G_2 — kala lihaskoe kaal pärast pressimist g;
α — koefitsient, mis iseloomustab vee kogust väljapressitud vedelikus.

Antud metoodika tinglikkus seisab rõhu suuruse ja pressimise kestuse valikus. Võrdlemisi nõrk rõhk (40 kg/cm²) võeti arvestusega, et vältida lihaskoe struktuurvõrgu tunduvat purustamist ja võimalikult mitte puudutada difuusse kihi vett. Pressimise kestus 1 min. määrati pärast vastavaid võrdluskatseid, mis näitasid, et pikema kestusega pressimine ei ole otstarbekohane. Autolüüsi algstaadiumis olevate erinevate kalade lihaskoe struktuurivaba vee sisalduses olulisi erinevusi ei täheldata (tabel 14).

Tabel 14

Kala liik	Püügiaeg	Lihaskoe koostis %-des toorainest				
		valk (N×6,25)	rasv	tuhk	üldine vesi	struktuurivaba vesi
Tursk	Oktoober	19,56	0,24	1,05	80,74	—
Karpkala	Aprill	18,06	4,92	1,33	75,71	4,6
Haug	Aprill	21,56	0,69	1,16	79,21	6,1
Säga	Aprill	18,00	2,22	1,09	80,52	5,9
Sasaan	Mai	19,18	3,58	1,27	78,61	6,8

Struktuurivaba ja seotud vee sisalduses värske kala lihaskoes, millel on peaaegu ühesugused surmajärgsed muudatused, ei või olla suuri kõikumisi, kuna lämmastikainete ja soolade kogust erisuguste kalade lihaskoes võib vaadelda kui muutumatut suurust, mis, arvestatult toorele ainele, võrdub keskmiselt 20%. Immobiliseeritud vee sisaldus kala lihaskoes suureneb peamiselt koos üldise veekoguse suurenemisega.

Kala surmajärgse muudatuse protsessis väheneb struktuurivaba vee kogus kala lihaskoes (tabel 15).

Tabel 15

Kala lihaskoe iseloomustus	Aeg kala surmamismomendist tundides	Vesi %-des toore aine kohta	
		üldine	sellest struktuurivaba
Latikas (säilitamistemperatuur 4°)			
Lihaskude tihe ja elastne, värske kala lõhn	12	78,66	8,0
Lihaskude elastne, vähe lõtvunud, värske kala lõhn	34	78,84	7,1
Lihaskude lõtvunud, nõrk riknenud kala lõhn	132	79,20	6,6
Lihaskude lõtvunud. Kalatükid kaetud limaga, millel roiskumishapu lõhn	156	78,80	7,2
Lihaskude pehme. Kalatükid kaetud limaga, neil on tugev roiskunud kala lõhn	186	78,80	2,7
Haug (säilitamistemperatuur 25°)			
Lihaskude tihe, elastne, värske kala lõhn	0,5	79,91	10,4
Sama	3	79,82	9,04
Lihaskude kergelt lõtvunud. Kalatükkidel on nõrk limakirmetis	24	79,58	6.1
Lihaskude lõtvunud. Kalatükid kaetud limaga, millel roiskumislõhn	48	79,48	7,3
Sasaan (säilitamistemperatuur 25°)			
Lihaskude tihe, elastne, värske kala lõhn	2	78,69	7,4
Lihaskude kergelt lõtvunud, värske kala lõhn	8	76,36	6.8
Lihaskude lõtvunud, roiskunud kala lõhn, kalatükid kaetud limaga	30	80,71	6,8
Lihaskude pehme, tugev roiskumishapu lõhn. Kalatükid kaetud tugeva limakirmetisega	50	81,04	—
Lihaskoel on määriv konsistents, tugev roiskumishapu lõhn. Kalatükid on kaetud hallikaskollase värvusega tugeva limakirmetisega	80	80,34	3,8

Oleks võinud oletada, et koos lihaskoe struktuuri purunemisega fermentide toimel oleks pidanud suurenema struktuurivaba vee kogus, kuid tegelikult seda ei olnud. Selle nähtuse seletuse anname järgnevates osades.

Struktuurivaba vee määramine pressimismeetodil, vaatamata tema tinglikkusele, annab võrreldavaid objektiivseid andmeid, mis võimaldavad küllalt täpselt otsustada kala lihaskoe struk-

tuuri muudatuste üle. Analoogilist meetodit kasutas V. P. Volovinskaja keedetud vorstide konsistentsi iseloomustamiseks ja sai samuti, nagu meiegi, organoleptilistele näitajatele vastavad andmed.

KALA LIHASKOE MÕNINGATE KEEMILISTE OMADUSTE MUUTUMINE SÄILITAMISEL

Kala lihaskoe struktuurvõrgu põhilisteks aineteks on lämmastik — peamiselt valkained ja sellepärast nende mehaanilistest omadustest sõltuvad paljuski lihaste mehaanilised omadused. Kala lihaskoe valkainete keemiliste omaduste muutusi konservimis- või surmajärgsetes protsessides on kalatoodete tehnoloogias hakatud hindama nende lahustatavuse muutumise järgi. Sel otstarbel jaotatakse kala lihaskoe valkained kolmeks peamiseks grupiks (fraktsiooniks): veeslahustuvaks, soolaslahustuvaks ja leeliseslahustuvaks. Detailsema analüüsi puhul arvestatakse veel mittevalgulist ja amiinlämmastikku.

Erisuguste lämmastikuvormide sisaldus kala lihaskoes

Erisugused lämmastikuvormid (üldine, veeslahustuv, soolaslahustuv ja mittevalguline) määrati kindlaks haugi, karpkala, säga ja sasaani lihaskoes, mis oli võetud mitte hiljem kui tund aega pärast surmamist.

Analüüsiks kasutati ainult kala kaela seljaosa lihaskudet, mis tükeldati ja uhmris hoolikalt peeneks hõõruti. Üldlämmastik leiti põletamismeetodil Khjeldahli järgi, veeslahustuv — üldlämmastiku määramise teel materjali vesitõmmises, soolaslahustuv — üldlämmastiku määramise teel soolatõmmises (7%-line NaCl lahus), mittevalguline — üldlämmastiku määramise teel vesitõmmises pärast valkude väljasadestamist trikrooräädikhappega. Katse tulemused on toodud tabelis 16.

Karpkala, säga ja sasaani lihaskude, nagu tabel 16 andmeist nähtub, sisaldab tunduvalt rohkem soolas- kui veeslahustuvaid valke. Saadud andmed on kooskõlas olemasoleva kujutlusega lihaskoe keemilisest koostisest üldse ja kala omast eriti.

Veidi ebatavalised on andmed haugi kohta, kelle lihaskoes veeslahustuvaid valke on tunduvalt rohkem kui teiste meie poolt uuritud kalade lihaskoes. Kuna analoogilisi andmeid tuuakse Lobanovi (99, 100) juhendamisel teostatud töödes, samuti ka Smorodintsevi ja Krõlova (151) raamatus, siis võib arvata, et haugi lihaskoe keemilistel omadustel on spetsiifilised iseärasused, milles me samuti veendusime haugi lihaskoe hüdrofiilsete omaduste määramisel.

Tabel 16[1]

Kalade liigid	Keemiline koostis %-des ümberarvestamisel tooraineks					
	vesi	rasv	tuhk	kogu valk (N×6,25)	sellest	
					veeslahustuv valk	soolaslahustuv valk
Karpkala	79,30	4,32	1,33	15,32	2,68	5,43
Haug	81,17	1,09	1,16	14,35	5,06	4,13
Säga	80,82	1,77	1,02	14,55	3,18	6,46
Sasaan	78,69	3,58	1,27	16,72	3,24	7,45

Surmajärgsete muudatuste mõju erisuguste lämmastikuvormide sisaldusele kala lihaskoes

Valkude kolloidkeemiliste surmajärgsete muudatuste ja kala lihaskoe konsistentsi vahel sõltuvuse kindlaksmääramisel me lähtume järgmistest juhtlausetest:

a) valkude veeslahustuvad fraktsioonid on kala lihaskoes sooli või sellele lähedases seisukorras, aga kõik teised valgud, sealhulgas ka tunduv osa soolaslahustuvaid, võtavad osa geeli moodustamisest;

b) valkainete lahustatavuse vähenemine on nende denatureerumise tunnus, mis väljendub valgumolekulide tihenemises ja teistes füüsikalis-keemilistes muudatustes;

c) mittevalgulise lämmastiku suurenemine on hüdrolüüsi tunnus, mis väljendub valgumolekulide purustamises fermentide poolt ja eriti proteiiniahelate pikkuse lühenemises ja nende ahelatevahelise vastastikuse mõjujõu vähenemises;

d) valgumolekulide ja valgumolekulide agregaatide tihenemise tagajärjel ning selle tulemusena vee väljasurumisel väheneb dispersse faasi maht, kuid selle-eest suureneb kala lihaskoe (132, 176) dispersioonikeskkonna maht; immobiliseeritud vee kogus seejuures ei vähene, vaid muutub ainult vee asetuse iseloom kala lihaskoe struktuurvõrgus;

e) valgumolekulide hüdrolüüsi tagajärjel väheneb polaarpeptiidsidemete arv proteiinahelates ja sellepärast väheneb ka molekulidevaheliste vesinikusillakeste arv. Selle juhtlause meie avaldame Harrise, Misley ja Tauti (179) töö põhjal.

Neli viimast juhtlauset on kõige iseloomustavamad ja täht-

[1] Andmeid mittevalgulise lämmastiku kohta ei ole tabelisse paigutatud; tema kogus karpkala, säga, sasaani ja haugi lihaskoes kõigub 0,30—0,37% piirides tooraine kaalust.

Keemilised analüüsid sooritasid K. V. Martemjanova, T. V. Sergejeva, M. N. Jeremejeva.

samad kala lihaskoe kolloidkeemiliste omaduste surmajärgsete muudatuste analüüsil.

Tabelis 17 on toodud andmed, mis iseloomustavad erisuguste lämmastikuvormide muutumist latika ja sasaani lihaskoes olenevalt surmajärgsete muudatuste kulgemisest.

Tabel 17[1]

Proovide võtmise aeg pärast surmamist tundides	Üldlämmastik %-des toorest ainest	Erisuguste lämmastikuvormide sisaldus %-des üldlämmastikust			
		veeslahustuvaid valke	soolaslahustuvaid valke	mittevalguline	amiinhappeline
Latikas					
12	3,32	13,30	33,30	10,06	—
32	—	—	—	—	—
132	3.24	14,25	30,30	11,30	—
156	3,20	9,36	28,80	12,15	—
186	3,18	8,65	27,40	12,65	—
Sasaan					
2	3,31	15,22	24,78	10,71	1,34
8	3.00	—	—	13,36	2,72
30	2,79	—	—	18,92	6,71
50	2,72	—	—	24,19	10,59
80	2,96	14,61	5,61	24,79	16,08

Latikat säilitati õhutemperatuuris 4° ja sasaani 25°.

Tabel 17 andmeist nähtub, et olenevalt surmajärgsete muudatuste kulgemisest vees- ja soolaslahustuvate valkude lämmastiku kogus pidevalt väheneb, aga mittevalguliste ja amiinhappelise lämmastiku kogus, vastupidi, suureneb. Veeslahustuvate valgufraktsioonide lämmastiku vähene sisaldus esimestes, kõige värskemates latika lihaskoe proovides on seletatav sellega, et meil ei olnud võimalik alustada katseid kohe pärast kala surmamist. On teada, et kala lihaskoe soolaslahustuvad valgud on eriti ebapüsivad ja otsekohe pärast raku surma denatureeruvad tunduvalt, mis väljendub nende lahustatavuse vähenemises.

Tabel 17 andmed näitavad ka temperatuuri mõju surmajärgsete muudatuste kiirusele kalas ja eriti tema keemiliste omaduste muutumisele. Hüdrolüüs kala lihaskoes kulgeb kõrgendatud temperatuurides (sasaan) tunduvalt intensiivsemalt, mida tuleb seletada mikroorganismide biokeemilise aktiivsusega ja samuti ka lihaskoe enda fermentide toimega. Sealjuures toimub alguses valgumolekulide mõõtmete vähenemine nende lagunemise arvel albumoosideks, peptoonideks ja teisteks lihtsamateks ühenditeks

[1] Keemilised analüüsid teostasid T. V. Sergejeva ja I. V. Tšibireva.

ning siis need ühendid lagunevad amiinhapeteks ja gaasitaolisteks valgu laguproduktideks.

Hüdrolüüsi tagajärjel rikutakse side üksikute valgumolekulide vahel, kala lihaste sidekude puruneb, lihaskude muutub järk-järgult pehmeks, siis lõdvaks ja bakteriaalse lagunemise (roiskumise) staadiumis muutub määrdetaoliseks venivaks massiks. Tuleb arvata, et selle viimase omaduse saab lihaskude mitte ainult hüdrolüüsi, vaid ka valkainete denatureerumise tagajärjel.

Valkude denatureerumise tagajärjel suureneb vee üldine kogus valguosakeste välispinnal ja sellepärast suureneb «vee määriv toime» (176) valkude molekulaarahelate kildudele septides ning lihaskius, peptiidahelate vastastikune külgetõmme nõrgeneb ja saab tunduvalt rikutud.

Hüdrolüüsi ja valguosakeste denatureerumise tulemusena ja tagajärjel näib nagu, et kala lihaskoe struktuurvõrgu purunemisel peaks vabanema immobiliseeritud vesi. Kuid lihaskoe pressimismeetodiga ei läinud meil korda seda avastada (tabel 15). Antud juhul me nähtavasti põrkame kokku nähtusega vee sidumisest uute hüdrofiilsete tsentrumite juurde, mis vabanevad valguosakeste lagunemise tagajärjel. Peale selle osa vett võtab osa lämmastikainete hüdrolüüsist. Mittevalgulise lämmastiku ja amiinhapete tunduv suurenemine roiskunud kala lihaskoes on selle oletuse aluseks.

Valgumolekulide killukestest tekib kala lihaskoes uus, pehmem, plastilisem struktuurvõrk, millest tavalisel pressimismeetodil on võimatu vett välja pressida, nagu seda näitasid meie katsed.

Kahe näiliselt täiesti vastupidise protsessi — valguosakeste denatureerumise ja hüdrolüüsi tagajärjel kaotab kala lihaskude oma esialgsed iseloomulikud omadused — elastsuse ja tugevuse. Sõltuvalt sellest, missugune neist protsessidest on ülekaalus (denatureerumine või hüdrolüüs), muutuvad mõningal määral näitajad, mis iseloomustavad kala lihaskoe konsistentsi ja struktuurilis-mehaanilisi omadusi.

Kala lihaskoe purunemise (roiskumise) histoloogilist pilti uuris Bromley (16). Surmajärgsete muudatuste kulgedes tekivad kavernid kala lihaskoes, esialgu endomüüsiumis ja siis lihaskiududes. Kavernide ilmudes valgub laiali septide kollageen, sarkolemm puruneb. Lõppkokkuvõttes toimub kavernide ühinemine koos side-tugikoe järkjärgulise täieliku hävimisega. Selle tagajärjel kala lihaskoe esialgne struktuur puruneb tunduval määral ja kala muutub toidukõlbmatuks.

Kala mehaaniliste omaduste all mõistetakse tema võimet vastu panna välisjõu mehaanilisele mõjutusele. Need omadused sõltuvad tema struktuurist ja keemilisest koostisest.

Struktuurilis-mehaanilistelt omadustelt on kala lihaskoel vahepealne seisund vedelate ja tahkete kehade vahel ja teda võib arvata elastselt-plastiliste kehade hulka.

Paljud disperssed süsteemid, sealhulgas ka kala lihaskude, kujutavad endast tihedat struktuuri, mis annab süsteemile omapärased mehaanilised iseärasused ja omadused. Kala lihaskoe juures need iseärasused seisnevad elastsuses, plastilisuses ja tugevuses, mis sõltuvad koe keemilistest omadustest ja määratakse molekulaarse külgetõmbejõuga struktuuri elementide vahel ning samuti ka struktuuri arenemise astmega kogu lihaskoes.

Vaadeldes kala lihaskudet kui tihedat struktuuri ei tule pidada seda ühesuguseks: lihaskiud, kui kala lihaskoe alus, juba ise ei ole ühesugune ja koosneb, nagu eespool oli näidatud, kolmest põhiosast, mis keemiliselt pole ühesugused ning erinevad proteiinahelate mitmesuguse pakkimisastmega nendes.

Praegusel ajal on olemas kaks kõige täielikumalt väljatöötatud meetodit disperssete süsteemide struktuurilis-mehaaniliste omaduste mõõtmiseks.

Rehbinderi meetodi järgi (120, 143—145) hinnatakse struktuuri tugevust ühe näitajaga — metallotsiku koonuse sissetungimise astmega dispersse süsteemi sisse alalise koormatuse toimel. Määramise tulemus väljendub piirnihke suurusega, mis iseloomustab struktuuri tugevust deformatsiooni väikeste kiiruste juures. Enamasti ei ole sellest ühest näitajast küllalt keeruka struktuuriga süsteemide struktuuri hindamiseks, eriti niisuguste, nagu kala-tooraine ning tema töötlemise tooted.

Saksa meetod on rajatud universaalse konsistomeetri kasutamisele, mille abil määratakse uuritava objekti (46) elastsust, kõvadust ja viskoossust.

Kuid kala lihaskoe ehituse spetsiifiliste iseärasuste tõttu osutusid need meetodid kõlbmatuks selle struktuurilis-mehaaniliste omaduste iseloomustamiseks ja analüüsiks.

Uue meetodi väljatöötamisel me lähtusime sellest, et kala lihaskoe kõik deformatsiooniliigid on järgmiste tegurite tagajärg.

Valguosakesed (mistsellid, makromolekulid) ja eriti osakeste peptiidahelad, mis sisaldavad suure arvu lülisid, pööreldes ja paindudes deformeeriva jõu toimel, on võimelised oma vormi muutma, kusjuures osakeste asetuse olemasolev kord sugugi ei muutu või täheldatakse ainult osakeste nihet. Välise mõjutuse kõrvaldamisel kaob deformatsioon kiirusega, mis sõltub sellest,

missugusel määral toimus osakeste tõmme või surve ja kas osakeste nihke tagajärjel toimus molekulisiseste ja molekulidevaheliste sidemete osaline katkemine.

Praktiliselt võib deformatsioon kaduda silmapilkselt, kui pole olnud osakeste nihet või struktuurvõrgu purunemist (elastne deformatsiooni), või teatava hilinemisega, kui muutus peptiidahelate konfiguratsioon ilma valentsete molekulidevaheliste sidemete katkemiseta (suure elastsusega deformatsioon).

Valguosakesed grupeeruvad ümber, kusjuures nende senine asetusekord muutub osaliselt või täielikult. Viimasel juhul tähelda-takse struktuurvõrgu purunemist. Esimesel juhul välispinge kõrvaldamisel deformatsioon täielikult ei kao (elastne deformatsioon), teisel juhul aga ei kao hoopis (plastiline deformatsioon).

Kala lihaskoe struktuurilis-mehaaniliste omaduste iseloomustamiseks valiti kolm objektiivset näitajat, milledele me andsime nimetuseks — elastsus, elastne tugevus ja plastiline tugevus.

Elastsus iseloomustab kala lihaskoe või täpsemalt tema struktuurvõrgu võimet taastada oma esialgsed geomeetrilised mõõtmed pärast deformeeriva jõu kõrvaldamist. Elastsus on väga tähtis näitaja kala värskusastme määramisel. Organoleptiliselt iseloomustab seda kala keha vormi taastumisaste pärast sõrmedega vajutamist sellele, s. t. on määratav nägemisaistingu abil.

Elastne tugevus iseloomustab kala lihaskoe võimet vastu panna nüri keha liikumisele, mis deformeeriva jõu toimel surub kudet. Sel teel määratakse tugevuse suurused peamiselt struktuurvõrgu molekulidevahelistes osades ja valgu-soolalahuse viskoossus kala lihaskoes.

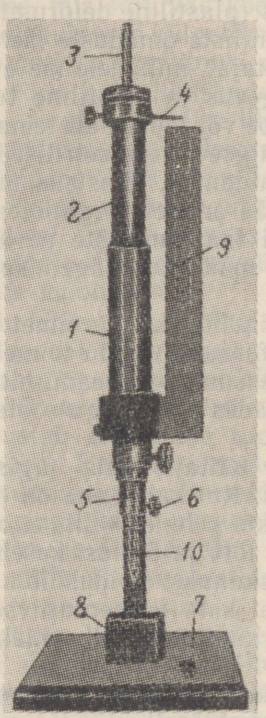
Organoleptiliselt määratakse see näitaja kala pigistamise teel näppudega, s. t. kompamise abil. Kui kala keha on elastne, siis loetakse kala täisväärtuslikuks, kui pehme — siis ei ole kala täiesti värske (on seisnud), kui aga lõtv ja ühtlasi ka ebameeldiva lõhnaga, siis loetakse kala roiskunuks (toidukõlbmatuks). Niiviisi otsustatakse teataval määral kala fermentatiivse lagunemise üle. Kala kvaliteedi sellise hindamisviisi subjektiivsus on ilmne.

Plastiline tugevus iseloomustab kala lihaskoe võimet vastu panna terava keha liikumisele, mis deformeeriva jõu toimel surub ja lõikab kudet. Sellise keha liikumisega lihaskoes kaasub mitte ainult venitus ja surve, vaid ka struktuurvõrgu purunemine. Selle näitaja suuruse järgi otsustatakse struktuurvõrgu kõigi lülide tugevuse ja valgu-soolalahuse viskoossuse üle kala lihaskoes. Organoleptiliselt määratakse värske kala lihaskoe plastiline tugevus selle järgi, kuivõrd raske (või kerge) on seda näppudega puruks hõõruda, s. t. kompamise teel.

Kala lihaskoe elatsust, elastset tugevust ja plastilist tugevust

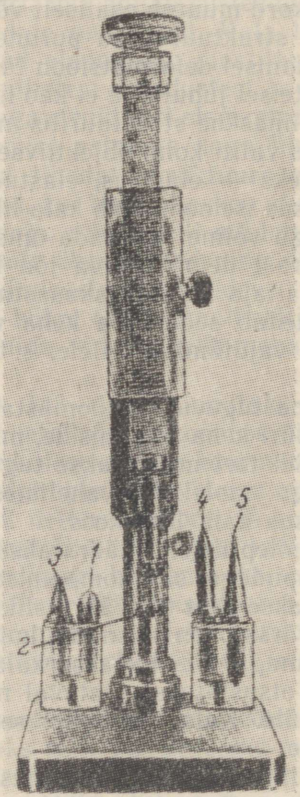
määrati autori poolt konstrueeritud aparaadiga, mis oma töötamise printsiibilt on Rehbinderi (143) plastomeetri sarnane, kuid erineb sellest sellepoolest, et tal on mitmesugust tüüpi otsikud.

Aparaadi korpus (joonis 14) on varustatud suunava seadisega, milles liigub tugivarras. Tugivardal on ülemises osas rakis vihikeste asetamiseks ja osuti, alumises osas — pesa otsiku jaoks. Tugivarras kinnitatakse suunavasse seadisesse spetsiaalse kruviga. Platvormikesel on piiraja — pesa asetamiseks tükikese



Joon. 14. Aparaat kala struktuurilis-mehaaniliste omaduste määramiseks:

1 — suunav seadis; *2* — tugivarras; *3* — vihikeste asetamise rakis; *4* — osuti; *5* — otsiku pesa; *6* — kruvi; *7* — platvormike kala jaoks; *8* — piiraja; *9* — arvestusskaala; *10* — otsik.



Joon. 15. Lihtsustatud tüüpi plastomeeter.

kalaga. Aparaadi korpusele, paralleelselt suunava seadisega, on kinnitatud arvutusjoonlaud jaotusväärtusega 1 mm.

Elastsuse, elastse tugevuse ja plastilise tugevuse mõõtmiseks kasutatakse otsikuid vastavalt nr. 1, 2, 3, 4 ja 5 (joonis 15). Joonisel 15 on kujutatud lihtsustatud tüüpi plastomeeter.

Elastse ja plastilise tugevuse mõõtmise tehnika on järgmine. Kalast lõigatakse välja tükike lihaskudet pikkusega 3 cm, laiusega 2 cm ja paksusega 2 cm ning paigutatakse piirajale. Tugivarda pesasse asetatakse otsik ja lastakse tugivarras alla sellise arvestusega, et otsiku ots puudutaks kalatükikese pinda. Pärast seda tugivarras pigistatakse kinni kruviga ja mõõdujoonlaual märgitakse (suurendusklaasi abil) täpsusega kuni 0,2 mm otsiku nullasend (h_0). Survekruvi keeratakse siis lahti ja otsik enda, tugivarda ja tugivarda platvormikesel asetseva raskuse toimel tungib uuritavasse objektisse. Otsiku uus asend märgitakse mõõtejoonlauale (h) ja asendite ($h—h_0$) vahe järgi leitakse, kui sügavale uuritavasse proovisse tungis otsik deformeeriva jõu Q toimel.

Deformeeriva jõu Q väärtus leitakse järgmise võrrandiga:

$$Q = G_1 + G_2 + G_3, \tag{14}$$

kus: Q — deformeeriva jõu suurus g;
G_1 — otsiku kaal g;
G_2 — tugivarda kaal g;
G_3 — vihikeste kaal g.

Elastse ja plastilise tugevuse väärtused arvutatakse välja Rehbinderi (143) valemi järgi, mis on järgmine:

$$P_v = K^1{}_\alpha \frac{F}{h^2{}_m}, \tag{15}$$

kus: P_v — nihkepinge;
K'_α — otsiku koonuse konstant;
h_m — katse kestel otsiku koonuse kalaproovisse sissetungimise suurus cm;
F — koormatus (deformeeriv jõud) g.

Koonuse konstant määratakse järgmise valemiga:

$$K^1{}_\alpha = \frac{1}{n} \operatorname{ctg}^2 \frac{\alpha}{2}. \tag{16}$$

Elastsuse mõõtmise tehnika erineb elastse ja plastilise tugevuse määramisest sellega, et pärast otsiku tungimist proovisse koormus kõrvaldatakse ja proov jäetakse 1 minutiks vabalt seisma. Pärast seda lastakse varras uuesti alla kuni otsiku ots puutub kokku proovi taastunud pinnaga ja sealjuures fikseeritakse selle asend mõõteseadise abil.

Lihaskoe elastsus arvutatakse välja valemi järgi:

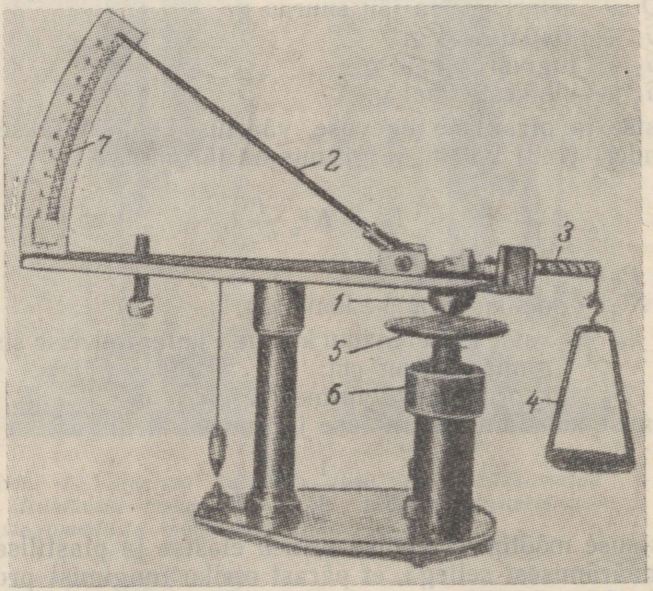
$$A_2 = \frac{h - h_1}{n} 100, \qquad (17)$$

kus: A_2 — kala lihaskoe elastsus %;
h — otsiku sissetungimise sügavus mm-tes deformeeriva jõu toimel aja t kestel;
h_1 — lohu sügavus proovi sees mm-tes pärast deformeeriva jõu eemaldamist ja proovi seismist aja t kestel.

Kala lihaskoe tugeva deformatsiooni korral, kui sellese jääb küllalt sügav auk, on raske täpselt määrata otsiku nr. 1, 2 kokkupuutemomenti proovi pinnaga. Arvestades varrasaparaatide seda puudust, on lihaskoe elastsuse määramiseks sobivam kasutada Nikolajevi aparaati (124).

Selle aparaadi (joonis 16) põhiliseks osaks on poolümmargune ketas. Ühelt poolt on ketta külge kinnitatud osuti; vastaspoolt — varb koormusega platvormikese ülesriputamiseks. Varb pöörleb laagritel ja nullasendi puhul tasakaalustub osutiga.

Selle aparaadiga katsete teostamise tehnika on järgmine.



Joon. 16. Nikolajevi aparaat:
1 — poolümmargune ketas; *2* — osuti; *3* — varb; *4* — platvorm koormusega; *5* — platvorm uuritava objekti jaoks; *6* — kruvi; *7* — numbrilaud.

Platvormile asetatakse kala lihaskoe tükike või terve kala, kui ta on väike, ja kruvi abil tõstetakse platvorm üles kuni uuritav objekt puutub kokku kettaga ja osuti võtab numbrilaual nullasendi. Siis riputatakse varva külge platvorm koormusega ja selle tagajärjel pigistab ketas objekti kokku. Pigistusastet loetakse numbrilaualt osuti asendi järgi. Osuti tõuseb sealjuures üles.

Kokkupigistatud proovi esialsete mõõtmete taastamiseks võetakse määratud ajavahemiku möödudes platvorm koormusega varvalt maha.

Elastsust ehk, nagu nimetab Nikolajev, uuritava objekti vetruvust arvutatakse valemi järgi

$$A_2 = \frac{\alpha_2(h - h_1)}{h} 100, \qquad (18)$$

kus: A_2 — elastsus %;
h — aparaadi näit deformeeriva jõu toimel aja t kestel;
h_1 — aparaadi näit pärast deformeeriva jõu kõrvaldamist.

Nikolajevi aparaadi konstruktsioon ei ole päris täiuslik ja mõõtmistel täheldatakse ketta libisemist proovi pinnal, mis rikub varva ja osuti vahelist tasakaalu, kui osuti ei asu nullpunktis. Selle puuduse kompensatsiooniks, mis veidi moonutab määramise tagajärgi, tuleb valemisse sisse viia paranduskoefitsient α_2, mis arvestab ketta vastupanu pärast deformeeriva jõu kõrvaldamist. Sel juhul on arvutusvalemil järgmine kuju:

$$A_2 = \frac{\alpha_2(h - h_1)}{h} 100. \qquad (19)$$

Koefitsient α_2 määrati meie poolt kindlaks Nikolajevi aparaadiga saadud mõõteandmete vastandamisel meie varbaparaadi andmetega, kus pole takistusi objekti taastumiseks pärast deformeeriva jõu kõrvaldamist. Värske kala lihaskoe paranduskoefitsient α_2 temperatuuris 20° leiti olevat 1,4.

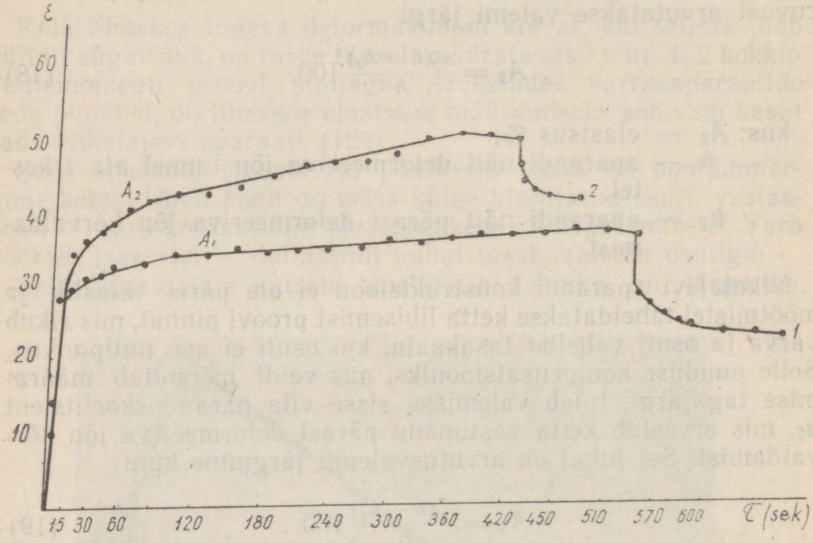
Kala lihaskoe struktuurilis-mehaaniliste omaduste määramise metoodika väljatöötamisel koonilise plastomeetri meetodiga me näeme ette proovitükkide katsetamise elastse deformatsiooni piirides, kuna sel juhul teatavasti struktuurvõrk ei purune.

Kalaproovile deformeeriva jõu mõjumise vajalik kestus määrati kvaliteetse ja roiskunud sasaani lihaskoe deformatsioonikõverate ehitamise teel mõõtmiste alusel, mis teostati Nikolajevi aparaadiga, kasutades 70-g-list deformeerivat jõudu.

Jooniselt 17 nähtub, et kvaliteetse kala lihaskoes lõpeb elastne deformatsioon 150 sek. pärast ja roiskunud kalas — 90 sek. pärast. Punktide A_1 ja A_2 taga toimub juba plastiline deformat-

sioon, millega kaasneb kala lihaskoe struktuuri purunemine. Värske kala lihaskoe elastsuse ja elastse tugevuse määramisel on kuni 70 g suuruse deformeeriva jõu mõjumise kestuseks deformatsioonikõverate põhjal võetud 1 minut ja plastilise tugevuse määramisel 2 minutit.

Valemi (15) järgi arvutades saadakse nihkepinge tõelised tähendused tingimusel, et toimub ainult materjali voolamine piki sissevajutatava otsiku pinda. Sellistest tingimustest peetakse kinni nõrgalt struktureeritud materjalide katsetamisel.

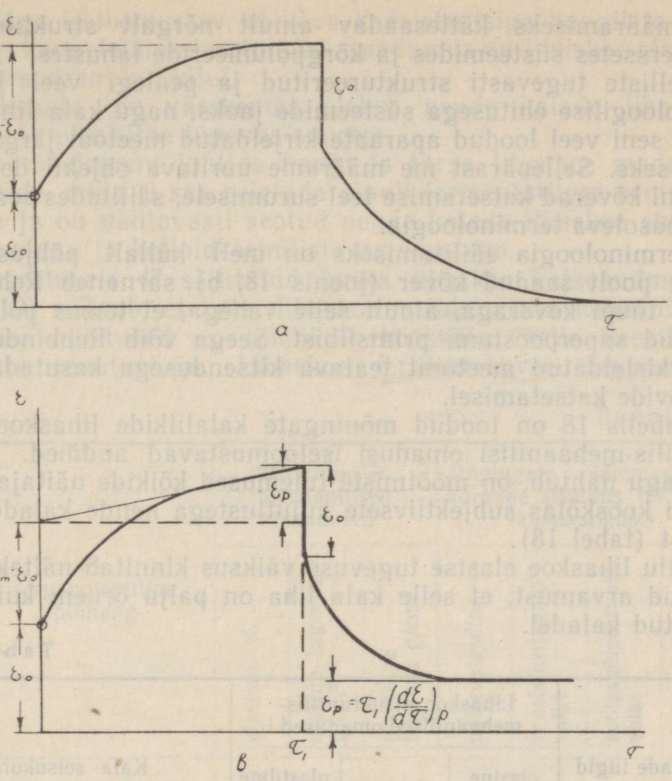


Joon. 17. Lihaskoe deformeerimise kõverad:
1 — kvaliteetne sasaan; *2* — roiskunud sasaan.

Kala lihaskude kuulub tugevalt arenenud struktuuriga süsteemide hulka ja sellepärast on pigistamis- (muljumis-) deformatsioon vältimatu, kui sellesse vajutada otsik.

Niiviisi osutub meie katsetes nihkepinge äärmine suurus veidi suurendatuks ja sellepärast tinglikuks. Kuid esitatud meetodi juures ei ole sellel tähtsust, sest meie ülesanne on õppida tundma mitte nihke deformatsiooni kala lihaskoes, vaid kindlaks määrata võrdlemisi objektiivseid näitajaid, mis teataval määral iseloomustavad selle konsistentsi.

Suuremal osal juhtudest iseloomustab puhta nihke puhul struktureeritud dispersete süsteemide ja kõrgpolümeeride lahuste vetruv-plastilis-viskoosseid omadusi üks järgmist tüüpi kõveraid (joonis 18). Kõvera esimene tüüp (joonis 18, a) iseloomustab deformatsiooni arenemise kineetikat, mis piirdub ühe



Joon. 18. Deformatsiooni arenemise kineetikat iseloomustavad kõverad:

a — esimest tüüpi kõver; *b* — teist tüüpi kõver; ε_0 — tinglikult hetkeline deformatsioon; $\varepsilon_m - \varepsilon_0$ elastne deformatsioon; ε_p plastiline deformatsioon; τ_1 — süsteemi surve all viibimise aeg; P — jääv pinge.

elastse järeltegevusega ja saavutab edaspidi püsivaks jääva ülempiiri. Sealjuures on kogu tekkinud deformatsioon taastuv ja pärast koormuse kõrvaldamist langeb järk-järgult kuni nullini (145).

Kõvera teine tüüp (joonis 18, b) iseloomustab jääkdeformatsiooni kasvamist ühes üleminekuga statsionaarsele voolamisele pärast seda, kui elastne järeltegevus on voolus lõpule viidud. Tinglikult hetkeline ε_0 ja järeltegutsev (elastne) deformatsioon $\varepsilon_m - \varepsilon_0$ säilitavad täielikult oma tähenduse voolus ka pärast süsteemi koormamise lõpetamist. Plastiline deformatsioon ε_p ei ole taastuv (145).

Need mõlemad tüübid on õiged puhta nihke juhul, mis seni

on määramiseks kättesaadav ainult nõrgalt struktureeritud dispersetes süsteemides ja kõrgpolümeeride lahustes.

Selliste tugevasti struktureeritud ja pealegi veel keeruka histoloogilise ehitusega süsteemide jaoks, nagu kala lihaskude, pole seni veel loodud aparaate kirjeldatud meetodi järgi katsetamiseks. Sellepärast me määrame uuritava objekti deformatsiooni kõverad katsetamise teel surumisele, säilitades sealjuures olemasoleva terminoloogia.

Terminoloogia säilitamiseks on meil küllalt põhjusi, sest meie poolt saadud kõver (joonis 18, b) sarnaneb Rehbinderi teist tüüpi kõveraga, ainult selle vahega, et temas pole kinni peetud superpoosiumi printsiibist. Seega võib Rehbinderi töödes kirjeldatud meetodit teatava kitsendusega kasutada kalaproovide katsetamisel.

Tabelis 18 on toodud mõningate kalaliikide lihaskoe struktuurilis-mehaanilisi omadusi iseloomustavad andmed.

Nagu nähtub, on mõõtmiste tulemused kõikide näitajate osas hästi kooskõlas subjektiivsete kujutlustega nende kalade lihaskoest (tabel 18).

Kilu lihaskoe elastse tugevuse väiksus kinnitab näiteks kujunenud arvamust, et selle kala liha on palju õrnem kui teistel uuritud kaladel.

Tabel 18

Kalade liigid	Lihaskoe struktuurilis-mehaanilised omadused [1]			Kala seisukord
	elastne tugevus g/cm²	elastsus %	plastiline tugevus g/cm²	
Latikas	227	95,2	92	Kala 12 tundi pärast surmamist, autolüüsi staadiumis (t = 4°)
Karpkala	275	88,1	134	Kala 2 tundi pärast surmamist, kangestumise algstaadiumis (t = 16°)
Tursk	176	51,8	—	Kala 15 tundi pärast surmamist, autolüüsi staadiumis (t = 8°)
Sasaan	392	83,2	148	Kala 2 tundi pärast surmamist, kangestumise staadiumis (t = 30°)
Haug	206	58,0	171	Kala 13 tundi pärast surmamist, autolüüsi staadiumis (t = 16°)
Kaspia kilu, ansoovisetaoline	88	98,0	—	Kala 10 minutit pärast surmamist (t = 5°)

[1] Kõik andmed on viie mõõtmise keskmised.

On väga iseloomustav, et kõva konsistentsiga haugil ja tursal isegi kaugeleläinud autolüüsi staadiumis on lihaskoe elastne tugevus suurem kui kilul.

Kahtlemata on värskemas olekus nende kalade lihaskoe elastsus ja plastiline tugevus suurem.

Tuleb tähelepanu juhtida haugi ja tursa lihaskoe madalale elastsusele, mida ei saa seletada ainult fermentatiivse protsessi mõjuga ja on nähtavasti seotud nende kalade lihaskoe ehituse iseärasustega ja kolloidkeemiliste omadustega.

Temperatuuris 4° säilitatud latika lihaskoe katseandmetest (tabel 19) nähtub, et kala lihaskoe struktuurilis-mehaaniliste omaduste muutused on täielikult kooskõlas selle keemiliste omaduste muutustega. Lihaskoe fermentatiivse lagunemise

Tabel 19

Proovivõtmise aeg pärast surmamist tundides	Organoleptiline hinnang	Struktuurilis-mehaanilised omadused			Mõningate lämmastikuvormide sisaldus (% üldlämmastikust)			
		elastsus %	elastne tugevus g/cm²	plastiline tugevus g/cm²	mittevalguline	veeslahustuvaid valke	soolaslahustuvaid valke	amiinhapetest tekkinud lämmastik
	Latikas (säilitamise temperatuur 4°)							
12	Lihaskude tihe, vetruv. Värske kala lõhn	95,7	164,7	92.5	10,00	23,20	33,30	—
24	Lihaskude vetruv, veidi nõrgenenud. Värske kala lõhn	78,2	149,9	82,0	10,60	—	—	—
132	Lihaskude nõrgenenud. Kerge roiskunud kala lõhn	70,6	131,6	64,1	11,50	25,75	30,30	—
150	Lihaskude nõrgenenud, kattunud limaga. Lehkab vastikult, roiskunult	53,1	123,6	60,6	12,15	21,51	28,80	—
180	Lihaskude pehme, kattunud limaga. Lehkab tugevasti, vastik roiskunud kala lehk (toidukõlbmatu)	33.9	102,8	53,6	12,65	21,30	27,40	—

Proovivõtmise aeg pärast surmamist tundides	Organoleptiline hinnang	Struktuurilis-mehaanilised omadused			Mõningate lämmastikuvormide sisaldus (% üld-lämmastikust)			
		elastsus %	elastne tugevus g/cm²	plastiline tugevus g/cm²	mittevalguline	veeslahustuvaid valke	soolaslahus-avaid valke	amiinhapetest tekkinud lämmastik
	Sasaan (säilitamise temperatuur 25°)							
2	Lihaskude tihe, vetruv. Värske kala lõhn	83,1	394,4	148,8	10,71	—	—	1,94
8	Lihaskude veidi nõrgenenud. Värske kala lõhn	75,3	292,6	110,5	13,36	—	—	2,72
30	Lihaskude nõrgenenud. Roiskunud kala lõhn, kattunud limaga	60,0	181,6	74,0	18.92	—	—	6,71
50	Lihaskude pehme. Lehkab roiskunult-hapult, kaetud limakirmetisega (toidukõlbmatu)	36,7	116,3	53,5	24,19	—	—	10,59
70	Lihaskude määriv. Lehkab tugevasti roiskunult ja hapult, kaetud hallikaskollase lima tugeva kirmetisega (toidukõlbmatu)	28,8	92,8	50,5	24,79	—	—	16,08

kulgedes nõrgeneb märgatavalt selle mehaaniline tugevus, mis esijoones väljendub plastilise tugevuse ja elastsuse näitajate vähenemises. On väga iseloomulik, et roiskumislõhn tekib koel, millel on küllaltki kõrge elastne tugevus (131 g/cm²) ja elastsus (70,6%), kuid tunduvalt vähenenud plastiline tugevus (64,2 g/cm²).

Kui elastne tugevus alanes kuni 102 g/cm², elastsus — kuni 33,9% ja plastiline tugevus kuni 53 g/cm², siis lihaskude osutus täiesti toidukõlbmatuks, tal oli määriv konsistents ja lehkas roiskunud-hapult.

Katsetel sasaani lihaskoega (tabel 19) saavutati üldiselt samu tulemusi kui latikaga, kuna aga sasaani säilitati kõrgemas õhutemperatuuris (25°), siis fermentatiivsed protsessid kulgesid kiiremini ja juba 2 tunni pärast peale kala surmamist langes lihaskoe elastsus tunduvalt, mida ei täheldatud latika lihaskoe juures isegi 12 tunni möödudes.

Tuleb arvata, et fermentatiivse lagunemise ja valkude denatureerumise tagajärjel lihaskude muutub järk-järgult vetruvplastilisest plastilis-viskoosseks kehaks, aga kaugele läinud bakteriaalse lagunemise staadiumis — määrdetaoliseks viskoosseks massiks. Valgumolekulide killukestest moodustub roiskunud lihaskoe uus nõrgem ja vähema elastsusega struktuurvõrk.

Kui absoluutselt värske kala näitajad võtta ühikuks, mille suhtes kala näitajad mitmesugustes säilitamise staadiumides väljendada vastavate koefitsientide näol, siis latika lihaskoe mõningate kolloidkeemiliste omaduste muutumist, kui seda säilitatakse õhus 4° temperatuuris, iseloomustatakse järgmiste suhteliste suurustega (tabel 20).

Tabel 20

Säilitamise kestus tundides	Elastne tugevus	Elastsus	Plastiline tugevus	Veeslahustuv lämmastik	Soolaslahustuv lämmastik	Mitteväljaguline lämmastik
12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
24	0,85	0,76	0,84	—	—	0,07
132	0,79	0,74	0,67	0,9	0,90	1,14
150	0,76	0,56	0,61	0,71	0,87	1,21
180	0,62	0,36	0,55	0.66	0,82	1,26

Tabeli 20 andmed näitavad, et valkainete hüdrolüüsi ja denatureerumise tagajärjel eriti suuresti vähenevad elastse ja plastilise tugevuse väärtused.

Meie katsete tulemused on kooskõlas Bromley (16) histoloogiliste vaatlustega. Tema andmetel toimub autolüüsi ajal esijoones endomüüsiumi struktuuri purunemine, millele vastavalt sel staadiumil kala lihaskoe elastsus väheneb kõige suuremal määral. Edaspidi algab septide ja lihaskiudude purunemine, selle tagajärjel toimub kala elastse ja plastilise tugevuse vähenemine.

Peab märkima, et latika lihaskoe elastset ja plastilist tugevust iseloomustavate koefitsientide väärtused vähenevad tunduvalt suuremal määral kui keemiliste omaduste muutusi iseloomustavate koefitsientide väärtused. See kala lihaskoe kol-

Tabel 21

Aeg pärast kala surmamist	Organoleptilised näitajad	Mikroorganisme kala pinnal tuhandetes 1 cm²	Keemilised näitajad			Struktuurilis-mehaaniliste omaduste näitajad		
			üldhappesus mg KOH 1 g	mittevalguline lämmastik %-des toorele ainele	aminhapetest tekkinud lämmastik %-des toorele ainele	elastsus %	elastne tugevus g/cm²	kõhurebestusega kalade % arvuliselt
10 min.	Kala keha vetruv, tihe, painduv, silmad normaalsed, lõpused punased, värske kala lõhn	—	—	—	—	98,0	89,4	0,0
25 min.	Kala keha vetruv, tihe, kuid mitte painduv, silmad normaalsed; surmakangestuse algus; värske kala lõhn	—	—	—	—	89,5	77,4	0,0
36 tundi	Kala keha vetruv, tihe, painduv, silmad sissevajunud; värske kala lõhn; autolüüsi staadiumis	221.20	2,43	0,38	0,048	70,0	63,2	17,0
60 tundi	Kala keha nõrgenenud, silmad sissevajunud, värske kala lõhn; autolüüsi staadiumis	812,0	2,37	0,39	0,070	61,5	40,8	18.0
61 tundi	Kala keha painduv, lõtvunud, silmad sissevajunud; värske kala lõhn	850,0	—	—	—	—	—	29.0

Aeg pärast kala surmamist	Organoleptilised näitajad	Mikroorganisme kala pinnal tuhandetes 1 cm²	Keemilised näitajad			Struktuurilis-mehaaniliste omaduste näitajad		
			üldhappesus mg KOH 1 g	mittevalguline lämmastik %-das toorele ainele	amiinhapetest tekkinud lämmastik %-des toorele ainele	elastsus %	elastne tugevus g/cm²	kõhurebestusega kalade % arvulselt
108 tundi	Kala keha painduv, pehme, tuhmunud, on ilmunud lima, silmad sisselangenud; nõrk sumbunud lõhn; bakteriaalse lagunemise staadium	4730,0	2,38	0,39	0,071	61,5	37,8	65,0
132 tundi	Kala keha painduv, lõtv, roiskumislõhn; lima rohekassogase värvusega; bakteriaalse lagunemise staadium; kala roiskunud	9900,0	2,31	0,39	0,083	61,5	35,7	70,0
204 tundi	Kala keha painduv, lõtv, mahu poolest vähenenud, eritunud suur kogus sumbunud lõhnaga lima; lima rohekassogase värvusega; sügava bakteriaalse lagunemise staadium; kala roiskunud	—	2,11	0,46	0,135	40,0	29,5	67,0

[1] Kala säilitati temperatuuris 0°.

Märkus: Kala mikrobioloogilised ja keemilised analüüsid tegid VNIHI teaduslikud töötajad G. A. Noskova ja A. P. Varnovalova; kõhurebestusi arvestas S. I. Gakitško.

loidsüsteemi purunemisega seotud väga huvitav küsimus nõuab spetsiaalset uurimist.

Kirjeldatud katsed latika ja sasaaniga viidi läbi kala lihaskoe tükikestega ja sellepärast meie ei saanud fikseerida kala surmajärgsete muudatuste staadiumi tervikuna. Terve kalaga tehti vastav katse anšoovisetaolise kaspia kiluga. Elektrivalguse abil püütud kilu jahutati kohe laevapardal kuni 5°, asetati siis kastides külma laadruumi ja pärast rannal säilitati külmhoones 0° juures.

Madal temperatuur (0°) pidurdas tunduvalt kilu lihaskoe fermentatiivseid protsesse (tabel 21). Alles pärast 60-tunnilist säilitamist ilmusid kalal algava riknemise tunnused, mida läks korda avastada peamiselt objektiivsete tunnuste järgi, eriti aga struktuurilis-mehaaniliste näitajate muudatuste, amiinhapetest saadud lämmastiku ja samuti ka kõhurebestuse järgi.

108 tunni pärast ilmusid kala kvaliteedi languse märgatavad organoleptilised tunnused: roiskumislõhnaga hallikas-kollase värvusega lima tunduv kirmetis kala pinnal, sissevajunud ja tuhmunud silmad, kerged verevalumid lõpuskaantel (roosakad põsed). On väga iseloomulik, et perioodil 60 ja 108 tunni vahel ei toimunud kala keemiliste näitajate muudatusi. Mis puutub struktuurilis-mehaanilistesse omadustesse, siis kala keha seljaosast võetud lihaskoes toimusid ainult tähtsusetud plastilise tugevuse muudatused. See on seletatav sellega, et tähendatud ajavahemikus mikroorganismide poolt toodetavad fermendid alles kogunesid kala lihaskoesse ja ei avaldanud veel täiel määral oma aktiivsust. Kala kõhuõõnes lõhkusid fermendid koe täielikult, sest kõhurebestuste arv kasvas üle 3 korra.

Niiviisi tekitasid organoleptilised näitajad väära mulje kala roiskumisest, sest pärast lima mahapesemist pinnalt veega oli kalal kvaliteetse toote lõhn ja küllalt tihe konsistents.

Edaspidisel säilitamisel kuni 132 tunnini suurenes amiinhapetest tekkinud lämmastiku kogus ja vähenes kala üldhappesus, mis on bakteriaalse lagunemise tunnus. Tunduvalt suurenes ka mikroorganismide arv kalal. Kala struktuurilis-mehaanilisi omadusi iseloomustavad näitajad muutusid samal ajal väga vähe. See annab tunnistust sellest, et fermendid ei jõudnud veel tunduval määral purustada septide, sarkolemmi ja eriti naha struktuuri, mis säilitas veel küllaldase tugevuse ja painduvuse. Kala kudede kaugeleedenenud fermentatiivse lagunemise staadiumis selle keha elastsus veidi tõuseb, mis on seletatav sünereesi nähtusega.

Subjektiivsed ja objektiivsed näitajad, mis iseloomustavad kala kvaliteeti pärast 204-tunnilist säilitamist, on omavahel täielikus kooskõlas ja annavad küllalt täieliku ettekujutuse kilu roiskumisest. Säilitamise viimasel perioodil alates 132 kuni

204 tunnini toimusid nii kala keemiliste kui ka struktuurilis-mehaaniliste omaduste tunduvad muudatused. Bakteriaalse lagunemise staadiumis muutus tunduvalt kala keha ja eriti lihaskoe struktuur, mille konsistents muutus lõdvaks ja määrivaks. Sel ajal kala seljaosa nahk säilitas veel tugevuse, painduvuse ja venimisvõime.

Tehes kokkuvõtteid tähelepanekutest, võib teha järelduse, et esitatud meetod lihaskoe seisukorra iseloomustamiseks selle struktuurilis-mehaaniliste omaduste järgi on küllalt täpne ja soovitav kasutada praktikas kala kaubandusliku ekspertiisi puhul, kui täiendus organoleptilisele katsetusele.

IV PEATÜKK

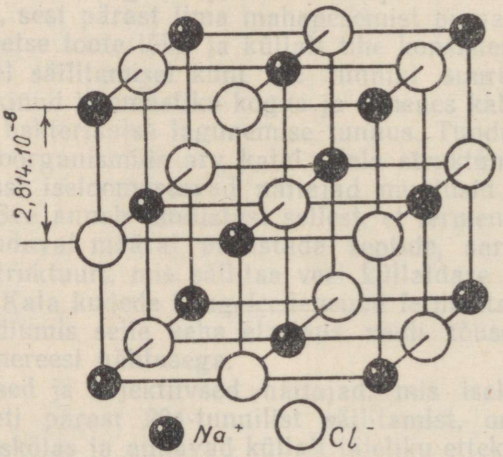
KONSERVIVAD JA ABIMATERJALID

KEEDUSOOL

Keedusool (naatriumkloriid) esineb looduses lademete kujul maapõues ja soolajärvede põhjas, soolaallikate kujul maapinnal ja lõpuks kuulub merevee koostisse, kus seda sisaldub ümmarguselt 3%.

Keedusoola peamiseks koostisosaks on naatriumkloriid. Kui tüüpiline aatomite polaarasetusega sool, moodustab ta ioonivõrgu, milles naatriumi ja kloori ioonid vahelduvad korrapäraselt. Need ioonid ei ühine võrgus paarikaupa üksikuteks molekulideks, vaid asetuvad järjekorras ühesugusel kaugusel üksteisest.

Uurides elektroonmikroskoobiga NaCl kristalli läbinud röntgenikiirte vihku, tegid füüsikud kindlaks naatriumkloriidi ja paljude teiste soolade kristallide struktuuri pidevuse. Iga ioon on ioonivõrgus ümbritsetud kuuest vastupidise märgiga ioonist



Joon. 19. NaCl kristalli ruumiline võrk.

(joonis 19). Na ja Cl ioonide vahemaa on $2{,}814 \cdot 10^{-8}$ cm (92). NaCl kristalli ei saa vaadelda kui ühesugust (pidevat) keha. NaCl kristallivõrgus on mikroskoopiliste mõõtmetega tühimikud, millel on suur tähtsus nende kristallide lahustumisel vees.

Naatriumkloriid on looduses laialt levinud, kuid puhtal kujul esineb harva ja tavaliselt on segus teiste leelis- ja leelismuldmetallide sooladega.

Mitmesuguste leiukohtade soolal on erikaal alates 2,1 kuni 2,6; soola puistekaal, sõltuvalt jahvatusest, on 1,38—1,80 (160). Hiina (daireni) soola puistekaal meie andmeil on 0,8—0,9. Keedusool jaguneb kolmeks liigiks: sette-, väljakeedetud ja kivisool.

S e t t e s o o l a k s nimetatakse soolajärvede põhjast hangitavat soola; soolalademed moodustavad mõnedes järvedes väga paksu kihi. See tekkis osa soola järve soolasest veest väljakristalliseerumise ja põhja langemise tagajärjel; see protsess kestab aastasadu ja jätkub ka praegu.

Mõnede järvede, nagu näiteks Krimmi poolsaarel asuva Saki järve pind on kaetud veeauramise tagajärjel tekkinud kristallsoola kihiga, mille all on mõnikord ravitoimega musta või halli mineraalmuda (pori) kiht. Muda all, teatavas sügavuses, asub võrdlemisi paks põhjasoolakiht.

Keedusoola toodetakse peamiselt nendest järvedest, kus puudub pealmine mudakiht. Nendes järvedes on tavaliselt kolm keedusoolakihti, ja nimelt pealmine, keskmine ja alumine.

Pealmine, võrdlemisi hiljuti tekkinud soolakiht sisaldab tunduvas koguses vett ja palju sooli-lisandeid ning seda nimetatakse uussettesoolaks (novosadka).

Teine, sügavam kiht koosneb täiesti rahuldava kvaliteediga soolast, mida tootmisviisi järgi nimetatakse ekskavaatorisoolaks; seda soola kasutab peamiselt kalatööstus.

Alumine kiht koosneb kõige suurematest soolakristallidest ja sisaldab kõige vähem kõrvalaineid; sellel soolal on kõige suurem konserviv võime ja teda nimetatakse põhjakihisoolaks ehk granatkaks.

Suurimateks soolajärvedeks meie maal on Baskuntšak ja Elton. Baskuntšaki järvest toodetava soola eriliseks omaduseks on see, et ta sisaldab vähem lisandeid, peamiselt aga $MgCl_2$, kui Eltoni järve sool.

Settesoola eriliigiks tuleb pidada mereveest päikesesoojusega spetsiaalsetes basseinides väljaaurutamise teel saadud soola.

V ä l j a k e e d e t u d soolaks nimetatakse soolaallikatest[1]

[1] Suur hulk soolajärvi on Arhangelski oblastis, kus juba XV sajandil toodeti ümmarguselt 0,5 miljonit puuda soola (131).

vee väljaaurutamise teel saadud soola. Tuleb märkida, et inimesed kõige enne õppisid soola tootma just merevee väljaaurutamise teel tulele asetatud erilistes anumates ja seoses sellega saigi tähendatud sool oma nimetuse. Väljakeedetud sool tuleb müügile lauasoola nime all ja seda kasutatakse peamiselt konservide valmistamisel; kalasoolamiseks kasutatakse seda harva.

K i v i s o o l a k s nimetatakse soola, mis asub maapõues paksude lademetena, nagu kivisüsi. Kivisool tekkis aastatuhandete kestel nähtavasti settesoolast pärast seda, kui järv täiesti ära kuivas ja järk-järgult pinnasega täitus.

Kivisoola tootmiseks ehitatakse erilised kaevandused. Kivisoola tööndusliku tootmise algus kuulub XVI—XVII sajandisse. Viimaste aastate kestel suurendas meie maa soolatööstus soolatootmist tunduvalt, kuid suuremalt osalt väljastab seda liiga jämeda jahvatusega, mõnikord isegi kampadena. See sool on kalasoolamiseks täiesti kõlblik, kui ta oma keemilistelt omadustelt vastab esimese sordi kivisoolale esitatavatele tingimustele.

NSV Liidus esinev kivisool, võrreldes teiste soolaliikidega, sisaldab kõige vähem vett ja kõige rohkem naatriumkloriidi (96,0—99,5%). Kivisoola suured lademed asuvad Ukraina NSV Artjemovski rajoonis, Sol-Iletsi ja Tšaptšatša rajoonis, samuti ka Kesk-Aasias ja Siberi põhjaosas.

Soola- ja kalatööstusrajoonide geograafiline asetus NSV Liidus määras kalatööstuste soolaga varustamise loomulikud teed. Nii Volga-Kaspia, Uraali-Kaspia ja osaliselt Aasovi-Doni rajoone varustatakse baskuntšaki settesoolaga; Aasovi-Mustamere rajoone peamiselt Krimmi sette- ja väljakeedetud soolaga; Uraali ja Siberit — pavlodari settesoolaga.

Soolaga varustamise suhtes on kaks suurt kalapüügirajooni — Põhja- (Murmanski) rajoon ja Kaug-Ida — kõige halvemates tingimustes[1]. Nende kalapüügirajoonide läheduses ei ole oma soolatööstusrajoone ja nad kasutavad ainult sisseveetud soola. Põhja rajooni varustatakse praegusel ajal peamiselt veeteel kohaleveetud baskuntšaki soolaga.

Kaug-Ida saab soola suurtes kogustes Pavlodari soolatööstustest, mis esimese viisaastaku kestel tegelikult asutati uuesti.

Keedusool jaguneb peenkristalseks (väljakeedetuks), jahvatatuks — mitmesuguse jämedusega jahvatusest (tera suurus kuni 4,5 mm), tükeldatuks ehk teraliseks, tera suurus kuni 40 mm, ja kambasoolaks — tükkide (kampade) näol, kaaluga 5—50 kg.

Peenikest väljakeedetud soola tuleb säilitada taarasse paki-

[1] Arhangelski oblasti soolaettevõtted valmistavad soolaallikatest peenikest lauasoola, mis ei kõlba tursklaste soolamiseks.

tult kinnistes ladudes või katusealustes, mis seda kaitsevad sademete eest.

Jämeda jahvatusega sette- või kivisoola säilitatakse tavaliselt lahtiselt, kusjuures kinniste ruumide puudumisel võib seda säilitada hästi ettevalmistatud ja kinnitrambitud lahtistel platvormidel, mis on tehtud tsemendist, puidust, kivisillutisest või pinnasest. Sel juhul tuleb sool katta presendiga või roguskiga ja platvorm piirata 30 cm laiuse ja vähemalt 15 cm sügavuse kraaviga atmosfäärivee ärajuhtimiseks.

Kvaliteedilt jaguneb toidu-keedusool neljaks sordiks: ekstra, kõrgem, I ja II. Erinevat sorti sooladel peavad olema järgmised näitajad (tabel 22).

Tabel 22

Sordi nimetus	Naatriumkloriidi sisaldus, %-des kuivainest, mitte vähem kui	Vees mittelahustuvate ainete sisaldus %-des kuivainest, mitte rohkem kui	Niiskusesisaldus %-des, mitte rohkem kui	Lisandite sisaldus %-des kuivainest, mitte rohkem kui	
				Ca^{++}	Mg^{++}
Ekstra	99,2	0,05	0,5	—	0,03
Kõrgem	98,0	0,2	Kivisoola jaoks 0,8, teiste soolaliikide jaoks 4,0	0,6	0,1
I	97,5	0,5	Kivisoola jaoks 0,8, sadestatud ja settesoola jaoks 5,0, väljakeedetud soola jaoks 6,0	0,6	0,1
II	96,5	1,0	Kivisoola jaoks 0,8, sadestatud ja settesoola jaoks 5,0, väljakeedetud soola jaoks 6,0	0,8	0,25

Nagu tabelist 22 selgub, on kõige suurem veesisaldus lubatud väljakeedetud soolas.

Kalasoolamiseks kasutatakse kõrgemat ja I sorti soola.

Jahvatatud sool, sõltuvalt tera suurusest, jaotatakse järgmisteks jahvatusnumbriteks, mis määratakse kindlaks soola sõelumisega läbi teatud silmasuurusega sõela (tabel 23).

Kalasoolamisel kasutatakse tavaliselt soola jahvatusest nr. 2 ja 3, harvem nr. 1.

Keedusool sisaldab üldreeglina suurema või vähema koguse mitmesuguseid lisandeid, mida võib jagada kahte gruppi: keemiliselt indiferentsed ja keemiliselt aktiivsed.

Esimesse gruppi kuuluvad vesi ja kõik vees ning soolalahuses lahustamatud ained, mis moodustavad niinimetatud lahustamata jäägi.

Tabel 23

Soola sort ja jahvatuse number	Sõela silma küljemõõt mm	Sõela läbiva soola kogus %-des, mitte vähem kui
Kõrgema ja I sordi jaoks:		
jahvatus nr. 0	0,8	90
„ nr. 1	1,2	90
„ nr. 2	2,5	90
„ nr. 3	4,5	85
II sordi jaoks:		
jahvatus nr. 1	1,2	90
„ nr. 2	2,5	90
„ nr. 3	4,5	85

Lisandite teise gruppi kuuluvad kaltsium-, magneesium- ja rauа- klooriidi- ja -väävelhappesoolad, samuti ka naatriumsulfaat.[1]

Soola kõige rohkem muutuvamaks osaks on vesi, sest sool võib võrdlemisi kiiresti ja suurtes kogustes imada vett ümbritsevast õhust, kui selle suhteline niiskus on suurem kui 75%, ja ümberpöördult, sool kuivab võrdlemisi kiiresti, kui õhu suhteline niiskus on vähem kui 70%.

Praktikas on teada palju fakte, kus soolatööstustest (näiteks Kaug-Itta) saadetud veesisalduse poolest standardne sool pärast lühiajalist säilitamist kalatööstuses muutus mittestandardseks kõrgendatud veesisalduse tõttu.

Niiske õhu atmosfääris võib niiskusesisaldus soolas tõusta kuni 12%-ni, aga pikemal säilitamisel niiskes kohas isegi rohkem. 8—10%-lise niiskuse puhul tundub sool kompamisel niiskena ja liitub tombuks; jahvatatud kivisool kuivamisel moodustab raskeltlõhutavad kambad. Väikesed soolakristallid peavad vett rohkem kinni kui suured.

Soola omadusel kiiresti muuta niiskust on kalasoolamisel suur praktiline tähtsus. Kalasoolamise juhendites antakse soolaannus lähtudes standardsest kuivast soolast, praktikas aga, kui sool on niiskem, peab annust vastavalt suurendama, kuid seda ei arvesta meistrid alati.

Niiske kliimaga maakohtades peab soola säilitama sademete ja pinnavete eest hästi kaitstud kinnistes ruumides.

Soola lahustamatu jääk koosneb peamiselt mineraalainetest liiva- ja saviosakeste näol ja samuti ka väikesest kogusest

[1] Tähendatud sooli kutsutakse ballastsooladeks.

süsihappekaltsiumist (kriit) ning väävelhappekaltsiumist (kips), mis kaasnevad naatriumkloriidiga; selle jäägi koostises võivad olla ka mõned orgaanilised ained.

Soola lahustamatu jääk on kalasoolamisel äärmiselt ebasoovitav, sest ta mustab kala pinna ja raskendab sellega sooldumist ning sooldunud kala pesemist.

Soola transportimisel lahtiste vagunite või praamidega, samuti ka säilitamisel lahtise taeva all, lahustamatu jäägi kogus suureneb tunduvalt.

Keemiliselt aktiivsed lisandid keedusoolas erinevad tunduvalt oma lahustatavuse poolest. Peale selle sõltub nende lahustatavus samuti ka temperatuurist (tabel 24).

Tabel 24

Temperatuur °C	NaCl	Keemiliselt aktiivsete keedusoola lisandite lahustatavus 100 osas vees		
		$CaCl_2$	$MgCl_2$	$MgSO_4$
0	35,5	49,6	52,8	26,9
5	35,6	54,0	—	29,3
10	35.7	60,0	53,5	31,5
20	35,9	74,0	54,5	36,2

Nagu tabelist 24 nähtub, ületab $CaCl_2$ ja $MgCl_2$ lahustatavus tunduvalt NaCl lahustatavuse, kusjuures temperatuuri tõusuga see tunduvalt suureneb. Nende soolade esinemisel ja nende suurema lahustatavuse tõttu NaCl lahustatavus veidi väheneb, mis on ebasoovitavaks teguriks kalade soolamisel.

$CaCl_2$ ja $MgCl_2$ sooladel on kibe maitse. VNIRO andmeil hakkab nende soolade vesilahustes kibedus tunduma, kui kaltsiumi ja magneesiumi ioonide kontsentratsioon on 0,15—0,18%. Selline ioonide kontsentratsioon saavutatakse kunstlikult küllastatud soolvees tingimusel, et kaltsiumi ja magneesiumi üldsisaldus keedusoolas on 0,6% (kuivainest), mis on väga ligidane nende lisandite standardi poolt lubatud sisaldusele kõrgemat ja I sorti soolas (Ca'' — 0,6% ja Mg'' — 0,1%, kokku 0,7%).

Kivisool enamasti sisaldab ballastsooli kõige vähemates kogustes üldse, eriti aga $CaCl_2$ ja $MgCl_2$, mis on selle soola eeliseks väljakeedetud ja eriti settesoola ees [1].

Samuti ei ole keedusoolas soovitavad kaaliumsoolad, mis annavad sellele ebameeldiva (kurku ärritava) kõrvalmaitse ja sisalduvad suures koguses kivisoolas (kuni 0,18%); ka pole soovitavad naatriumsulfaadi lisandid, millel on kibe maitse.

[1] Eriti väärtuslike kalade soolamisel ei tohi Ca ioonide kogus ületada 0,5 ja Mg — 0,1%.

Keedusoolas sisalduvad mõningad mikroorganismide liigid, mis on võimelised arenema ühe- ja kahevalentsete metallide soolade lahustes ja neid nimetatakse seetõttu halofiilseteks, s. t. soolalembelisteks.

Need mikroorganismid sisalduvad suurtes kogustes settesoolas, sest nad on levinud soolajärvedes. Väljakeedetud ja kivisoolas, nende tootmise momendil, neid mikroorganisme ei ole, kuid mikroflooraga seemendumine toimub transpordil ja säilitamisel kalatööstuse ettevõtetes. Praktiliselt on kõik transpordivahendid ja soolasäilitamise platvormid nakatatud nendest väga vastupidavatest mikroorganismidest.

Settesoola kvaliteedi parandamiseks hoitakse seda pärast tootmist pikemat aega vaba õhu käes kuhjades, et vabaneda kergesti lahustuvatest lisanditest ja lasta hapenduda osal orgaanilistest ainetest; sealjuures väheneb ka mikroorganismide arv soolas. Sellist soola nimetatakse laagerdunuks. Ta on kollakat värvust, laagerdamatu aga on valge. Toodetud kivi- ja väljakeedetud sool läheb kohe müügile.

VESI

Veel on rida tähelepanuväärivaid omadusi. Nimetame mõnda nendest.

1. Vesi on väga hea lahusti. Kõrge dielektrilise konstandi tõttu on temas lahustunud ainete elektrolüütiline dissotsiatsioon tunduvalt suurem kui ükskõik millises teises lahustis [1].

Vesi on polaarühend ja sellepärast on tema lahustamisvõime tihedalt seotud lahustatava aine polaaromadustega. Soolad, eriti mineraalse päritoluga, on samuti polaarühendid ja selle tunnuse poolest on neil suur sugulus veega ning nad lahustuvad selles hästi.

2. Kõigist vedelikkudest, välja arvatud elavhõbe, on veel kõige suurem pinnapinge. Sellest on suurel määral tingitud adsorbtsiooninähtused, järelikult ka vee pesemisvõime.

3. Hüdrolüüsiprotsessis, millega kaasneb ainult tähtsusetu energia muutus, astub vesi reaktsiooni orgaaniliste ainetega. Sellel vee omadusel on eriline tähtsus fermentatiivprotsessis, mis soodustab mõningate kalakaupade (soolased, vinnutatud) niinimetatud valmimist [2].

Kalatööstuses veele esitatavad nõuded sõltuvad otstarbest, milleks vett kasutatakse. Tarvitamise iseloomu poolest tehakse

---

[1] Elektriliseks dissotsatsiooniks nimetatakse elektroneutraalsete molekulide lagunemist elektriga laetud ioonideks.

[2] Antud juhul me arvestame kala lihas sisalduvat ja peamiselt just raku protoplasma koostisse kuuluvat vett.

vahet vee vahel, mis läheb tehnoloogilise protsessi otsesteks vajadusteks (tooraine ja pooltoote pesemine, konservivate ainete lahustamine, kristalliseerimine jne.), jahutamiseks ja aurumajandusele.

Vesi, nii tehnoloogilisteks vajadusteks kui ka joogiks, peab olema värvita, lõhnata ja maitseta. Keemilistest lisanditest peetakse lubamatuks väävelvesinik ja raskete metallide — vase ning seatina — soolad.

Raua- ja mangaanisoolad ei tohi kontsentratsioonis ületada 0,1 mg/l; soovitav vee kalkus on kuni 30° [1].

Kanalisatsioonist saadava joogivee sooltekepikese tiiter ei tohi olla alla 100 (96).

SUITSUTAMISVEDELIK

Suitsutamisvedelik on hapendumist takistav vahend, mis pidurdab rasva, eriti soolase rasva, hapendumist kalas. Vastavate annuste puhul annab ta soolasele kalale peale selle veel omapärase lõhna ja maitse.

Kõigist hapendumist takistavatest vahenditest on suitsutamisvedelik kõige kindlam ja odavam, mis pidurdab pikemaks ajaks rasva hapendumise soolases kalas. Suitsutamisvedelik on spetsiifilise tõrva lõhnaga tõmmu vedelik. Saadakse seda tõrvaveest — puu kuivdestilleerimise produktina, pärast tõrva eraldamist.

Surzini (90) andmeil on õhukuiva lehtpuu tõrvaveel ligikaudu järgmine koostis (%-des):

Vesi	80
Äädikhape	7—10
Lahustunud tõrv	5—7
Metüülpiiritus ja atsetoon	2—3
Formaldehüüd	1—2
Furfurool	1
Metüülatsetaat	0,2—0,4

Tõrvavee töötlemine suitsutamisvedeliku saamiseks koosneb järgmisest kolmest põhilisest operatsioonist:

1) Tõrvavee rafineerimisest kuumutamise teel kuni 100° madalas temperatuuris keeva fraktsiooni kõrvaldamiseks, mis kujutab endast 56—95° keemistemperatuuriga produktide segu (atsetoon, metüülpiiritus, amüülpiiritus jt.); nende ainete olemasolu suitsutamisvedelikus ei ole soovitav, sest osal neist on ebameeldiv lõhn ja teised omadused, mida ei tohi toiduainel olla;

[1] Kalkust väljendatakse saksa kraadides. Üks saksa kraad vastab kontsentratsioonile 10,0 mg CaO või 7,14 mg MgO ühes liitris.

2) hapu reaktsiooniga rafineeritud tõrvavee neutraliseerimisest naatriumbikarbonaadiga $NaHCO_3$; sealjuures osa tõrvavees lahustunud tõrvast eraldub vedeliku pinnale tükikeste näol ja nad riisutakse pealt ära; vedeliku reaktsiooni muutumise tagajärjel hapust neutraalseks või nõrgalt leeliseks suureneb selle taastamisvõime;

3) neutraliseeritud vedeliku õilistamisest sihiga vabaneda ebameeldivalt lehkavate ainete jäänustest ja anda sellele suitsutamisvedelikule vajalik värvus ja aroom; selle saavutame, kui kuumutame vedeliku kuni 85° ja samal ajal puhume sellest läbi õhujoa. Õilistamisel kõrvaldatakse mitte ainult kergesti hapenduvad orgaanilised ühendid, vaid auramise tagajärjel toimub ka vedeliku mõningane tihenemine.

Valmis suitsutamisvedelikul peavad olema järgmised näitajad:

Seotud lenduvad happed ümberarvutatult äädikhappele, %-des (mahust) . . .	9,0—14,0
Lenduvad aldehüüdid 100 ml-is suitsutamisvedelikus mg (arvutatult atsetaaldehüüdile)	mitte üle 20,0
Fenoolid 100 ml-is suitsutamisvedelikus (arvutatult fenoolile) mg	mitte vähem kui 350,0
100 ml suitsutamisvedeliku taastamisvõime Fellingi lahuse järgi ml-tes	mitte vähem kui 250,0
Formaldehüüd	—

Suitsutamisvedelikku peab säilitama hästi kinnikorgitud klaasballoonides, mis on pakitud seestpoolt pehme voodriga kaetud korvidesse. Temeperatuuris 10—15° on säilitamise aeg kuni 1 aasta.

Suitsutamisvedelikku, kui hapendumist takistavat ainet, lisatakse soolveele 1% ulatuses kala kaalust. Selleks pumbatakse soolvesi tõrrest (basseinist) välja spetsiaalsesse nõusse; lisatakse soolveele suitsutamisvedelik, segatakse läbi ja kallatakse siis soolvesi tagasi tõrde (basseini). Suitsutamisvedelikku kasutatakse ka kalade suitsutamisel (märgsuitsutamine), kuid selle tehnoloogiline protsess on veel keerukam ja tööstuslike tingimuste jaoks pole ta praegusel ajal veel välja töötatud.

ÄÄDIKHAPE

Valmistamisviisilt jaguneb äädikhape äädikaessentsiks ja käärimisäädikaks.

Äädikaessents on puidu kuivdestillatsiooni produkt; käärimisäädikas saadakse mikroorganismide elutegevuse tagajärjel alkoholi sisaldavates vedelikkudes. Sõltuvalt toorainest, millest on saadud käärimisäädikas, nimetatakse seda piirituse-, veini-, õuna- jne. äädikaks. Käärimisäädikas ei ole väga kange, sest

alkoholi käärimise põhjustanud mikroobid ei talu happe suuri kontsentratsioone ja hukkuvad selle kogunedes lahusesse.

Praegusel ajal kasutatakse kalatööstuses sagedamini äädikaessentsi. Seda väljastatakse 60 või 80% äädikhappe sisaldusega. Äädikaessentsi kasutatakse konservide valmistamisel, kalade erisoolamisel ja marineerimisel. Standardi kohaselt peab sellel 20° juures olema erikaal 1,070—1,063 ja kuiv jääk mitte üle 0,01%; veega segamisel ükskõik missuguses vahekorras ei tohi olla lahuse sogastumist ja opalestsentsi.

Äädikaessentsi ja vee kogus, mis on vaja võtta äädikhappelahuse (äädika) saamiseks kontsentratsiooniga 1 kuni 10% on näidatud tabelis 25.

Tabel 25

Äädikaessents 60%			Äädikaessents 80%		
soovitava äädika kontsentratsioon %-des	mitu osa võtta		soovitava äädika kontsentratsioon %-des	mitu osa võtta	
	vett	essentsi		vett	essentsi
1	98,3	1,7	1	98,7	1,3
2	96,8	3,2	2	97,5	2,5
3	95,0	5,0	3	96,3	3,7
4	93,3	6,7	4	95,0	5,0
5	91,6	8,4	5	93,7	6,3
6	90,0	10,0	6	92,5	7,5
7	88,3	11,7	7	91,3	8,7
8	86,6	13,4	8	90,0	10,0
9	85,0	15,0	9	88,7	11,3
10	83,3	16,7	10	87,5	12,5

Kui äädikaessents kanguselt ei ole standardne, siis võib antud kontsentratsiooniga äädikalahuse saamiseks lisatava veekoguse välja arvutada järgmise valemi järgi:

$$W = k\frac{A}{B}, \qquad (20)$$

kus: W — vee kogus kg;
A — äädikalahuse kogus kg;
B — vee ja äädikhappe osade summa;
k — koefitsient, mis näitab vee ja äädikhappe suhet äädikas.

Koefitsiendi k leiame valemi järgi

$$K = \frac{a - c}{c}, \qquad (21)$$

kus: a — äädikhappe kontsentratsioon %;
c — äädikalahuse kontsentratsioon %.

On näiteks äädikhape kontsentratsiooniga 66%. Nõutakse

määrata palju on vaja vett ja äädikhapet 30 kg äädika valmistamiseks kontsentratsiooniga 4%.

Valemi (21) järgi leiame k väärtuse:

$$k = \frac{66-4}{4} = \frac{62}{4} = 15{,}5.$$

Valemi (20) järgi leiame antud koguse nõutud kontsentratsiooniga äädika saamiseks vajaliku vee hulga

$$W = 15{,}5\,\frac{30{,}0}{16{,}5} = 27{,}9 \text{ kg}.$$

Siis äädikhappe kogus, mis on vaja 30 kg 4%-lise äädika saamiseks, moodustab

$$30 - 27{,}9 = 2{,}1 \text{ kg}.$$

VÜRTSID

Vürtsideks nimetatakse toidule meeldiva maitse ja lõhna andmiseks lisatavaid taimse päritoluga maitseaineid. Vürtsid kutsuvad esile seedemahlade intensiivse eritumise ja tõstavad sellega toidu omastavust.

Vürtside koostisse kuuluvad süsivesikud, valk- ja rasvained, eeterlikud õlid ja mineraalained.

Vürtsides (kuivaines) kõigub süsivesikute kogus 20 kuni 62%, lämmastike — 5 kuni 16%, rasva — 0,5 kuni 34% ja mineraalainete — 1,5 kuni 10%.

Vürtside peamine väärtus seisab nende eeterlike õlide sisalduses, mis annavad neile omapärase lõhna ja maitse.

Vürtse kasutatakse laialt mitmesuguste kalatoodete valmistamisel (vürtsitatud ja marineeritud kala, preservid, konservid, kulinaartooted). Pealeselle on real vürtsidel (nelk, kaneel, must pipar ja piment) hapendumist takistavad omadused, millel on teatav tähtsus soolaste kaupade valmistamisel rasvasest kalast.

Allpool antakse kalatöötlemisel kasutatavate peamiste vürtside lühike iseloomustus.

S i n e p. Sinepit saadakse samanimelise taime seemnetest. Spetsiaalsete kalamarinaadide valmistamisel kasutatakse sinepipulbrit, millel vastavalt GOST-i nõuetele peab olema järgmine keemiline koostis (%-des kuivainele):

	I sort	II sort
Vesi, mitte rohkem kui	10	10
Allilõli, mitte vähem kui	1,1	0,9
Rasv	11—16	11—14
Lämmastikained, mitte vähem kui	42	38
Tulk, mitte rohkem kui	5,5	6,0

Muskaatpähkel on troopilistes maades kasvava muskaatpuu vili. Muskaatpähklid sisaldavad ümmarguselt 34% rasva ja 4—15% eeterlikku õli; müügile tuleb harilikult tervelt. Kalatööstuses kasutatakse muskaatpähklit väikestes annustes suupistekonservidele tomatikastme valmistamisel ja erisoolamistel.

Kardemon — troopilise taime igihaljastest viljadest väljavõetud väikesed mustad terad (seemned). Seemned sisaldavad 3—4% eeterlikku õli; tuhasisaldus kardemonis ei tohi ületada 10%.

Kardemonil on meeldiv, mitteterav lõhn ja maitse; kasutatakse kalade marineerimisel ja vürtsidega soolamisel ning kastmete valmistamisel konservitööstuses.

Must pipar — valmimatult mahavõetud ja kiiresti kuivatatud troopilise taime marjad. Mida raskemad, kõvemad ja tumedamad on terad, seda parem on nende kvaliteet. Must pipar sisaldab vähe (kuni 3%) eeterlikku õli, kuid selle-eest sisaldab kuni 13% piperiini, mis annab temale spetsiifilise põletava maitse. Piperiin lahustub vees, isegi keevas, halvasti ja sellepärast ainult tähtsusetu osa temast läheb piprast üle kastmesse või vürtsileende. Kuid ka sellest kogusest on küllalt, et mõjutada toote maitset ja lõhna. Piperiini eraldumise suurendamiseks pipraterad peenendatakse.

Piment omab veidi rohkem eeterlikke õlisid kui must pipar (kuni 5%); piperiin temas puudub. Pimenditeradel on tõmmu värvus, meeldiv maitse ja meeldiv peen aroom. Peenendatult kuulub piment vürtside koostisse kalade soolamisel vürtsidega.

Kaneel — igihalja troopilise puu noorte võsude koor. Kaneel tuleb müügile pikkade torude või ebamäärase vormiga helepruuni värvusega tükikeste näol; sisaldab eeterlikke õlisid mitte alla 10%. Kaneeli halvematel sortidel on tõmmu värvus ja ebatasane pind.

Koriander — helepruuni ja tumepruuni värvusega aromaatse spetsiifilise lõhnaga ning magusa vürtsi maitsega seemned. Sisaldab eeterlikke õlisid kuni 1,5%. Koriander kujutab endast üheaastase taime vilja, mida meil kultiveeritakse Voroneži ja Stalingradi oblastis, Ukraina NSV-s ja maa teistes rajoonides. Ta kuulub vürtside koostisse vürtsitatud kaupade valmistamisel.

Loorberileht — pikergused lehed tasaste kergelt lainjate äärtega, pikkusega 4—6 cm, laiusega 2—3 cm, kollakasrohelise värvusega. Meie maal aretatakse õilist loorberi Krimmi lõunarannikul, Musta mere Kaukaasia rannikul (Sotšis ja lõunapoole) ja Gruusias.

Loorberileht sisaldab kuni 3% eeterlikku õli; kasutatakse seda tervelt mitmesuguste kalakaupade valmistamisel.

Aniis — üheaastase sariktaime viljad. Kultiveeritakse seda taime peamiselt Voroneži oblastis. Nõukogude aniisi loetakse maailma parimaks; tema väga väikesed hallikad seemned sisaldavad kuni 3% eeterlikku õli. Aniisi kasutatakse marineeritud ja vürtsidega soolatud kalatoodete valmistamisel. Viimastel aastatel hakati kalatööstuses kasutama palju uusi kodumaa vürtse. Toome nendest tähtsamate iseloomustuse.[1]

Lõhnhein — Nõukogude Liidu Euroopa- ja Aasia-osas laialt levinud taime maapealne osa, millel on valkjas või sinakasroheline värvus, tugev aromaatne, lõhn, mis meenutab värsket heina, ja vürtsi maitse.

Kikkaputkejuurikas — sarikõieliste sugukonda kuuluva üheaastase rohttaime juurikas. Kuivatatud juurikas on punakaspruuni või halli värvusega, veidi kühmuline, seest valge; tugeva aromaatse lõhnaga, eriti peenendatult; teravmõrkja maitsega.

Kalmusejuurikas — mitmeaastase rohttaime juurikas, kasvab tiikide juures, rabas, jõgede ja ojade kallastel; kollaka varjundiga valge ja roosakas värvus ning mõru maitse.

Kadakamarjad — küpresside sugukonda kuuluva igihalja põõsa valminud kuivatatud vili, mustjaspruuni värvusega, nõrga tõrva lõhnaga, veidi magusa vürtsi maitsega. Vili sisaldab 0,5—1,0% eeterlikke õlisid ja tunduva koguse suhkrut (glükoosi).

Kalgaanijuurikas — eriõieliste sugukonda kuuluva rohttaime mitmeaastane juurikas. Väljastpoolt on juurikas punakaspruun või tõmmu; nõrk lõhn, tugev mõrkjas vürtsi maitse.

Vürtside säilitamine

Vürtse peab säilitama tihedasti suletud taaras, kuivas, hästi õhutatavas laos, õhu suhtelise niiskusega kuni 75%. Niiskust ei tohi vürtsid sisaldada üle 12%. Vürtsid on hügroskoopsed; niiskes ruumis säilitamisel imavad nad õhust niiskust ja hallituvad kergesti. Peab arvestama seda, et suuremal osal vürtsidest on alati mikroorganismide spoore ja vegetatiivseid rakke (kokke), mis nendele sobivates tingimustes võivad rikkuda toote. Vürtsid peavad olema hea kvaliteediga, lahtumata ja puhtad. Vürtside pikaajaline säilitamine, eriti peenendatult, pole soovitav, sest aegamööda nad kaotavad eeterlikud õlid ja muud lenduvad aromaatilised ning maitseained. Pikaajalise säilitamise (üle 4 kuu) vajaduse korral peab vürtse säilitama tervelt (peenendamata).

[1] S. I. Zemljanski, NSVL ravimtaimed, Moskva, 1949.

V PEATÜKK

LÜHITEATMEID KALATÖÖSTUSES KASUTATAVATE KONSERVIVATE AINETE LAHUSTEST

Lahusteks, sõna laias mõttes, nimetatakse kahest või rohkemast ainest koosnevat süsteemi, millest üks on teise sees segunenud (lahustunud).

Allpool vaatleme ainult tahkete ainete ehtsaid vedelaid lahuseid, mida laialt kasutatakse kala-tooraine konservimisel.

Ehtsateks lahusteks nimetatakse neid, milles lahustunud osakeste läbimõõt on vähem kui $1 \cdot 10^{-6}$ mm (96).

Ehtsate lahuste iseloomulikuks omapärasuseks, väljakujunenud tasakaalu olukorras, on lahustunud aine ühtlane ruumiline jaotus lahustis. Peale selle nad moodustavad ühtlase püsiva süsteemi, mis ei püüa jaguneda üksikuteks faasideks. Keedusoola vesilahus kuulub ehtsate lahuste hulka.

LAHUSTE KONTSENTRATSIOON

Kontsentratsiooniks nimetatakse lahustunud aine kogust lahuse mahu- või kaaluühikus. Tema väljendamiseks on esitatud mitu tähistust: mahuline, kaaluline, molekulaarne ja normaalne. Tehnikas kasutatakse kaht esimest tähistust.

Mahuliseks kontsentratsiooniks nimetatakse 1 l lahuses oleva aine kogust grammides. Kalasoolamiseks ettenähtud soolalahuse (soolvee) valmistamisel arvestatakse soola- ja veekulu harilikult mahulise kontsentratsiooni järgi.

Kaaluliseks kontsentratsiooniks nimetatakse 1 kg lahuses sisalduva aine kogust grammides. Nii mahulist kui ka kaalulist kontsentratsiooni võib väljendada protsentides. Tabelis 26 on toodud andmed, mis iseloomustavad mahulise ning kaalulise kontsentratsiooni ja keedusoola vesilahuse vahelist sõltuvust 18° juures (96).

Nagu tabelist 26 nähtub, suureneb koos keedusoola kontsentratsiooni suurenemisega lahuses ka viimase erikaal.

Otsene sõltuvus kontsentratsiooni muutumise ja erikaalu vahel on lahuste üheks iseloomustavaks omaduseks, millel on suur tähtsus tehnikas.

Tabel 26

Mahuline kontsentratsioon g/l	Kaaluline kontsentratsioon %	Lahuste erikaal
10,06	1,0	1,01
46,44	5,0	1,04
101,5	10,0	1,07
160,5	15,0	1,11
223,4	20,0	1,15
283,4	25,0	1,19
323,1	26,8	1,21

Lahuste teiseks iseärasuseks, võrreldes puhta lahustiga, on kõrgem keemistemperatuur ja madalam külmumistemperatuur. Nii näiteks NaCl küllastatud vesilahus, atmosfääriõhu juures, keeb 107° ja külmub —21° juures, samal ajal kui vesi (lahusti) keeb 100° ja külmub 0° juures.

Tabelis 27 on toodud mõningate soolalahuste krüohüdraatpunktide[1] väärtused (68, 92, 121).

Tabel 27

Sool	Kaaluline kontsentratsioon %	Külmumistemperatuur °C
NaCl	22,4	—21,2
KCl	19,8	—11,1
$MgCl_2$	20,6	—33,6
$CaCl_2$	29,9	—55,0

Soolamisel kala rakumahlad küllastuvad soolaga, mille tagajärjel kala külmumispunkt tunduvalt langeb. Näiteks tugevalt soolatud vähese rasvasisaldusega kala külmub ümmarguselt —25° temperatuuris.

SOOLADE LAHUSTATAVUS

Lahustatavus väljendub tavaliselt aine kogusega grammides, mis võib lahustuda 1 l lahustis. Naatriumkloriidi lahustatavus 18° juures on 323,1 g 1 l vees (tabel 26). Kui lahusesse

[1] Krüohüdraatpunktiks nimetatakse temperatuuri, milles lahus külmub.

keedusoola juurde lisada, siis antud temperatuuris ta enam ei lahustu.

Tahkete ainete lahustatavus sõltub lahustatava aine ja lahusti loomusest ning temperatuurist.

Praegusel ajal on küllalt hästi tundma õpitud temperatuuri mõju mitmesuguste ainete lahustatavusele. On kindlaks tehtud, et harilikult tahkes olekus viibivate ainete lahustatavus koos temperatuuri tõusuga suureneb ja seda võib väljendada järgmise funktsionaalse sõltuvusega:

$$a = a + bt + ct^2 + - - -, \qquad (22)$$

kus: a — lahustatavus antud temperatuuris;
a, b, c — empiirilised koefitsiendid;
t — lahusti temperatuur.

Lahustatavuse 0 kuni 25° piirides võib välja arvutada järgmiste valemite abil (92):

naatriumkloriidi jaoks
$a = 25{,}8 + 0{,}00248\ t$;
kaaliumkloriidi jaoks
$a = 28{,}4 + 0{,}288\ t$.

Toodud valemitest nähtub, et NaCl lahustatavus on väiksem kui KCl ja koos temperatuuri tõusuga suureneb samuti tunduvalt vähemal määral.

Sõltuvalt lahusti ja lahustatava aine loomusest toimub lahustamisprotsess kas soojuse neeldumisega või eraldumisega. Sealjuures saadavat soojusefekti arvestatakse lahustatava aine üheks mooliks. Keedusoola vees lahustumise protsess toimub soojuse neeldumisega, millel on kalasoolamisel suur tähtsus.

Allpool (92) on toodud keedusoola koostisse kuuluvate üksikute soolade lahustumise soojused (pluss — soojus eraldub, miinus — soojus neeldub) kcal/mool.

NaCl	—1,2
KCl	—3,39
K_2SO_4	—6,38
$MgCl_2$	+35,92
$CaCl_2$	+17,41

Need andmed käivad keemiliselt puhaste hüdrateerimata soolade kohta. Harilikult praktikas on soolad hüdrateeritud seisukorras, s. t. nende molekulidega on ühinenud üks või mitu veemolekuli. Näiteks NaCl ja $CaCl_2$ hüdrateeritud molekulidel on järgmised valemid $NaCl \cdot 2H_2O$ ja $CaCl_2 \cdot 6H_2O$.

Soola hüdrateeritud molekulide lahustumisel langeb lahustumise soojusefekt. Näiteks veetu $CuSO_4$ lahustumissoojus võrdub + 15,8 kcal, aga hüdrateeritud molekulil $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ainult +2,8 kcal (92). See on seletatav sellega, et molekuli hüd-

ratatsioonil (kristallhüdraatide moodustumisel) on veeta sooladest juba osa soojust eraldunud.

Veeta soolade lahustumissoojus Q sõltub kahest tegurist — hüdratatsioonisoojusest (vesilahuste jaoks) q ja tahke keha struktuuri purustamise soojusefektist c, mis on oma vahel seotud järgmise võrrandiga (92):

$$Q = q + (-c). \tag{23}$$

Tahke keha struktuuri purunemisel soojus, üldreeglina, kulutatakse ära, sellepärast seisab c ees märk miinus. Tugeva iooni-võrguga sooladel on $c > q$, sellepärast selliste ainete lahustumisega kaasneb soojuse neeldumine; tugevasti hüdrateeruvate ja sealjuures nõrga võrguga soolade lahustumisel soojus eraldub, kuna $q > c$.

Kristallainete lahustumine koosneb kahest üheaegselt kulgevast protsessist: osakeste hüdratatsioonist ja kristallvõrgu purunemisest. Lahustumine toimub sel juhul, kui külgetõmbejõud lahusti molekulide ja lahustatava aine molekulide vahel on suuremad kui lahustatava aine osakeste vastastikused külgetõmbejõud omavahel. Joonistel 20, 21 on näidatud NaCl kristalli vees lahustumise skeem (A. G. Kuhlmanni järgi).

NaCl kristalli ioonid, nagu joonistest 20, 21 nähtub on vastastikuses seoses vee dipoolsete molekulidega [1], mis järk-järgult tungivad Na ja Cl ioonide vahele, kiskudes neid lahti kristallvõrgu küljest. Selle protsessi iseloomustavaks iseärasuseks on vee dipoolide vastastikune seos kristalli pinnal asetsevate Na ja Cl ioonidega.

Niisiis, mida suurem on kristall, seda aeglasemalt ta kõigi teiste võrdsete tingimuste juures lahustub, sest kristalli mõõtmete suurenemisega väheneb tema pinna suhe mahuga.

Uue vaate kohaselt võib tahkete (kristalsete) ainete lahustumisprotsess samaaegselt suuremal või vähemal määral avalduda kui difusiooni-, aga samuti ka kui puhtkeemiline või faasidevaheline protsess [2].

Faasidevaheline protsess kulgeb esialgu kristallide pinnal võrrandi järgi

$$dx = KS(C - C_x)d\tau, \tag{24}$$

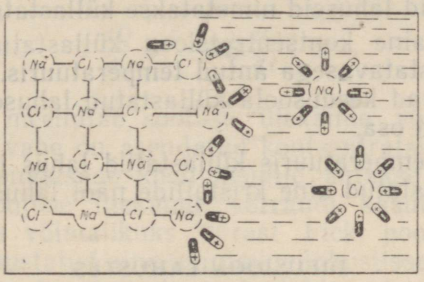
ja siis lahustunud aine äraviimine kristalli pinnalt lahusti põhimassi hulka difusiooni teel valemi järgi

$$dx = \frac{D}{\delta} S(C_y - C_x)d\tau, \tag{25}$$

[1] Molekulid, millel on selgesti väljendunud kaks poolust (positiivne ja ja negatiivne), nimetatakse dipoolideks.

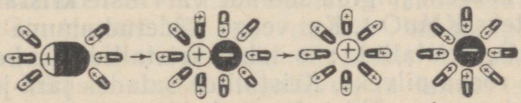
[2] D. I. Mendelejevi nimelise Üleliidulise Keemiaühingu liikmete teaduslikud tööd, NSVL TA, vihk I, 1949 (vene keeles).

kus: K — keemilise lahustumise konstant;
S — kaht faasi lahutav pind;
C — kontsentratsioon kristalli pinna juures;
C_y ja C_x — lahustatava aine kontsentratsioon kaht faasi lahutaval pinnal ja lahustis endas;
D — difusioonitegur;
δ — faasidevahelise kihi paksus;
τ — aeg.



a

Joon. 20. NaCl kristalli vees lahustamise protsessi skeem.



b

Joon. 21. Polaarelektrolüüdi ioniseerimise skeem.

Lahustunud aine võib lahuses olla molekulide ja ioonide näol. Ioonide olemasolu lahustes on tingitud kahest põhjusest: ioonide tõmbumisest üksteise juurde ja ioonide hüdratatsioonist.

Laetud osakeste vahel lahuses tegutsevat jõudu iseloomustab järgmine võrrand (97):

$$P = \frac{Q_1 Q_2}{Ar^2}, \tag{26}$$

kus: Q_1 ja Q_2 — osakeste laengud;
r — kaugus osakeste vahel;
A — lahusti dielektriline konstant.

Vesi, mille dielektriline konstant on 78 (25° juures) vähendab ioonide ja kristallide vahel tegutsevat jõudu 78 korda, mis

tunduvalt tõstab kristallide lahustatavust. Ioonide hüdratatsioon alandab potentsiaalset energiat ja soodustab sellega ioonide jagunemist.

Kui antud temperatuuri juures lahustatava aine kontsentratsioon lahuses on vähem selle aine lahustatavusest, siis loetakse lahus küllastamatuks.

Kui sellisele lahusele lisada lahustatavat ainet, siis lahustamisprotsess kestab seni, kuni tema kontsentratsioon lahuses saavutab piiri. Lahustatava aine edasisel lisamisel ta enam ei lahustu; selliseid lahuseid nimetatakse küllastatuiks.

Lahustatud aine kontsentratsioon küllastatud lahustes võrdub tema lahustatavusega antud temperatuuris. Nagu edaspidi näeme, etendavad keedusoola küllastatud lahused kalasoolamisel väga tähtsat osa.

Kui kõrges temperatuuris küllastatud lahus jahtub, siis langeb liigne lahustatud aine kristallide näol lahusest välja.

DIFUSIOON LAHUSTES

Difusiooniks, selle mõiste üldises mõttes, nimetatakse kontsentratsioonide tasakaalustamise protsessi gaasides (aurudes), vedelikkudes ja tahketes kehades, mis on põhjustatud molekulide korratu liikumisega soojuse toimel. Difusiooni nähtust lahuses on kõige kergem jälgida soolade värviliste kristallide lahustamisel (näiteks $KMnO_4$). Kui veega täidetud anuma põhja lasta mõned $KMnO_4$ kristallid, siis tekib kristallide ümber esialgu värvitud vee roosa pilveke. Kristallide sulades järk-järgult värvub kogu vesi anuma põhjas ja siis hakkavad värvuma pealpool asuvad veekihid. Nii on klaasis veevärvimise katse põhjal kerge jälgida lahustatud aine osakeste ($KMnO_4$) tungimist (difusiooni) puhtasse lahustisse (H_2O) vertikaalsuunas (alt üles), s. t. raskusjõule vastupidises suunas.

Nähtavasti võib selline ebatavaline nähtus toimuda ainult juhul, kui lahusti, eriti aga lahustatud aine osakesed on alalises liikumises ja lahuses on mingisugused jõud, mis püüavad suunata molekulide liikumist tsooni, kus on kõige vähem lahustatud ainet. Selliseks jõuks on osmootne rõhk, mis tekib lahustatud aine kontsentratsioonide vahe tagajärjel.

Difusiooniprotsess on väga aeglane; mõnel juhul ta kestab päevi, isegi kuid. Aine dQ kogus, mis difusiooniprotsessis läbib (meie juhul alt üles) pinna S (meie juhul horisontaalse), väljendub võrrandis (21)

$$dQ = -DS \frac{dC}{dx} d\tau, \qquad (27)$$

kus: τ — aeg;

$\frac{dC}{dx}$ — kontsentratsiooni gradient;

D — difusioonikoefitsient, mis sõltub difundeeriva aine liigist ja sellest keskkonnast (meie juhul vedelast), kus difusioon toimub.

Koos temperatuuri tõusuga difusioonikoefitsient suureneb, sest selle juures väheneb lahusti (vee) viskoossus ja suureneb osmootne rõhk. Kui selle võrdsuse jagame $d\tau$, siis saame difusiooni kiiruse:

$$\frac{dQ}{d\tau} = -DS\frac{dC}{dx}. \qquad (28)$$

See võrrand meenutab soojuse ülekande võrrandit, milles temperatuuride vahe on asendatud kontsentratsioonide vahega, kuna proportsionaalsuse koefitsiendile antakse teine füüsikaline mõiste. Soojuse ülekande võrrandi kasutamine osutus lahuste teoorias võimalikuks pärast Ficki poolt väljendatud hüpoteesi, et lahustatud aine tungimine lahustisse on täiesti analoogiline soojuse tungimisele soojusjuhisse ja matemaatiliselt seisukohalt lähtudes võib tema jaoks kasutada samu võrrandeid, mis Fourier kasutas soojusjuhtivuse probleemide puhul.

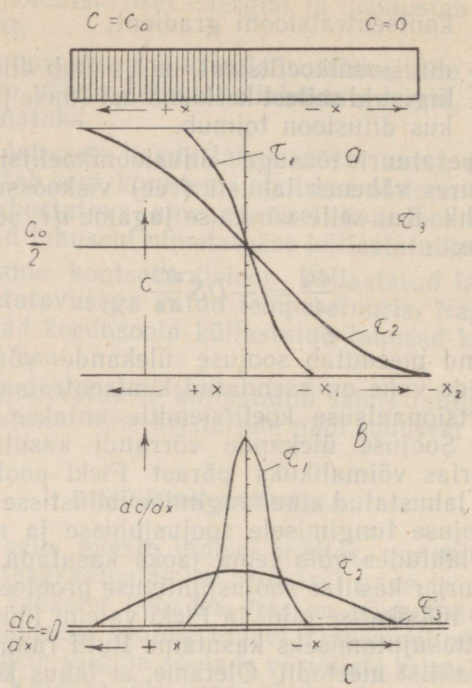
Difusiooni füüsikalise pildi ja Ficki valemi füüsikalise mõiste selgemaks ettekujutamiseks kasutame Bulli raamatus (21) kirjeldatud graafilist meetodit. Oletame, et lahus kontsentratsiooniga $C = C_0$ (joonis 22, a) puutub kokku puhta lahustiga $C = 0$ ja et difusioon toimub ainult horisontaalsuunas; märk X on lahusti suunas negatiivne ja lahuse suunas positiivne.

Siis pärast ajavahemikku τ_1, τ_2, τ_3 võib sõltuvust kontsentratsiooni C ja lahusti X vahel kujutada kõverate näol (joonis 22, b), mis näitavad lahustatud aine tungimist lahustisse sõltuvalt ajast, kui muud tegurid jäävad püsivaks.

Esimene, ajavahemikule τ_1 vastav kõver on difusiooni algperiood, kus lahustatud aine vool alles alustas liikumist ja tungis lahustisse kaugusele $X = (-X_1)$.

Teine, ajavahemikule τ_2 vastav kõver näitab difusiooni perioodi, kus lahustatud aine esimesed osakesed jõudsid difusioonisamba parempoolse äärmise punktini $(-X_2)$.

Kahe esimese kõvera järgi on kerge märgata, et sama arvu võrra, mille võrra lahustatud aine kontsentratsioon vähenes difusioonisamba vasakpoolses osas, suureneb ta difusioonisamba parempoolses osas; lahustatud aine kontsentratsioon difusioonisamba vasakpoolses osas väheneb ebaühtlaselt ja sama ebaühtlaselt ta suureneb difusioonisamba parempoolses osas. Kol-



Joon. 22. Sõltuvus kontsentratsiooni ja kauguse vahel difusioonisambas.

mas, ajavahemikule τ_3 vastav joon (sirge) näitab difusiooni lõppu, kui süsteem on saavutanud suhtelise tasakaalu; lahustunud aine kontsentratsioon on difusioonisamba kõigis osades ühesuurune ja võrdub $\frac{C_0}{2}$.

Joonise 22, c alumises osas on kujutatud samadele ajavahemikele vastavad kõverad, mis iseloomustavad kontsentratsioonide grandientide sõltuvust kaugusest.

Difusiooni kulgedes kontsentratsioonide gradient, nagu nähtub alumisest graafikust, järk-järgult väheneb ja kogu difusioonisamba ulatuses püüab 0 poole.

Difusiooni lõpul, mis vastab ajavahemikule τ_3, kontsentratsiooni gradient $\frac{dC}{dX} = 0$.

Valemi praktilisel kasutamisel on kõige raskem difusioonikoefitsiendi arvulise väärtuse leidmine.

Juhul, kui difusiooni koefitsiendi kohta puuduvad katseand-

med, võib orienteeruvaks arvutamiseks kasutada Einsteini valemit (21):

$$D = \frac{KT}{6\pi r\eta}, \qquad (30)$$

kus: η: — keskkonna viskoossus;
r — difundeeriva aine molekuli raadius;
K — Boltzmanni konstant, mis kõigil ainetel ja kõigis olukordades võrdub $1{,}38 \cdot 10^{-6}$ erg/kraadi;
T — absoluutne temperatuur.

Difusioonikoefitsient sõltub temperatuurist; temperatuuri tõusuga 1° võrra suureneb ta 2—3,5% võrra.

Kui lahustina kasutada vett, nagu see toimub kalakonservimisel, ja teostada difusiooni protsess 18° temperatuuris, siis saab Einsteini valemit tunduvalt lihtsustada:

$$D = \frac{KT}{N} \cdot \frac{1}{6\pi r\eta} = \frac{2{,}13 \cdot 10^{-13}}{r} \qquad (30a)$$

Einsteini valem annab võrdlemisi täpsed lahendused ainult nende süsteemide puhul, millel lahustatud aine osakese mõõtmed ületavad lahusti osakeste mõõtmeid (21).

OSMOOS

Osmoosiks. selle sõna tõelises mõttes, nimetatakse lahusti osakeste tungimise protsessi läbi poolläbitava vaheseina (kile) vähema kontsentratsiooniga lahusest suurema kontsentratsiooniga lahusesse. Poolläbitavaks vaheseinaks nimetatakse vaheseina, mis laseb läbi ainult lahusti osakesed ja ei lase läbi lahustunud aine osakesi. Poolläbitavateks vaheseinteks on rakukestad, pärgament jt. Poolläbitava vaheseina, samuti ka osmoosi mõiste, on tinglik; see tekkis ajal, kui arvati, et kolloidained pole difusiooniks võimelised [1].

Praegusel ajal on teada, et isegi elusad rakud on läbitavad mitte ainult vee, vaid ka elektrolüütide ja ioniseerimata orgaaniliste molekulide poolt. Surnud rakkudes täheldatakse neid nähtusi samuti, kuid neil on organiseerimatu iseloom.

Kõik rakud (elusad ja surnud) on läbitavad veest; see teostub osmootsete rõhkude vahe toimel. Samade jõudude toimel tungivad sisse elektrolüüdid, kuid nad tungivad läbi rakukeste membraanide tunduvalt aeglasemalt kui veisi. Elusate rakkude tähelepandavamaks iseärasuseks on nende kõrge elektriline

[1] Selle arvamuse avaldas Thomas Graham möödunud sajandi keskpaiku; järgnevate töödega tehti kindlaks, et kolloidosakesed difundeerivad, kuid väga aeglaselt.

takistus, mistõttu ioonid elusasse rakku tungivad ja sealt väljuvad raskustega.

Surnud rakusse on elektrolüüdil kergem sisse tungida, kuna olenevalt surmajärgsete muudatuste külgemisest raku membraani läbitavus suureneb.

Küsimus, kas elektrolüüdid tungivad rakku ainult ioonide või ka dissotsieerumata molekulide näol, on tänini selgitamata.

Kalasoolamisel me puutume kokku elektrolüütide ioonide osmoosi nähtusega mitte ainult (kalade) surnud rakkudesse, vaid samuti ka elavatesse rakkudesse — mikroorganismidesse, mis võivad olla mitte ainult kalade pinnal, vaid ka rakkudes. Osmootse rõhu toimel soolalahustes, eriti küllastatutes, suurem osa vegetatiivseid rakke hukkub, millel on kalasoolamisel väga suur tähtsus.

Lahuste suhtes on harilikult hakatud rääkima lahuse osmootsest rõhust; tegelikult on osmootne rõhk omane mitte lahusele tervikuna, vaid ainult lahustunud osakestele.

Van't-Hoff, rakendades analoogiat ideaalsete gaaside ja lahjendatud lahuste vahel, tuli otsusele, et «... lahustatud aine osmootne rõhk lahuses võrdub selle gaasi rõhuga, missugune oleks sel ainel olnud, kui ta gaasi näol samas temperatuuris oleks täitnud sama mahu, mis lahus.»

Asendades võrrandis $PV = RT$ molekulaarse mahu V kontsentratsiooniga ($V = \frac{1}{C}$), esitas van't-Hoff osmootse rõhu väljaarvutamiseks järgmise valemi (21):

$$P_0 = RTC, \tag{31}$$

kus: P_0 — lahustatud aine osmootne rõhk atm.;
C — lahustatud aine kontsentratsioon lahuses;
R — universaalne gaasikonstant, mis võrdub 0,0820 l atm/kraadi.

Valemis ei ole arvesse võetud molekulide lõhestumist (dissotsiatsiooni) lahuses ioonideks, mis on iseloomulik paljudele ainetele, eriti NaCl. Kui arvestada seda tegurit, siis saab valem järgmise kuju:

$$P_0 = iRTC, \tag{32}$$

kus: i — isotooniline koefitsient, mis arvestab aine dissotsiatsiooni; aine täieliku dissotsiatsiooni puhul $i = 2$.

Gaasi- ja osmootse rõhu vahe on selles, et gaasirõhk mõjub anuma seintele, millesse gaas on paigutatud, aga osmootne rõhk — ainult anumat poolitavale poolläbitavale vaheseinale. Osmootset rõhku võib täheldada ainult poolläbitava vaheseina olemasolu puhul, kusjuures ei ole tingimata vaja, et anum oleks

hermeetiliselt suletud. Gaasirõhku võib täheldada ainult hermeetiliselt suletud anumas.

Gaasi- ja osmootse rõhu sarnasus on selles, et nende nähtuste aluseks on gaasi osakeste või lahustunud aine ja lahusti osakeste liikumine soojuse toimel (Browni liikumine).

Bull (21), tehes ümber vant'i-Hoffi valemi ning võttes arvesse lahustatud aine ja lahusti mõningaid füüsikalisi iseärasusi, annab osmootse rõhu arvutamiseks järgmise valemi:

$$P_0 = \frac{\varrho_1 RTC}{100 M_2}, \qquad (33)$$

kus: ϱ_1 — lahusti tihedus;
M_2 — lahustatud aine molekulkaal;
C — kontsentratsioon, mis on väljendatud lahusti 100 g-is lahustunud aine grmmides.

Sel valemil on suur tähtsus difusiooniprotsesside mõistmiseks (soolamine, leotamine, suitsutamine, marineerimine jt.), mis on peamised kalakonservimise tehnoloogias. Nende protsesside kiirus sõltub osmootse rõhu suurusest, mis, nagu toodud valemist nähtub, on proportsionaalne lahustatud aine temperatuurile ja kontsentratsioonile. Selleks et keemiliste ainetega (näiteks NaCl) kiirendada kalakonservimise protsessi, on vaja see protsess teostada konserviva aine maksimaalselt võimaliku temperatuuri T ja kontsentratsiooni C juures.

Lahusti tihedus ϱ_1 ja lahustatud aine molekulkaal M_2 ei saa protsessi kiirust tunduvalt mõjutada, sest kalade konservimisel soolamise, suitsutamise ja marineerimisega on lahusti ja lahustatud aine valik piiratud.

Lahustina kasutatakse vett, aga lahustatud ainetena, sõltuvalt konservimise viisist, võivad kalade soolamisel, marineerimisel ja suitsutamisel olla vastavalt keedusool, äädikhape, fenoolid ja muud suitsu koostisosad.

VI PEATÜKK

KALA SOOLAMINE

Kala soolamine tekkis Hiinas ja Egiptuses (70) ümmarguselt 3500—4000 aastat e. m. a. See konservimise viis sai mõni aastasada hiljem teatavaks araablastele; Kerejevi andmeil kuulus soolakala juba muinasajal araabia riikide kaupade nimestikku (74).

Pärast seda, kui Idamaadel tekkisid kaubanduslikud suhted Rooma impeeriumi ja Kreekaga, sai kalasoolamine tuttavaks ka Vahemere kesk- ja läänerannikul elunevatele rahvastele. Kuid soolakala, kui toiduaine ja seda enam kui kaubaartikkel, hakkas Vahemere basseinis teatavat tähtsust omandama alles seitse-kaheksa aastasada enne meie ajaarvamist (134, 150, 161, 195).

VI s. enne m. a. organiseerivad kreeklased Vahemere ja siis ka Musta mere basseinis kaubanduslikul eesmärgil kalatööstused ja hakkavad sealjuures kasutama esijoones kalade soolamist ja kuivatamist, kui tol ajal neile teadaolevat kõige kindlamat konservimise viisi.

Nad loovad Musta ja Aasovi mere rannikuil kaubanduskolooniad, omandavad kohalikelt elanikelt vilja ja kala, mille soolatult, kuivatatult või marineeritult saadavad Kreekasse ja teistesse Vahemeremaadesse (4, 69, 125, 191). Keleni andmeil jagasid kreeklased juba tol ajal soolakala kolmeks liigiks (sordiks) — tugevaltsoolatud (tarihos teleios), keskmiseltsoolatud (hamitarihos) ja nõrgaltsoolatud (akropastos).

Soolati selliseid kalu, nagu anšoovis, skumbria, pelamiid, tuur ja lõhi (201). Kala soolati kivitõrtes (161), nõrgalt soolatud kala valmistati spetsiaalsetes kitsakaelalistes savianumates (amfora ja teised).

Aasovi ja Musta mere äärsete kreeka linnade lähedus Kiievi vürstiriigile, elav kaubavahetus, mida venelased teostasid Bütsantsiga ja ida riikidega, soodustasid kalasoolamise levikut Kiievi vürstiriigis ja siis ka põhja pool — Novgorodi vürstiriigis, kus kalatööstusel oli suur tähtsus. On kõik põhjused ole-

tamiseks, et novgorodlastel, asustades XI s. Valge mere ranniku, oli küllaldasi kogemusi kalade soolamiseks.

Lääne-Euroopa maades hakati kaubandusliku sihiga kalu soolama alates XII s. (177), Inglismaal nähtavasti varem.

Kalapüügi arenemisega kasvas ka keedusoola tähtsus kalade konservimisel, sest kuni XIX s. oli ta ainukeseks konservimise vahendiks. Alles XIX s. teisest poolest hakatakse kasutama teisi konservimisviise (kunstlik külmutamine, konservimine karpidesse), mis järk-järgult tõrjuvad soolamise välja. Kuid sellele vaatamata on veel senini soolamisel, kui massilisel ja kõige lihtsamal konservimisviisil, paljudes maades, seal hulgas ka NSV Liidus valdav tähtsus.

Soolamine on vajalik mitte ainult soolaste toodete valmistamisel, vaid ka kalade suitsutamisel, vinnutamisel ja muul viisil konservimisel. Sel juhul on tema peamine tähtsus selles, et kaitsta pooltoodet riknemise eest tema töötlemise perioodil. Soolalahus kala lihas paralüseerib mikroorganismide elutegevuse ja sellepärast on soolamine vajalik, kui eelneva konservimise element.

Peale selle annab soolamine tootele uusi maitseomadusi. Näiteks eelnevalt soolamata kuumsuitsukala ei ole nii maitsev, kui kergelt soolatud kala. Soolamine annab lõpuks valmistootele vastupidavuse tema säilitamise ja transportimise perioodil. See on eriti tähtis vinnutatud ja külmsuitsutatud toodetele.

Paljude kalade, esijoones heeringlaste ja mõningate lõhilaste juures on soolamine üks kõige otstarbekohasemaid töötlemisviise ja sellepärast on tal nähtavasti ka tulevikus kalatööstuses suur tähtsus.

KALASOOLAMISSEADMED JA SOOLAMISE TEHNIKA

Kalatööstuses kasutatavaid seadmeid, milles kala soolatakse, võib jagada kahte gruppi — perioodiliselt ja pidevalt tegutsevateks.

Perioodiliselt tegutsevate kalasoolamisseadmete töö on katkendlik (tsüklite viisi). Värske kala ja konservivad ained (sool, soolalahus) pannakse kindlas vahekorras seadmesse ja hoitakse seal seni, kui kala saavutab nõutud soolasuse. Pärast seda seade vabastatakse soolakalast, soolalahusest, lahustamata soolast ja pärast pesemist täidetakse uue partii värske kalaga ning konservivate ainetega.

Perioodilise tegevusega kalasoolamisseadmed

Need on tõrred (basseinid), salved, tünnid ja kastid.

Tõrred (basseinid) ja salved. Basseinidesse soolamine levis laialdaselt alles võrdlemisi hiljuti. Kalatööstuse tekkimise algu-

ses Venemaal säilitati ja isegi soolati kalu aukudesse või soolati maapinnale hunnikusse.

Mitmesuguse sügavusega augud, mis kaevati jõe või mere kaldasse kalapüügikoha lähedale, olid tavaliselt täisnurkse kujuga. Roguski, kõrkja või muude materjalidega kaetud augu põhja pandi soolaga segatud kala, kusjuures iga kalarea vahele riputati veel täiendavalt tublisti soola. Kui auk oli täidetud, kaeti kala pealt okste, roguski, kõrkja või muude kaluril käepärast olevate materjalidega. Kamtšatkas kaeti auk peale selle tavaliselt veel mullaga (85).

Umbes XV sajandiks hakati aukudesse soolamist täiendama. Volga keskjooksul hakati augu põhja ja külgesid kividega sillutama ning kindlustama (78). Primitiivne auku soolamine Venemaa lõunaosas likvideeriti peamiselt XVIII s. teisel poolel; põhjaosas ja Kaug-Idas püsis see viis ja kalade niinimetatud hapendamine aukudes palju kauem.

Kalade hapendamine aukudes oli eriti levinud Kamtšatka kohalike elanike (kamtšadaalide, korjakkide, kuriilide juures). See on seletatav sellega, et Kamtšatka kohalikud elanikud ei osanud saada soola mereveest ja olid sellepärast juba vanast ajast sunnitud kalu hapendama aukudes.

Roogitud, mõnikord ka terve kala, pandi selle viisi järgi hunnikusse auku, mis oli vooderdatud lehtedega, kaeti siis rohuga ja aeti mullaga kinni; kala säilitati hilissügiseni (85). Seistes suvisel ajal üle kahe kuu maa sees, hapendus kala täiesti ja lehkas hapult; selline hapendumine loeti tol ajal üheks paremaks.

Hapendumisel tekivad happed ja pH alaneb, see aga teataval määral väldib bakteriaalse lagunemise ja soodustab toote säilivust.

Tõrrel (basseinil) kui kalasoolamisseadmel on kalatööstuses kindel koht alates XIX s., kui Volga, eriti Astrahani kalatöösturid hakkasid suurtes kogustes soolama heeringat, piirates järsult tema kasutamist rasvasulatamiseks.

Tõrs (bassein) erineb salvest [1] (kastist) tunduvalt väiksemate mõõtmete poolest. Tõrs (bassein) ei mahuta üle 100 ts kala, kuna salve tavaline maht on vähemalt 150 ts kala. Dagestanis on tänini säilinud 200 ts mahuga salved. Peale selle erinevad salved ehituse poolest: neid tehakse 20 cm paksustest prussidest ja vitstega neid kokku ei tõmmata; salved võtavad oma alla külmsoolamisruumis kogu tootmispinna.

Tõrred (basseinid) tehakse puidust või tsemendist. Tsementbasseine on parem ekspluateerida; nad peavad hästi soolvett;

[1] Salvedesse soolamist samastatakse tõrde (basseini) soolamisega. Volga-Kaspia basseinis kutsutakse salve ja tõrt veel tänini kalasoolamisanumaks.

nende teenimisiga on kümneid aastaid. Tsementbasseinid tehakse täisnurksed, puittõrred aga — ümmargused ja vitsutatud.

80 ts kala mahutava tsementbasseini sisemised mõõtmed on järgmised: kõrgus 1,6 m, laius 2,6 m, pikkus 2,7 m ja maht 11,2 m^3.

Sama mahuga ümmarguse puittõrre sisemised mõõtmed on: kõrgus 1,7 m, maksimaalne läbimõõt (põhja juures) 3,15 m, maht 11,5 m^3.

Valemi täisnurkse tõrre mahutavuse G väljaarvutamiseks võib esitada järgmisel kujul:

$$G = qabh, \tag{34}$$

kus: q — kala puistekaal t/m^3;
a — tõrre laius m;
b — tõrre pikkus m;
h — tõrre kõrgus m.

Allpool on toodud valem ümmarguse tõrre mahutavuse väljaarvutamiseks:

$$G = \frac{1}{8}\pi hq\ (d_1^2 + d_2^2), \tag{35}$$

kus: d_1 — tõrre põhja läbimõõt m;
d_2 — tõrre läbimõõt ülemise vitsa kohal m.

Ümmargune tõrs tehakse kõrguselt veidi koonusesse, kusjuures tõrre ülemise osa läbimõõt on natuke väiksem kui alumisel.

Uued kalasoolamistsehhid sisustatakse peamiselt tsementbasseinidega (raudbetoonist).

Elliptilise puittõrre mahutavust G arvutatakse järgmise valemiga:

$$G = \frac{1}{8}\pi hq(d_1D_1 + d_2D_2), \tag{36}$$

kus: d_1 — lühem läbimõõt põhja juures m;
D_1 — pikem läbimõõt tõrre põhja juures m;
d_2 — lühem läbimõõt tõrre ülemises osas m;
D_2 — pikem läbimõõt tõrre ülemises osas m.

Ellipsikujulised tõrred või vannid tehakse väikeste mõõtmetega ja tavaliselt madalad ($h < 0{,}7$ m); neid kasutatakse eriti väärtuslike kalade soolamiseks ja külmutamiseks, samuti ka soolakala leotamiseks. Need tõrred ei ole statsionaarsed, nad valmistatakse ainult puidust ja vitsutatakse tavaliselt terasvitsadega; kõrguselt tehakse nad veidi koonusesse; sellepärast $d_1D_1 > d_2D_2$.

Kui tõrre kõrgus on kuni 0,7 m, siis võib tema mahutavuse väljaarvutamise valemi kirjutada lihtsamalt:

$$G = \frac{1}{4} \cdot hq\pi d_1D_1. \tag{37}$$

Muudeks kalasoolamisseadmeteks on tünnid ja kastid, milles kala soolatakse ja ka transporditakse.

Sõltuvalt kala liigist ja lahkamisviisist tehakse tünnid ja kastid mitmesuguste mõõtmetega. Meie maal standardiga lubatud maksimaalne maht on tünnil 300 l, kastil 130 kg.

Niiviisi tehakse praegusel ajal kasutatavate kalasoolamisseadmete tüübi järgi vahet kolme kalasoolamisviisi vahel ja nimelt: basseini, tünni ja kasti soolamine.

Enne kalade soolamist asetatakse basseini (salve) sisse seina äärde (täisnurksetel basseinidel tavaliselt nurka) vertikaalselt niinimetatud kaev, mis kujutab endast kahest lauast täisnurkselt kokkulöödud tavalist renni. Tema ülesandeks on kergendada soolamisel soola kontsentratsiooni muutumise jälgimist basseinis; peale selle on kaevu kaudu parem soolalahust (soolvett) alumisest basseini osast ülemisse pumbata, et ühtlustada lahuse kontsentratsiooni kogu basseini ulatuses.

Basseini soolamise tehnika on järgmine: hästi puhtakspestud kala segatakse soolaga ja laotakse reastatult basseini, iga rida omakorda puistatakse soolaga üle. Väike kala ja heeringas (peale suure ja valitud) puistatakse basseini, tasandatakse roobiga ja kaetakse kihtide viisi soolaga. Basseini põhja puistatakse enne seda soola või kallatakse soolvett (segasoolamine).

Sellises korras täidetakse bassein kala ja soolaga; täitmata jääb ainult kaevu seintega piiratud ruum. Pealt kaetakse kala samuti soolakihiga.

Umbes ühe ööpäeva pärast kala kattub soolalahusega, punase või pruunikaspunase värvusega vedeliku näol, mis tekkis soola lahustumise arvel kalast eraldunud vees.[1]

Soolalahuse erikaal on kala erikaalust suurem, sellepärast kõik basseinis asuv kala tõuseb soolvees üles. Selle vältimiseks asetatakse basseini kalade peale eriline puitrest, millele pannakse raskus (vajutus). Raskusena kasutatakse tavaliselt soolaga või suurte kividega täidetud tünne ja kaste. Kala soolduses tema erikaal tõuseb; kuid protsessi lõpul on ta siiski väiksem kui soolalahusel, milles kala sooldus. Sellepärast soolakala säilitamisel basseinides raskust (vajutust) maha ei võeta, kuid kala üleliigse kokkupressimise vältimiseks seda veidi vähendatakse.

Basseini soolamine on meie maal laialt levinud, sest kõigis suurtes kalapüügirajoonides, eriti siirdekalade ja meie ranna lähedal kudevate kalade (näiteks heeringas) püügil tuleb kala väga lühikest aega ja massiliselt. Suurte saakide (mitu tuhat tsentnerit ööpäevas) kiireks töötlemiseks peavad olema lihtsad ja mahukad seadmed. Bassein vastab täielikult neile nõuetele.

---

[1] Soolvesi värvub kala lõpustest ja siseorganitest väljunud vere arvel.

Suuremalt osalt, eriti sooja kliimaga rajoonides, peab kala soolamisel jääga jahutama. Basseini soolamisel on seda kerge teostada, raputades kalad kihtide viisi üle mitte ainult soolaga, vaid ka jääga. Tünni ja kasti soolamisel pole võimalik seda teha.

Peale selle on kalade suurtes kogustes tuleku puhul kergem basseinidesse kui tünnidesse soolata. Ühekordne (soolamise momendil) tööjõukulu on basseini soolamisel väiksem kui tünni soolamisel. Näiteks 1 ts tülka soolamiseks mehhaniseeritud liinidel on käsitsitöö vajadus basseinidesse soolamisel 1,3, aga tünnidesse soolamisel 2,7 inimtundi. Antud näites on võetud tünni soolamiseks kõige kasulikum juhus, sest tülka soolamisel ei nõuta reastamist.

Kuid basseini soolamisel on ka omad puudused, millest peamised on kala ebaühtlane sooldumine basseini kõrguse järgi ja kala kokkumuljumine soolamisel. Mõlemal puudusel on eriti suur tähtsus õrna lihaga ja täidetud maoga rasvaste kalade soolamisel.

Esimene puudus on seletatav sellega, et alumised kalad soolatakse pealmistest varem, sest nad pannakse basseini esimestena ja kaetakse varem soolveega. Selle tagajärjel alumised kalad soolduvad ülemistest veidi kiiremini. Küllastatud soolamisel ei ole sel olukorral suurt tähtsust, kuid küllastamatul soolamisel võib kala sooldumises tekkida tunduv ebaühtlus.

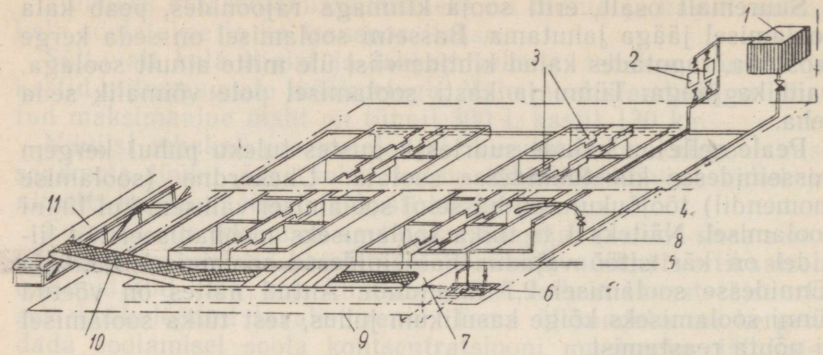
Selle basseini soolamise vea vältimiseks kasutatakse mõnikord kalade niinimetatud «kantimist». See operatsioon seisab selles, et basseini põhjas asuvad kalad tõstetakse üles ja peal asuvad kalad asetatakse põhja. See operatsioon tuleb teostada soolamisprotsessi keskpaiku, pärast seda, kui kala liha soolasisaldus on 5—7%.

Kuna see operatsioon nõuab palju tööd ja sealjuures kalade vigastamised on vältimatud, siis tuleb sellest hoiduda, asendades seda võimalikult soolvee ümberpumpamisega basseinis.

Basseini soolamise teine puudus — kalade kokkumuljumine — on esimesest tähtsam ja on mõnede kalade kvaliteedi languse põhjuseks soolamisel (näiteks rasvaheeringas).

Basseini soolamisel on töömahukamaks ja raskemaks operatsiooniks soolakala väljavõtmine basseinist; kaua aega ei läinud korda seda operatsiooni mehhaniseerida. Praegusel ajal on väljatöötatud ja rakendatud mitu basseinide mehaanilise tühjendamise viisi, millest erilist huvi pakuvad J. S. Pokrovski ja P. I. Popova ettepanekud.

J. S. Pokrovski esitas meetodi sahaliini soolaheeringa basseinidest väljavõtmiseks küllastatud soolalahuse abil, mis põhjeneb heeringa ja soolalahuse erikaalude vahel. Kuna sahalini



Joon. 23. Soolaheeringa basseinidest väljavõtmise ja pakkimistsehhi üleandmise mehhaniseerimise skeem:

1 — soolvee survepaak; *2* — soolveefiltrid; *3* — äravooluaknad; *4* — painduv voolik soolvee andmiseks basseinidesse; *5* — kanalisatsiooni; *6* — tsentrifugaalpump; *7* — soolvee kogumisbassein; *8* — soolveetorustik; *9* — soolvee kogumiskaevu põhi; *10* — võrktransportöör; *11* — sortimise linttransportöör;

soolaheeringa erikaal on 1,12—1,16, soolvee erikaal aga 1,2, siis erikaalude vahe arvel tõuseb heeringas soolvee pinnale.

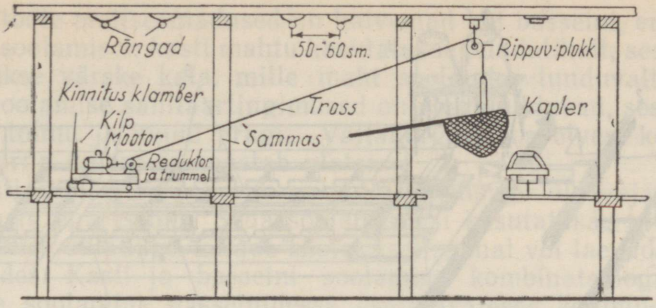
Nagu jooniselt 23 nähtub, on kahe basseinirea vahele asetatud renn äravooluakendega, mille mõõtmed on 500 × × 300 mm. Renn on soolveekoguja poole kaldu ja ta põhi asetseb allpool äravooluakent.

Valmistoodang võetakse basseinist välja järgmiselt: ventiilid avatakse, pump pannakse tööle ja soolvesi suunatakse kogumisbasseinist painduva vooliku kaudu basseini. Sealjuures heeringas tõuseb pinnale plokina (kambad), mis lõhutakse lahti roobiga või soolveejoaga voolikust; heeringas koos soolveega satub renni, mille kaudu transporditakse kuni kogumisbasseinini, kus soolvesi läbi võrktransportööri valgub kogumisbasseini, heeringas aga kulgeb transportööril sortimise ja taarasse pakkimise paigale. Eraldunud soolvesi pumbatakse kogumisbasseinist tsentrifugaalpumbaga välja ja suunatakse soolakontsentraatorite filtrite kaudu uuesti tühjendatavasse basseini. Sellise seadme tootlikkus on kuni 15 t tunnis.

Tsirkuleeriva soolvee filtreerimise korral heeringa täiendav pesemine enne pakkimist ei ole vajalik.

Kaspia basseini kalatöötlemisettevõtetes võeti kuni 1948. aastani kalu basseinidest välja käsitsi või liikuva väikese, kuni 120 kg tõstejõuga elektrikraana abil, mida siiski laialt ei kasutatud tema kogukuse, raskuse ja ebakindluse tõttu poomide liikumisel täidetud kapleriga (võrkkopaga).

Mehaanik P. I. Popov tegi ettepaneku kasutada tähendatud



Joon. 24. Soolakala basseinidest väljavõtmise seadme skeem.

protsessi mehhaniseerimiseks kärule monteeritud elektrivintsi (joonis 24).

Umbes 100 kg raskune käru kujutab endast puitplatvormi mõõtmetega 1670 × 400 × 200 mm, mis on üles seatud neljale rattale, kusjuures kaks nendest on pööratavad juhtrattad. Puitplatvormile on monteeritud: tigureduktoriga elastse muhvi abil ühendatud elektrimootor; reduktori tiguhammasratta võllile asetatud kahe poordiga sile töörullik läbimõõduga 300 mm; kaks põikplanguga tugitappi ja raam õlilülitiga elektrimootori pöörlemise muutmiseks.

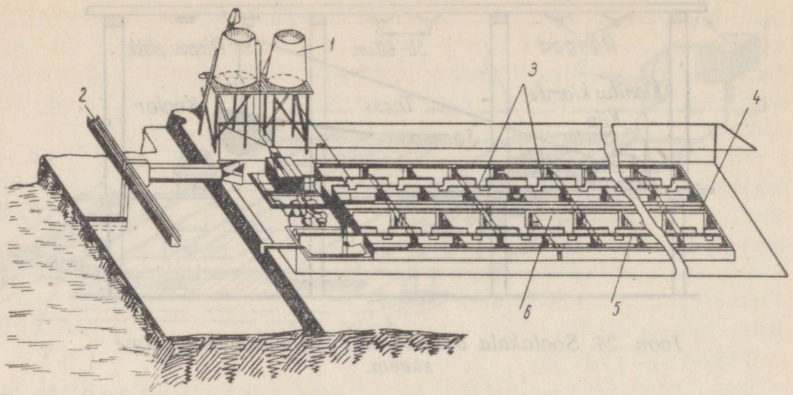
Enne tühjendamise algust pumbatakse tsentrifugaalpumba abil basseini soolvett ja kobestatakse sooldunud kokkuvajunud kala, et teda oleks parem haarata kapleriga, mille maht on 100—150 kg.

Käru asetatakse tühjendamiseks ettevalmistatud basseinist (sõltuvalt vabast ruumist) 6—8 m kaugusele ja kinnitatakse kohale; tross keritakse lahti ja plokk pannakse laerõnga külge. Pärast seda pannakse haagi otsa kanglukuga varustatud võrkkapler.

Tühjendamisprotsess toimub järgmiselt: basseinist kapleriga haaratud kala tõstetakse teatavale kõrgusele, avatakse siis kanglukk ja lastakse kalal kukkuda vagonetti.

Kapleril on pikk vars, mille abil seda igas basseini kohas võib asetada kalakihi alla.

Kalade soolamine tsirkuleeriva soolveega basseinidesse. Praegusel ajal juurutatakse tööstusesse katkendlikult tegutsevaid seadmeid kalade soolamiseks tsirkuleerivas soolvees. Nende seadmete konstruktsiooni aluseks on võetud kolm vajalikku tingimust: basseinide asetus ühel tasapinnal (N. T. Berjozin); soolakala hüdrauliline väljavõtmine basseinidest, kasutades selleks otstarbeks soolvee ja soolakala erikaalu vahet (J. S. Pokrovski); tühja tagavarabasseini olemasolu liinis sooldunud kala kanti-



Joon. 25. Sahalini heeringa tsirkuleerivas soolvees soolamise mehhaniseeritud liini plaan:

1 — soolakontsentraator; *2* — toorheeringa etteandmine; *3* — tühjendamisaknad; *4* — kala etteandmise ja vee äravoolu renn; *5* — soolamisbasseinid; *6* — soolvee basseinidesse juhtimine; *7* — sooldunud heeringa suunamine pakkimistsehhi.

mise eesmärgil ühest basseinist teise ümberasetamiseks (S. I. Gakitško).

Joonisel 25 on näidatud sahalini heeringa tsirkuleeriva soolveega basseinidesse soolamise mehhaniseeritud liini plaan, mis on välja töötatud inseneride kollektiivi poolt A. V. Terentjevi ja I. P. Levanidovi juhtimisel.

Tünni soolamine. Tünni soolamise olemus seisab selles, et soolaga segatud värske kala pannakse tünni, hoitakse teatud aeg, kuni kala sooldub (vajub), täidetakse siis tühjaksvajunud osa samal päeval soolatud kalaga (järeltäitmine), tünn kaanetatakse ja saadetakse tarbijale ilma et kala oleks ümber laotud. Heeringlaste ja väikeste kalade soolamiseks on see viis kõige täiuslikum.

Võrreldes basseini soolamisega on tünni soolamisel see eelis, et kala soolatakse kohe sellesse taarasse, millega ta saadetakse tarbijale, mistõttu väheneb tööstuslike operatsioonide arv. Kuid kalade reastatult tünnidesse pakkimise mehhaniseerimise raskus ja käsitsitöö väike tootlikkus sellel operatsioonil on peamisteks põhjusteks, mis pidurdavad heeringa tünni soolamise juurutamist rannaettevõtetes. Peale selle on tünnide seismiseks paigutamisel (enne järeltäitmist) vaja palju ruumi.

Kastidesse soolamine. Kastidesse soolamise olemus seisab selles, et soolaga segatud kala pakitakse kastidesse, milles ta sooldub, ja saadetakse selles ka tarbijale. Tekkiv soolvesi nõrgub kastist välja ja soolamisest osa ei võta.

See soolamisviis ei ole tööstuses laialt levinud, sest kastis soo-

latud toote maitseomadused on halvemad kui basseini, eriti aga tünni soolamisel; kasti mahtu kasutatakse puudulikult, sest kasti pannakse värske kala, mille maht sooldudes tunduvalt väheneb; soolamise sanitaartingimused on ebarahuldavad, sest kasti satub tolmu ja muud prügi. Väljanõrgunud soolvesi koguneb kastivirna ümber ja saastab platsi.

Kasti soolamise eeliseks on selle lihtsus; ei ole vaja erilisi seadmeid ega tsehhe. Seda soolamisviisi kasutatakse tavaliselt ekspeditsioonipüügil kalade soolamisel rannal või laevade laadruumides. Kasti ja basseini soolamise kombinatsiooniks on kalade soolamine basseinidesse asetatavatesse konteineritesse (kastidesse) (N. I. Sukrutovi ettepanek). See soolamisviis tegi edukalt läbi pooltööstuslikud katsed ühes Volga-Kaspia trusti kalatööstuses.

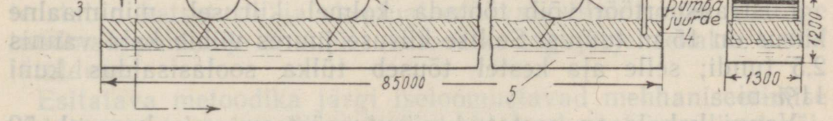
Pidevalt tegutsevad kalasoolamisseadmed

Nende seadmete kasutamine tugineb sellele, et värske kala ja konservivad ained (soolalahus) suunatakse pidevalt soolamisseadmesse ja sama pidevalt väljub sealt soolatud kala ja läbitöötatud (madala kontsentratsiooniga) soolalahus.

Pidevalt tegutsevaid seadmeid on senini kalatööstuses korda läinud kasutada ainult ühe kõige väiksema kala — tülka soolamisel, milleks on ehitatud kaks seadet, mida nende autorite nimede järgi kutsutakse Timofejevi ja Vetškanovi soolveeseadmeteks.

Timofejevi seade. Seade kujutab endast 84 m pikka ja 1,20 × 1,25 m² ristläbilõikega paaki (joonis 26).

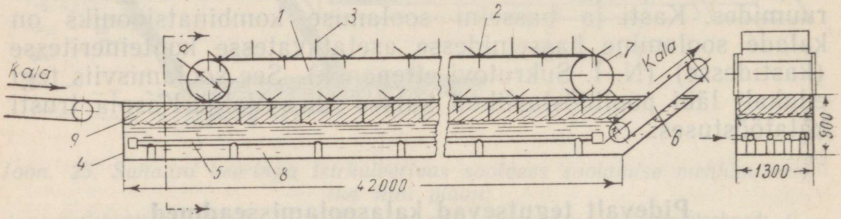
Vannis asetsevad iga 3 m tagant trumlid (segajad) läbimõõduga 0,7 m ja tiivikute pikkusega 0,5 m; vanni pikkuselt on kokku üles seatud 21 trumlit. Trumlite ülesandeks on segada kalu soolveega (kantida) ja neid edasi viia laadimiskoha juurest väljumiskohani. Vanni teenindavad kaks kalapumpa: üks suunab kala vastuvõtukaalude juurest mööda torusid vanni,



Joon. 26. Timofejevi seade:
1 — trummel (segaja); *2* — segaja tiivikud; *3* — vanni korpus; *4* — kalakiht (tülka); *5* — soolvesi.

teine tühjendab vanni ja samuti mööda torusid transpordib soolakala koos soolveega pakkimispaigani.

Segajate töötades viibib kala vannis mitte üle 1,5 tunni; selle aja kestel tülka soolasisaldus tõuseb kuni 8%-ni. Peale selle mööda torusid soolveega transportimisel tõuseb soolasisaldus veel täiendavalt 3—4% võrra. Soolamisel selles seadmes tõuseb tülka soolasisaldus lõpuks maksimaalselt kuni 12%-ni. Seadme tootlikkus on 10 t tunnis.



Joon. 27. Vetškanovi seade:

1 — liisttransportöör; *2* — segaja; *3* — transportööri liist; *4* — vanni korpus; *5* — toru soolvee juhtimiseks vanni; *6* — transportöör kala väljavõtmiseks ja nõrutamiseks; *7* — kalakiht (tülka); *8* — soolveekiht.

Vetškanovi seade. Vetškanovi seade (joonis 27) kujutab endast raudbetoonist reservuaari pikkusega 42 m, laiusega 1,8 m ja kõrgusega 1,14 m (välismõõtmed); vanni seinte paksus on 0,14 m. Soolvee kanguse kontrollimiseks on vanni külgseinte juurde asetatud kolm kaevu mõõtmetega 0,6 × 1,2 × 1,14 m.

Vanni seintele on üles seatud liisttransportööri karkass. Liisttransportööri lint koosneb kahest 400 mm vahekaugusega paralleelharust, mis omavahel on kinnitatud otstes rulle omavate põikpuudega; rullid veerevad mööda suunajaid (metall-linte), mis on kinnitatud vanni seintele.

Põikpuude külge on kinnitatud segajad ja liistud, mis transportööri pikkuselt omavahel vahelduvad.

Segajad on 1 cm läbimõõduga ja 30 cm pikkusega metallvardad; igal põikpuul asetseb 12 sellist varrast-segajat. Liistud kujutavad endast 1,5 m pikki ja 0,36 m laiu puitplaate; transportööri pikkuselt on neid 98 tükki. Liistude abil toimub kalade edasiliikumine vannis, kuna segajad segavad liistude vahel asuvat kala.

Liistransportöör võib töötada kolmel kiirusel; minimaalne kiirus on 15 m tunnis. Sellise kiiruse juures viibib kala vannis 2,5 tundi; selle aja kestel tõuseb tülka soolasisaldus kuni 11%-ni.

Vanni kohale on asetatud niisutussüsteem, mis koosneb 50 torust 0,1 mm suuruste augukestega, mille kaudu suunatakse vanni soolvesi, mis niisutab kalade ülemisi kihte.

Peale selle on soolvee andmiseks pikuti mööda vanni põhja asetatud kolm rida samas läbimõõdus aukudega torusid, mis täidavad barbotööri ülesannet. Liigse soolvee ärajuhtimiseks on vanni lõpus äravoolurenn. Soolvesi pumbatakse niisutussüsteemi ja vanni neljatollise pumbaga. Vanni tühjendamisruumist võetakse kalad välja kallaku võrktransportööriga, millel on ribid (puitlangud) kalade haaramiseks soolveest. Seadme tootlikkus on 5 t tunnis.

Kirjeldatud seadmete eeliseks on soolamisprotsessi kindel normaliseerimine ja selle täielik mehhaniseerimine.

Nende peamisteks puudusteks on suurus, suure ruumala vajadus ülesseadmiseks. Isegi selline väike kalake, nagu tülka (kaal 1,5—2 g), sooldub nendes seadmetes kuni 11—12% soolasisalduseni. Niiviisi ei ole suuremate kalade (nagu heeringas) soolamine nendes võimalik, sest nende kalade sooldumisprotsess, isegi nõrgaltsoolatud toote valmistamisel, kestab päevi.

Neil põhjustel ei ole Timofejevi ja Vetškanovi seadmed saanud laia levikut tööstuses. Nad konstrueeriti ebaõige oletuse alusel, et soolamine tsirkuleerivates soolvetes, võrreldes kuivsoolamisega, kiirendab protsessi kestust 7 ja enam korda. See küsimus on põhjalikult läbi töötatud meie artiklis (27).

Pidevalt tegutsevatel kalasoolamisseadmetel on kahtlemata tulevik, kuid selleks on vaja leida meetodeid kalasoolamisprotsessi kestuse tunduvaks lühendamiseks.

Ainult tsirkuleeriva soolvee kasutamisega pole praktiliselt võimalik soolamisprotsessi kiirendada.

KALASOOLAMISLIINI TÖÖ ANALÜÜSI METOODIKA

Kalatöötlemisprotsessi mehhaniseerimine on sellises staadiumis, kus ainult mehhaniseeritud liinide ja üksikute mehhanismide arvuline suurendamine ei saa tööstust rahuldada. Peamine tähelepanu tuleb pöörata mehhaniseeritud liinide kvaliteedile, nende õigele ekspluateerimisele ja peamiselt nende tootlikkuse täielikule ärakasutamisele.

Mehhaniseeritud liinide konstruktsiooni täiuslikkuse hindamisel on suur tähtsus nende katsetamise metoodikal. Ei ole harvad juhud, kus mitmesuguste mehhaniseeritud liinide valesti teostatud katsetuste ja ekspluateeritavate liinide töö ebaõige tundmaõppimise ja analüüsi metoodika tagajärjel tehakse valed järeldused.

Esitatava metoodika järgi iseloomustavad mehhaniseerimise efektiivsust tehnoloogilised ja tootmis-ekspluatatsioonilised näitajad.

Näitajate esimesse gruppi paigutatakse keskmine sooldumis-

kiirus, sooldumise ühtlus, toote kvaliteet, toote väljatulek ja konservivate ainete kulu.

Teise gruppi kuuluvad tehnoloogiliste, abi- ja transpordioperatsioonide mehhaniseerimise aste, käsitsitöö vajadus, kütuse ja elektrienergia kulu, seadmete all olev pindala, ehituse ja ekspluatatsiooni maksumus.

Tehnoloogilised näitajad

Keskmine sooldumiskiirus. Keskmiseks sooldumiskiiruseks me nimetame ajaühiku (tunni) jooksul kalasse tunginud soolakogust (%-des). Määratakse seda valemiga

$$V_k = \frac{C_2 - C_1}{t},$$

kus: V_k — keskmine sooldumiskiirus tunni jooksul %-des;
C_1 — soolasisaldus kalalihas sooldumisprotsessi algul %-des;
C_2 — soolasisaldus kala lihas sooldumisprotsessi lõpul %-des;
τ — sooldumise kestus tundides.

Sooldumise ühtlus. Sooldumise ühtluseks nimetame suurust, mis iseloomustab, kuivõrd kaldub kõrvale keskmisest suurusest soolasisaldus kalades, mis on võetud soolamisprotsessi kindlal perioodil kalasoolamisseadme mitmesugustest kohtadest.

Selle näitaja määramiseks on vaja kalasoolamiseseadmest vähemalt üheksast kohast (alumisest, keskmisest ja pealmisest tsoonist) võtta proovid soolasisalduse kindlakstegemiseks kalas. Proovid võetakse igast tsoonist diagonaali järgi nurgast, keskelt ja vastasnurgast.

Oletame, et soolasisaldus kala proovides aja τ möödudes kalasoolamisseadmes oli: esimeses reas C_1, C_2, C_3, teises reas C_4, C_5, C_6 ja kolmandas reas C_7, C_8, C_9.

Siit järgneb, et ajale τ vastaval soolamisprotsessi momendil antud kalasoolamisseadmes soolduva kalaploki keskmine soolasisaldus on

$$C_k = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_9}{9}.$$

Üldisel kujul võib selle valemi kirjutada järgmiselt:

$$C_k = \frac{\Sigma C_n}{n}, \qquad (38)$$

kus: n — mõõtmiste arv;
C_n — iga mõõte väärtus.

Oletame, et C_6 kaldub C_k-st maksimaalselt, C_2 aga C_k-st mini-

maalselt kõrvale, siis absoluutne kõrvalekaldumine C_k on: maksimaalne

$$C^{1} = C_6 - C_k \text{ (või } C_k - C_6),$$

minimaalne

$$C^{11} = C_2 - C_k \text{ (või } C_k - C_2).$$

Kuid absoluutsete kõrvalekaldumiste suurus ei iseloomusta veel soolamisrežiimi tervikuna, sest teiste punktide näitajad (meie juhul üheksast seitse) pole sellejuures arvesse võetud.

Sellepärast on vaja soolamisrežiimi iseloomustada mõninga suhtelise näitajaga sooldumise ühtluse koefitsiendi K_1 näol, mille võib määrata järgmise valemiga:

$$K_1 = 1 - \frac{1}{C_k}[(C_k - C_k^{1}) + (C_k'' - C_k)]. \quad (39)$$

C_k' ka C_k'' väärtused leiame valemiga

$$C_k^{1} = \frac{\Sigma C_n}{n},$$

kus igaüks väärtustest $C_n \leqslant C_k$, aga C_k^{11} valemist

$$C_k'' = \frac{\Sigma C_n}{n},$$

kus igaüks väärtustest $C_n > C_k$. Mida lähemal on K_1 ühele, seda ühtlasemalt toimub kalasooldumise protsess. See näitaja on väga tähtis kalasoolamisseadme konstruktsiooni täiuslikkuse iseloomustamisel.

Toote kvaliteet. Toote kvaliteeti hinnatakse kehtivate standarditega. Toodet oleks soovitav hinnata objektiivsete näitajate järgi, kuid soolaste kaupade jaoks pole sellist meetodit veel välja töötatud.

Toote väljatulek. Toote väljatulek arvutatakse järgmise valemiga

$$g = \frac{P_1 - (P_1 - P_2)}{P_1}, \quad (40)$$

kus: g — toote väljatulek %;
P_1 — kala kaal enne soolamist ts;
P_2 — kala kaal pärast soolamist ts.

Konservivate materjalide kulu. Kalasoolamisel on konservivaks materjaliks sool, mida kasutatakse kristallidena või soolveena.

Soolakulu arvutatakse järgmise valemiga

$$g_1 = \frac{G_1 - G_2}{P_1}, \quad (41)$$

kus: g_1 — soolakulu 100 kg soolatud kala kohta;
G_1 — sooldumise algul kasutatud soola kaal kg;
G_2 — pärast sooldumist järelejäänud soola kaal kg;
P_1 — kala kaal enne sooldumist kg.

Soolveega või segasoolamisel peab soolvee kaalu kristallsoola peale ümber arvutama. Ümberarvutamise kord on toodud soolamise kaalubilansi kirjeldamisel.

Tootmis-ekspluatatsioonilised näitajad

Tööjõu kokkuhoiu koefitsient. Mehhaniseerimise ja automatiseerimise tagajärjel saavutatud tööjõu kokkuhoiu koefitsient arvutatakse valemi järgi

$$n_1 = \frac{a}{A}, \tag{42}$$

kus: n_1 — tööjõu kokkuhoiu koefitsient;
a — mehhaniseerimise tulemusena kokkuhoitud tööjõud (inimtundides);
A — tööjõu üldine vajadus käsitsi kalatöötlemisel (inimtundides).

See koefitsient näitab, mil määral mehhaniseerimine ja automatiseerimine mõjutasid tööjõu kokkuhoidu antud tööstuses teatud toote valmistamisel. Mida lähemal on see koefitsient ühele, seda suuremat mõju avaldasid tööjõu vähenemisele ja sellega ka tööliste arvule tootmisprotsessi organiseerimise täiustamine, mehhaniseerimine ja automatiseerimine.

Käsitsitöö vajadus. Käsitsitöö vajadus 1 t kala-tooraine töötlemiseks arvutatakse järgmise valemiga

$$A = \frac{B}{P_1}, \tag{43}$$

kus: A — käsitsitöö vajadus 1 t kala-tooraine töötlemiseks inimtundides;
B — antud koguse tooraine töötlemiseks kulutatud tööjõud (inimtundides);
P_1 — töödeldud tooraine kogus t.

Selle valemi järgi arvutamisel tuleb võtta kala vähemalt 1 t ja arvestada ainult tööliste tegelikku tööd ning mehhaniseerimisvahendeid nende täiel koormatusel. Mehhanismide seisakut või tühjalt töötamist ei arvestata.

Kalasoolamisseadmete kasuliku mahu ärakasutamise koefitsient. Pindala, mille liin oma alla võtab, sõltub esijoones soolamisseadmete mõõtmetest ja nende mahu ärakasutamisest. Transpordivahendid vajavad võrdlemisi vähe pinda ja niiviisi ei

avalda tunduvat mõju liini all oleva pinna ja sellepärast ka kogu kalasoloamistsehhi pinna suurusele.

Iga kalasoolamisseadme mahu võib jaotada kaheks tsooniks: töötsoon, kus viibib soolduv kala, ja töötu tsoon, mis on ette nähtud kalasoolamisprotsessi normaalse kulgemise kindlustamiseks. Näiteks basseinis on töötuks tsooniks kahe põhja vaheline ruum, aga Timofejevi ja Vetškanovi seadmete juures soolveepadi (kiht), mis vajab väga palju mahtu. Kõige täiuslikumaks konstruktsiooniks on tünn, mille maht kasutatakse täielikult kaladega täitmiseks.

Kalasoolamisseadmete kasuliku mahu ärakasutamise koefitsiendi võib määrata järgmise valemiga:

$$K_2 = \frac{V_1}{V_2}, \tag{44}$$

kus: K_2 — kalasoolamisseadme kasuliku mahu ärakasutamise koefitsient;
V_1 — kalasoolamisseadme töömaht m³;
V_2 — kalasoolamisseadme üldmaht m³.

Mida lähemal see koefitsient on ühele, seda täiuslikum on kalasoolamisseade.

Elektrienergia vajadus. 1 t tooraine töötlemiseks vajalikku elektrienergiat arvutatakse järgmise valemiga:

$$W_1 = \frac{W}{P}, \tag{45}$$

kus: W_1 — 1 t tooraine töötlemiseks vajalik elektrienergia kWh;
W — antud toorainekoguse P töötlemiseks vajalik elektrienergia kulu kWh;
P — töödeldud tooraine kogus t.

Toote väljalase seadmete all oleva pinna ühiku kohta. Selle näitaja arvutamisel võetakse arvesse kõigi masinate, mehhanismide, seadiste ja katsetatava liini rakiste all olev pindala. Ühe tunni kestel väljalastud toodangu kogus arvestatakse väljaarvutatud pindalale. Selle näitaja leiame järgmise valemiga:

$$P^1_2 = \frac{P_2}{S}, \tag{46}$$

kus: P^1_2 — toote väljalase seadmete all oleva pinna ühiku kohta t/m² tunnis;
P_2 — toote väljalase 1 tunni kestel t;
S — seadmete all olev pindala.

See näitaja on väga tähtis, sest võivad küll olla väga tootlikud mehhanismid, kuid kui nad võtavad oma alla väga suure

pindala, siis real juhtudel pole nende kasutamine majanduslikult otstarbekohane.

Ehitamise ja ekspluateerimise maksumus. Mehhaniseeritud töötlemise liinid peavad olema suure tootlikkusega ja võrdlemisi odavad. Mehhaniseeritud liinide ehitamise ja ekspluateerimise maksumus on väga tähtsaks näitajaks nende töö efektiivsuse määramisel.

Lõpuks peab märkima, et mitmesuguste kalasoolamisliinide ja üksikute mehhanismide võrdluskatsetel tuleb kinni pidada järgmistest tingimustest. Katsetusteks võetud kalad peavad olema ühesugused liigilt, mõõtmetelt, kvaliteedilt, keemiliselt koostiselt ja lahkamisviisilt. Sooldumisprotsess tuleb katkes-

Tabel 28

Näitajate nimetus	Mehhaniseerimata soolamine basseinidesse	Mehhaniseeritud liinid				
		Gorbunovi kuivsoolamisliin basseini soolamiseks	Burkaltsevi kuivsoolamisliin basseini soolamiseks	Vetškanovi liin soolvees soolamiseks	Timofejevi liin soolvees soolamiseks	Mehhaniseeritud liin tünni soolamiseks
Kala soolasisaldus %	11,60	11,60	11,60	11,70	12,40	10,40
Sooldumise kestus tundides	2,15	2,15	2,50	2,50	1,85	2,50
Keskmine sooldumiskiirus %-des tunnis	5,95	5,95	4,65	4,70	5,70	4,16
Toote väljatulek %-des	75,6	75,6	75,6	78,1	78,1	—
Toodangu kvaliteet			hea			
Liini tootlikkus t/tun.	10,0	20,0	12,0	5,0	10,0	10,0
Tööjõu kokkuhoiu koefitsient	0,0	0,40	—	0,51	—	0,65
Soolamisseadmete all olev pindala m^2	113,0	152,0	113,0	100,8	124,0	—
Toodangu väljalase soolamisseadme all oleva pindala 1 m^2 kohta, t/tunnis	0,13	0,13	0,10	0,05	0,08	0,06
Kalasoolamisseadmete mahu ärakasutamise koefitsient	0,90	0,90	0,90	0,40	0,40	1,00
Elektrienergia kulu 1 t töödeldava kala kohta, kWh	—	2,62	2,32	4,86	4,49	1,60
Käsitsitöö vajadus 1 t töödeldava kala kohta, inimtundi	14,10	7,71	7,90	6,65	6,68	4,97
Amortiseerimise ja ekspluateerimise juurdehindlused 1 t töödeldava kala kohta, rublades	62,15	38,64	40,85	56,70	52,80	25,66

tada, kui on saavutatud ette kindlaksmääratud kala soolsus; soolasisalduse kõikumised kalas on lubatud ± 1% piirides.

Tabelis 28 on toodud mitmesuguste tülkasoolamisliinide võrdlev iseloomustus, mis on koostatud eespool kirjeldatud meetodil teostatud arvutuste alusel.

Basseini soolamise mehhaniseeritud liinil on oma ekspluatatsiooniliste ja tehniliste näitajate poolest võrreldes soolveeliinidega suured eelised.

Nendest on peamised:

suur tootlikkus, millel on väga suur tähtsus kala vastuvõtul kaluritelt ja kala-tooraine kvaliteedi säilitamisel;

võimalus väljastada kala igasuguse soolasisaldusega, sealhulgas ka tugevaltsoolatuna;

väiksem pindalavajadus 1 t toote väljastamiseks.

Praegusel ajal on basseini soolamise mehhaniseeritud liinid kõige efektiivsemad.

Tünni soolamise liini peamiseks väärtuseks on suurem mehhaniseerimisaste ja selle tagajärjel kõige väiksem käsitsitöö vajadus.

Kuid vaatamata tünni soolamise liinide silmanähtavatele eelistele, ei ole nad kilu, tülka ja hamsa soolamisel saanud suurt levikut, sest selle soolamisviisi juures, nagu varem oli mainitud, on vaja palju ruumi kaladega täidetud tünnide asetamisel kalade vajumiseks. Tööstustes, kus on küllalt ruumi, on tünni soolamine kõige efektiivsem.

KALASOOLAMISVIISID

Soolamisprotsessis tungib sool kala kudedesse füüsikaliste ja keemiliste tegurite toimel. Sellisteks teguriteks on difusioon, osmoos ja väga keerukad biokeemilised protsessid, mis on seotud kala koostisse kuuluvate ainete (esijoones valgu) muutumisega.

Lahustatud aine edasiliikumine suure kontsentratsiooniga lõikudest toimub osmootse rõhu toimel. Osmootse rõhu muutumist kahe erineva kontsentratsiooniga naatriumkloriidi lahuse piiril temperatuuris 18° iseloomustavad järgmised suurused [1]:

NaCl kontsentratsioon %				
esimesel lahusel	26,8	26,8	26,8	26,8
teisel lahusel	0,3	10,8	15,8	24,9
NaCl kontsentratsioonide vahe %	26,5	16,0	11,0	1,9
NaCl osmootne rõhk atm	114,0	71,0	47,4	8,2

[1] Osmootse rõhu suurus arvutati Bulli valemiga (21).

Kala keha võib vaadelda kui poolläbitavaid kilesid omavate ja mitmesuguste keemiliste ainetega täidetud kiudude ja rakkude suure koguse summat.

Soola tungimine läbi kala liha moodustavate rakkude poolläbitavate seinte põhjeneb osmoosi nähtusele. Väljaspool kala ja kala liha rakkudes asuvad soolalahused püüavad oma kontsentratsiooni võrdsustada.

Vee ja soolalahuse segunemine rakus, samuti ka väljaspool kala, põhjeneb difusiooni nähtusele. Soolamisprotsessi normaalseks teostumiseks on vaja, et kala pealispinda ümbritseks soolalahus, sest kristalses olekus sool loomulikult ei saa tungida kala lihasse.

Biokeemilised ja keemilised protsessid kalas kulgevad soolamisel fermentide ja keedusoola toimel.

Nende protsesside tagajärjel soolakala liha kaotab valmimisel toore maitse ja lõhna, tiheneb ja muutub söödavaks ilma täiendava kulinaarse töötlemiseta. Soolamisel kulgevad biokeemilised protsessid kalas tunduvalt aeglasemalt kui füüsikalised (difusioon ja osmoos).

Kalasoolamine on väga pikaldane protsess ja mõnel juhul kestab 25—30 ööpäeva.

Protsessi alguseks tuleb pidada momenti, millal sool puutus kokku kala pealispinnaga, kusjuures on ükskõik, kas sool on kristalses või lahustunud olekus. Praktiliselt peetakse sooldumisprotsessi alguseks momenti, millal bassein, tünn või mõni muu kalasoolamisseade on täidetud kala ja soolaga.

Sooldumisprotsess lõpeb, kui kogu soolamisseadmes asuv kala on saavutanud vajaliku soolsuse.

Tehnoloogilise protsessi õige organiseerimise puhul tuleb sooldunud kala basseinist kiiresti välja võtta, vabastada soolajääkidest, soolveega puhtaks pesta ja taarasse pakkida.

Juhul, kui toodet tuleb tööstuses pikemat aega säilitada, on parem pärast pesemist säilitada teda basseinides soolveega ülekallatult.

Soolakala kvaliteet säilib sel juhul paremini ja on kergem jälgida tema seisukorda.

Juba vanast ajast on tööstuses kasutamisel kolm põhilist soolamisviisi: kuiv-, märg- ja segasoolamine.

Kuivsoolamine. Kala soolatakse kuiva soolaga ja soolalahus tekib kalast väljaimbunud vee arvel.[1] Praktiliselt tähendab see seda, et terved või lahatud kalad veeretatakse soolaga kokku, pannakse siis kalasoolamisanumasse (basseini, tünni jne.) ja kihtide vahele puistatakse soola veel täiendavalt.

---

[1] Tööstuses nimetatakse kuivaks soolaks kristalset soola ja sellepärast on see mõiste tinglik.

Niiviisi on protsessi algul kalasoolamiseseadmes (näiteks basseinis) kristalne sool ja kala; soolalahus puudub. Selle tunnuse järgi nimetatakse selline soolamisviis kuivaks.

Edaspidi osmootsete jõudude ja soola hügroskoopsuse toimel kalast väljaimbunud vesi imatakse, sool lahustub vees ja võrdlemisi kiiresti tekib lahus, mida kalatööstuses kutsutakse loomulikuks ehk naturaalseks tuzlukiks [1] (soolvesi).

Väliselt võib see tuzluk olla värvitu või mitmesuguses varjundis tumepruunika värvusega, mis sõltub kala liigist, seisukorrast, sooldumisviisist, temperatuurist ja soolaannusest. Näiteks kevadise ohhoota heeringa soolamisel temperatuuris 5° soolaannusega kuni 18% on soolveel pruunikaspunane värvus, aga temperatuuris üle 15° soolaannusega 31% on soolvesi kergelt roosakas. Sooldumisprotsessi lõpuks soolvesi igal juhul kahvatub.

Kõige sagedamini kasutatakse kuivsoolamist alla 6% soolasisaldusega kalade (tursklased, kudeheeringas, vobla jt.) ja samuti ka väikeste kalade (hamsa, tülka jne.) töötlemisel.

Soola lahustumise tagajärjel kala jahtub, mida peetakse positiivseks teguriks eriti kuuma kliimaga rajoonides.

Allpool on toodud meie poolt saadud andmed, mis näitavad tülka temperatuuri muutumist soolamisel vaba õhu käes olevatesse presentbasseinidesse (katse teostati maikuul õhu temperatuuris 30°; soola temperatuur oli 26°).

Soolamisest möödunud aeg	Kala temperatuur °C
Soolamise algul	24
15 minutit	24
1 tund	22
3 tundi	21
4 tundi	20,5
5 tundi	20,5

Nagu neist andmeist nähtub, alanes kala temperatuur soolamisprotsessi kestel 3,5° võrra.

Kuivsoolamisel on kaks olulist puudust.

Soolaste kaupade valmistamisprotsessi, eriti suurte kalade puhul, on kuivsoolamisel raske mehhaniseerida. Kõige rohkem tööd nõuavad värske kala basseinidesse asetamine ning sealt soolatud kala väljavõtmine ja kõik järgnevad valmistoote pakkimisega seotud protsessid.

[1] Tuzluk on keedusoolalahuse tšuvašikeelne nimetus; kalatööstuses on ta tugevasti juurdunud juba aegadest, kui Volgal hakati organiseerima kalapüüki ja kalade massilist soolamist.

Kui soolalahuse asemel kasutatakse kristalset soola, siis sooldumisprotsess veidi pidurdub, sest soolalahus ei teki kohe ja soola tungimine kala lihaskoesse mõnevõrra hilineb.

Kõrgetesse basseinidesse soolamisel sooldub kala sel põhjusel basseini kõrguselt ebaühtlaselt, millest rääkisime juba varem.

Rasvaste kalade soolamisel ei teki nii palju soolvett, et see täidaks tühimikud basseinis; pealmised kihid soolduvad soolveest katmata. Nende kalakihtide rasv hapendub, mis alandab toote kaubalist ja toiteväärtust. Rasvaseid kalu sellepärast kuivsoolamisega ei töödelda.

Kuivsoolamise teisendiks on «pööningule või laudile» (hunnikusse) soolamine, mis seisab selles, et kala soolatakse hunnikusse, riita; tekkiv soolvesi valgub kalalt maha ja soolamisest osa ei võta. Sellise soolamisviisi juures kala mitte ainult ei konservita soolaga, vaid temast aetakse ka vesi välja (teda kuivatatakse), kuna kala kaotab vähemalt 40% esialgsest veest.

Pööningule soolamise nimetuse sai see viis muistsel ajal, kui vene mereäärsed elanikud hakkasid Barentsi merest turska püüdma võrdlemisi suuremõõtmelistel (kuni 12 m) spetsiaalsetel purjekatel; nende laadruumidel olid vahelaed, mida kutsuti pööninguteks (137). Neil pööninguil soolati kalu.

Praegustel traallaevadel on samuti laadruumi osas veidi pööningutele sarnanevad ruumid. Sellepärast on veel praeguse ajani kalade riita-(kuiv-)soolamine säilitanud oma endise nimetuse. Sel viisil soolatakse tavaliselt turska, rahnkala ja muid kalu. Traallaevadel soolatakse pööningule selleks, et maksimaalselt ära kasutada laevade laadruumide kasulikku mahtu; peale selle teeb basseinide kasutamine traallaevadel töö keerukamaks, eriti lainetuse ajal.

Rannal soolamisel kutsutakse seda soolamisviisi hunnikusse soolamiseks, mis tuleneb sõnast hunnik (virn, kuhi).

Meie maal oli hunnikusse soolamine varem laialt levinud Kaug-Idas, kus selliselt töödeldi iga aasta üle 2 milj. ts lõhilasi. Praegusel ajal lõhilaste soolamisel seda soolamisviisi ei kasutata ja ta on asendatud täiuslikuma basseini soolamisega.

Märgsoolamine. Märjaks ehk soolveega soolamiseks nimetatakse soolamisviisi, kus kala soolatakse selleks otstarbeks varem valmistatud soolalahusesse, mida kutsutakse kunstlikuks soolveeks. Sellisel soolveel on nõrgalt pruunikas värvus, mis nähtavasti on tingitud soola mineraalsetest ja orgaanilistest lisanditest.

Pärast sooldumisprotsessi lõppu selline soolvesi oma välisilmelt läheneb naturaalsele, kuid on alati vähem värvitud ja läbipaistvam.

Märgsoolamisel asetatakse värske kala tervelt või lahatult

küllastatud soolveega täidetud seadmesse (basseini, vanni) ja peetakse seal vajaliku aja kestel. Nõnda satub kala selle soolamisviisi juures kohe soolalahusesse ja sellepärast seda nimetataksegi märgsoolamiseks.

Soolvees soolamine on eriti levinud nõrgaltsoolatud kalade tootmisel, peamiselt selliste, mis on määratud kuivatamiseks kõrgetes temperatuurides ja kuumsuitsutamiseks; samuti kasutatakse seda tuurlaste pressitud kalamarja ja lõhilaste teralise kalamarja valmistamisel; soolaste kaupade massilisel tootmisel seda ei kasutata.

Soolvees soolamise peamiseks puuduseks on soolvee esialgse kontsentratsiooni kiire langus sooldumisprotsessis kalast eritunud vee arvel. Soolvee kontsentratsiooni alanemise vältimiseks soola lisamine basseini ühte või mitmesse paika vajalikku efekti ei anna, sest soola lahustumise kiirus jääb maha kiirusest, millega soolvett lahjendav vesi eritub kalast. Peale selle kulgeb difusiooniprotsess liikumatutes soolvetes ja sellest olenevalt ka kontsentratsioonide ühtlustumine basseinis äärmiselt aeglaselt, mis põhjustab kala ebaühtlase sooldumise, pidurdab sooldumisprotsessi ja kokkuvõttes põhjustab kalade kvaliteedi languse ning isegi riknemise.

Neil põhjustel kasutati soolvees soolamist tööstuses võrdlemisi harva. TINRO teaduslik töötaja T. M. Borissov teostas 1939. a. katsetöid selle soolamisviisi täiustamiseks.

T. M. Borissov, arvestades seda märgsoolamise puudust — soolvee liikumatust — tegi ettepaneku ajada pidevalt pumbaga soolvett läbi basseinis olevate kalade ja erilises aparaadis — kontsentraatoris — küllastada soolvett ning pärast seda kasutada teda uuesti soolamiseks.

Ühtlasi tegi ta ettepaneku soolvee abil mehhaniseerida kalade soolamine ja eriti kantimine ning basseinide tühjendamine, ehitades selleks niinimetatud astmelised basseinid. Tänu T. M. Borissovi töödele ilmus tööstusse märgsoolamise eriline teisendliik, tegelikult aga uus soolamisviis, mida autor nimetas soolamiseks tsirkuleerivates soolvetes.

Selle meetodi eeliseks on kõige paremad tingimused kalasoolamise protsessi mehhaniseerimiseks.

Tsirkuleerivate soolvete kasutamise idee on praegusel ajal võetud mõningate väikeste kalade soolamisprotsessi mehhaniseerimise aluseks (Vetškanovi, Timofejevi jt. seadmed) ja samuti ka viimastel aastatel Sahalinil loodud vastavate heeringasoolamisseadmete aluseks.

Segasoolamine. Segasoolamisel soolatakse kala kuiva soolaga ja soolveega, s. t. soolaga segatud kala asetatakse basseini, mille põhja on eelnevalt kallatud kunstlikku soolvett. Seega mõjutavad kala üheaegselt sool ja soolalahus (soolvesi).

Selle viisi juures kala pinnal asuv sool takistab soolvee magedaks muutumist ja ise, lahustudes kalast erituva vee arvel, tekitab täiendava koguse soolvett. Selle tagajärjel jääb soolvesi küllastatuks (kõrvaldatakse märgsoolamise puudus) ja soolamisprotsess algab kohe, ilma et kala välised lihakihid väga palju vett kaotaksid (kõrvaldatakse kuivsoolamise puudus).

Rasvaste kalade soolamisel kallatakse basseini rohkem soolvett kui lahjade kalade puhul, sest rasvased kalad eritavad vett aeglasemalt ja vähemates kogustes ning selle tõttu võib osutuda, et soolvett ei jätku basseini täitumiseks.

Soolvee kiire tekkimine on rasvaste kalade soolamisel eriti tähtis, sest nende kalade pikemaajalisel õhu käes seismisel alaneb kvaliteet rasva hapendumise tagajärjel.

*

Peale jaotamist soolakasutamisviisi järgi jaguneb soolamine sõltuvalt temperatuuritingimustest soojaks, jahutatuks ja külmaks.

Kala jahutamise peamiseks vahendiks soolamisel on jää, mis peenendatult koos soolaga pannakse kalakihtide vahele basseini. Soolvee magedaksmuutumise vältimiseks suurendatakse soolakogust basseinis selliselt, et teda jätkuks mitte ainult kalade sooldumiseks, vaid ka sulanud jää arvel soolvee küllastunud lisakoguse tekkimiseks.

Soesoolamine. Soesoolamiseks nimetatakse kalade soolamist jääga jahutamata ja mittejahutatavates ruumides. See nimetus ei ole täiesti täpne, sest sel juhul tuleb soesoolamiseks pidada ka kalade soolamist kevadel ja sügisel, kui õhutemperatuur on madal.

Soesoolamine on eriti levinud põhjas; lõunas soolatakse jääd kasutamata kogu aasta väikest, kiiresti soolduvat kala (kilu, hamsa), suuremat aga ainult varakevadel ja hilissügisel.

Jahutatud soolamine. Selle soolamisviisi järgi jahutatakse kala peenendatud jääga basseinides kuni kala temperatuur on 5 kuni 0° piirides. Jahutatud soolamiseks loetakse ka kalade soolamist jahutatavates ruumides, kus temperatuur harilikult kõigub 0 kuni 7° (jäähoidlad, külmsoolamisruumid). Kuid viimasel juhul, eriti suure rasvase kala soolamisel, peab basseinidesse lisama peenendatud jääd.

Jahutatud soolamine on kõige rohkem levinud meie maal, eriti heeringlaste ja lõhilaste soolamisel. Selle soolamisviisi juures on suur tähtsus jää- ja soolaannusel. Jahutamise ülesandeks on pidurdada autolüüsi ja bakteriaalseid protsesse kala lihaskoes ja sellega säilitada tema kvaliteeti sooldumise kestel.

Kala soolamisel jahutatult pannakse basseini põhja õhuke

kiht peenendatud jääd koos soolaga, millele asetatakse kalakiht. Kalakihile puistatakse õhuke kiht soola, siis peenendatud jääd ja sellele jälle soola. Pärast seda pannakse teine kalakiht, siis uuesti kiht soola, jääd ja jälle soola; edaspidi operatsioonid korduvad.

Basseini täitmisel tuleb soola- ja jääannust iga kalakihi jaoks suurendada. Basseini kõrguse järgi jaotatakse jää ja soola segu üldine kogus järgmiselt: basseini alumisele kolmandikule 15—20%, keskmisele 30—40% ja ülemisele kolmandikule 40—55%.

Selline jää ja soola jaotamine basseini kõrguse järgi on tingitud kahest peamisest põhjusest: esiteks sellest, et basseini sisu imab soojust kõige rohkem ülevalt, oma lahtisest küljest ja vähem basseini külgmistelt pindadelt, ning vastavalt sellele sulab jää ülemistes kalakihtides kõige intensiivsemalt; teiseks kattuvad ülemised kalakihid soolveega kõige hiljem ja on sellepärast halvemates tingimustes.

Vee tekkimisega jää arvel peab arvestama kui teguriga ja sellepärast peab ülemiste kalakihtide soolaannust suurendama. Väikese soolaannuse puhul, kui ei arvestata jääsulamisel tekkivat vett, muutub soolvesi, eriti kõrgemates kalakihtides, magedaks. Sellest olenevalt võib aeglase sooldumise tagajärjel kala sort langeda või kala täiesti roiskuda.

Külmsoolamine. Külmsoolamiseks nimetatakse sellist soolamisviisi, kus kala on eelnevalt külmutatud. Kala külmutatakse jää-soolasegus; külmsoolatakse suuri rasvaseid kalu (beluuga, valge lõhi, sjomga, tuur, nelma, tšavõõtša, suur heeringas jt.).

Kalade külmutamisel enne soolamist on sihiks kaitsta kalaliha sügavaid kihte riknemise eest, sest suured ja eriti veel rasvased kalad soolduvad väga aeglaselt.

Külmutatud kala veeretatakse soolaga kokku, pannakse basseini ja soolatakse harilikult kuiva soolaga.

Külm on seega külmsoolamisel esialgu konservivaks vahendiks, mis avaldab kiiremat toimet kui sool, pärast aga, kala sulades, toimub tema sooldumine, kusjuures külmaga konservimine asendub soolaga konservimisega.

Kala külmutatakse tavalistes soolamisbasseinides ja samuti ka tünnides ja vannides. Selleks pannakse basseini põhja 4—5 cm paksune kiht peenendatud jääd ja sellele soola 10—12% jää kaalust. Kala asetatakse jää-soolasegule lõikepinnaga üles (kui ta on lahatud) ja puistatakse veidi soola peale. Kalakihile pannakse jääd ja soola sama palju kui basseini põhja ja siis laotakse teine kalakiht jne.

Täidetud basseinis pannakse ülemisele kalakihile kaks korda niipalju jää-soolasegu, kui pandi igale üksikule eelnevatest kihtidest. Ebatootlike külmakadude vähendamiseks peab pealmise segukihi hundinuialehtedega või mõne muu isoleeriva materja-

liga kinni katma. Külmutamisel kõigub jääkulu 80—100% ja soolakulu 10—15% piirides kala-tooraine kaalust.

Pärast kalade külmutamist kõrvaldatakse pinnale jäänud sool noa või harjaga; pärast seda hõõrutakse kala hoolikalt soolaga sisse, nii et õhuke soolakiht kataks kogu kala keha pinna, eriti aga lõikepinnad, ja kala pannakse siis basseini.

Külmsoolamine nõuab väga palju tööd ja sellepärast kasutatakse seda delikatess-balõkktoodete tootmisprotsessis nõrgaltsoolatud pooltoote valmistamisel suitsutamiseks ja vinnutamiseks ja samuti ka suurte rasvaste heeringate, sjomga ja teiste hinnaliste kalade soolamisel.

KALADE SOOLDUMISKIIRUST MÕJUTAVAD TEGURID

Kalade soolamisel on väga tähtis teada ja arvestada tegureid, millest sõltub kalade sooldumiskiirus.

Sooldumiskiirus on üks kõige vähem uuritud küsimusi soolamisteoorias.

Piisab sellest, kui öelda, et senini ei ole veel selle mõiste jaoks üldtunnustatud määratlust ja mitmesugused uurijad käsitlevad seda küsimust mitut moodi.

Sooldumiskiiruse küsimust me valgustasime juba varem (27) ja sellepärast käesolevas töös me peatume ainult sooldumiskiirust mõjutavatel teguritel.

Sooldumiskestuseks loetakse aega, mis on vaja nõutava soolsusega toote valmistamiseks. Kala soolsus määratakse kindlaks lihaskoe keemilise analüüsiga naatriumkloriidi sisalduse peale [1].

Tugevaltsoolatud kalas ei ületa naatriumkloriidi kogus 20%, harilikult on see 16—18%.

Küllaldase soolaannuse puhul mõjutavad kala sooldumiskestust järgmised tegurid (lõpetatud sooldumise puhul).

Soolamisviis. Kuiv- ja segasoolamisel on sooldumise kestus mõnevõrra pikem kui soolamisel tsirkuleerivates soolvetes, mis on hästi näha tabelis 29 toodud tülka sooldumisprotsessi vaatlusandmetest (27).

Võrreldes kuivsoolamisega väheneb sooldumiskestus tsirkuleerivates soolvetes teoreetiliselt 1,3 korda.

Saada 16—18% soolasisaldusega kala, s. t. valmistada teda tugevaltsoolatuna, on märgsoolamisel liikumatus soolvees praktiliselt võimatu. Selleks tuleks basseini panna soolvett ja kala vähemalt vahekorras 10 : 1, s. t. kasutada soolamismahtu ebaratsionaalselt. Võrreldes liikumatute soolvetega väheneb tsirkuleerivates soolvetes sooldumiskestus teoreetiliselt 1,8 korda.

[1] Väikesel kalal (näiteks tülka) määratakse naatriumkloriidi sisaldus kindlaks kogu kalas.

Tabel 29

Soolamisviis	Tülka soolasisaldus %-des pärast erinevaid sooldumisaegu				
	2 tundi	4 tundi	6 tundi	8 tundi	10 tundi
Kuiv	8,71	11,65	12,92	15,90	16,16
Sega	9,38	12,37	14,44	16,41	17,21
Tsirkuleerivas soolvees (Timofejevi seade)	10,89	12,71	14,98	16,66	17,40

Soola keemiline koostis ja jahvatusaste. Kaltsiumi- ja magneesiumisoolade kõrgendatud kogus pidurdab soola tungimist kalasse (eriti sooldumise esimestel päevadel), mida näeme tabelis 30 toodud mereahvena soolamise (158) vaatlusandmetest. Soolakristallide mõõtmete mõju suhtes soola kalasse tungimise kiirusele valitseb arvamus, et peenike sool aeglustab protsessi. L. P. Minder seletab seda kala pinna ja pindmiste lihakihtide tugeva kuivamisega. M. I. Turpajev seletab seda väikeste soolaterakeste liiga suure summaarse pinnaga, võrreldes suurte teradega (160), mille tõttu kala pinnal asuva niiskuse imab sool ilma soolvett tekitamata.

Tabel 30

Soola keemiline koostis	Kala liha soolsus %-des pärast sooldumise kestust ööpäevades			
	1	3	6	9
Keemiliselt puhas NaCl	9,8	16,0	19,7	22,4
99% NaCl + 1% $MgCl_2$	6,5	15,7	18,7	19,0
95,4% NaCl + 4,6% $MgCl_2$	5,9	12,7	17,1	18,0
90% NaCl + 10% Na_2SO_4	7,1	10,5	15,3	17,1

Selle küsimuse selgitamiseks soolati kala seljaosast väljalõigatud ja nahast vabastatud 25 × 25 × 25 mm suurusi lihatükke.

Tabel 31[1]

Soola iseloomustus	Kala soolasisaldus %-des pärast erinevat sooldumisaega tundides						
	0,5	1	2	4	6	8	10
Lauasool	3,29	6,03	7,30	9,08	10,91	12,94	15,50
Jahvatus nr. 2	3,78	5,58	5,94	8,47	10,82	12,92	14,92
Granatka	2,55	4,11	5,77	6,99	10,86	12,53	13,44

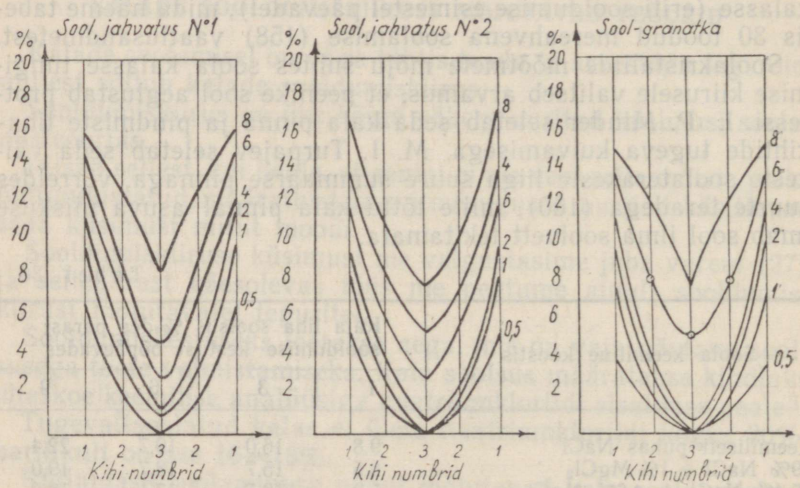
[1] Koos autoriga võttis katsetöödest osa E. I. Afanasjeva (Jeiski kalatehas).

Katseteks kasutati erinevast jahvatusest soola, kusjuures tulemused olid vastupidised kehtivale arvamusele (tabel 31).

Tabelist 31 nähtub, et peenikese (laua-) soolaga soolatud kalatükid sooldusid kiiremini kui jämeda soolaga soolatud tükid.

Ühtlasi tehti katseid soolasisalduse määramiseks kalatükkides nende läbilõike järgi. Selleks lõigati soolatud kala iga tükike kolmeks ühepaksuseks (3 mm) viiluks.

Kõigis kolmes peensoolaga soolatud viilus suurenes soolasisaldus protsessi algul kiiremini kui tükkides, mis olid soolatud soolaga jahvatusest nr. 2 ja eriti granatkaga (joonis 28). Niisiis peensoolaga soolamine ei pidurda sooldumist, vaid vastupidi, kiirendab seda.



Joon. 28. Soolasisalduse jaotus kala tükikestes soolamisprotsessi kestel, kasutades soolamiseks mitmesugusest jahvatusest soola. Graafikul on näidatud vasakul soolasisaldus kalas %-des, paremal — soolamise kestus tundides.

Joonisel 28 on kujukalt näidatud, kuidas sool tungib kalatüki sisse. Kalatüki keskmises — kolmandas viilus avastati keemilise analüüsiga vähe soola (ümmarguselt 1%); soolamisel peensoolaga — tunni aja pärast, soolaga jahvatusest nr. 2 — kahe tunni pärast ja granatkaga — nelja tunni pärast. Alles pärast 8 tundi kestnud sooldumist hakkab kalatüki viilude soolasisalduses järsk vahe, kõikide soolamisjuhtude puhul, vähenema.

Seega tabeli 31 ja joonise 28 andmed tõendavad, et kalafilee tükikeste soolamisel peensoolaga sooldumise kestus ei suurene, vaid väheneb. See küsimus vajab veel kontrollimist tervete kalade ja vigastamata nahaga lahatud kalade soolamisel.

Kivisoola põletavat toimet kalaliha pindmistele kihtidele kaldume meie seletama soola keemilise koostisega, aga mitte tema peenendusastmega. Ballastsoolade, eriti aga kaltsiumkloriidi ja magneesiumkloriidi kõrgendatud sisaldus keedusoolas nähtavasti oligi kalaliha pindmise kihi intensiivse veekaotuse ja selles kihis valgu kalgestumise põhjuseks, mis esimestel päevadel takistas kala sooldumist (tabel 30).

Soola kõrgendatud niiskus kuni teatava piirini (kuni 5%) ei mõjuta sooldumise kestust, kuid sel juhul peab kalasoolamisel soolakogust (annust) suurendama. Kui soolaannust ei suurendata, siis liiga niiske, üle 5% vett sisaldav sool ei anna kuivsoolamisel küllalt kanget soolvett, mis juba tunduvalt mõjutab sooldumisprotsessi kestust.

Kala mõõtmed ja kala pealispinna suhe tema paksusega. Sooldumiskiirust mõjutab suurel määral kala pealispinna suhe tema paksusega, mis selgub difusiooni võrrandist:

$$dQ = -DS\frac{dC}{dx}d_\tau, \qquad (46)$$

kus: S — kala pind;
x — võib pidada ligikaudu kala maksimaalse paksuse pooleks.

Järelikult, mida suurem on suhe $\frac{S}{x}$, seda väiksem on muude võrdsete tingimuste juures sooldumiskestus. Seetõttu kasutatakse paljusid lahkamisviise kalade paksuse vähendamise ja pinna suurendamise eesmärgil.

Tabelis 32 on toodud andmed kaspia latika sooldumise kohta sõltuvalt tema mõõtmetest (N. I. Sukrutovi järgi); kala paremaks säilitamiseks tema kohaletoimetamisel püügipaikadelt teostati katseid kergelt riivsoolatud toorainega.

Tabel 32

Kala suurus	Enne katse algust riivsoolatud tooraine soolasisaldus %	Kalaliha soolasisalduse muutumine %-des sooldumiskestuse juures ööpäevades			
		1,5	3,5	5,5	8,0
Suur	2,6	3,4	5,7	8,4	9,3
Keskmine	2,5	5,0	8,2	9,2	11,6
Väike	3,2	6,8	8,6	9,8	13,3

Seda riivsoolamisviisi praktiseeritakse Volga-Kaspia rajoonis selleks, et vältida kala roiskumist tema transpordil ja säilitamisel enne töötlemist.

Naha ja soomuste jätmine kala pinnale. Nagu nähtub tabeli 33 (158) andmeist, sooldub nahata kala tunduvalt kiiremini kui nahaga kala.

Tabel 33

Uurimisobjekt	NaCl kogus kala lihas %	
	22 tunni pärast	4 päeva pärast
Tursk, nahata	9,7	19,8
Tursk, nahaga	1,9	11,9

Rasvasema kala sooldumisel on soolsuse vahe väiksem. Näiteks I. P. Levanidovi andmeil sisaldas kevadise sahalini heeringa liha 48 tundi pärast soolamist koos nahaga 5,9% ja nahata soolatult 12,2% soola. Hästi toitunud sahalini heeringa sooldumisel on sama aja pärast nahaga ja nahata soolatud heeringate lihas soolasisalduse vahe tähtsusetu, moodustades 1,2%.

Antud juhul avaldab kalasoolamisele suurt mõju nahaalune rasvakiht, mis on soola sissetungil suuremaks takistuseks kui nahk ja soomused.

Operatsiooni töömahukuse tõttu ja kartusest liha määrida tootmistingimustes kalalt nahka ära ei võeta.

Uurides soomuste mõju särje sooldumiskiirusele liikumatus küllastatud soolvees, A. M. Dragunov ja N. E. Kassimova avastasid, et soomus tunduvalt aeglustab soola tungimist kalasse (tabel 34).

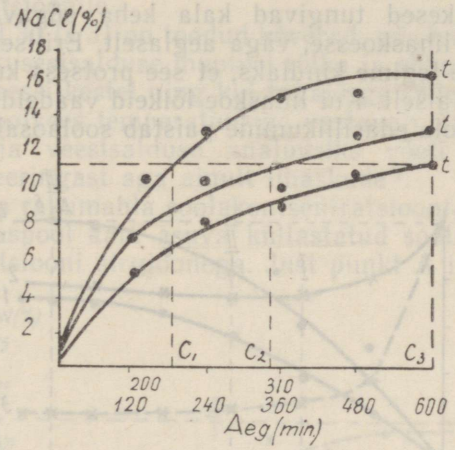
Tabel 34

Sooldumiskestus tundides	Soolasisaldus %	
	soomustega kalas	soomusteta kalas
0,5	1,2	3,6
1,0	1,8	5,6
2,0	2,9	8,3
4,0	4,8	11,4
6,0	7,0	14,4

Kuid operatsiooni töömahukuse tõttu ja paljude kalade kaubavälimuse halvenemise vältimiseks ei võeta soolamisel soomust ära just meelega.

Kala keha temperatuur. Kala temperatuuri tõusuga väheneb sooldumiskestus. Maikuul püütud tülka liikumatus küllastatud soolvees temperatuuriga 0, 15 ja 30° sooldumise kõverad on too-

dud joonisel 29[1]. Pärast 10-tunnilist sooldumist tõusis 0°-ses soolvees soolatud kala soolasisaldus 11,5%-le. Punktist B tõmbame joone paralleelselt abstsissteljega, kuni ristumiseni ordinaatide joonega (punktiirjoon AB). Siis võib selle joone ristumispunktide järgi sooldumiskõveratega temperatuuri 15 ja 30° juures kindlaks määrata, kui kaua tülka sooldub 11,5%-lise soolasisalduse saamiseks soolvee antud temperatuuride juures (punktid C_1 ja C_2 abstsissteljel).



Joon. 29. Tülka sooldumise kõverad erineva temperatuuri juures.

Niisviisi lüheneb tülka sooldumisel kuni 11,5% soolasisalduseni, temperatuuri tõustes 0 kuni 15°, sooldumiskestus 600 : : 310 = 1,94 korda, aga temperatuuri tõustes kuni 30°-ni — 600 : 200 = 3 korda. Siit järeldub, et temperatuuri tõusuga 1° võrra lüheneb tülka sooldumisprotsessi kestus 13 min. võrra, mis vastab 2,2%-le sooldumiseks 0° juures vajalikust ajast.

Kuid kala või soolvee temperatuuri tõstmisse sooldumisel tuleb suhtuda väga ettevaatlikult, sest kala sooldumine kulgeb siiski aeglasemalt kui fermentatiivne protsess ja mikroorganismide arenemine.

Sellepärast on võrdlemisi paksu ja nahaaluse rasvakihiga ning tiheda soomusega kaetud nahaga kala optimaalseks sooldumistemperatuuriks, nagu näitasid meie vaatlused, 5—7°.

Väikseid kalu (kilu, tülkat, hamsat) võib soolata kõrgemas temperatuuris, sest sooldumine kulgeb kiiresti ja vajalik naatriumkloriidi kontsentratsioon saavutatakse enne liha roiskumise algust.

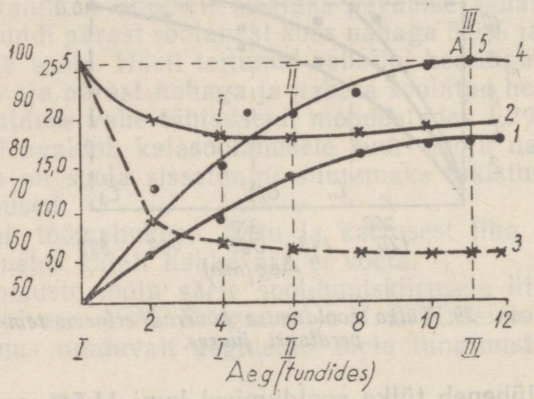
[1] Koos autoriga võttis katsetest osa E. D. Afanasjeva (Jeiski kalatehas).

Kuid ka neid kalu, kui nad on võrdlemisi rasvased ja täidetud kõhuga, ei ole otstarbekohane soolata temperatuuris 20° ja üle, sest siis suurenevad tunduvalt kõhurebestused [1] ja rasvakaod.

LÕPETATUD JA KATKESTATUD SOOLDUMINE

Sooldumisprotsessi iseloomustab esijoones soolasisalduse muutumine (suurenemine) kalas.

Keedusoolaosakesed tungivad kala keha sügavatesse osadesse, eriti selle lihaskoesse, väga aeglaselt. Eriliselt korraldatud katsetega me tegime kindlaks, et see protsess kulgeb teataval määral tsonaalselt. Kui lihaskoe lõikeid vaadelda vähe suurendatult, siis soola edasiliikumine paistab soolaosakeste tiheda



Joon. 30. Tülka sooldumisprotsessi kineetikat iseloomustavad kõverad:

1 — sooldumine; *2* — kaal; *3* — niiskus; *4* — soolasisaldus rakumahlas; *5* — soolvee kontsentratsioon.

vooluna, mis järk-järgult täidavad soolduva kalaproovi kogu mahu.

Täpsema pildi soolaliikumisest tursa ja koha lihaskoe proovides märgsoolamisel õnnestus määrata A. I. Juditskajal histokeemilisel meetodil. Vastavalt tema tähelepanekutele võib arvata, et soolaosakesed liiguvad peamiselt mööda kobedat sidekudet ja samal teel väljub ka vesi kalast.

Soolaosakesed, järk-järgult täites müomeeri endomüüsiumi ruumala ja ümbritsedes lihaskudede pinda, tungivad sisse läbi sarkolemmi.

Niiviisi soolavool lihaskoes liigub teataval määral justkui tõmmetena, täites müomeeride endomüüsiumi ja siis levides

[1] Kõhurebestus — katkine kõht kalal.

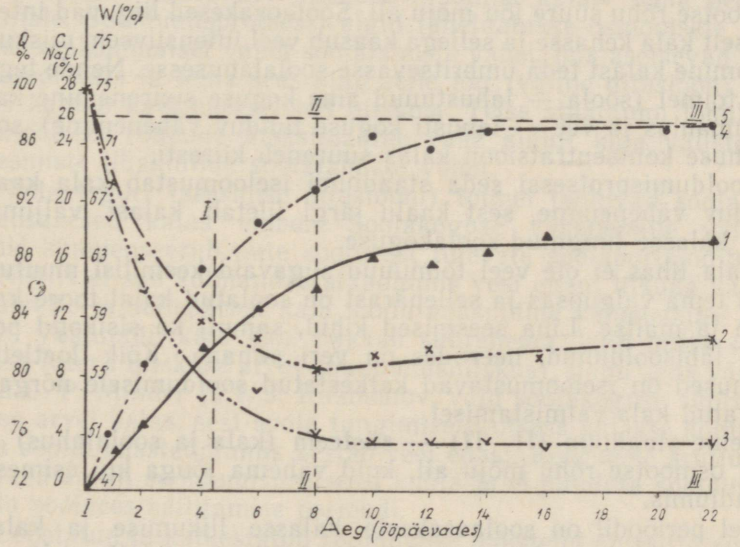
lihaskiududes ning tungides septidesse. Müomeeride vaheseinad ja septid on omapärasteks takistusteks, mis pidurdavad soola- ja veeosakeste liikumist (difusiooni) kala lihaskoes.

Soolakoguse suurenemine kalas kestab teatava piirini, pärast seda süsteem — soolvesi ja kala— tasakaalustub ja soolaosakeste liikumine soolveest kalasse lakkab. See moment tuleb pärast seda, kui soolalahuse kontsentratsioon kõigis kala kehaosades saavutab piiri, mis vastab kala ümbritseva soolalahuse kontsentratsioonile.

Joonistel 30 ja 31 on toodud kõverad, mis iseloomustavad soola- ja niiskusesisalduse muutusi tülka ja ohhoota heeringa sooldumisprotsessi kestel ning kui tagajärge sellest — nende kaalu muutust soolvees temperatuuriga vastavalt 23 ja 5°.

Soola- ja veesisalduse analüüsiks võeti tülka tervikuna, ohhoota heeringast aga ainult lihaskude [1].

Kala liha rakumahla soolakontsentratsiooni kõver ühtib punktis A väljaspool kala asuva küllastatud soolalahuse (soolvee) kontsentratsiooni sirgjoonega. Just punkt A iseloomustab sool-



Joon. 31. Ohhoota heeringa sooldumisprotsessi kineetikat iseloomustavad kõverad:

1 — sooldumine; *2* — kaal; *3* — niiskus; *4* — soola kontsentratsioon kala lihaskoe rakumahlas; *5* — soola kontsentratsioon soolvees; Q_1 — kala kaal protsentides; *C* — NaCl kontsentratsioon %-des; *W* — veesisaldus %-des.

[1] Koos autoriga võtsid katsetöödest osa E. D. Afanasjeva (Jeiski kalatehas), O. D. Naumova ja N. S. Pereberina (Kuhtuiski kalatehas).

dumisprotsessi lõppu, s. t. soolaosakeste kala lihasse tungimise protsessi, millest tuleneb ka nimetus «lõpetatud sooldumine».

Kõik koordinaatide algusele lähemal asetsevad kala lihaskoe rakumahla soolakontsentratsiooni kõvera punktid (näiteks punkt B) iseloomustavad lõpetamatut sooldumisprotsessi, sest kõigis kala lihaskoe osades ei ole küllastatud soolalahust veel tekkinud ja sellepärast võib soola sissetungimine veel jätkuda.

Et vältida edaspidist soola tungimist soolveest kalasse, peab kala basseinist välja võtma, s. t. protsessi katkestama. Siit on tuletatud nimetus «katkestatud sooldumine» ehk lõpetamata sooldumine.

Ohhoota heeringa lõpetatud sooldumine on kujutatud kala lihaskoe rakumahla soolakontsentratsiooni kõveraga, mis ühtib väljaspool kala asuva küllastatud soolalahuse (soolvee) kontsentratsiooni sirgjoonega (joonis 31).

Analüüsides tülka ja ohhoota heeringa sooldumise kõveraid (joonised 30 ja 31), võib kalasooldumisprotsessi jagada kolmeks staadiumiks (perioodiks).

Esimene staadium (I—I) — süsteem (kala ja soolalahus) on osmootse rõhu suure jõu mõju all. Soolaosakesed liiguvad intensiivselt kala kehasse ja sellega kaasub veel intensiivsem niiskuse liikumine kalast teda ümbritsevasse soolalahusesse. Nende tegurite toimel (soola — lahustunud aine koguse suurenemine kala rakumahlas ja vee — lahusti koguse tunduv vähenemine) soolalahuse kontsentratsioon kalas suureneb kiiresti.

Sooldumisprotsessi seda staadiumi iseloomustab kala kaalu tunduv vähenemine, sest kaalu järgi ületab kalast väljunud vesi kalasse tunginud soolakoguse.

Kala lihas ei ole veel toimunud sügavaid keemilisi muutusi, eriti tema valguosas ja sellepärast on soolatud kalal toore kala lõhn ja maitse. Liha seesmised kihid, samuti ka sisikond pole veel läbisooldunud, neerudes on veri punane. Kõik loetletud tunnused on iseloomustavad katkestatud sooldumisele nõrgaltsoolatud kala valmistamisel.

Teine staadium (II—II) — süsteem (kala ja soolalahus) on veel osmootse rõhu mõju all, kuid vähema jõuga kui esimeses staadiumis.

Sel perioodil on soolaosakeste kalasse liikumise ja kalast niiskuse väljumise kiiruse vahe väga väike ja staadiumi lõpuks niiskuse liikumine kalast soolvette lakkab. Selle tagajärjel kala kaal edaspidi enam ei vähene. Kala lihas on juba märgatavad mõningad muutused, mis on seotud valgu keemiliste muutustega (kalgestumine); toore kala lõhn puudub, veri neerudes on tarretunud ja tumepunase värvusega.

Kõik loetletud tunnused on iseloomustavad katkestatud sooldumisele keskmiselt soolatud kala valmistamisel.

Kolmas staadium (III—III) — süsteem (kala ja soolalahus) on veel osmootse rõhu mõju all, mis järk-järgult läheneb nullile. Soolaosakeste liikumine soolveest kala lihasse kestab, kuid niiskuse väljumine kalast lakkas. Selle tagajärjel kala kaal suureneb. Soolalahuse kontsentratsioon kala rakumahlas läheneb väljaspool kala asuva soolalahuse kontsentratsioonile ja punktis A nad tasakaalustuvad (vaata joonised 29, 30). Kala liha kaotas täielikult värske kala omadused, ta koed tihenesid ja omandasid tugeva soolase maitse; toorkala lõhn ja maitse puuduvad.

Need tunnused on iseloomustavad lõpetatud sooldumisele tugevaltsoolatud kalade valmistamisel.

Kolmandas staadiumis täheldatav niiskuse liikumise lakkamine kalast soolvette vajab selgitamist. Teatavasti on vee difusioon tingitud lahustatud aine (meie juhul NaCl) osmootsete rõhkude vahest.

Teise staadiumi lõpuks rakumahl kala keha pealmistes kihtides küllastub täielikult soolast ja moodustab justkui barjääri, mis takistab edaspidist niiskuse liikumist kalast tema pealispinnale. Sooldumisprotsessi algul täheldatakse osmootsete rõhkude maksimaalset vahet soolalahuste vahel, mis asetsevad väljaspool kala ja tema sees ning selle jõu (väline difusioon) toimel kaotab kala energiliselt niiskust. Teise staadiumi lõpul on osmootsete rõhkude maksimaalne vahe ainult kala väliste ja seesmiste lihakihtide soolalahuste vahel.

Selle teguri (seesmise difusiooni) toimel jaotuvad soola- ja veeosakesed kalas ümber. Soolakoguse vähenemine välises kihis kompenseerub uute soolveest tulevate soolaportsjonitega.

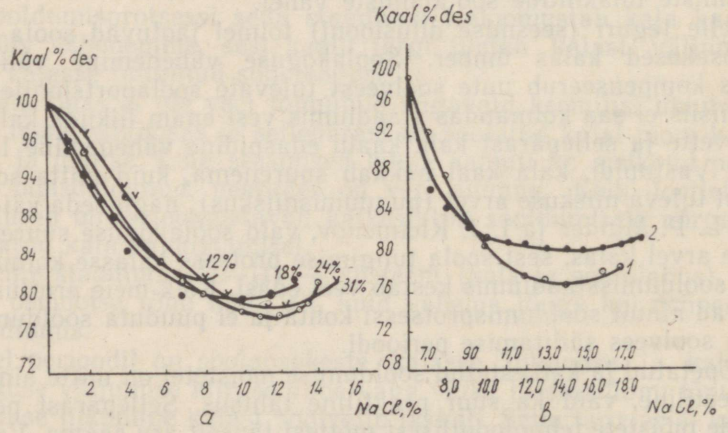
Niisiis ei saa kolmandas staadiumis vesi enam liikuda kalast soolvette ja sellepärast kala kaalu edaspidine vähenemine lakkab. Vastupidi, kala kaal hakkab suurenema, kuid mitte soolveest tuleva niiskuse arvel (pundumisniiskus), nagu seda väidavad L. P. Minder ja I. J. Kleimenov, vaid soolakoguse suurenemise arvel kalas, sest soola tungimise protsess kalasse kolmandas sooldumisstaadiumis kestab veel edasi. Kõik meie arutlused käivad ainult sooldumisprotsessi kohta ja ei puuduta sooldunud kala soolvees säilitamise perioodi.

Lõpetatud ja katkestatud sooldumise mõistetel on mitte ainult teoreetiline, vaid ka suur praktiline tähtsus. Sellepärast peab nende mõistete tehnoloogilisest mõttest täpselt aru saama. Vetškanov näiteks nimetas tülka sooldumist tsirkuleerivates soolvetes kiirsooldumiseks. Tegelikult aga, nagu juba näidatud, ei ole mingit põhjust nimetada seda sooldumisviisi kiirsooldumiseks. Tsirkuleerivas soolvees kalasoolamise, eriti tülka soolamise pooldajad, luues mõiste «kiirsooldumine», ei arvesta sellega, et Vetškanovi ja Timofejevi seadmetes soolatakse tülkat

katkestatud sooldumisviisil. Nõrgalt- ja keskmiseltsoolatud kalade tootmisel kasutatakse katkestatud ehk lõpetamata sooldumisviisi. T. G. Tšerkassov tegi aastatel 1950—1952 Ohhoota rannikul töid selleks, et põhjendada nõrgaltsoolatud heeringa tootmise võimalust väikese soolaannusega (kuni 12%). Selle meetodi aluseks on võetud lõpetatud sooldumine, sest teatava aja järgi soolalahuse kontsentratsioon kala liha rakumahlas tasakaalustub soolalahuse kontsentratsiooniga väljaspool kala.

Sooldumisprotsessi analüüsimisel kasutatakse selleks kõveraid, mis iseloomustavad kala soolasisalduse muutusi ja sellest sõltuvalt ka kala kaalu muutusi. Kõverad ehitatakse täisnurksete koordinaatide süsteemis, kus abstsissteljele märgitakse aja näitajad ja ordinaatteljele — protsessi iseloomustav, sõltumatu muutuja. Eksperimentaalsete andmete selline graafilise töötlemise meetod ei ole alati küllaldane. Näiteks kala sooldumisprotsessi võrdlevaks iseloomustamiseks mitmesuguste soolaannuste juures see meetod võrreldavaid andmeid ei anna.

Teatavasti on kala kaalu ja tema soolasisalduse muutused kooskõlas kalasse tunginud soolakogusega. Antud juhul ajategur ei saa olla võrdluse aluseks ja sellepärast me teeme ettepaneku märkida abstsissteljele aja asemel kala soolasisalduse. Joonisel 32 on toodud ohhoota heeringa kaalumuutuse kõverad sõltuvalt soolasisalduse muutusest (suurenemisest) kalas [1], kui ta soolamisel on kasutatud 12, 18, 24 ja 31% soola.



Joon. 32. Ohhoota heeringa kaalumuutuse kõverad:

a — soolamisel erinevate soolaannustega (katsetööde andmed laboratoorsetes tingimustes); *b* — soolamisel 31%-lise soolaannusega; *1* — tünnidesse soolamine; *2* — basseinidesse soolamine.

[1] Koos autoriga võtsid katsetöödest osa O. D. Naumova ja N. S. Pereberina (Kuhtuiski kalatehas).

Joonisest 32 nähtub, et protsessi algul selle momendini, kus soolasisaldus kalas on 6—8%, väheneb kõige kiiremini 12 ja 18% soolaga soolatud heeringa kaal ja kõige aeglasemalt siis, kui soolaannus oli 31%. Soolaannuste puhul 12 ja 18% lakkab kala kaalu vähenemine siis, kui kala soolasisaldus on vastavalt 7 ja 9%, aga soolaannuste puhul 24 ja 31% — kui kala soolasisaldus on 11 ja 12%. Siis hakkab kala kaal suurenema (joonis 32, a).

Soolamisel 18, 24 ja 31%-lise soolaannusega täheldatakse maksimaalset kadu, mis kõigub 24—22,5% piirides, kui kala soolasisaldus on 10—12%. Väga iseloomustav on, et ka tootmistingimustes (basseinidesse soolamisel) meie katsetöödel kala kaal alates 13%-ist suureneb, olgugi et mitte nii märgatavalt, kui väikeste kalapartiide soolamisel (joonis 32, b).

KAALUBILANSS BASSEINIDESSE SOOLAMISEL

Sooldumise kaalubilanss koostatakse tooraine ja konservivate materjalide kulu kindlaksmääramiseks soolaste kaupade valmistamisel.

Vaatleme kuivsoolamist basseinidesse kui kõige levinumat soolamisviisi.

Kala sooldumisel tuleb basseini sisu vaadelda kui kaht keskkonda: esimene keskkond — soolaga konservitav kala ja teine keskkond — sool kui konservimisvahend.

Sooldumisprotsessi füüsikalis-keemiline olemus avaldub üksikute ainete ümberasetumises ühest keskkonnast teise; see protsess kulgeb teatava aja jooksul ja ta lõpp on tingitud tasakaalu seisukorrast, mis tekib sooldumisprotsessi teataval momendil.

Selle tagajärjel üks keskkond — sool — muudab oma agregaatse seisukorra ja kalast väljuva vee arvel muutub kristalsest seisukorrast lahustatuks (vedelaks), aga teine keskkond — kala (kala rakumahl) — küllastub soolast. Sooldumisbilansist arusaamiseks on vaja jälgida sooldumisprotsessi ajal kalas toimuvaid koguselisi (kaalu) muutusi.

On kindlaks tehtud, et sooldumisprotsessis kala kaotab vett, orgaanilisi aineid (valk, rasv), osa soomuseid, kui need olid, ja omandab teatava koguse soola. Sooldumise kaalubilanss peab määrama kindlaks soolase valmistoote väljatuleku basseini asetatud toorainest (värskest kalast), konservivate materjalide kulu (antud juhul sool) ja samuti ka kala orgaaniliste ainete kao.

Arvutuse võib teha kaalu-, kombineeritud või keemilisel meetodil.

Kaalumeetod. Sooldumisbilanss koostatakse soola ja kala kaalumisega enne basseini asetamist ja pärast sooldumise lõppemist.

Kala kudedesse tunginud soolakoguse võib sel meetodil määrata järgmise valemiga:

$$g = G_1 - [(g_1 - g_2) + g_3], \quad (47)$$

kus: g — kalasse tunginud soolakogus;
G_1 — kalasoolamiseks võetud soola kaal;
g_1 — rasvasoola [1] kaal;
g_2 — rasvasoola lisandid (soomused, liiv jt.);
g_3 — soola kaal soolvees.

Soolakoguse soolvees võib määrata järgmise valemiga:

$$g_3 = ag_4, \quad (48)$$

kus: a — koefitsient, mis iseloomustab soolvee kontsentratsiooni;
g_4 — soolvee kaal.

Näiteks $t = 18°$ ja soolvee erikaalu 1,21 juures on koefitsient $a = 0{,}26$; erikaalu 1,11 juures $a = 0{,}15$.

Kala kaalukadu sooldumisprotsessis määratakse valemiga

$$P = P_1 - P_2, \quad (49)$$

kus: P_1 — basseini asetatud värske kala kaal;
P_2 — basseinist võetud soolatud kala kaal.

Kaalubilansi basseini soolamisel (kuivsoolamisel) määrame valemiga

$$G_1 + P_1 - (g_1 + P_2 + g_4) = 0\ *. \quad (50)$$

Praktiliselt koostatakse kaalubilanss basseini soolamisel järgmiselt. Enne soolamist kala ja sool kaalutakse üle ja alles siis pannakse basseini. Pärast sooldumise lõppu võetakse soolatud kala basseinist välja, puhastatakse hoolikalt soolast ja kaalutakse jälle üle. Kala pinnalt puhastamisel saadud sool asetatakse eri kasti ja tehakse kindlaks tema kaal, mis liidetakse basseinipõhjast kogutud rasvasoola kaaluga. Soolvee kaalu määramiseks basseinis tehakse kindlaks selle maht ja siis areomeetriga erikaal; leitud suuruste korrutamisega leiame soolvee tõelise kaalu. Soolakogus küllastatud soolvees määratakse kindlaks valemiga (48).

Saadud, sooldumise kaalubilanssi iseloomustavad andmed kirjutatakse üles järgmise vormi kohaselt (tabel 35).

Tabeli 35 vasakpoolsesse ossa kantakse basseini pandud tooraine ja soola kaal, parempoolsesse — valmistoote, soolvee ja soolajäägi kaal.

[1] Rasvasoolaks nimetatakse pärast sooldumist lahustamatult basseini jäänud soola.

* Ligikaudu, sest soolvee pinnal niiskus kondenseerub või aurab.

Tabel 35

Basseini pandud kg			Basseinist välja võetud kg			
kokku	sellest		kokku	sellest		
	kala	soola		kala	soola	soolvett

Soolamise ja kaalumise õigel organiseerimisel peab tabeli vasakpoolse osa kaalude summa võrduma parempoolse osa kaalude summaga.

Kuid praktikas on sellise tingimuse täitmine võimatu ja sellepärast on tabeli vasak- ja parempoolse osa andmete summade vahel teatav lahkuminek. Vea piiriks tuleb pidada $\pm 5\%$ [1].

Tabelis 36 on toodud kaalubilansi näidis latika (ümarkala) jahutatult soolamisel tsehhis (1) ja jäähoidlas-külmsoolamishoones (2 ja 3).

Tabel 36

Kala kvaliteet	Pandud kg					Võetud kg				
	kala	sool	soolvesi	jää	kokku	kala	sool	soolvesi	jää	kokku
Latikas-tooraine II sort (1)	8630	2430	390	1550	12990	6800	100	5760	—	12660
Latikas-tooraine I sort (2)	8700	1850	—	990	11540	7160	60	4180	—	11400
Latikas-tooraine III sort (3)	8350	1770	—	920	11040	6780	50	4140	—	10970

Märkus. Bilanss on koostatud VNIRO Astrahani osakonna vanema teadusliku töötaja N. I. Sukrutovi materjalide põhjal.

Kaalumeetod on väga töömahukas (tuleb üle kaaluda suur kogus kala, soola ja soolvett) ja mitte küllalt täpne. Peale selle ei saa selle meetodiga määrata kala orgaaniliste ainete (valgu, rasva) kadusid.

Kombineeritud meetod. Sooldumisbilanss koostatakse kala keemilise analüüsi ja kaalumise teel enne soolamist ja pärast sooldumise lõppu.

Keemiliseks analüüsiks võetakse üht liiki ja ühesuguste mõõtmetega värske ja soolatud kala. Selle meetodi juures teeb erilist raskust keskmise proovi võtmine, kuna basseini kõrguselt ei ole

[1] Soolveepinnal kondenseerunud või aurunud niiskus, kaod kaalumisel, kaalumise ebatäpsus ja muud vead.

kala sooldumisel ühesugustes tingimustes. Keskmine proov peab koosnema mitmest soolase kala eksemplarist, mis on võetud basseini alumistest, keskmistest ja ülemistest kihtidest.

Valemi kala kaalu muutuse ja soolakulu arvutamiseks sooldumisel võib värske ja sooldunud kala liha keemilise analüüsi andmeil välja tuua järgmiselt.

Oletame, et on teada protsentides [1] värske kala keemilise koostise osad W, C, S ja soolakala osad W^1, C^1, S^1.

Siis võib analüüsi vigade piirides kirjutada kaks võrrandit:

$$W + C + S = 100,$$
$$W^1 + C^1 + S^1 = 100,$$

kus: W ja W^1 — veesisaldus %;
C ja C^1 — orgaaniliste ainete sisaldus %;
S ja S^1 — mineraalainete sisaldus %.

Märkides tähisega h — värske kala poolt kaotatud veekoguse, g — kala poolt imandatud soolakoguse, Q — kala poolt kaotatud orgaaniliste ainete koguse, P — kala üldise kaalukao soolamisprotsessis ja P_1 ning P_2 — värske ja soolakala kaalu, võime koostada järgmised võrrandid:

värske kala poolt kaotatud veekogus

$$h = \frac{P_1 W}{100} - \frac{P_2 W'}{100}; \tag{51}$$

kalast soolvette üleläinud orgaaniliste ainete kogus

$$Q = \frac{P_1 C}{100} - \frac{P^2 C'}{100}; \tag{52}$$

värske kala poolt imandatud soolakogus

$$g = \frac{P_2 S'}{100} - \frac{P_1 S}{100}. \tag{53}$$

Siit võime üldise kaalukao basseinis sooldumisel väljendada järgmise võrrandiga:

$$P = \left(\frac{P_1 W}{100} - \frac{P_2 W'}{100}\right) + \left(\frac{P_1 C}{100} - \frac{P_2 S'}{100}\right) - \left(\frac{P_2 S'}{100} - \frac{P_1 S}{100}\right)$$

ehk

$$P = h + Q - g \tag{54}$$

Küllastatud soolvee koguse, mis võib sooldumisel tekkida kalast erituva vee arvel, leiame lahendades võrrandi

$$g_4 = h + \left(\frac{36 + h_1}{100}\right) h \tag{55}$$

[1] Antud juhul me peame kinni Turpajevi arutlusmeetodist (159) ja kasutame tema tähiseid.

ehk

$$g_4 = h\left(1 + \frac{36 + h_1}{100}\right), \qquad (56)$$

kus: h — kalast erituva vee kogus;
h_1 — vee kogus soolas.

Kui kala keemiline koostis enne ja pärast sooldumist ei ole teada, siis leiame kalast eritunud vee koguse valemiga

$$h = (P_1 - P_2) + KP_2, \qquad (57)$$

kus K — koefitsient, mis arvestab soolasisaldust kalas pärast soolamist.

Sooldumise kaalubilansi koostamise lähteandmed tuleb kombineeritud meetodi puhul kanda tabelisse järgmise vormi kohaselt [1] (tabel 37):

Tabel 37

Basseini pandud kg					Basseinist võetud kg									
kala					kala				soolvesi					
Vesi	orgaanilised ained	kokku	sool	kokku	vesi	orgaanilised ained	sool	kokku	orgaanilised ained	sool	vesi	kokku	rasvasool	kokku

Protsentides väljendatud kala keemilise koostise ja kala kaalu alusel määratakse vastavate võrranditega kala, soolvee ja soola absoluutne kaal ja kirjutatakse toodud vormi. Soolamise ja kaalumise hoolikal organiseerimisel peab kaalude summa tabeli vasakpoolses osas võrduma kaalude summaga tabeli parempoolses osas.

Tabelis 37a on näidisena toodud kombineeritud meetodil arvutatud latika sooldumise kaalubilanss.

Latika sooldumisbilansi alusel võib määrata soolamistemperatuuri ja tooraine värskuse mõju kalas olevate orgaaniliste ainete kaole (tabel 38).

[1] Täielikuma analüüsi puhul tuleb arvesse võtta mineraalainete kogust kalas ja veesisaldust soolas.

Tabel 37a*

Töötlemisviis	Basseini pandud kg							
	kala			soola			jääd	
	vesi	orgaanilised ained	kokku	NaCl	vesi	kokku	vesi	kokku
Jahutatud soolamine jäähoidlas-külmsoolamishoones (I sordi tooraine)	6270	2080	8350	1717	53	1770	920	11040
Jahutatud soolamine tsehhis (II sordi tooraine)	6478	2152	8630	2444	366	2810	1550	12999
Jahutatud soolamine jäähoidlas-külmsoolamishoones (III sordi tooraine)	6200	2500	8700	1794	56	1850	990	11540

* Bilanss on koostatud N. I. Sukrutovi materjalide põhjal.

Tabel 38

(tabel 37a andmeil)

Ainetebilanss ümarkalaks lahatud latika sooldumisel	Töötlemisviis		
	I sordi tooraine, jahutatud soolamine jäähoidlas-külmsoolamishoones	II sordi tooraine, jahutatud soolamine tsehhis	II sordi tooraine, jahutatud soolamine jäähoidlas-külmsoolamishoones
Sool			
värskes kalas kg	30	32	25
soolakalas kg	788	965	775
imandatud %-des toorkala kaalust	9,0	11,2	8,6
Vesi			
värskes kalas kg	6270	6478	6200
soolakalas kg	3991	3800	3970
kaod %-des toorkala kaalust	27,3	31,9	25,6
Tihedad ained			
värskes kalas kg	2050	2120	2475
soolakalas kg	2001	2045	2415
kaod %-des tooraine kaalust	0,58	1,12	0,69
Lämmastik			
värskes kalas kg	247	255	314
soolakalas kg	236	240	303
kaod %-des sisaldusest tooraines	2,5	6.0	3,4

Basseinist võetud kg											
kala				soolvett				rasvasoola			
vesi	orgaanilised ained	sool	kokku	vesi	orgaanilised ained	sool	kokku	NaCl	vesi	kokku	kokku
3991	2001	788	8780	8195	—	945	4140	—	—	50	10970
3800	2032	965	6797	4420	—	1340	5760	—	—	100	12660
3970	2415	775	7160	3240	—	940	4180	—	—	60	11400

Keemiline (kaudne) meetod. Selle M. I. Turpajevi poolt väljatöötatud meetodi järgi määratakse sooldumisel kalakaalu üldkaod ainult värske ja soolakala keemilise analüüsi andmete põhjal.

Kui $W + C + S = 100$ ja $W^1 + C^1 + S^1 = 100$, siis võib kirjutada järgmised võrrandid:

$$(W - h) + C + (S + G) = 100 - P;$$

$$\frac{W - h}{100 - P} = \frac{W'}{100};$$

$$\frac{S - G}{100 - P} = \frac{S'}{100}.$$

Pärast nende võrrandite vastavat ümberkujundamist tuletab M. I. Turpajev kala kaalukao valemi sooldumisel, millel on järgmine kuju:

$$P = \frac{100\,(W + S - W^1 - S^1)}{100 - W^1 - S^1}. \qquad (58)$$

P väärtus (kadu) on väljendatud protsentides.

Selles valemis ei ole arvestatud orgaaniliste ainete kadusid, mis sooldumisel moodustavad võrdlemisi väikese suuruse (tabelid 37 ja 38).

Kui on teada P väärtus, siis suuruste h ja G arvutamiseks M. I. Turpajev, kujundades vastavalt ümber võrrandi, soovitab järgmisi valemeid:

$$h = W - W^1 + \frac{W^1 P}{100} \qquad (59)$$

ja

$$G = S - S^1 + \frac{S^1 P}{100}. \qquad (60)$$

Kombineeritud ja keemiline meetod nõuavad palju keemilisi analüüse ja sellepärast kasutatakse neid peamiselt teadusliku uurimise eesmärgil teostatavate eksperimentaaltööde puhul. Need meetodid võimaldavad kaudsel teel arvutada mõningaid sooldumise kaalubilansi valemisse kuuluvaid näitajaid.

Teades näiteks keemilisi näitajaid ja kala kaalu enne ning pärast sooldumist, on vastavate valemite järgi kerge määrata soolvee kogust basseinis ilma kaalumata või kala esialgse kaalu kadu sooldumisel.

Kombineeritud, eriti aga keemilist meetodit tuleb soovitada ka tootmisala töötajatele ja just neil juhtudel, kus arvutuslikul teel on vaja määrata loodetav toote väljatulek ja konservivate materjalide kulu.

Olgugi et M. I. Turpajev tuletas valemi terve kala kaalukao määramiseks, on valem õige ainult fileeks lahatud kala sooldumise korral; iga teise lahkamisviisi puhul peab valemisse sisse viima paranduskoefitsiendi K, mis arvestab kala keha teisi osi (pea, sisikond jne.) ja seda, et nende kaalukaod sooldumisel ei ole ühesuurused.

Valemi kala kaalukao määramiseks sooldumisel, iga lahkamisviisi jaoks, võib siis kirjutada järgmisel kujul:

$$P = \frac{K\,100\,(W + S - W^1 - S^1)}{100 - W^1 - S^1}, \qquad (61)$$

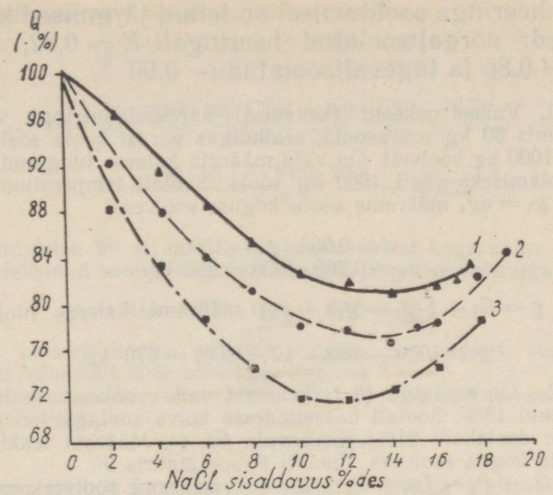
kus: P — kala kaalukadu sooldumisel %-des;
W — värske kala veesisaldus %-des;
S — värske kala tuhasisaldus %-des;
W^1 — soolakala veesisaldus %-des;
S^1 — soolakala tuhasisaldus (koos NaCl) %-des;
K — koefitsient, mis arvestab kala kehaorganite ja -osade ebaühtlast kaalukadu pärast sooldumist.

Koefitsiendi K tehnoloogiline mõte saab selgeks, kui arvestada, et kala sooldumisel tema kehaosad kaotavad kaalu ebavõrdselt, kuna neil on erinev keemiline koostis ja koeehitus.

Näitena toome Barentsi mere mustselgheeringa ja tursa kehaosade keemilise koostise (tabel 39).

Joonisel 33 on toodud ohhoota heeringa keha koostisosade (lihaskoe, pea, sisikonna, selgroo) kaalu muutused sõltuvalt nende soolasisaldusest, kui kala on soolatud tervikuna. [1]

[1] Katsetöödest võtsid osa O. D. Naumova ja N. S. Pereberina (Kuhtuiski kalatehas).



Joon. 33. Ohhoota heeringa keha koostisosade kaalu kõverad kala soolamisel tervikuna:
1 — lihaskude (filee); *2* — siseorganid; *3* — selgroog.

Sooldudes lihaskoe, sisikonna ja selgroo kaal kuni sooldumise teatava momendini väheneb, aga siis, kui soolasisaldus saavutab 12—14%, hakkab kala tähendatud koostisosade (välja arvatud pea) kaal suurenema. On üsna iseloomustav, et kala pea kaal sooldumisprotsessis ei muutu.

Tabel 39

Kala kehaosade nimetus	Keemiline koostis %-des kuivainest			
	niiskus	rasv	valk	tuhk
Mustselg (heeringas)				
Liha	68,4	9,6	20,0	1,2
Pea	62,3	9,2	19,9	7,0
Luud	54,3	12,8	19,9	12,3
Soomused	51,6	1,1	28,8	18,1
Mari	72,3	2,5	23,7	1,4
Maks	73,7	4,9	19,9	1,3
Tursk				
Liha	80,8	0,3	17,6	1,2
Pea	79,0	0,4	14,2	5,7
Luud	74,0	0,5	14,9	10,5
Nahk	69,7	0,4	27,4	3,0
Mari	74,4	1,5	21,0	1,8
Maks	22,2	70,5	5,3	—

Ohhoota heeringa sooldumisel on leitud järgmised koefitsiendi K väärtused: nõrgaltsoolatud heeringal $K = 0{,}82$, keskmiselt soolatud — 0,86 ja tugevaltsoolatud — 0,90.

Näide 1. Vaikse ookeani (kevadise) kuivsoolaheeringa väljavõtmisel osutus basseinis 80 kg rasvasoola, sealhulgas pärast soola sõelumist 10 kg lisandeid, ja 1000 kg soolvett. On vaja määrata kalasse tunginud soolakogus, kui tema soolamiseks võeti 1000 kg soola. Soolati temperatuuris 9°.

Valemiga $g_3 = ag_4$ määrame soola koguse soolvees:

$$a = 0{,}260;\ g_4 = 1000;$$
$$g_3 = 0{,}260 \cdot 1000 = 260 \text{ kg}.$$

Valemiga $g = G_1 - [(g_1 - g_2) + g_3]$ määrame kalasse tunginud soola koguse:

$$g = 1000 - (80 - 10 + 260) = 670 \text{ kg}.$$

Näide 2. On soolatud 10 ts kevadist vaikse ookeani heeringat soolasisaldusega kuni 18%. Soolati basseinidesse kuiva soolaga (soojalt). Soolamiskadu 24%; soolakulu 27%; rasvasoola 0,6 ts. Määrata tekkinud soolvee kogus ja soola kogus soolvees. Soolati temperatuuris 9°.

Valemiga $G_1 + P_1 - (g_1 + P_2 + g_4) = 0$ määrame soolveekoguse:

$$g_4 = 1000 + 270 - (60 + 760) = 450 \text{ kg}.$$

Edasi määrame soola koguse soolvees:

$$g_3 = 0{,}26 \cdot 450 = 117 \text{ kg}.$$

Näide 3. Ühes Ohhoota ranniku tööstuses soolati 17 074 kg ümarkalaks lahatud gorbuušat jahutatult (soolasisalduseni kuni 18%). Pärast sooldumist oli soolakala kaal 13 359 kg. Soola- (standardse) kulu soolamisel oli 6991 kg, jääkulu 3207 kg.

On vaja määrata basseini jäänud rasvasoola kogus.

Jahutatud kuivsoolamise kaalubilansi valem on järgmine:

$$G_1 + P_1 + A - (g_1 + P_2 + g_4) = 0,$$

kus A — jää kaal soolamisel.

Antud juhul on selles valemis tundmatud g_1 ja g_4.

Määrame kalast eritunud niiskuse koguse:

$$h = (P_1 - P_2) + KP_2 = (17074 - 13359) + 0{,}18 \cdot 13359 =$$
$$= 3715 + 2404 = 6119 \text{ kg}.$$

Arvestades jää sulamist, mooduštab vee üldkogus

$$W^1 = 3207 + 6119 = 9326 \text{ kg}.$$

Basseinis oleva küllastatud soolvee kaalu võime siis määrata valemiga

$$g_4 = h\left(1 + \frac{36 + h_1}{100}\right) = 9326\left(1 + \frac{36 + 4}{100}\right) = 13056 \text{ kg}.$$

Jahutatud soolamise bilansi valemist leiame rasvasoola kaalu:

$$g_1 = 6991 + 17074 + 3207 - (13359 + 13056) = 862 \text{ kg}.$$

Näide 4. N. G. Tšerkassovi ettepanekul soolati 1951. a. kevadel Ohhoota Trustis kevadist heeringat väikese soolaannusega (12%). Oli karta, et sellise soolaannuse juures ei teki küllalt soolvett. Käesolevas näites tuleb määrata palju tekkis soolvett 80 ts kevadise ohhoota heeringa soolamisel soolaannusega 12%, kui on teada, et värske kala sisaldab 75,6% vett; nõrgaltsoolatud heeringas sisaldab 8,5% soola; sooldumiskaod on 20% ja $K = 0{,}82$.

Valemi järgi määrame soolakala niiskusesisalduse:

$$P = \frac{K\,100\,(W + S - W^1 - S^1)}{100 - W^1 - S^1};$$

$$80 \cdot 0{,}8 = \frac{0{,}80 \cdot 100\,(75{,}6 + 1{,}0 - W^1 - 8{,}5)}{100{,}0 - 75{,}6 - 1{,}0}$$

$$\text{siit } W^1 = \frac{80 \cdot 68{,}1 - 64{,}0 \cdot 23{,}4}{80{,}0} = 49{,}4\%.$$

Antud juhul tuleb W^1 all mõista niiskusesisaldust kogu kalas.

Basseinis tekkinud soolveekoguse määrame järgmise valemiga:

$$g_4 = 80{,}0 \cdot 0{,}12 - 65{,}5 + 80{,}0 = 24{,}1 \text{ ts.}$$

Selleks et kalasooldumise protsess kulgeks normaalselt, peab basseinis olema soolvett vähemalt 30% soolakala kaalust.

Meie juhul (teoreetilise arvutamise juures) moodustab soolvee kogus soolaheeringa kaalust

$$24{,}1 : 65{,}0 \cdot 100 = 37\%.$$

Niisiis ei ole põhjust kartuseks, et soolates 12%-ga tekiks vähe soolvett basseinis.

See tulemus leidis kinnitust meie poolt 1952. a. tootmistingimustes teostatud katsetöödega. 81,8 ts kevadise ohhoota heeringa basseini soolamisel 11,6% soolaga saadi nõrgaltsoolatud heeringat 76,4 ts ja soolvett 23,8 ts ehk 35,2%. Soolvett oli basseinis küllalt, et katta kala.

12% soolaga tünni soolamisel osutus tünnis soolvett 31,5% soolakala kaalust.

Soolvee teoreetiline väljatulek osutub tegelikust suuremaks, mis on päris loomulik, sest pärast nõrgumist (meie juhul kestis nõrgumine 12 tundi) mõningane kogus soolvett jääb siiski kala pinnale.

Teoreetilisest ja praktilisest vaatepunktist on N. G. Tšerkassovi meetod õige. On ainult vaja selle meetodi järgi täpsustada külma kliimaga rajoonides püütavate heeringate soolamisrežiimid, sest ainult seal saab seda kasutada.

SOOLDUMISE KAALUBILANSI KOOSTISOSAD

Sooldumise kaalubilansi analüüsil, et võrrelda mitmesuguseid soolamisviise ja selgitada kadude tekkimise põhjusi, pakuvad erilist huvi järgmised andmed [1].

Sooldumisel kala poolt kaotatud vee, rasva ja valgu kogused

Vesi. Sooldumisel kalast erituva vee kogus on peamiseks teguriks, mis mõjutab soolakala väljatulekut. Sooldumisel kalasse tungiv soola kaal on väiksem kui kalast erituva vee kaal.

Mida suurem on soolaannus lõpetatud sooldumisel, seda rohkem, kuni sooldumisprotsessi teatava piirini, eritub kalast vett ja seda rohkem kaotab ta kaalus (vaata joonis 32, a).

[1] Sooldumiskaoks nimetatakse kala kaalude vahet enne ja pärast sooldumist (kaalu vähenemist).

Tööstuses on välja töötatud soolaste kaupade väljatuleku diferentseeritud normid, mis lähtuvad põhimõttest, et mida tugevamini on kala soolatud, seda väiksem on väljatulek. Näitena toome vaikse ookeani heeringa ja vobla väljatulekunormid seoses nende lõpliku soolasisaldusega (tabel 40).

Tabel 40

Nimetus	NaCl kogus kala lihas %	Soolakala väljatulek %-des tooraainest
Kevadine vaikse ookeani heeringas, soolatud		
nõrgalt	kuni 10	80
keskmiselt	„ 14	78
tugevalt	üle 14	76
Vobla, soolatud		
nõrgalt	kuni 10	91
keskmiselt	„ 14	88
tugevalt	üle 14	81

Nimetatud põhimõte soolatud kaupade väljatulekunormide määramiseks ei vasta tegelikult sooldumise iseärasustele (vaata joonised 30 ja 31).

Tugevaltsoolatud kalas (maksimaalselt võimaliku soolaga) vastab koe rakumahla soolasisaldus antud temperatuuris soola maksimaalsele lahustatavusele vees.

Kalast erituva vee kogus sõltub soolamisviisist.

Näiteks Nevtonovi andmeil kaotab murmanski heeringas tugeval kuivsoolamisel (basseinis) 30,7% vett, aga hunnikusse soolamisel 43,9%.

Kala veekaotusele avaldab teatavat mõju ka kala temperatuur soolamisel: mida madalam on temperatuur, seda vähem, teiste võrdsete tingimuste juures, kaotab kala niiskust ja seda väiksem on kadu.

Sooldumiskadu on võrdeline kalast erituva niiskuse kogusega. Mida rohkem kala kaotab niiskust, seda suurem on kadu ja väiksem valmistoote väljatulek. Peale selle sõltub soolakala kvaliteet palju soola lõppsisaldusest kalas. Kala suur niiskusekaotus halvendab tema maitset ja pidurdab valmimisprotsessi.

Rasv. Rasvakaod sooldumisel on väikesed, sest rasv ei lahustu mineraalsoolade vesilahustes ja ei saa minna läbi rakukesta sel ajal, kui toimub soolaosakeste osmootne difusioon soolalahusest. Rasvaste kalade sooldumisel sõltuvad rasvakaod palju rasva asetusest kala kehas ja sooldumise temperatuuritingimustest. Soesoolamisel on rasvakadu suurem kui külmsoolamisel.

Turpajevi (159) andmeil leiti heeringa soolamisel Dagestanis soolvees rasva 0,03% (soolakala kaalust).

Valk. Valgu- (lämmastiku-) kogust, mille kala kaotab sooldumisel, ei saa arvutada värske ja soolakala keemilise koostise kõrvutamise teel. Sel juhul võib kasutada ainult kombineeritud meetodit. Sooldumisel täheldatakse orgaaniliste ainete, järelikult ka valkainete (lämmastiku) suhtelise sisalduse suurenemist kalas, sest orgaaniliste ainete kadu on tunduvalt väiksem kala kaalukaost.

Tabelis 41 on toodud andmed vee ja valkainete kao kohta volga heeringa ja vobla sooldumisel (159).

Lämmastikühendid, mis ekstraktiivainete näol erituvad soolalahusesse, kus kala sooldub, tekivad valkainete osalise lagunemise tagajärjel. Soolvette üleminevad ekstraktiivained kujutavad endast mitte ainult mittevalgulisi, vaid ka valkaineid. On kindlaks tehtud, et valkainete lagunemine on seda suurem, mida nõrgem on soolalahuse kontsentratsioon.

Allpool tuuakse V. A. Kuznetsovi andmed soolvette eritunud ekstraktiivlämmastiku kohta ülessulatatud kala lihatükikeste hoidmisel mitmesuguse kontsentratsiooniga soolalahustes 54 ööpäeva kestel (kõigil juhtudel oli kalatükikeste kaal 100 g ja soolalahuse kaal 500 g).

Soolalahuse kontsentratsioon %-des 9,14; 14,89; 20,27; 26,40. Ekstraktiivlämmastik %-des üldlämmastikust 28,90; 21,58; 20,47; 13,72.

Tabel 41

Kala nimetus	Värske kala kaal kg	Kaod			
		vesi		valkained	
		kg	%	kg	%
Volga heeringas	168 800	41 837	24,7	2260	1,3
Vobla	16 877	2 904	17,2	102	0,4

Märkus: Heeringas soolati salvedesse, vobla — basseinidesse.

Võib arvata, et V. A. Kuznetsovi poolt ülessulatatud kala liha kohta kindlakstehtud sõltuvus kehtib ka värske kala liha juures. Tuleb arvesse võtta, et külmutamisel kala lihaskoe struktuurvõre osalt puruneb ja sel põhjusel luuakse paremad tingimused ekstraktiivainete osmoosiks kalast soolvette.

Toodud andmed näitavad, et kõige vähem kaotab ekstraktiivlämmastikku kala siis, kui soolalahuse kontsentratsioon on suur.

Kui kala soolata tervikuna ja hoida teda soolvees, siis on lämmastikukaod väiksemad kui V. A. Kuznetsovi katsetel, sest kala nahk takistab lämmastikainete eritumist.

Lämmastikku sisaldavate orgaaniliste ainete kao suurenemisele avaldab suurt mõju sooldumise kestus, mida tõendavad allpool toodud andmed lämmastikukadude kohta kaspia pusanoki sooldumisel sõltuvalt selle kestusest (I. P. Levanidovi, A. M. Gadžibabekovi ja V. I. Võssotskaja andmed).

Sooldumise kestus päevades 2; 4; 6; 8; 12; 15.

Lämmastikukaod %-des kala üldisest lämmastikust 1,7; 3,0; 3,9; 4,3; 5,7; 6,0.

Niisiis on valkainete maksimaalse säilitamise seisukohast kala sooldumise kestusel väga suur tähtsus.

Võrreldes veekaoga on valkainete kadu väike ja suureneb veidi sooldumisprotsessi lõpul ning soolakala säilitamisel soolvees.

Kui arvestada, et kala liha lämmastikainete koostisse kuulub ümmarguselt 70% soolaslahustuvaid lämmastikaineid, siis esimesel pilgul selline fakt paistab ebaloomulikuna; sellepärast paistab, et kala liha valkainete kaod peaks olema sooldumisel tunduvalt suuremad kui seda praktikas täheldatakse.

See on seletatav sellega, et keedusoola küllastatud lahus on võimeline lahustama mitte ainult globuliine, vaid ka muutma nende põhilised kogused lahustamatuks vormiks — globulaanideks (146), vältides seega selle valgugrupi tunduvaid kaotusi. Globuliinide muutumisel lahustuvast vormist lahustamatuks etendab suurt osa nähtavasti keedusoola keemiliselt aktiivne lisandite grupp ja soolalahuse suur kontsentratsioon.

Kalasse tunginud ja kasutamata jäänud, kuid sooldumisest osavõtnud soolakogus

Sooldumisel kalasse tunginud sool teataval määral kompenseerib kala kaalukao, mis tekib vee ja orgaaniliste ainete kalast eritumise arvel. Kala imab sooldumisprotsessis seda rohkem soola, mida kauem ta puutub kokku soola või soolveega, mida rohkem (teatava piirini) soola võtab osa sooldumisest ja mida kõrgem on soolvee temperatuur.

Suur tähtsus on seejuures soolamisviisil, mida on hästi näha tabelis 42 (122) esitatud vaatlusandmetest märjalt ja kuivalt hunnikusse soolatud murmanski heeringa sooldumise kohta.

Tabelis 42 toodud andmete põhjal võib teha järgmised järeldused:

1. Kõige rohkem vett kaotab kala esimestel sooldumispäevadel. Näiteks märgsoolamisel oli 2 päeva pärast veekadu 20,8% kala esialgsest kaalust, aga veel 8 ööpäeva pärast suurenes ta ainult 3,5% võrra ja pärast üldse ei kasvanud. Hunnikusse soolamisel oli veekadu 2 päeva pärast 22,3% toorkala kaalust,

Tabel 42

Soolamisviis	Sooldumise kestus päevades							
	2	4	6	8	10	12	15	18
Märgsoolamine								
Kala kaalukadu %-des	14,9	14,4	11,8	9,9	11,7	10,0	9,2	9,3
Veekadu %-des kala esialgsest kaalust	20,8	22,9	23,7	23,4	24,3	22,8	24,3	—
Soolakoguse juurdekasv %-des kala algkaalust	9,1	10,7	15,2	15,5	—	15,8	15,7	16,7
Soolalahuse kontsentrstsioon kalaliha rakumahlas %-des	15,9	18,9	25,1	25,4	—	25,4	25,9	26,1
Hunnikusse soolamine								
Kala kaalukadu %-des	22,3	32,7	30,9	34,2	34,6	35,3	35,9	38,0
Veekadu %-des kala algkaalust	23,3	35,2	36,5	39,6	39,1	40,1	41,5	40,4
Soolakoguse juurdekasv %-des kala algkaalust	5,4	7,2	7,2	7,2	—	8,0	8,0	9,0
Soolalahuse kontsentratsioon kalaliha rakumahlas %-des	10,7	17,6	18,2	20,2	—	21,7	22,6	24,4

10 ööpäeva pärast 39,1% ja siis kuni sooldumise lõpuni (18 ööpäeva) peaaegu ei muutunud.

2. Märgsoolamisel kala kaal väheneb ainult esimesel kahel päeval, siis aga hakkab kaal suurenema kalasse tungiva soola arvel, mis 2 ööpäeva pärast tunduvalt ületab veekao.

Hunnikusse soolamisel kaotab kala kaalu kogu sooldumisprotsessi kestel pideva ja tunduva veekaotuse tagajärjel.

3. Soolakogus kalas suureneb pidevalt, kuid hunnikusse soolamisel on soola juurdekasv palju väiksem kui märgsoolamisel. See on täielikus kooskõlas hunnikusse soolamise omapäraga, sest selle soolamisviisi juures soolvesi valgub kalalt maha ja ainult selle tähtsusetu osa jääb kala pinnale [1]. Peale selle soolakogus, mis võib tungida kalasse, sõltub veekogusest kalakoes, aga hunnikusse soolamisel kaotab kala väga palju vett — 40% (tabel 42).

Pärast sooldumist ülejäänud rasvasoola kogus sõltub soolamisest osavõtnud soola kogusest, toote lõppsoolsusest ja soolamisviisist.

Praktikas on hakatud soolamisel soolaannust normiga võrreldes veidi suurendama.

Kogenud meistril jääb rasvasoola väga vähe, mis on üheks õige soolamise organiseerimise tunnuseks.

Mõnikord, kui soolamise tingimused pole rahuldavad (soolamine kõrges temperatuuris, lageda taeva all asuvatesse bassei-

[1] Juba varem märkisime, et sool võib kala koesse tungida ainult lahustatud olekus.

nidesse jne.), on meister sunnitud soolaannust suurendama. Samuti sõltub soolajääk pärast sooldumist toote lõppsoolsusest. Mida suurem on kala lõppsoolsus, võrdsete soolaannuste ja muude võrdsete tingimuste juures, seda vähem jääb rasvasoola basseini. Katkestatud sooldumisel, kui kala võetakse basseinist välja enne täielikku läbisooldumist, on kasutamata soola jäägid vältimatud.

Soolakulu sõltub palju soolamisviisist, mida võib näidata tugevaltsoolatud keta ja kevadise vaikse ookeani heeringa näitel (tabel 43).

Tabel 43

Soolamisviis	Soola kulunorm %	Kala sooldumiseks vajalik soolakogus %	Sooldumisest kaudselt osavõttev soolakogus %
Kamtšatka keta			
Soesoolamine basseini	25	17	8
Jahutatud soolamine basseini	34	17	17
Hunnikusse soolamine	42	9	33
Vaikse ookeani heeringas			
Soesoolamine basseini	27	18	9
Jahutatud soolamine basseini	32	18	14
Hunnikusse soolamine	40	10	30

Tabelis 43 on nimetuse all — võtab sooldumisest kaudselt osa — näidatud sool, mis võtab sooldumisprotsessist osa, kuid kalasse ei tungi ja protsessi lõpul jääb basseini soolvee või kristalsel kujul.

Niiviisi moodustab tõeline soolakulu keta soesoolamisel basseini rohkem kui 70% võetud normist, jahutatud soolamisel basseini 50% ja hunnikusse soolamisel ainult 20%. Ülejäänud sool ei võta sooldumisest osa (ei tungi kalasse) ja kasutatakse sihiga jahutada kala, toetades sooldumisprotsessi normaalset kulgu (näiteks vältida soolvee magestumist) või muuks otstarbeks.

Tabelis 43 on näha, kuivõrd ebaökonoomne on kalade hunnikusse soolamine.

Sooldumisest kaudselt osavõtnud soola võib pärast vastavat puhastamist teistkordselt kasutada kalade soolamiseks või soolakala pesemiseks. Hunnikusse soolamisel läheb üle 15% soolast kaduma koos kalalt mahavalgunud soolveega.

Tekkinud soolvee kogus

Tekkinud soolvee kogus sõltub sooldumisviisist, kala rasvasisaldusest, soola niiskusest ja kala lõppsoolasisaldusest, kusjuures viimasel teguril ei ole suurt praktilist tähtust, sest peamine soolveekogus tekib sooldumisprotsessi algul.

Näiteks ohhoota heeringa sooldumisel kuni 9 ja 16% soolasisalduseni eritub soolvett vastavalt kuni 25 ja 27% värske kala kaalust [1].

Kalade sooldumisel jääga jahutades suureneb soolveekogus tunduvalt ja mõnikord tuleb soolvett basseinist isegi ära kallata.

Lahjad kalad annavad võrreldes rasvastega soolvett tunduvalt rohkem; sellepärast soolatakse rasvast kala tavaliselt segasoolamisviisil. Soola kõrgendatud niiskus suurendab mõnevõrra soolveekogust, kuid sellel teguril ei ole sooldumisbilansi koostamisel suurt tähtsust.

SOOLAKALA VALMIMINE

Kalasoolamine tuleb jaotada kaheks täiesti iseseisvaks protsessiks ja nimelt:

1) füüsikalistel ja füüsikalis-keemilistel nähtustel põhjenevaks protsessiks (eespool me arutasime ainult seda protsessi);

2) keemilistel ja biokeemilistel nähtustel põhjenevaks soolase toote valmimisprotsessiks.

Soolakala valmimine on valkude ja rasva hüdrolüütilise lagunemise tulemus. Valkude ja rasva hüdrolüüsi kulgemise kiirus kalas sõltub sooldumise tingimustest ja valmistoote säilitamisest — temperatuurist, soola kontsentratsioonist soolvees ja kala kudedes ning toorkala esialgsest keemilisest koostisest. See protsess on konservimisest aeglasem ja kulgeb soolakalas, sõltuvalt kala liigist, mitmesuguse intensiivsusega; esijoones on ta iseloomustav heeringlastele, anšoovislastele ja skumbriale, vähemal määral — lõhilastele ja siiglastele.

Biokeemiliste tegurite toimel kaotavad eespoolloetletud ja mõned teised kalad pärast sooldumist ja eriti teatud ajavahemiku jooksul värvuse, lõhna ja toore kala maitse. Selle tagajärjel saame eriliselt meeldiva aroomiga — buketiga, väga õrna, mahlase ja maitsva lihaga toote. Need täiesti uued omadused iseloomustavad valminud toodet.

Niiviisi on mõnede kalade, eriti rasvaste juures sooldumise biokeemilisel osal väga suur tähtsus.

Valmimisprotsessi võib jälgida mitte ainult organoleptilisel, vaid ka keemilisel teel. Vastavates osades oli juba räägitud, et

[1] Katsetöödest võtsid osa O. N. Naumova ja N. S. Pereberina (Kuhtuiski kalatehas).

Tabel 44

Kala nimetus	Lämmastiku liik	Valgulise ja amiinidest tekkinud lämmastiku sisaldus %-des üldlämmastikust sooldumiskestuse juures päevades													
		0	1,5	3	6	8	13	16	21	30	32	35	49	114	225
Valge mere heeringas	Valguline	89,2	—	—	—	87,9	—	87,9	—	—	—	78,9	—	78,8	58,1
	Amiinidest tekkinud lämmastik	—	—	—	—	3,2	—	2,9	—	4,2	—	6,2	—	6,5	20,9
Latikas	Valguline	—	93,9	87,5	88,5	—	86,7	—	93,8	—	85,3	—	92,7	—	—
	Amiinidest tekkinud lämmastik	—	1,8	1,5	1,3	—	1,3	—	1,2	—	1,1	—	1,6	—	—

sooldumisel ja eriti soolakala säilitamisel kogunevad soolvette ja kala kudedesse värske kala liha koostisse kuuluvate lämmastikainete ja rasva laguproduktid. Teatav osa neist ainetest tuleb osmoosi ja difusiooni protsessis kalast väliskeskkonda — soolvette, kus nende muutused jätkuvad.

Soolakala valmimisel on kõige selgemalt väljendunud ja kõige rohkem uuritud valkude muutumise (lõhestumise) protsessid; sealjuures tekkivaid albumoose, peptoone, polüpeptiide, amiinhappeid ja amiine võib küllalt täpselt kindlaks määrata.

Hüdrolüüsi tagajärjel toimuv valkude muutumine väljendub valgulise lämmastiku vähenemises ja mittevalgulise suurenemises kala lihas. V. V. Koltšev, uurides valge mere ja kertši heeringat ning latikat (tabel 44), tegi kindlaks valgulise ja amiinidest tekkinud lämmastiku koguse muutused kala lihas tema sooldumisprotsessi ja järgneva soolvees säilitamise kestel.

Latika liha sooldumisel ja edaspidisel soolvees säilitamisel teatavasti ei omanda erilisi, valminud tootele omaseid maitseomadusi, mida tõendavad mitte ainult organoleptilised vaatlused, vaid ka eespool toodud keemiliste uurimuste tulemused (tabel 44). Valgulise ja amiinidest tekkinud lämmastiku sisaldus latika lihas, nagu keemilise analüüsi andmeist nähtub, muutub väga vähe.

Hoopis midagi muud me näeme heeringate juures. Nende lihas valgulise lämmastiku sisaldus tunduvalt väheneb, mittevalguline lämmastik aga, vastupidi suureneb,

mis on täielikult kooskõlas nende kalade liha kvaliteedi organoleptilise hinnanguga. Valgulise lämmastiku vähenemisega kaasneb amiinidest tekkinud ja muude mittevalguliste lämmastikuvormide kogunemine.

Lämmastiku valgulised ühendid kaotavad lagunemise tagajärjel järk-järgult kolloidide omadused ja difundeerivad soolvette, kus nende kogus suureneb ja nad alluvad edasistele muutustele.

Lämmastikuühendite kogunemist soolvette valge mere heeringa valmimisel iseloomustavad järgmised andmed (tabel 45).

Tabel 45

Sooldumiskestus päevades	Lämmastikusisaldus g-des 100 cm^3 soolvee kotha		
	valgulist	amiinidest tekkinud lämmastikku	ammoniaagist tekkinud lämmastikku
8	0,283	0,212	0,040
16	0,274	0,151	0,041
30	0,469	0,181	0,041
56	0,567	0,210	0,053
114	0,634	0,367	0,081

Niiviisi on soolakala valmimist iseloomustavaks näitajaks valgulise lämmastiku vähenemine ja amiinidest tekkinud ning muude mittevalguliste lämmastikuvormide kasv kala lihaskoes, samuti ka valgulise ja mittevalgulise lämmastiku koguse suurenemine soolvees. Valgulise lämmastiku sisalduse suurenemist soolvees tuleb seletada sooldumisel lahustamatuks globulaanide vormiks mitte üle läinud, peamiselt soolaslahustuvate valkude (globuliinide) difusiooniga kala lihast soolvette.

Valmimisprotsessi intensiivsus sõltub paljuski toote säilitamise temperatuurist, mida võib järeldada tabel 46 andmeist, mis iseloomustavad keemilisi muutusi balti vürtsikilu (preservide) lihas tema säilitamisel temperatuurides $\pm 2°$ ja $+ 10°$ (81).

Nagu tabelist 46 nähtub, kulges balti kilu valmimisprotsess kõrgendatud temperatuuris (10°) tunduvalt kiiremini kui temperatuuris $\pm 2°$, mida kinnitab mitte ainult ekstraktiiv- ja amiinhapetest tekkinud lämmastiku tunduv suurenemine, vaid ka valge kirmetise ilmumine kalale pärast 90-ööpäevalist säilitamist [1].

[1] Valgel kirmetisel kala pinnal on biokeemiline päritolu, olgugi et ta väliselt tuletab meelde hallitust.

Tabel 46

Näitajad	Säilitamistemperatuur °C	Säilitamiskestus ööpäevades				
		15	30	45	90	120
Ekstraktiivlämmastik mg-des 100 g kohta	+10	576,8	759,4	913,2	1153,3	1320,0
	±2	461,4	—	490,2	685,0	1094,0
Amiinhappeline lämmastik mg-des 100 g kohta	+10	252,3	305,0	427,2	1031,3	927,9
	±2	245,1	—	177,5	491,2	665,0
Türosiin mg-des 100 g kohta	+10	215	225	300	300	300
	±2	200	—	200	213	250
Happesus %-des	+10	0,48	0,36	0,36	0,36	0,36
	±2	0,44	—	0,24	0,29	0,29
Valge kirmetis kala pinnal	+ 10	ei ole	ei ole	ei ole	on	on
	± 2	„	„	„	ei ole	ei ole

On väga iseloomustav, et valge kirmetis ilmub kala pinnale ainult pärast seda, kui türosiinikogus kala lihas tõuseb 300 mg-le 100 g kohta; on kindlaks tehtud, et see kirmetis koosneb amiinhapetest, peamiselt türosiinist.

Sooldumisprotsess kulges mõlemal juhul normaalselt, mida tõendab kala liha madal happesus.

Valmimise intensiivsuse üle balti kilu säilitamisel mitmesugustes temperatuurides võib otsustada ka soolvete analüüsi põhjal, mille tulemus on toodud tabelis 47 (81).

Tabelist 47 nähtub, et soolvete tihe jääk, mis koosneb soolveest, rasvast ja lämmastikainetest (vürtsid analüüsi juures kõrvaldati), suureneb säilitamise perioodil 10° juures tunduvalt kiiremini kui ± 2° juures [1].

See asjaolu tõendab samuti lämmastikainete intensiivsemat lagunemist 10° temperatuuris säilitatava kilu kihas, sest lämmastikainete suurenemine soolvees võib toimuda ainult nende difusiooni arvel kala lihast.

Säilitamistemperatuuril on suur mõju valmimisprotsessile ja sellepärast ka toote maitseomadustele. Kala optimaalse valmimistemperatuuri valik sõltub paljudest teguritest: kala liigist, lahkamisviisist, soolasisaldusest kala lihas, kala liha keemilisest koostisest ja keskkonna (soolvee, õhu) keemilistest ja füüsikalistest omadustest, milles kala viibib.

Näiteks rasvane heeringas soolasisaldusega 8—12% piirides tuleb hoida temperatuuris — 5°. Toode valmib sel juhul aeglaselt, kuid selle-eest omandab meeldiva maitse ja lõhna, ilma

[1] Soolvee soolasisaldus oli keskmiselt 12% (kõikumised olid protsendi sajandikosade piirides).

Tabel 47

Nimetus	Säilitamistemperatuur °C	Säilitamiskestus ööpäevades				
		15	30	45	90	120
Tihe jääk %	+10	18,48	23,65	20,45	23,37	29,69
	±2	18,48	—	21,08	20,72	22,56
Ekstraktiiv-lämmastik mg-des 100 g kohta	+10	612,3	759,4	807,5	985,3	1038,0
	±2	612,3	—	567,1	758,3	—
Amiinhappelämmastik mg-des 100 g kohta	+10	196,3	349,3	349,3	807,2	958,8
	±2	196,3	—	263,5	491,9	665,0
Happesus %	+10	0,44	0,38	0,63	0,36	0,40
	±2	0,44	—	0,63	0,21	0,3

hapuka kõrvalmaitse tunnusteta, mis on iseloomustav +5° ja kõrgemas temperatuuris valminud heeringale. Soolakala valmimise optimaalseks temperatuuriks peetakse + 2°.

Tugevaltsoolatud kala (näiteks heeringas) valmib aeglaselt ja ei omanda nõrgaltsoolatud heeringa maitseomadusi. Suurema rasvasisaldusega kala on pärast valmimist lahjast kalast palju maitsvam.

Soolakala sooldumisel ja säilitamisel ei ole rasval muutused nii selgesti väljendatud, kui lämmastikainetel ja senini ei ole veel välja töötatud rahuldavat metoodikat, mille abil oleks võimalik rasva keemilisi muutusi seostada kala liha valmimist iseloomustavate kaubatundmisalaste näitajatega.

Senini me oleme rääkinud soolakala valmimisprotsessi iseloomustavatest organoleptilistest ja keemilistest näitajatest. Tehnoloogile on mitte vähem tähtis teada ka neid põhjusi, millest sõltub kalade valmimine ja mis selle valmimise põhjustavad.

Arvukate töödega on tõestatud, et soolakala valmimine teostub fermentide toimel.

Nimetus ferment on tuletatud ladina keele sõnadest fermentatio või fervere — keema.

Fermendid on rakkude elutegevuse produktid, mis kiirendavad reaktsiooni; mõned autorid nimetavad neid kolloidselt lahustuvateks katalüsaatoriteks (169).

Fermentatiivsed reaktsioonid on küllaltki spetsiifilised. Nende temperatuuri optimum on lähedane 30—40° ja neil on keskkonna optimaalne reaktsioon (pH), mille suhtes nad on väga tundlikud. Näiteks ferment pepsiin toimib ainult hapus keskkonnas, aga tripsiin — neutraalses ja nõrgaltleelises. Need fermentide omadused põhjustavad värskes, äsjapüütud kalas ja soolakala valmimisprotsessis fermentatiivsete (autolüütiliste) protsesside kulgemise.

Paljude aastate kestel oldi arvamisel, et elusale organismile spetsiifilised fermentatiivsed reaktsioonid ei või kulgeda surnud rakus.

Paljud uurijad tõestasid selle arvamuse ekslikkust (näiteks katsed liha seedimisest maomahla toimel väljaspool looma organismi — reaktsioon in vitro). Nende katsetööde põhjal jaotati fermente kaua aega organiseerituteks ja organiseerimatuteks, sõltuvalt sellest, kas läheb või ei lähe korda teostada reaktsiooni in vitro (148).

Praegusel ajal on see klassifikatsioon biokeemias tunnistatud mittetäielikuks, kuid tema asemele ei ole senini veel esitatud uut täiuslikumat klassifikatsiooni.

Kalade konservimisel, eriti soolamisel ja vinnutamisel etendavad fermentatiivsed reaktsioonid otsustavat osa maitsva ja toitva toote saamisel.

Fermentatiivse reaktsiooni tekkimiseks võib kalasoolamisel olla kolm allikat: lihaskoe rakud, mao-sooltetrakti rakud ja sisu, mikroorganismid.

Kalasoolamisel on meil tegemist kindlaid fermente sisaldavate surnud rakkudega (näiteks kala lihaskude), kusjuures need rakud on kaotanud võime muuta fermentide koguselist ja kvalitatiivset koostist ning samuti ka reguleerida fermentatiivseid reaktsioone, mistõttu nad ei suuda vastu panna fermentide lagundavale tegevusele.

Teine, mikroorganismide poolt toodetavate fermentide grupp kõigub tunduvalt, sest see sõltub mikroorganismide liigist ja kogusest ning nende eksisteerimise tingimustest.

Soolakala valmimisprotsess sõltub paljuski kala lihaskoes ja kala ümbritsevas keskkonnas (näiteks soolvees) olevate fermentide kogusest ja kvalitatiivsest koostisest.

Nõukogude õpetlaste tööde tulemused soolakala valmimise küsimuse alalt võib kokku võtta kolmeks põhiliseks hüpoteesiks.

Mikrobioloogiline hüpotees

Selle hüpoteesi väljendas kõige kindlamalt Kisselevitš (78) ja seda võib formuleerida järgmiselt: soolvee bakteriaalne floora kombinatsioonis tema keemilise koostisega on nii soolvee enda kui ka kala liha valmimise otsustavaks teguriks (põhjuseks).

Selle hüpoteesi kohaselt mikroobid töötavad välja vastavaid fermente, mis tungivad kala lihasse ja soodustavad selle valmimist.

Värske soolvee mikroobidest nakatumise allikaks on esijoones kala ise, kalasoolamise inventar ja sisseseade.

Kisselevitši väljenduse järgi (78), kala, näiteks heeringas

«kannab nähtavasti endas temale omaseid organisme, mis etendavad vastavat osa tema liha valmimisel».

Selle hüpoteesi järgi on soolamise ülesandeks luua vastavad tingimused kala valmimist põhjustava kasuliku mikrofloora elutegevuseks ja hävitada või katkestada kahjuliku roiskumise mikrofloora elutegevus.

Seda on täiesti võimalik teha, sest üle 12% kangusega soolvees roiskumise mikrofloora hävib või see halvatakse, aga suur osa kasulikust mikrofloorast jääb veel aktiivseks.

Kuivõrd kõikide poolt on tunnustatud, et orgaaniliste ainete ringluses on looduses suur tähtsus mikroorganismidel, ei ole mingisuguseid põhjusi eitada teatavate mikroorganismide gruppide positiivset osa soolakala valmimisel. Selle kinnituseks võib tuua Jermoljeva ja Bujanovskaja töö tulemused (62), kes tõestasid, et niinimetatud aroomitekitavate bakterite abil võib soolaheeringale anda erilise meeldiva lõhna ja maitse, mis tal pärast sooldumist puudub.

Soolakala valmimise mikrobioloogiline hüpotees on oma ideelt väga originaalne, eitab kala lihaskoe ja mao-sooltetrakti osa valmimisprotsessis või annab neile tähtsusetu osa.

Mikrobioloogilise hüpoteesi pooldajad ei ole seda väidet küllalt veenvalt põhjendanud, samuti ei anna nad rahuldavaid seletusi valge lõhe, tuura, mustselgheeringa ja muude kalade balõkktoodete valmimisele nende vinnutamisel, kus toode viibib õhus (soolvesi puudub).

Autolüütiline hüpotees

Selle hüpoteesi väljendas kõige kindlamalt Turpajev (160) ja seda võib formuleerida järgmiselt: soolakala valmimine teostub peamiselt lihaskoe ja mao-sooltetrakti fermentide toimel. Autolüütilise hüpoteesi pooldajatele annab see aluse valmimisprotsessi samastamiseks autolüütilise protsessiga.

Turpajev (160) kinnitab, et «autolüütilise protsessi aluseks sooldumisel on kõhuorganite ja lihaste proteaaside fermentide toime». See Turpajevi väide on rajatud Sadikovi ja Šošini (146) töödele, kes lihaste fermentide aktiivse osa tõestamiseks küülikuliha valmimisel teostasid järgmise katse: lihatükikesed asetati toluooli, luues sellega mikroorganismide arenemiseks ebasoodsad tingimused; tulemusena selgus, et kuigi mikrofloora oli alla surutud, liha valgud siiski lõhenesid ja valmimisprotsess kulges normaalselt. Selliselt nad tõestasid küllalt veenvalt, et kudede fermendid etendavad üsna tähtsat osa soojavereliste loomade liha valmimisel.

Autolüütilise hüpoteesi pooldajad määrasid küllalt täielikult

kindlaks ja uurisid tingimusi, mis on kõige soodsamad kõhuorganite ja lihaskoe fermentide aktiivsuse tõstmiseks. Näiteks fermentide aktiivsusele avaldab suurt mõju pH ja soolakontsentratsioon soolvees ning kala liha rakumahlas. Hapu keskkond pH väärtuste juures 4 kuni 5 on väga soodus paljude lihaste fermentide tegevusele, aga suur soolakontsentratsioon, vastupidi, vähendab nende aktiivsust (146, 160).

Soolakala valmimisel antakse eriline tähtsus seedeorganite fermentidele, sest nad on kõige aktiivsemad, kui pH on 6,7, s. t. lähedane pH väärtusele kalasoolvees; võrreldes lihaste fermentidega alaneb nende aktiivsus küllastatud soolalahuses vähemal määral (maksimaalselt 30% võrra).

Sellepärast autolüütilise hüpoteesi pooldajad arvavad, et kala soolamisel tekib niinimetatud heeringabukett kõige kiiremini ja täielikumalt rookimata või ainult rapitud heeringa soolamisel, kusjuures küüsikud peavad tingimata jääma kalasse, kuna nad on väga rikkad fermentidest. Roogitud kala valmimine toimub aeglasemalt.

Autolüütiline hüpotees annab mikroorganismide poolt toodetavatele fermentidele soolakala valmimisel tähtsusetu osa, kuid see seisukoht ei ole vajalikult põhjendatud.

Peale selle on tähendatud hüpoteesi nõrgemaks kohaks valmimisprotsessi samastamine autolüüsiga, mis ei ole üks ja sama. Soolatud kalas toimub sooldumisel mitte ainult valkude lagunemise (lõhestumise) protsess, vaid soola toimel ka nende stabiliseerumise protsess, s. t. teatud valkude grupp muutub võrdlemisi stabiilseks (lahustamatuks) vormiks, näiteks globuliinid muutuvad globulaanideks.

Värskekala autolüüsil on ülekaalus lagunemise protsessid esialgu koefermentide, siis aga mikroorganismide poolt väljatöötatud fermentide toimel.

Fermentatiivne hüpotees

Seda hüpoteesi võib formuleerida nii: soolakala valmimine toimub mikroorganismide poolt väljatöötatavate ja kala lihaskoes ning mao-sooltetraktis olevate fermentide toimel ning samuti ka keskkonna mõjul, milles need fermendid ja kala viibivad.

Valmimisprotsessi algul on kõige aktiivsemad koefermendid, mille osa sel perioodil on eriti tähtis, sest, lõhestades valke, valmistavad nad ette keskkonda mikroorganismide elutegevuseks ja nende fermentide tööks.

Keskkonnal on tähtis osa soolakala valmimisprotsessis. Praktiliselt on ammu kindlaks tehtud, et soolaheeringas säilitamisel loomulikus soolvees omandab mõõtmatult paremad maitseoma-

dused kui kunstlikes, tihti vahetatavates soolvetes säilitamisel. Autor on selle hüpoteesi pooldaja.

Fermentatiivne hüpotees on mikrobioloogilise ja autolüütilise hüpoteesi loogiliseks arenduseks.

Tulevaste uurijate ülesandeks on mitte ainult välja töötada soolakala valmimise teooria ja siduda see praktikaga, vaid leida ka meetodid valmimisprotsesside juhtimiseks. Viimasel juhul on keskkonna ja mikroorganismide poolt väljatöötatavate fermentide tegevuse reguleerimisel eriti suur tähtsus.

Fermentide hüpotees selgitab soolakala valmimisprotsessi kõige mitmekülgsemalt.

PEAMISTE TÖÖNDUSLIKE KALADE SOOLAMISE TEHNOLOOGILISED PROTSESSID

Tehnoloogilist skeemi moodustavaid operatsioone võib liigitada kolme gruppi: kala konservimiseks ette valmistavad operatsioonid, päriskonservimise operatsioonid ja operatsioonid, mis on vajalikud konservitud valmiskauba viimiseks realiseerimiseks vajalikku seisukorda (likviidsesse seisukorda).

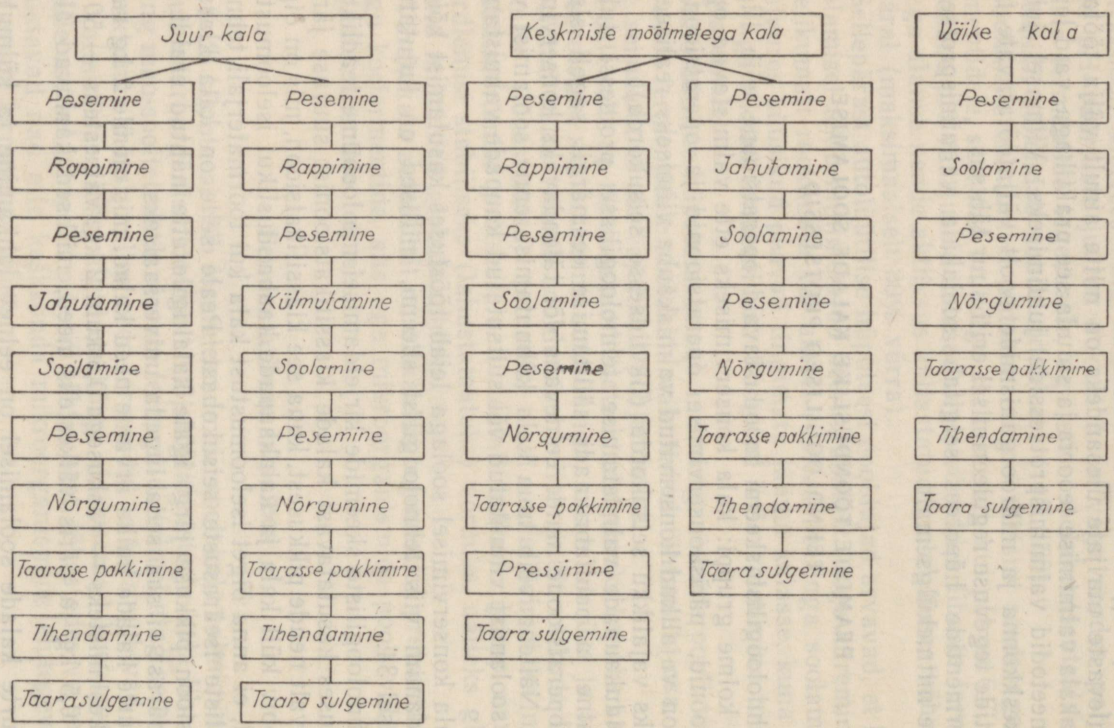
Toidukaupade valmistamise tehnoloogilisse protsessi tuleb tooraine ja poolfabrikaadi säilitamise eesmärgil sageli sisse viia operatsioone nende eelnevaks või täiendavaks konservimiseks. Näitena võib tuua kala külmutamist enne soolamist või kala soolamist vinnutatud või suitsutatud kaupade valmistamisel.

Kala konservimisel soolaga leiab tööstuses kasutamist kõige sagedamini viis tehnoloogilist skeemi, millised on kujutatud joonisel 34.

Tehnoloogiliste skeemide kirjeldamisel me loobume teadlikult tööstuses kasutatavast kalade klassifikatsioonist suuruse järgi sõltuvalt nende pikkusest, kuna see klassifikatsioon, mis on õige ja sobiv küll kala ja kalakaupade kaubanduslikul iseloomustamisel, ei anna õiget iseloomustust kala kui toormaterjali tehnoloogiliste iseärasuste seisukohast. Peale selle on kala klassifikatsioon pikkuse järgi igale kalaliigile ette nähtud eraldi ja sellepärast ei saa seda lugeda universaalseks.

Suurte kalade hulka arvame need kalad, mis on üle 2 kg rasked, keskmisteks — raskusega 0,5 kuni 2 kg, väikesteks — 50 g kuni 0,5 kg ja päris väikesteks need, millised kaaluvad alla 50 g.

Suurte kalade soolamisel on eelnev lahkamine ja külmutamine või jahutamine üldreeglina vajalik operatsioon. Selle tõttu muutub nende kalade soolamise tehnoloogiline protsess tunduvalt keerulisemaks.



Joon. 34. Kala soolamisega konservimise lühendatud tootmisskeemid.

Keskmise suurusega kalade soolamisel kasutatakse külmutamist võrdlemisi harva. Tavaliselt kalu ainult jahutatakse või soolatakse ilma eelneva jahutamiseta. Külmutamine võetakse tarvitusele ainult võrdlemisi rasvarikaste kalade soolamisel (näiteks suured heeringad) või siis soolamisel kuumal aastaajal mittejahutatavates tsehhides (näiteks stavriidi ja pelamiidi soolamisel).

Väikeste ja eriti väikeste kalade soolamise tehnoloogiline protsess on võrdlemisi lihtne, kuna nad soolduvad võrdlemisi kiiresti ja enamasti ei vaja lahkamist ega eelnevat konservimist külmaga. Päris väikesed kalad suunatakse soolamisele vahetult pärast pesemist.

Kalade päriskonservimiseks (näiteks soolamiseks, suitsutamiseks, vinnutamiseks jne.) ettevalmistamise operatsioonidel on erakordselt suur tähtsus, kuna nendest väga paljuski oleneb saadava produkti toidu- ja kaubaväärtus.

Üheks selliseks tähtsaks operatsiooniks soolatud kauba valmistamise tehnoloogilises protsessis, millel tuleb eriti peatuda, on kala lahkamine. Kuna kala lahkamine on igasuguste konservimismooduste üldiseks operatsiooniks, tuleb seda käsitleda mitte ainult soolamise puhul, vaid samaaegselt ka kala suitsutamise, vinnutamise ja kuivatamise korral.

Kala lahkamine

Kala lahkamiseks nimetatakse operatsiooni, mille eesmärgiks on kõrvaldada kalast rida organeid või kehaosi. Kalu lahatakse käsitsi noaga või mitmesuguse kujuga eriliste seadmete abil (mehaaniliselt töötavate ketaskääride ja masinatega). Kaug-Ida kalakonservitööstustes töötavad juba mitmeid aastaid kala-lahkamise automaadid, milliste abil eraldatakse lõhilastel mari ja sisikond, lõigatakse ära uimed, saba ja pea ning kala üheaegselt ka pestakse. Üks niisugune automaat asendab vähemalt 30 töölist.

Gorbuuša rookimiseks kasutatakse Kamtšatkas Ussovi automaatpinki, milline avab kõhukoopa (päraku-uimest kuni kurgualuseni), lahkab kala, võtab pumbid välja, lõikab ära söögikõri, kõrvaldab sisikonna, avab piki selgroogu verekoti (neerud), puhastab kõhukoopa sisikonnajäätmetest ja vereklompidest, peseb selle ja uhab kala pinna veega puhtaks.

Automaati teenindab kaks töölist, kusjuures esimene suunab kala vastuvõtulauale ja teine hoolitseb automaadi üldise teenindamise eest. Automaadi tööjõudlus on 30 kala minutis.

Välismaal (Lääne-Saksamaa, USA) on loodud tursklaste, heeringlaste ja mõningate teiste kalade fileeks lahkamise masinad.

Vaatamata mõningate kalalahkamismasinate olemasolule, domineerib kala lahkamisel nii meil kui ka välismaal ikkagi käsitsitöö, kuna selle operatsiooni mehhaniseerimine on väga keeruline. Põhjus seisab selles, et kala kuju ei ole ühtlane ja on mõõtmetelt kõikuv ning mehaanilise mõju suhtes väga tundlik. Konstruktoritel ja leiutajatel tuleb kalatööstuses veel palju selleks töötada, et täiesti mehhaniseerida seda töömahukat ja tähtsat operatsiooni.

Kala lahkamine (siia me arvame ka rookimise) taotleb järgmisi põhilisi eesmärke.

Kala söödavate osade eraldamine mittesöödavatest. Söödavate osade mittesöödavatest eraldamise tulemusena saavutatakse tööstuses taara kokkuhoid, tarbija aga saab toidu suhtes väärtuslikuma kalaosa. Soolestik, selgroog, uimed, soomused ja tunduval määral ka pea kuuluvad mittesöödavate osade hulka ning sellepärast tuleb nad kala lahkamisel kas täielikult või osaliselt kõrvaldada.

Selgroo kõrvaldamine nõuab küllaltki palju tööd ja tehnoloogilisest seisukohast lähtudes pole see alati otstarbekohane ning sellepärast kasutatakse seda tööstuses võrdlemisi harva — peamiselt külmutatud filee ja heeringapreservide tootmisel.[1]

Uimi tavaliselt ei kõrvaldata (välja arvatud kala lahkamisel fileeks, konservideks valmistamisel ja mõningatel teistel juhtudel), kuna see operatsioon on liiga töömahukas. Vinnutatud ja suitsutatud kauba tootmisel moonutab uimede eraldamine kala väljanägemist. Peale selle koguneb paljudel kaladel uimede alusebaasi ümber rasv, mis uimede kõrvaldamisel koos lihatükiga välja lõigatakse ja mistõttu üldine rasvasisaldus kalalihas langeb.

Suurtest ja keskmise suurusega kaladest sisikond üldreeglina kõrvaldatakse, kuna ta põhjustab kala kiiret riknemist. Mõnikord kõrvaldatakse ka lõpused.

Kala söödavate osade ratsionaalne kasutamine. Rasv ei paikne kalas ühtlaselt. Iseloomulikuks näiteks on siin lõhilased ja tuurlased, millistel on kõige rohkem rasva koondunud kõhuossa. Tehnoloogilisest seisukohast lähtudes pole otstarbekohane töödelda koos selja- ja kõhuosi, näiteks suitsutatud ja vinnutatud kauba valmistamisel, kuna kõhuosa, olles palju õhem ja rasvasem, nõuab teistsugust töötlemisrežiimi (sooldumist, leotamist, tahendamist) kui seljaosa.

Lõhilaste ja tuurlaste kõhutükiks ja balõkiks lahkamise ots-

---

[1] Kalaliha veetustamise protsess suitsutamisel ja eriti vinnutamisel tingib alati teatud määral kahanemist, s. o. mahu vähenemist, mis põhjustab kala keha kõverdumist. Kuna selgroog seda takistab, siis sellistel juhtudel annab selgroo kõrvaldamine kaubale halva väljanägemise.

tarbekus on tingitud ka maitse- ja toiteomadustest, mida nad töötlemise tulemusena omandavad.

Mõnikord kasutatakse lahkamist ka siis, kui kala või poolfabrikaat on mehaaniliste vigastustega.

Kõige levinum defekt soolakalal (eriti heeringal) on kõhukatkisus. Kui teiste näitajate osas kaup vastab I sordile, siis niisugusel juhul võib rebestunud kõhu ära lõigata (balõkiks lahkamine) ja nii kõrvaldada kauba sordi allaviimise põhjuse.

Õige lahkamismooduse valiku tagajärjel võib väljalastava kauba sordilisust säilitada ja isegi tõsta, kuid ainult sel juhul, kui sordilanguse põhjuseks on kala või poolfabrikaadi mehaanilised vigastused, aga mitte liha kvaliteet.

Mõningate, toidu suhtes eriti väärtuslike organite eraldamine. Niisugusteks organiteks on eelkõige mari ja maks, millised vajavad erilist töötlemis- või konservimismoodust. Näiteks lõhilaste ja tuurlaste mari on väga maitsev ja toitev produkt ning tema kalasse jätmine soolamisel või teiste töötlemismooduste juures ei ole otstarbekohane. Tursklaste maks on rikas rasva ja vitamiinide A ja D poolest ning on loomulik, et teda tuleb kasutada meditsiinilise rasva valmistamiseks või kõrge toiteväärtusega produktide valmistamiseks (näiteks konservid «Tursa maks naturaalne»).

Meeldivama väljanägemise andmine kalale. Mõningatel kaladel on ebameeldiv kehakuju või peaehitus (merehunt, mereahven jt.). Vastava töötlemismoodusega on see puudus kõrvaldatav, mis on eriti tähtis delikatesskauba tootmisel.

Kala pinna suurendamine mahu suhtes ja kala liha osaline paljastamine. Seda tehakse selleks, et kiirendada konservimise protsessi, millel on eriline tähtsus kala soolamisel, kuivatamisel ja külmsuitsutamisel.

Taara mahu ratsionaalne kasutamine (tünnid, kastid). Meie maal, kus kalatooteid transporditakse kümnete tuhandete kilomeetrite kaugusele ja isegi kaugemale, on sellel faktoril väga suur majanduslik tähtsus.

Selles suhtes tuleb pidada ideaalseks lahkamismoodust, mille tagajärjel jääb alles ainult kala täiesti toidukõlblik ja kõige toitvam osa või kehaosad. Niisugusteks kala kehaosadeks tuleb pidada eelkõige kala lihaskude (filee).

Mittesöödavate või väikese toiteväärtusega kalaosade ja -organite ratsionaalne kasutamine. Kala sisikond, selgroog, soomused, uimed ja pea kuuluvad mittesöödavate või väikese toiteväärtusega kalaosade või -organite hulka. Samal ajal aga võib neist valmistada rida kaupu, mille järgi tunneb vajadust kergetööstus ja loomakasvatus: liim, pärlmutrid, nahk, rasv, kalajahu jne. Kalatööstuse töö õigel organiseerimisel tuleb ja on täiesti võimalik suurem osa kalu, eriti suuri ja keskmise suuru-

sega kalu lahata niimoodi, et kalast eraldataks kõik toiteväärtuselt väikese tähtsusega osad ja organid.

Kasutades neid tehniliste ja söödaproduktide valmistamiseks (kalajahu, liim jne.), võib ettevõte saada teatud majandusliku efekti, aga maa tarbimiskeskused saavad varustatud täielikult söödavate produktidega; niinimetatud köögijäätmete kogust võib tunduvalt vähendada, millel on suur sanitaar-hügeeniline tähtsus.

Tootmistingimustes tuleb tihti loobuda ülalkirjeldatud reeglitest ja selleks, et ümber töödelda suuri kalasaake, tuleb valida kõige vähemat tööjõukulu nõudev lahkamise moodus.

Kala lahkamise viisid. Tööstuses kasutatakse järgmisi kala lahkamise mooduseid.

Ümarkala rookimata — lahkamata kala [1]. Väikesi ja keskmiste mõõtmetega kalu (siig, taran, nugakala, heeringas, vobla ja teised) töödeldakse tavaliselt tervikuna, lahkamata. Ei soovitata samuti lahata keskmise suurusega kalu, millised suunatakse vinnutamiseks ja suitsutamiseks, eriti kui nende sisikond on rasvarikas (koha, latikas, tšir jt.).

Ümarkala roogitud — kõige levinum lahkamise moodus. Lahkamisel selle mooduse järgi lõigatakse kõht lõhki rinnauimede vahelt peast kuni päraku-avauseni, sisikond eraldatakse täielikult ja kõhukoobas puhastatakse selgroo kohalt veretükkidest (neerudest). Sellist moodust kasutatakse peamiselt keskmise suurusega kalade lahkamisel (peamiselt tursklased, lõhilased, karplased jne.) [2].

Mõnel juhul tuleb rookida ka väikseid kalu, kuna esineb kalu, milliste sisikond sisaldab mürkaineid ja nende kasutamine toiduks lahkamatult võib kutsuda esile haigestumise. Selliste kalade hulka kuulub balhaši marinka, millise suguproduktid ja kõhuõõnt kattev must kile on mürkaine tekkimise kohaks. Kalu, millistel on tugevalt arenenud õrnakestaline sapipõis, ei või tervikuna töödelda; niisugustel kaladel (näiteks amuuri pakslaup) imbub sapipõiest väljuv sapp kiiresti lihasse ja muudab selle kibedaks.

Rappimine — kalal kõrvaldatakse lõpused ja söögikõri; mari, niisk ja püloorilised lisandid jäetakse alles.

Rappimine koosneb kahest operatsioonist — kurgualuse läbilõikamisest noaga ning lõpuste, soolte, maksa ja südame eraldamisest, mistõttu kala verest vabaneb (eriti eluskala lahkamisel). Sellisel eluskala lahkamise moodusel põhineb tegelikult niinimetatud hollandi ja saksa heeringa soolamisviisid.

---

[1] Kehtivates standardites on lahkamata kala võetud tinglikult lahkamismooduste nimestikku nimetuse all «ümarkala rookimata».

[2] Taara ratsionaalsemaks kasutamiseks eraldatakse tursklastel tavaliselt pea, kuna sel ei ole toiteväärtust ja on suhteliselt suur (21,5% kala kaalust).

Balõkiks lahkamine. Balõkiks lahkamisel eraldatakse pikilõikega kala kõht seljast; vastavalt lahkamise viisile võib pea külge jätta või ka kõrvaldada. Balõkiks ja kõhutükiks lahkamist kasutatakse peaasjalikult külmsuitsutamisel ja vinnutamisel; soolamisel ja kuumsuitsutamisel kasutatakse seda viisi harva.

Selle viisiga töödeldakse enamasti tuurlasi ja lõhilasi, mõnikord samuti mereahvenaid, suuri heeringaid ja säga.

Tuurlaste (tuur) lahkamisel balõkiks ja kõhutükiks eraldatakse roogitud kalal pea rinnauimede ja esimese seljakilbise kohalt, jättes selle pea külge. Kõhuosa (kõhutükk) lõigatakse ära 4—5 cm kauguselt allpool küljekilbist. Lõige lõpeb pärakuuime kohal. Seljalt lõigatakse kilbised ära kogu kala pikkuses, kõhutükk aga lõigatakse pikuti kaheks võrdseks pooleks.

Valge lõhe (belorõbitsa) ja nelma lahkamisel torgatakse nuga sisse kala parempoolsest küljest 5—7 cm kauguselt lõpuskaantest ja 2—3 cm allpool küljejoont. Lõige tehakse sellise arvestusega, et kõhupoolse osa külge ei jääks pärakuuime rohkem kui üks neljandik. Selle lõike lõpetamisel keeratakse noa teravik kala pea suunas ja lõiget kiirelt jätkates lõigatakse läbi õlaluud kuni lõpuseavausteni. Siis keeratakse kala ettevaatlikult paremale küljele ning lõigatakse ära vasakule küljele jäänud nahk ja õlaluud. Peale seda lõigatakse ära lõpused, selg ja kõhutükk aga suunatakse puhastamisele ja pesemisele.

Kaug-Idas kasutatakse mitut viisi vaikse ookeani lõhe (keta, nerka) lahkamiseks balõkiks. Kõige levinumaks balõkiks lahkamise viisiks on tööndusliк lõikamine, mille tehnika seisneb järgmises: lahkamislauale saabuv kala asetatakse piki lauda liistuga aluslauakesele seljaga enda poole. Nuga torgatakse õlaluu juures 1 cm allpool küljejoont kala kehasse, tehakse talle paralleelne lõige kuni pärakuuimeni ja siis lõigatakse noa pöördega kõht ühes pärakuuimega täielikult ära. Noa kaldega ninamiku suunas lõigatakse pea ära peaaegu põiki, nii et balõki külge jääb väike osa pea krõmpsluud. Külmal aastaajal ja talvel jäetakse pea külge tervikuna ja kõrvaldatakse ainult lõpused. Ülal on käsitletud värske kala lahkamist. Soolatud kala on hõlpsam töödelda saba poolt.

Säga balõkiks lahkamise tehnika erineb vähe tuura lahkamisest. Enne lahkamist säga külmutatakse, siis sulatatakse natuke üles ning pestakse rohust harjade ja nuustikutega. Külmutamine on vajalik selleks, et kergendada lima kõrvaldamist kala pinnalt ja et lahkamine oleks kvaliteetsem. Pea eraldatakse keha küljest erilise noa abil. Kõhutükk eraldatakse niisamuti nagu tuural, lõpetades lõike 2—3 cm kaugusel pärakuavausest suunaga sellest saba poole.

Lapik. Lapikuks lahatakse enamasti suuri ja keskmise suu-

rusega kalu. Enamikul kaladest avatakse kõhuõõs selja kaudu, milleks ta lõigatakse lõhki keskelt piki selgroogu pea poolt sabauime suunas; pea lõigatakse pikuti keskelt läbi või kõrvaldatakse täiesti.

Mõningatel kaladel (näiteks säga), milliste kehakuju on võrdlemisi ümarik, aga samuti ka eriliste lahkamismooduste puhul (klipfisk) avatakse kõhukoobas kõhu poolt. Antud juhul lõigatakse pärast rookimist ja kõhukoopa puhastamist kala piki selgroogu läbi sellise arvestusega, et seljanahk ei saaks läbi lõigatud; pea kas raiutakse maha või lõigatakse pikuti lõhki.

Kala lapikuks lahkamiseks kasutatakse järgmisi mooduseid.

Poollapik. Kala lõigatakse lõhki parema silma juurest piki selgroogu kuni sabauimeni; teine täiendav lõige kulgeb vasaku külje pool mööda selja lihaosa piki selgroogu; täiendav lõige võib olla ka paremal pool selja lihaosas; sisikond kõrvaldatakse; tehakse puhtaks vereklompidest.

Lapik peaga. Kala lõigatakse lõhki mööda selga piki selgroogu peast kuni sabauimeni; pea lõigatakse pikuti lõhki kuni ülemise huuleni; sisikond, mari ja niisk kõrvaldatakse; puhastatakse vereklompidest; võidakse teha üks sügav sisselõige piki lihaosi (selja siseküljel), nahka läbi lõikamata. Sägal võib olla niisuguseid sisselõikeid mitu, kaugusega üks teisest 3—3,5 cm; peale selle võib sägale teha lõpuskaante lihaosasse ühe ristikujulise sisselõike. Nülgides lapikut kõrvaldatakse nahk rinnauimedest kuni sabauimeni; pärakuuime piirkonnas on lubatud lihaskoe vigastused.

Lapik peata. Kala lahatakse niisama nagu lapik peaga lahkamisel, ainult selle erinevusega, et pea ühes rinnauimedega lõigatakse ära; õlaluud võivad keha külge jääda. Peata lapikut valmistatakse ainult suurtest kaladest.

Lapik — sisselõikega (paltuse jaoks). Kala lõigatakse lõhki silmapoolsest küljest; esimene lõige tehakse peast kuni sabauimeni kala keskelt ribide pealt kallakuga paremale ja avatakse kõhuõõs; teine lõige — kala lõigatakse lõhki keskelt kallakuga vasakule; pea raiutakse maha silmapoolsest küljest; sisikond võetakse välja; ujupõis, neerud ja mari (või niisk) võib jääda kalasse.

Lapik klipfiskiks lahkamisel. Kala lastakse verest tühjaks, pea kõrvaldatakse, õlaluud jäetakse kere külge; kere lõigatakse läbi kõhu poolt ja seejärel kõrvaldatakse ribikont; sabaosas lõigatakse läbi saba juurest poolümmarguse lõikega; sisikond, kaasa arvatud mari ja niisk, võetakse välja; puhastatakse hoolikalt vereklompidest.

Lapikuks lahkamist kasutatakse nendel juhtudel, kui kala soolamisel konservimise protsessi tahetakse kiirendada; see on

tähtis eriti selliste kalade juures, mille selg on paks ja naha all rikkalik rasvakiht. Lahkamisel suureneb tunduvalt kala pind tema paksuse suhtes ja tunduv osa liha paljastub. Selleks, et lapikuks lahatud kala pinda veelgi suurendada, tehakse mõnikord tema paljastatud lihaosadele pikilõikeid (ilma nahka läbi lõikamata).

K ü l g. Küljeks lahkamine on kõige paremaks lahkamise mooduseks niisuguste kaupade tootmisel, mis nõuavad suurt veetustamist (kuivamist), kuna niisuguse lahkamisega luuakse kõige soodsamad tingimused niiskuse eraldumiseks. Tööstuses esineb mitu kala küljeks lahkamise moodust.

Kaug-ida külg. Kaug-ida kaladest lahatakse küljeks keta ja nerka. Roogitud kala lahatakse piki selgroogu kaheks fileeks, kusjuures tavaliselt selgroog kõrvaldatakse. Pea ja sabaosa kõrvaldamine kala kerest toimub enne fileerimist. Pärast pesemist ja puhastamist eraldatakse kõhuosa ühtlase pikilõikega pärakuuimest kuni kala kõhu peaosani. Kõhulõige tehakse paralleelselt külgjoonega sellest 2—4 cm kaugusel.

Niisiis nimetatakse küljeks niisugust lahkamise moodust, mille juures kalal kõrvaldatakse pea, saba- ja kõhuosa ja mõnikord ka selgroog. Külje teisendiks on poolkülg, s. o. niisugune külg, mis on lahatud kahte pikiossa. Küljeks ja poolküljeks lahkamist kasutatakse suure töömahukuse tõttu tööstuses harva.

Külg tuurast. Tuura lahkamisel küljeks eraldatakse kalal pea rinnauimede ja selja esimese kilbise kohalt, jättes selle pea külge. Sabaosa eraldatakse pärakuuime alguse kohalt. Saadud kere lõigatakse piki krõmpsluud kaheks võrdseks osaks: krõmpsluu ja küljekilbised võidakse ära lõigata või ka alles jätta. Kõhuosa (külg) lõigatakse ära 4—5 cm kauguselt altpoolt küljekilbiste rida. Kõhutüki paksus, vastavalt standardi nõuetele, peab olema vähemalt 2,5 cm, pikkus aga 37 cm ja üle selle.

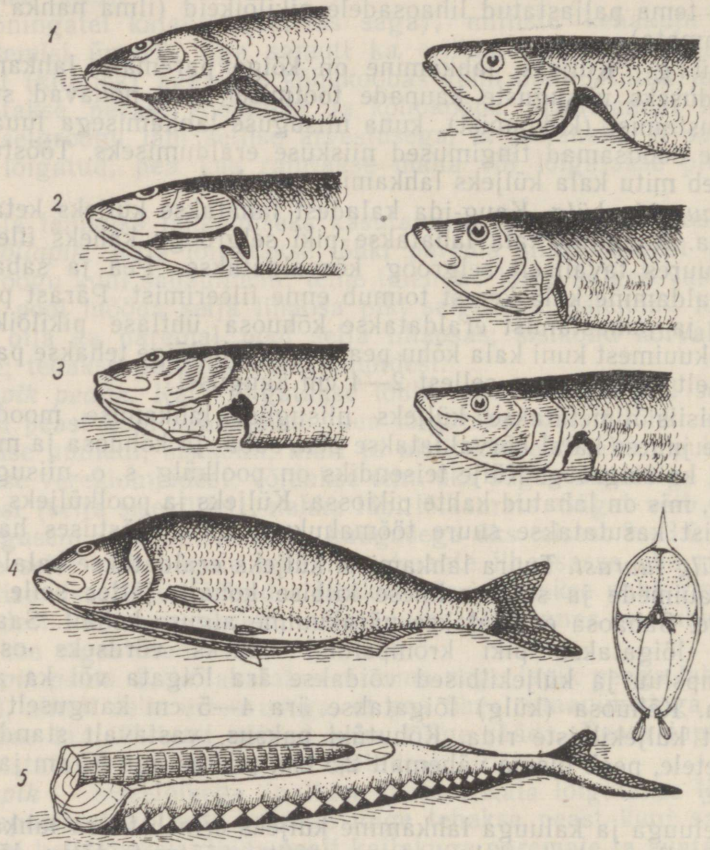
Beluuga ja kaluuga lahkamine küljeks erineb tuura lahkamisest selle poolest, et kere, tema suurte mõõtmete tõttu, lõigatakse põiki tükkideks, millised lõigatakse pärast piki krõmpsuud kaheks võrdseks pooleks. Pooled lõigatakse pikitükkideks (külgedeks). Krõmpsluud lõigatakse ära. Vastavalt standardile peab beluuga külje paksus olema 4,5 cm ja rohkem, aga pikkus alates 21 cm ja üle selle.

T ü k k. Tükiks lahkamiseks kasutatakse peaasjalikult suurte mõõtmetega kalu (beluuga, kaluuga, säga, taimen jt.).

Selle mooduse juures lõigatakse beluugal ja kaluugal pärast rookimist ja kõhukoopa puhastamist kõhutükk ära koos pärakuavausega, seejärel aga raiutakse maha pea ja võetakse välja visiiga. Pärast seda tehakse kala kehale põikitäkked, kaugusega

üksteisest 25—30 cm, millede kohalt kala lahatakse üksikuteks tükkideks.

Beluuga ja kaluuga lahkamine küljeks ja tükiks on väga



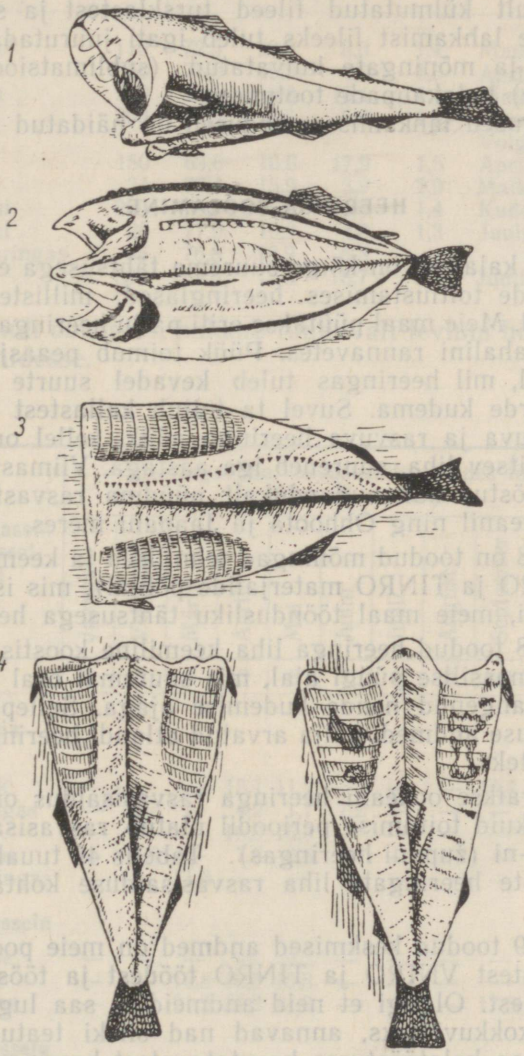
Joon. 35. Kõige rohkem levinud lahkamise viisid:
1 — šoti rappimine; *2* — hollandi rappimine; *3* — käsitsi rappimine; *4* — roogitud ümarkala; *5* — tuura balõkk.

suurt tööd nõudev toiming ja sellega kaasnevad söödavate osade suured jäätmed.

Säga lahatakse tükiks (lakerdiks) järgmisel viisil: kala roogitakse, pea koos rinnauimedega raiutakse maha, keha lõigatakse põiki tükkideks pikkusega 25—30 cm. Kui tükid on raskemad kui 1,5 kg, siis need lõigatakse piki selgroogu pooleks. Selgroog jäetakse harilikult ühe poole juurde. Sabaosa piki

selgroogu pooleks ei lõigata, vaid ta lõigatakse põiki tükkideks, milliste kaal ei ületa 1,5 kg.

F i l e e. Lahkamisel fileeks kõrvaldatakse kalalt soomused, seejärele kala roogitakse, lõigatakse siis selgroo küljest pikuti maha kaks sümmeetrilist lihapoolt (filee), kõrvaldades selgroo



Joon. 36. Kõige rohkem levinud lahkamise viisid:
1 — ümarkala peata; *2* — vene lapik; *3* — lapik peata; *4* — klipfisk.

ja küljeluud ning uimed; olgu tähendatud, et latikal erandina ribisid ei eemaldata, vaid jäetakse filee külge.

Fileerimine on kõige täiuslikumaks lahkamise mooduseks, kuna tarbija saab ainult söödavad kalaosad; saavutatakse suur taara kokkuhoid, jäätmed aga kasutatakse täielikult ära sööda ja tehniliste produktide valmistamiseks. Käesoleval ajal valmistatakse ainult külmutatud fileed tursklastest ja soomkalast. Kuid kalade lahkamist fileeks tuleb igati juurutada soolatud, suitsutatud ja mõningate kuivatatud (sublimatsioonimeetodil kuivatamine) kalakaupade tootmises.

Mitmesugused lahkamise moodused on näidatud joonisel 35 ja 36.

HEERINGA SOOLAMINE

Kõikidest kaladest on kõige suurema tähtsusega elanikkonna laiade kihtide toitlustamises heeringlased, milliste varud on väga suured. Meie maal püütakse eriti palju heeringaid Ohhoota meres ja Sahalini rannavetes. Püük toimub peaasjalikult sellel perioodil, mil heeringas tuleb kevadel suurte parvedena ranniku äärde kudema. Suvel ta toitub kallastest eemal; niisuguse toituva ja rasvuva heeringa püük, kellel on eriti rasvane ja maitsev liha, suureneb iga aastaga. Viimastel aastatel on meie tööstus hakanud edukalt püüdma rasvast heeringat Atlandi ookeanil ning Ohhoota ja Jaapani meres.

Tabelis 48 on toodud mõningad tehnilised ja keemilised andmed (VNIRO ja TINRO materjalide põhjal), mis iseloomustavad peamisi, meie maal tööndusliku tähtsusega heeringaliike.

Tabelis 48 toodud heeringa liha keemiline koostis on määratud nende massilise püügi ajal, mis suuremal osal heeringatel on kokku langenud nende kudemise ajaga. Sellepärast tuleb rasvasisalduse andmed, välja arvatud atlandi heeringal, lugeda minimaalseteks.

Näiteks vaikse ookeani heeringa rasvasisaldus on kudemise ajal 6,5%, kuid toitumise perioodil ulatub rasvasisaldus 20 ja isegi 33,5%-ni (župani heeringas). Tabelis 49 tuuakse andmed mitmesuguste heeringate liha rasvasisalduse kohta vastavalt aastaajale.

Tabelis 49 toodud keskmised andmed on meie poolt kogutud mitmesugustest VNIRO ja TINRO töödest ja tööstuste laboratooriumidest. Olgugi et neid andmeid ei saa lugeda küllalt täielikuks kokkuvõtteks, annavad nad siiski teatud ettekujutuse kodumaa kalatööstuses kasutatavatest heeringatest.

Meie maal soolatakse heeringat peamiselt suurtes kogustes basseinidesse ja vaid alates 1950. a., pärast heeringapüügi are-

Tabel 48

Heeringa nimetus	Keskmine kaal g	Liha keemiline koostis %-des toorainele				Märkus
		vesi	valk	rasv	tuhk	
Kaspia pusanok	110	72,5	18,0	8,0	1,4	Maikuu püük
Dolgini	350	75,0	19,0	4,2	1,5	Aprillikuu püük
Musta seljaga	900	64,1	18,8	16,1	1,4	Maikuu püük
Volga	300	73,5	18,6	6,8	1,5	Sama Volga deltas
Musta mere	150	63,6	16,0	17,9	1,5	Aprillikuu püük
Valge mere	34	77,4	15,9	3,9	2,0	Maikuu püük
Vaikse ookeani	290	73,9	18,3	6,5	1,4	Kudev
Vaikse ookeani	26	77,9	19,9	4,0	1,3	Juulikuu püük
Aniivilahe heeringas	86	76,8	18,9	5,3	—	—
Atlandi	380	64,5	17,5	18,7	0,8	Juulikuu püük

nemist Atlandi ookeanis, hakkab tunduvalt levima heeringa soolamine tünnidesse.

Tabel 49

Heeringate klassifikatsioon basseinide järgi	Heeringa liha rasvasisaldus %-des toorainele sõltuvalt aastaajast											
	Jaanuar	Veebruar	Märts	Aprill	Mai	Juuni	Juuli	August	September	Oktoober	November	Detsember
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Volga-Kaspia bassein												
Kaspia pusanok	—	—	—	13,1	11,2	—	—	—	10,1	—	18,0	15,3
Dolgini heeringas	—	—	—	4,2	1,7	7,2	—	—	—	—	11,1	—
Musta seljaga	—	—	—	16,0	15,3	—	—	—	—	—	—	—
Volga heeringas	—	7,0	—	7,6	6,8	—	—	—	—	—	9,1	—
Astrabadi heeringas	—	—	11,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aasovi-Doni bassein												
Aasovi pusanok	—	—	—	—	9,2	—	—	—	—	34,1	—	—
Doni heeringas	—	—	16,8	16,8	16,8	—	—	—	—	—	—	—
Kertši heeringas	—	—	21,2	21,3	21,3	—	—	—	17,5	17,5	17,5	—
Musta mere bassein												
Musta mere heeringas	—	13,2	8,1	16,5	18,3	—	—	—	—	17,0	—	25,0
Musta mere sprott	—	9,3	—	—	12,4	2,3	—	—	12,1	—	—	—

Järg

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Atlandi bassein												
Põhjamere heeringas [1]	—	—	3,5	—	—	18,6	—	—	22,0	21,2	—	—
Atlandi heeringas	17,0	16,9	12,5	6,0	5,5	13,0	18,0	23,5	22,5	24,0	22,5	20,0
Valge mere bassein												
Valge mere heeringas	—	—	—	5,3	4,0	—	—	—	—	12,9	—	—
Balti bassein												
Räim (Riia lahes)	—	—	—	—	—	3,0	6,8	—	6,5	7,2	—	5,7
Kilu	—	—	—	—	—	6,4	—	—	8,9	—	—	—
Räim (Balti mere lõunaosas) [1]	8,1	—	4,2	2,3	2,9	—	1,2	2,7	4,4	—	6,8	4,6
Vaikse ookeani bassein												
Lõuna-primorje heeringas	—	—	6,1	6,5	14,3	17,5	15,3	—	—	11,3	18,6	14,9
Põhja-primorje heeringas	—	—	7,2	7,0	6,8	5,3	4,7	—	—	—	—	—
Kamtšatka idarannik	—	—	17,0	17,0	17,0	—	24,3	29,7	33,5	33,5	33,5	—
Kamtšatka läänerannik	—	—	—	—	—	—	9,0	11,0	11,0	—	—	—
Aniivi heeringas	—	—	—	—	—	—	3,8	—	—	—	—	—
Ohhoota heeringas	—	—	—	—	8,0	5,0	—	27,6	—	—	—	—
Vaikse ookeani sardiin	—	—	—	—	—	17,0	19,5	21,2	19,6	19,6	17,8	—

[1] Poola Rahvavabariigi Merekalamajanduse Instituudi andmete järgi.

Vaikse ookeani kevadise heeringa soolamine basseini

Vaikse ookeani heeringat püütakse suurtes kogustes Lõuna-Sahalini ja Ohhoota rannikul; Kamtšatka ja Kuriili saarte vetes on heeringa püük võrdlemisi väike.

Massiline vaikse ookeani heeringa püük toimub märtsis-mais, mil, minnes kudema, heeringas ligineb meie rannikule ja satub tohutul arvul seisvatesse nootadesse. Kevadise heeringa liha ei ole rasvarikas (5—9%); suvine ja eriti sügisene heeringas sisaldab 20—30% rasva, tal on väga õrn ja maitsev liha, mis kiiresti laagerdub väikese soolasisalduse juures. Nõukogude tarbijate poolt hinnatakse eriti kõrgelt soolatud kaupu kamtšatka suvisest ja sügisesest heeringast, mis erineb suurte

mõõtmete poolest. Sahalini rasvuv heeringas on kasvult väiksem, kuid maitse ja liha konsistentsi poolest ei ole ta kamtšatka heeringast halvem. Tema püük suureneb iga aastaga.

Suuruse järgi jaotatakse vaikse ookeani heeringas järgmistesse gruppidesse (mõõtmed cm):

Suur . . . . . üle 22
Väike . . . . . alla 22

Heeringat soolatakse tsement-, puit- või presentbasseinidesse. Enamikul juhtudel kasutatakse kuivsoolamise moodust, jahutades soojal aastaajal kala jääga. Kudeheeringat basseinisoolamisel üldreeglina ei lahata.

Vaikse ookeani heeringa soolamise tehnoloogiline protsess seisneb järgmises. Tööstusse toodud heeringas pärast tema vastuvõtmist kaalu ja sordi järgi pestakse [1]. Nendel juhtudel, kui kala saabub soolamistsehhi hüdrotransportööriga, ei ole täiendav pesemine nõutav, kuna veejoas pestakse ta iseenesest küllalt hästi puhtaks. Enne basseini täitmist kalaga tehakse basseini ühte nurka puust kaev. Kuivsoolamisel puistatakse basseini põhja 1—1,5 cm paksune soolakiht, segasoolamisel aga kallatakse basseini küllastunud kunstlikku soolvett sellise arvestusega, et ta täidaks basseini 15—20 cm kõrguselt.

Heeringas asetatakse basseini ühepaksuste kihtidena (ühekahe kala kõrguselt); iga kalakiht puistatakse soolaga üle, aga soojal aastaajal peale selle veel peeneks purustatud jääga; niisugusel korral soolakogust suurendatakse.

Sõltuvalt heeringa temperatuurist iseloomustavad soola ja jää doseeringut statsionaarsetesse basseinidesse soolamisel järgmised andmed (tab. 50).

Soolamisel, eriti presentbasseinidesse, millised hoiavad halvasti soolvett, soovitatakse basseini täitumise järel soolakogust

Tabel 50

Kalakeha temperatuur °C	Jää ja soola kogus %-des toorkala kaalust	
	jääd	soola
Kuni 9	—	24
„ 11	10	28
„ 13	15	30
„ 15	20	32
„ 17	25	34
Üle 17	30	36

[1] Seoses heeringa üheaegse massilise vastuvõtuga paljudes Lõuna-Sahalini ja Ohhoota tööstustes teda ei kaaluta, vaid mõõdetakse basseinides või mõõtepunkrites mahumõõduga.

kalaridadele sellise arvestusega suurendada, et basseini alumisele kolmandikule saaks 25% üldisest vajalikust soolakogusest, keskmisele 30% ja ülemisele kolmandikule 45%.

Pärast basseini täitmist kaetakse heeringate pealmine rida puhaste roguskitega, et oleks välditud mustuse sattumine kala peamistele kihtidele. Pärast ööpäevast seismist moodustunud soolvesi täidab basseini tavaliselt täielikult; siis võetakse roguskid ära ja kogu kala pind kaetakse puust restiga, mis on valmistatud hööveldatud lattidest. Restile asetatakse raskus (tavaliselt kivid või kastid soolaga) sellise arvestusega, et kala oleks soolvette vajutatud.

Niisugust soolamise korda kasutatakse sel juhul, kui ei teostata kala ümberasetamist.

Ohhoota rannikul soolatakse heeringat ümberasetamisega.

Selle operatsiooni olemus seisneb basseinis oleva kala üleskobestamises pika lati abil, mille otsaku mõõtmed on: pikkus 12 cm, laius 4 cm ja kõrgus 8 cm. Otsaku töötavosal on koonusekujuline ovaalne kuju ümmarguste äärtega. Antud juhul kala vajutatakse soolveekihi alla 5—6-ndal päeval pärast kala ümberasetamist.

Tabelisse 51 on paigutatud andmed kevadise ohhoota heeringa liha soolsuse muutumise kohta vastavalt soola doseerimisele, kala suurusele ja soolvee temperatuurile [1], millistest

Tabel 51

Kala pikkus cm	Soola hulk %-des	Soolve temperatuur °C	Soolasisaldus %-des heeringa lihas soolduse kestusel ööpäevades												
			1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
30	31	5	2	3,5	5,0	6,5	9,0	11,5	13,0	14,0	15,0	15,5	16,0	16,5	16,5
30	28	5	2	3,5	5,0	6,5	9,0	11,5	13,0	14,0	15,0	15,5	16,0	16,5	16,5
30	24	5	2	3,5	4,5	6,0	8,5	11,0	12,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,0
30	18	5	2	3,0	4,0	5,5	7,5	9,5	11,0	11,5	12,0	12,5	12,5	12,5	12,5
30	15	5	2	3,0	4,0	4,5	6,0	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,0
24	31	5	3,5	7,0	9,0	10,0	12,0	14,5	16,0	16,5	16,5	16,5	17,5	16,5	16,0
30	31	15	2,5	5,0	8,0	10,0	12,5	14,5	16,0	16,5	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0

nähtub, et tasakaal soolvee-kalasüsteemis soola doseerimisel 15, 18, 24 ja 31% saabub vastavalt soolasisaldusele kala lihas 11, 12,5, 15 ja 16,5%. Jahutatud soolamise juures sooldub tavaliselt heeringas 14—20 päevaga, soesoolamisel 10—14 ööpäevaga.

[1] Katsetööde teostamisest võtsid koos autoriga osa O. D. Naumova ja N. S. Pereberina. Katsetööd teostati Ohhoota Trusti Kuhtuiski Kalatööstuses.

Tabel 52

Soolamise aeg	Soolasisaldus %-des toorainele vaikse ookeani heeringa lihas soolamise kestusel ööpäevades						
	3	4	6	8	10	12	16
Aprill	5,1	6,6	8,7	11,3	13,0	13,8	15,0
Mai	6,6	7,8	10,4	13,7	—	—	—

Tabelis 52 tuuakse andmed, mis iseloomustavad soolasisalduse tõusu vaikse ookeani (sahalini) kevadise heeringa lihas soesoolamisel (I. P. Levanidovi järgi).

Nagu tabeli 52 andmetest nähtub, sooldub maikuus püütud heeringas kiiremini, kuna tema rasvasisaldus on väiksem, aga õhu temperatuur on mais kõrgem kui aprillis.

Vaikse ookeani (sahalini) kevadise heeringa (suurus 25—27 cm) liha keemilise koostise muutused soolamise protsessis on toodud tabelis 53 (I. P. Levanidovi järgi).

Tabel 53

Sooldumise kestus ööpäevades	Keemiline koostis %-des toorainele		
	NaCl	Vesi	Tahked (orgaanilised) ained
0	0,2	73,9	25,9
4	9,64	57,6	32,8
8	13,35	52,2	—
10	15,94	52,2	32,0

Kala väljavõtmisel basseinist eemaldatakse esiteks kaev ja basseini tühjendamist alustatakse väljavõetud kaevu kohas, järk-järgult ruumi laiendamisega. Bassein tühjendatakse ripsiga või Pokrovski meetodi järgi, nagu see on kirjeldatud peatüki alguses.

Soolatud heeringat pestakse soolveega kahes järjestikku asetatud pesemisvannis. Esimeses vannis muutub soolvesi kiiresti mustaks ja sellepärast tuleb seda tihti vahetada. Soolveekulu pesemisel moodustab 25% soolatud heeringa kaalust. Soola kokkuhoiu ja tööjõukulu vähendamise eesmärgil kasutas G. A. Kiritšenko aastail 1949—1950 soolatud kala pesemiseks merevett. Selle meetodi kontrollimise tulemustest tegi ta järgmised järeldused:

1) kala, mille soolsus on kuni 10%, vaatamata aastaajale,

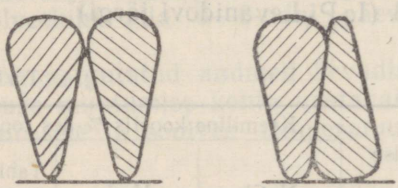
võib isegi kasti pakkimisel pesta mereveega ühes sellele järgneva fiksatsiooniga küllastatud soolvees [1];

2) kala, mille soolsus on üle 10%, võib õhu temperatuuris kuni 7° pesta mereveega, jättes ära fiksatsiooni soolveega, ja seejärel pakkida ükskõik missugusesse taarasse;

3) igasuguse soolsusega kala, mis on määratud pakkimiseks soolveekindlasse tünni, võib pesta igal aastaajal mereveega; tünnide täitmisel kalaga tuleb kasutada küllastatud soolvett.

Pestud soolatud kala pakitakse pärast nõrgumist 1,0—1,5 ts mahuga tünnidesse või kastidesse nr. 3. Tünni pakkimisel laotakse kaks esimest heeringarida kõhuga ülespoole, aga ülejäänud — seljaga ülespoole. Üks kalarida laotakse teise suhtes täisnurga all. Et saavutada suuremat pakketihedust, asetatakse pakitud kalaridade vahele täiendavalt kalu, surudes peopesadega kalaridu laiali ja asetades moodustunud tühimikku täiendavalt üks-kaks kala.

Pärast tünnide täitmist pressitakse nendes kala eriliste sea-



a *б*

Joon. 37. Kasti pakkimise viisid:
a — kasutatakse tööstuses; *b* — G. A. Kiritšenko ettepanek.

deldiste (presside) abil, vajaduse korral tehakse järeltäitmine ja siis tünn kaanetatakse.

Täidetud ja kaanetatud tünni täitmiseks soolveega tehakse tünni külje peale kaks auku: ühe kaudu kallatakse sisse soolvesi ja teise kaudu surub soolvesi tünni tühimikust õhu välja. Soolveega täidetud tünnide augud suletakse puust punnidega.

Kastidesse laotakse soolatud heeringas ridamisi, s. o. read seljaga ülespoole või seljaga allapoole.

Näiteks kasti nr. 3 pakitakse kaks alumist rida seljaga allapoole ja kaks ülemist rida — seljaga ülespoole, kusjuures seljad surutakse tihedalt üksteise vastu (joon. 37, a).

Niisuguse pakkimismooduse juures jääb heeringate kõhtude

[1] Fiksatsiooniks nimetatakse soolatud kala hoidmist teatud aeg pärast pesemist küllastatud soolvees, et kala pinnale ei jääks vett ja kalaliha pealmine kiht kinnistuks.

vaheline ruum tühjaks; sellest tingituna esineb taara mahu puudulik ärakasutamine.

G. A. Kiritšenko esitas kombineeritud mooduse, mille olemus seisneb selles, et üks kala asetatakse seljaga teise kala kõhu vastu (joon. 37, b). Niisuguse mooduse juures kasutatakse taara maht ära täielikumalt.

Näiteks kasti nr. 3 mahub reastatult pakkimisel 41 kg heeringat, kuid kombineeritud pakkimisel kuni 49 kg.

Soolatud, realiseerimiseks valmis, heeringal on ristläbilõike kohal helehall värvus ja liha konsistents tihe.

Kaspia heeringa soolamine basseini

Kaspia meres eluneb suur hulk heeringaliike Caspialosa sugukonnast, missugustest suurema püügitähtsusega on dolgini, mustaseljaline (zalom), volga ja kaspia pusanok. Suurima väärtusega on mustaseljaline, milline kasvab võrdlemisi suureks (keskmine kaal 0,8—1,2 kg), on õrna lihaga ja sisaldab kuni 20% rasva. Teised kevadpüügiheeringad, eriti dolgini, ei paista silma rasvase ja maitsva liha poolest. Suuruselt jaotatakse kaspia heeringad, välja arvatud mustaseljaline, kolme gruppi (pikkus cm) [1]:

Suur	üle 35
Keskmine	23—35
Väike	alla 23

Tööstusi, kus töödeldakse kaspia heeringat, võib jaotada kahte gruppi.

Esimese grupi tööstused, millised asetsevad Astrahani rajoonis ja Volga suudmes, töötlevad heeringat, milline tuuakse merelt soolatuna, soolasisaldusega 5 kuni 12%, aga samuti ka jõeheeringat, milline tuuakse värskena.

Merelt transporditakse heeringat tavaliselt mitteiseliikuvatel laevadel — lotjadel (plaškoutides), millised on sisustatud salvedega üldmahutuselt kuni 1500 ts. Püügikohal, merel, laaditakse need lodjad kala täis ja pärast seda kaatrid transpordivad lodjad kalatööstustesse. Lodja üks ringlus kestab keskmiselt 8—10 ööpäeva. Selleks et säilitada kala kvaliteeti, tuleb kala põhjalikult eelsoolata, kuna lodjad ega ka teised transpordilaevad ei ole eriliste jahutusseadmetega sisustatud.

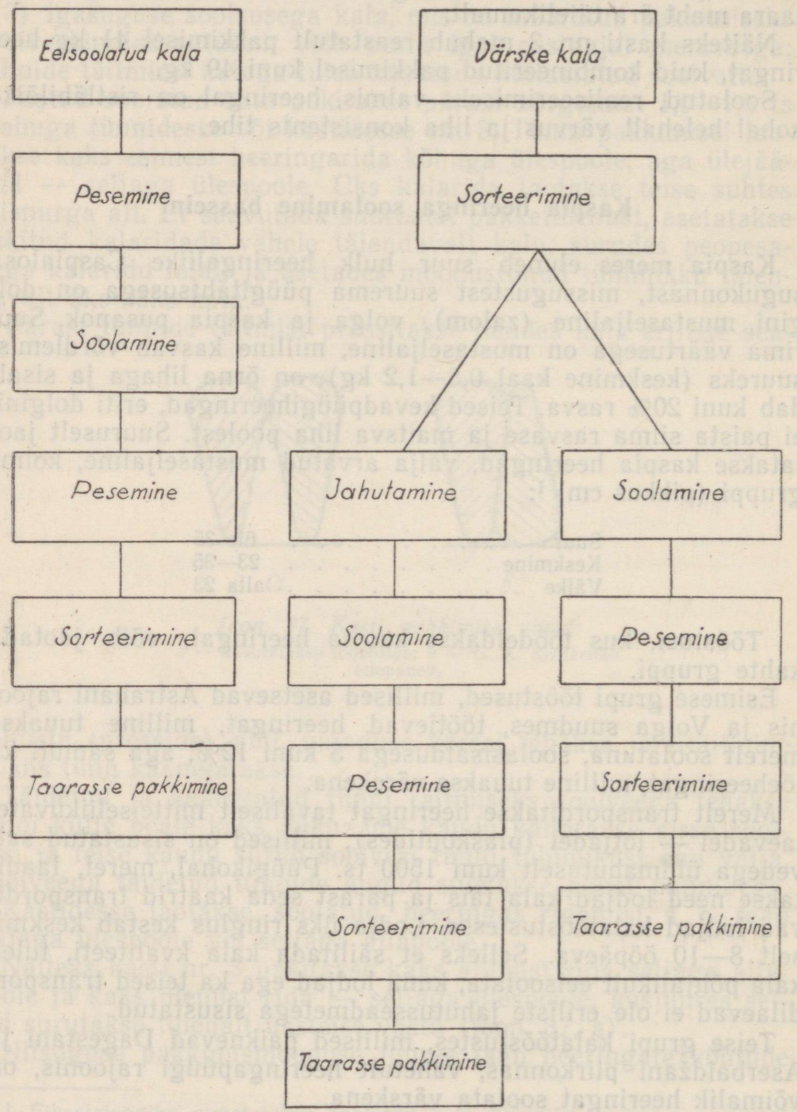
Teise grupi kalatööstustes, millised paiknevad Dagestani ja Aserbaidžani piirkonnas, vahetult heeringapüügi rajoonis, on võimalik heeringat soolata värskena.

---

[1] Pikkus ninamikust sabauime keskmiste kiirte alguseni.

Heeringa soolamise tehnoloogiline protsess sõltub sellest, millisesse gruppi tööstus kuulub, ja koosneb joonisel 38 näidatud tehnoloogilistest operatsioonidest.

Heeringa soolamine esimese grupi tööstustes. Tehnoloogiline



Joon. 38. Volga-Kaspia basseinis heeringa soolamise tehnoloogiline skeem (mõningate abioperatsioonidega).

protsess nendes tööstustes on organiseeritud vastavalt sellele, millisena heeringas tööstusse saabus — värskena või eelsoolatuna.

Tavaliselt heeringat ei lahata ja ainult eriti suurt, milline harva tööstusse saabub, rapitakse.

Enne soolamist heeringat pestakse.

Heeringa soolamise tehnika seisneb järgmises.[1]

Salve (basseini) põhja kallatakse eelnevalt soolvesi, mille kihi sügavus ei ületa 25 cm. Pärast seda asetatakse salve esimene partii kala sellise arvestusega, et ta täidaks täielikult soolvee all oleva ruumi ja pärast tasandamist asetseks kala soolveekihis; pealmine kalakiht kaetakse soolaga. Edasi täidetakse salv väikeste heeringaannustega (0,5 ts) sellise arvestusega, et pärast mõlaga tasandamist kalakihi paksus ei koosneks rohkem kui kahest kalast. Iga kalakiht kaetakse soolaga, aga jahutatud soolamise puhul — peenekspurustatud jääga soola lisandamisel.

Kirjeldatud soolamise viis sai erilise nimetuse: «Soolamine reastamatult (segamini)».

Soolamisel reastamatult (segamini) tuleb iga kalarida hoolikalt tasandada. Ebaühtlase paksusega kalakihi puhul tekivad sellised kohad, kus kala pind pole soolaga kaetud. Niisugustes kohtades (kottides) on kala madalama kontsentratsiooniga soolvees ja sooldub aeglasemalt kui basseini (salve) teistes kohtades, kus ta pind on soolaga kaetud. Sageli, eriti soesoolamise juures on see defektide tekkimise põhjuseks (seljalihaste punetus, sama teine staadium, oksüdeerumine) ja mõnikord põhjustab see isegi kala riknemise. Soolakulu soesoolamisel moodustab 26% heeringa kaalust, jahutatud soolamisel 30%. Jääkulu jahutatud soolamisel moodustab 30—50%.

Üldine vajalik soola- ja jääkogus tuleb kala soolamisel salves jaotada selliselt, et ülemised kihid saaksid 1,5—2 korda rohkem jääd ja soola kui alumised.

1—2 päeva möödumisel pärast kasti täitmist, kui on tekkinud küllaldane hulk soolvett, kaetakse kala roguskitega, millele puistatakse 10—15 cm paksune soolakiht. Tavaliselt on nii paksust soolakihist küllalt, et kogu kala soolvette vajuks.

Üldine sooldumise kestus tugeva soolsusega heeringa valmistamisel, kaasa arvatud eelsoolamine, sõltuvalt kala suurusest on toodud tabelis 54.

Kui soolamisel heeringat ümber ei asetata, siis tuleb hoolikalt jälgida soolvee kvaliteeti ja kangust ja soolvett perioodiliselt ümber pumbata.

---

[1] Nõrga ja keskmise soolsusega kala tootmisel tuleb, selleks et saada ühtlase soolsusega toodang, heeringaid eelnevalt sorteerida suuruse järgi.

Tabel 54

Heeringagrupid suuruse järgi	Sooldumise kestus ööpäevades	
	jahutatud soolamine	soesoolamine
Suur	40—25	25—15
Keskmine	20—25	13—15
Väike	14—20	11—13

Suurt heeringat soolatakse kuivsoolamisel ainult reastatult; antud juhul on eriti soovitav kasutada soolamiseks väikese mahuga basseine. Mõnikord heeringat eelnevalt rapitakse ja enne soolamist tingimata külmutatakse jää-soolasegus.

Suure, eelnevalt külmutatud heeringa soolamise tehnika on mõnevõrra teistsugune.

Salve põhja puistatakse soolakiht, siis laotakse kalad kõhuga ülespoole, kalakiht puistatakse soolaga üle, pärast jälle laotakse kiht kala jne.

Vastavalt salve täitumisele kalaga soolakogust suurendatakse. Pärast salve täitmist kaetakse pealmine kalarida roguskitega, mille peale puistatakse sool ja siis kaetakse see hundinuialehtedega. Kalaga täidetud salv suletakse kaanega.

Sooldunud heeringas võetakse salvest välja, pestakse seda jahutatud soolvees, sorteeritakse suuruse ja kvaliteedi järgi, pakitakse soolveekindlatesse tünnidesse mahutavusega 1,0—1,5 ts ja saadetakse tarbijatele.

Lotjadega merelt toodud eelnevalt soolatud heeringat, välja arvatud suur, soolatakse peamiselt suuruse ja kvaliteedi järgi sorteerimata.[1] Enne soolamist pestakse heeringat tingimata jahutatud soolvees, et heeringas ei muutuks pesemisel magedaks. Keskmiste ja väikeste mõõtmetega eelsoolatud heeringat võib äärmisel juhul pesta ka magedas vees sel tingimusel, et see suunatakse viivitamatult soolamisele. Soolamist teostatakse samuti nagu värske heeringa soolamist reastamatult (segamini). Juhul kui tööstusse saabub tugevalt eelsoolatud heeringas, siis soolvesi lisatakse basseini, mis on kalaga juba täidetud. Kõik järgnevad tehnoloogilised operatsioonid on analoogilised värske heeringa soolamisega.

Heeringa soolamine teise grupi tööstustes. Selle grupi tööstutustes puudub loomulik jää ja seepärast neid varustatakse kunstliku jääga.

[1] Suur heeringas üldreeglina sorteeritakse juba kala vastuvõtmisel lodjale.

Instruktsiooni kohaselt lubatakse soolata kõik heeringad, välja arvatud suur, suuruse järgi sorteerimata ja ridamisi ladumata. Kuid heeringa kvaliteedi parandamiseks võimaluste piirides enne soolamist heeringas sorteeritakse, jahutatakse (külmutatakse) ja soolatakse basseinidesse reastatult.

Juhul kui jää puudub, tuleb suurel, eriti mustselgheeringal pea eraldada ühes sisikonnaga ja siis soolata; dolgini ja astrabadi heeringat võib soolata tervikuna, kasutades kuivsoolamist. Soolamise tehnika ja valmiskauba likviidsesse seisukorda viimine ei erine värske heeringa soolamisest, mida kasutatakse esimese grupi tööstustes. Soola kulub 35—40%, aga jääd 70—80%.

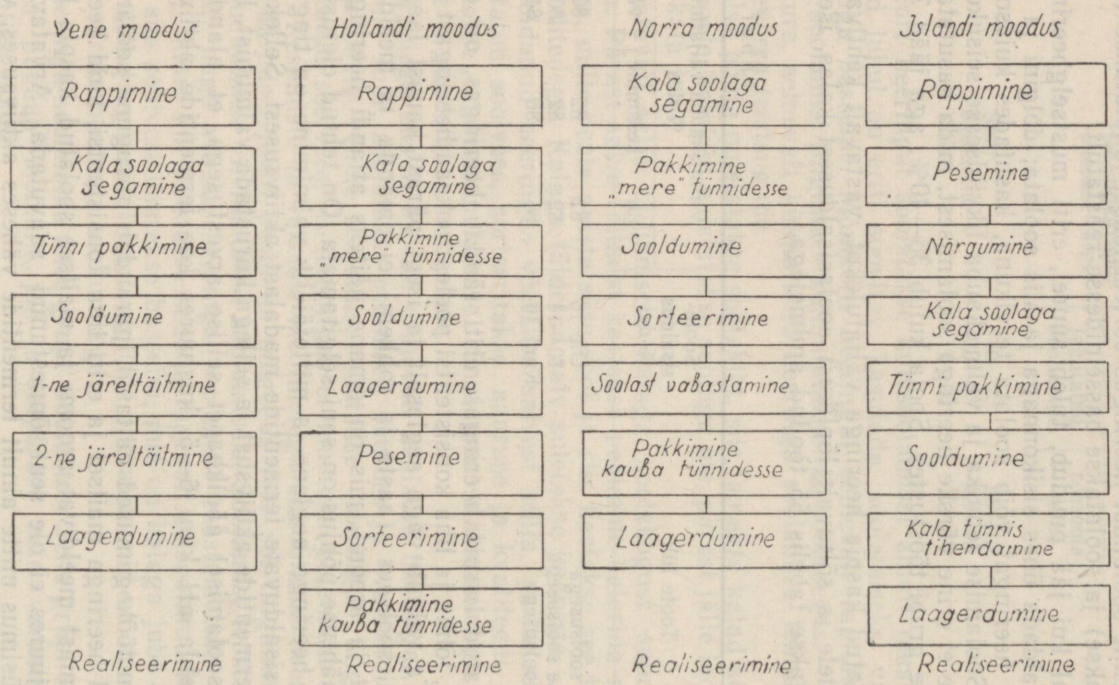
Soolatud kaspia heeringa väljatulekut, vastavalt kehtivatele normidele ja sõltuvalt lõplikust soolasisaldusest kalas, iseloomustatakse tabelis 55 toodud andmetega.

Tabel 55

Toote liik	Soola-sisaldus %-des	Valmiskauba väljatulek %-des		
		suur	keskmine	väike
Tugeva soolsusega	Üle 16	82	82	80
Keskmise soolsusega	10—14	82	82	80
Nõrga soolsusega	Kuni 10	86	86	84

Soolatud kaspia heeringas, eriti rändav heeringas, on oma maitse, lõhna ja liha konsistentsi poolest ookeaniheeringast halvem. Ta valmib väga aeglaselt ja isegi pärast kauast laagerdumist soolvees (aasta ja rohkem) ei omanda ta meeldivat maitset ja aroomi, mis on omane näiteks atlandi heeringale. Selle nähtuse põhjus on seni selgitamata. On tehtud oletusi, et kaspia heeringa aeglane ja mittetäielik valmimine on tingitud temas sisalduvate fermentide madalast aktiivsusest. Selleks et tõsta fermentide aktiivsust ja sellega kiirustada valmimist, lisatakse soolamisel äädikhapet sellise arvestusega, et alandada rakumahla pH kuni 6—5, kusjuures koe fermentide aktiivsus tõuseb.

Nagu töökogemused näitasid, parandab niisugune soolamise meetod heeringa maitset ja eriti liha konsistentsi, kuid heeringale omast meeldivat aroomi ja maitset soolatud kaspia heeringa juures ei ole seni õnnestunud saavutada. Arvatavasti pole küsimus mitte ainult fermentide väheses aktiivsuses, vaid ka nende koostises, millest oleneb paljuski valkude ja rasva hüdrolüüsi suund.



Joon. 39. Heeringa tünni soolamise lühendatud toomisskeemid.

Ookeaniheeringate soolamine tünni

Kasutamisel on neli järgmist põhilist heeringa tünni soolamise viisi: vene, hollandi, norra ja islandi. Nende soolamismooduste tehnoloogilised skeemid on näidatud joonisel 39. Vene soolamisviis heeringa rappimisega on näidatud nagu üks parimaid, mida meie maal kasutatakse.

Vene viis

Meie maal soolatakse heeringat tünni nii rannas kui ka avamerel viibivatel püügilaevadel.

Seoses erinevate töötingimustega on küllalt suur erinevus ka tehnoloogilise protsessi organiseerimises.

Tünni soolamine kalalaevadel avamerel. Seoses heeringapüügi tunduva suurenemisega viimastel aastatel avameredel — Põhja-Atlandil ja Kaug-Idas (Ohhoota ja Jaapani meres) — muutub püügilaevadel tünni soolamine põhiliseks heeringa töötlemise mooduseks.

Laevastiku kauge asukoht ranna töötlemisbaasidest avaldab teatud mõju ka heeringa tünni soolamise tehnoloogilise protsessi organiseerimisele. Esialgu soolatakse heeringas püügilaeva (SRT) tekil; pärast seda, kui laeva laadruum, mis mahutab umbes 900 tünni, on täielikult täis, suundub laev emalaeva (ujuvbaasi) juurde ja annab (lossib) sinna kogu toodangu, võttes sealt taarat ja teisi materjale. Emalaeva tekil töödeldakse toodang täiendavalt ümber; emalaeva saabumisel sadamasse suunatakse kala lõplikule töötlemisele.

Atlandi heeringa soolamine. Võrgust või seinnoodast võetud heeringas soolatakse viivitamatult püügilaeva (SRT) tekil tavaliselt tervikuna (lahkamatult), kuid mõnikord kõrvaldatakse tal eelnevalt pea või teda rapitakse.

Pea kõrvaldatakse tavaliselt kevadsuvisel ajal, et vältida kõhukatkisuse esinemist ja kiirendada kala sooldumist. Sellel aastaajal kudeval või aktiivselt toituma hakkaval heeringal on väga nõrk kõht ja ta rikneb kiiresti.

Erilistel kalasoolamislaudadel segatakse heeringaportsjonid soolaga (jahvatusaste nr. 2 või 3) segamini ja puistatakse tünnidesse, milliste maht on 100—120 l. Tünni põhja puistatakse eelnevalt soolakiht. Heeringas pakitakse tünni 5—8 mm uurdefaasist kõrgemale, pärast seda tünn kaanetatakse ja asetatakse laadruumi.

Nr. 2 ja 3 jahvatusastmega soola annus heeringa soolamisel moodustab (%-des kala kaalust):

15. veebruarist kuni 15. septembrini 22,0—24,0;
15. septembrist kuni 15. veebruarini 18,0—20,0.

Tähendatud soolahulgast kulutatakse 75—80% heeringa segamiseks soolaga ja 25—20% tünnis oleva kala peamisele reale puistamiseks.

Heeringa kuivsoolamine tünni laeva tekil põhjustab mõnikord kvaliteedi langemise, mõnikord aga isegi heeringa riknemise, kuna merel töötamise tingimustes on raske tünnis ühtlaselt jaotada soola ja kala. Seda arvestades tegi BaltNIRO teaduslik töötaja N. N. Ruljov ettepaneku, et SRT-del teostataks heeringa segasoolamist, mille organiseerimine seisneb järgmises.

Õhtul, pärast võrkude merrelaskmist, tõstetakse tekile 100—150 tünni. Tünnide kaaned avatakse ja alumine mõhu- ning uurdevits lastakse alla. Kaas ja tünn märgitakse avamisel ühe numbriga, et need edaspidi segamini ei läheks. Avatud tünnid asetatakse tekile ja neid leotatakse, kallates nendesse merevett 15—20 cm allapoole uuret (et ülemine uurdefaas ei paisuks) ja jäetakse siis seisma kuni hommikuni. Hommikul enne võrkude väljavõtmist kallatakse tünnist vesi välja ja tünnid asetatakse läbikäiku laeva parempoolsel tekil.

Heeringas antakse natiga soolamislauale, millel on kolm osa: kaks äärmist on heeringa soolamise jaoks, aga kolmas — keskmine — mehaaniliste vigastuste tõttu väljapraagitud heeringa kogumiseks. Laua igasse soolamisosasse mahub 40—50 kg heeringat. Olles eraldanud vigastustega eksemplarid, puistavad soolajad heeringa soolaga üle ja segavad hoolikalt kätega segamini. Saadud kala-soolasegu puistatakse läbi laua külgava tünni, kuhu eelnevalt kallatakse 5—7 l küllastatud soolalahust (erikaal 1,18—1,20), mis on valmistatud mereveest.

Täitmise ajal raputatakse tünni perioodiliselt (2—3 korda) järsult, et saavutada heeringa pakkimisel suurimat tihedust. Tünn täidetakse kala-soolaseguga 1—1,5 cm pealepoole uurdefaasi, puistatakse pärast seda kala peale täiendavalt umbes 4 kg soola ja tünnid suunatakse soolamislauast kaugemale kaanetamiseks. Kaanetatud soolaheeringatünnid lastakse laadruumi ja asetatakse vertikaalselt.

Soolakulu on sama mis kuivsoolamisel tünni.

Tähendatud normis ei ole arvestatud seda soolakogust, mis kulub soolalahuse valmistamiseks, mida kasutatakse tünni valamiseks enne selle täitmist heeringaga.

Praktiliselt kulutatakse üks sajaliitriline tünnitäis soola[1] suvisel perioodil viie, sügisesel ja kevadisel kuue ja talvisel perioodil seitsme sajaliitrilise tünni heeringa soolamiseks (kaasa arvatud see soolakogus, mis kulub tünni kallatava soolalahuse valmistamiseks).

---

[1] Heeringapüügi ekspeditsioonile võetakse kaasa sool tünnides.

Segasoolamise viisi kasutamisel kindlustatakse heeringa ühtlane sooldumine kogu tünni ulatuses, millest tingituna kõrvaldatakse praagi tekkimise võimalus liha halva lõhna ja punetuse näol selgroo juures, tursumiste ja tuhmenemiste tõttu heeringa välispinnal; samuti väheneb heeringa kaalukadu soolamisel, aga heeringa liha omandab palju mahlakama konsistentsi võrreldes kuivsoolamisega.

Segasoolamise puuduseks on keeruline tehnoloogiline protsess, mis raskendab töö organiseerimist kalapüügilaeva tekil.

Maikuus püütud atlandi heeringa sooldumine erinevate soolamismooduste puhul tuuakse tabelis 56 (N. A. Semjonovi, A. P. Makarova ja N. N. Ruljovi andmete põhjal).

Tabel 56

Sooldumise kestus ööpäevades	Tervikheeringa soolsus %-des		
	segasoolamine tünnide püstiasetamisega	kuivsoolamine tünnide püstiasetamisega	kuivsoolamine tünni küljeliasetamisega
1	8,1	6,4	—
2	11,7	11,8	—
3	12,8	13,3	—
5	13,9	15,8	13,4
7	16,0	—	—
15	16,1	17,4	15,0
20	16,1	17,6	16,9

Nagu tabelist 56 näeme, ei avalda soolamise viis ja kalaga täidetud tünnide asetamise viis laadruumis heeringa sooldumise kiirusele suurt mõju.

Tabelis 57 tuuakse mõningad andmed augustikuus püütud põhjamere heeringa sooldumisest tema soolamisel 24% ja 15%-lise soolaannusega 14° temperatuuri juures (N. A. Semjonovi, A. P. Makarova ja N. N. Ruljovi andmete järgi).

Sooldumise ajal kalapüügilaeval vajub kala tünnides tunduvalt kokku ja sellepärast üleandmisel ujuvbaasile heeringaga täidetud tünnid avatakse, täidetakse järele samal päeval soolatud heeringaga, suletakse uuesti ja vajaduse korral lisatakse soolvett juurde. Sel ajal, kui ujuvbaas sõidab püügikohast kalasadamasse, töödeldakse ujuvbaasil muist heeringat ümber, s. o. pestakse, sorteeritakse ja pakitakse reastatult tünni, viies need täiesti likviidsesse seisukorda, nii nagu seda nõuab standard soolaheeringa kohta. Kuid suurema osa heeringa järeltöötlemine toimub pärast selle sadamasse toomist rannaettevõtetes.

Tabel 57

Sooldumise kestus ööpäevades	Soolaannus 24%		Soolaannus 15%	
	tekkinud soolvee hulk %-des tünni sisu suhtes	heeringaliha soolsus %-des	tekkinnd soolvee hulk %-des tünni sisu suhtes	heeringaliha soolsus %-des
1	13,1	4,0	14,3	5,0
3	20,0	7,1	19,4	6,7
5	21,7	8,9	20,9	8,4
12	24,5	11,8	21,7	10,6
20	25,2	12,8	19,4	10,6
30	25,6	14,2	17,9	11,5

Korralikult soolatud atlandi heeringas, eriti sügistalvisest püügist, on väga maitsev ja toitev produkt.

Ohhoota mere heeringa soolamine. Rasvuva vaikse ookeani (ohhoota) heeringa soolamine merel laevadel toimub järgmisel viisil.

Pärast heeringa väljaraputamist võrgust laotakse ta tekile kala laadruumi luukide ja parempoolse reelingu vahele. Enne soolamist heeringat tingimata pestakse, kuna võrgust väljavõtmisel ja laevatekil lamamisel koguneb kala peale lahtine soomus ja lima, samuti ka katkitallatud kalade sisikond ja veri.

Pärast pesemist asetatakse kala lauale, kus ta sorteeritakse (eemaldades vigastatud kalad) ja soolatakse.

Soolaga segatud kala puistatakse reatamatult tünnidesse, millised suletakse ja lastakse laeva laadruumi.

Tabelis 58 tuuakse andmed, mis iseloomustavad ohhoota mere heeringa sooldumise protsessi (G. G. Mihhailovi järgi).

Tünni kõrguse järgi heeringas ei sooldu ühtlaselt: alumises osas kulgeb protsess intensiivsemalt kui ülemises. Kuid sool-

Tabel 58

Sooldumise kestus ööpäevades	Kala liha sisaldab %-des		Kala kaalukadu %-des
	soola	vett	
0	—	55,8	—
2	—	—	13,5
3	6,4	49,1	17,8
5	7,4	46,9	18,9
7	8,1	44,9	20,8
9	9,9	42,2	19,4
12	11,4	41,8	20,3
13	—	41,5	—
14	11,5	40,9	—
21	12,5	41,0	—

dumise ebaühtlus on võrdlemisi väike ja keskmiselt võttes vahe soolasisalduses kala ülemistes ja alumistes kihtides moodustab G. G. Mihhailovi andmete järgi 1,5%.

Soolatud heeringas antakse SRT poolt üle ujuvbaasile, kus toimub tema järeltöötlemine — tünnid avatakse, lisatakse sinna kala, pealmine kiht puistatakse soolaga üle ja pärast sulgemist lisatakse tünni soolvett.

1957. a. teostati Atlandil heeringa töötlemisel edukad katsed Niiprodmaši poolt konstrueeritud vibraatori abil, mille iseärasuseks on horisontaalse edasi-tagasi liikumisega vibraator ja tünni liikumatu kinnitus tema alusele.

Atlandi ja ohhoota heeringa soolamisel kasutatavat moodust ekspeditsioonipüügi tingimustes merel ei saa lugeda täiuslikuks. Selle peamiseks puuduseks on heeringa tünni pakkimine reastamatult, mistõttu soolatud heeringas vajab järeltöötlemist ujuvbaasidel ja rannas.

Ohhoota mere heeringa soolamisel laevadel võib kala eelneva pesemise ära jätta, kui kala raputatakse võrkudest välja vahetult soolamislauale ja kui reguleerida tööd heeringa võrkudest väljavõtmisel ja soolamisel.

Heeringa tünni soolamine rannaettevõtetes. Heeringas suunatakse soolamisele kas tervikuna või eelnevalt rapituna. Heeringat pärast rappimist ei pesta. Heeringa soolamiseks kasutatakse peenikest soola (jahvatusastme nr. 1 ja 2 segu).

Erilistel laudadel segatakse heeringas soolaga segamini ja siis laotakse reastatult 100 või 150 l tünnidesse seljaga alla, heeringat mitte väga tugevasti vajutades.

Niiviisi, erinevalt basseinis soolatud valmis soolaheeringa tünni pakkimisest, laotakse heeringas tünni soolamisel mitte nii tihedalt, ilma reavahede täitmiseta.

Enne kala pakkimist puistatakse tünni põhja väike kogus soola. Heeringad asetatakse tünni ristuvate ridadena; iga rida puistatakse soolaga üle. Heeringas pakitakse tünni niimoodi, et kaks rida ulatab üle tünni ääre. Pealt suletakse heeringatünn kaanega ja jäetakse vajuma.

Soolakulu soolamisel, sõltuvalt aastaajast ning kala säilitamise ja transportimise tingimustest, moodustab 20—25% toorkala kaalust.

Maksimum 2 ööpäeva möödumisel pärast soolamist vajub heeringas tunduvalt; siis tuleb iga tünn samal päeval soolatud heeringaga järel täita. Järeltäidetud ja kontrollitud tünnid kaanetatakse ja asetatakse küljeli. Heeringa ühtlase sooldumise kindlustamiseks keeratakse tünne pärast iga 2—3 ööpäeva möödumist veerand pööret. Heeringa sooldumise tähtaeg, sõltuvalt temperatuurist ja kala suurusest, kõigub 8—15 ööpäeva piirides.

Pärast heeringa sooldumise lõppemist avatakse tünnid uuesti ja teostatakse teistkordne tihe järeltäitmine kvaliteedilt samasuguse heeringaga, kergelt pressides. Kõige pealmine heeringarida laotakse seljaga ülespoole. Kui tünnis on soolvett vähe, siis seda lisatakse juurde sellise arvestusega, et tünni ei jääks tühimikku.

Pärast teist järeltäitmist võidakse produkt saata kaubandusvõrku, kuid heeringa parema maitse saavutamiseks on soovitav lasta tal valmida kas tööstuses või kaubavarumise baaside jahedates laoruumides kuni realiseerimiseni vähemalt 3 kuud. Selle aja jooksul muutub heeringa liha maitse ja konsistents tunduvalt paremaks (kala laagerdub).

Hästi verest tühjakslastud rapitud nõrga soolsusega laagerdunud heeringa liha on hele, õrna ja pehme konsistentsiga, eraldub luudelt kergesti; tema maitse ja lõhn on meeldiv, mis on iseloomulik heeringa maitseomadustele.

Rapitud kõvasoolaheeringas laagerdub nõrgasoolaheeringast tunduvalt kauem ja tema liha konsistents ja maitse on palju halvem.

Tervikuna soolatud heeringa lihal on pärast laagerdumist lõikekohal roosa ja isegi punane värvus. See on seletatav sellega, et antud juhul jääb kõik veri kala kehasse ja kala kudede nõrgenemise käigus sooldumise protsessis tungib veri soontest välja ja jaguneb osaliselt kala kehasse; kõvasoolsusega kala liha värvus on pisut tumedam kui seda on nõrgasoolsusega kalal. See on tingitud vere värvuse muutumisest küllastunud soolalahuse mõjul. Lahkamata (terve) heeringa kõht tihti nõrgeneb ja tekib kõhukatkisus, mis muudab heeringa väljanägemise halvemaks. Lahkamata laagerdunud heeringa spetsiifiline lõhn väljendub intensiivsemalt kui lahatud heeringal.

Heeringa soolamine hollandi viisi järgi [1]

Hollandlased püüavad ja soolavad heeringat Põhja meres kalapüügilaevadel. Soolamisele läheb eranditult rasvuv triivpüügiheeringas; parimaks heeringaks peetakse seda, milline püütakse augustis ja septembris. Kuni maikuuni ja pärast novembrikuud püütud heeringat väikese rasvasisalduse tõttu ei soolata.

Tavaliselt kasutatakse heeringa rappimist, kusjuures erilise noaga lõigatakse lõpused välja ühes rinnauimedega ja kõrvaldatakse osa sisikonda (gekelt); harvemini kasutatakse teist moodust — lõpuste väljarebimist koos vähese sisikonna osaga.

[1] Hollandi, islandi ja norra viisi järgi heeringa soolamise kirjeldus antakse S. N. Suržini materjalide põhjal.

Soolaga segatud heeringas laotakse 105—110 kg mahutavusega tünnidesse, millised on saanud eriliste meretünnide (Zee tonne) nimetuse.

Soolakulu moodustab umbes 20% värske heeringa kaalust. Soolamisel püütakse kasutada peenikest kivisoola, mis sisaldab minimaalsel hulgal kloorkaltsiumi ja magneesiumi. Sellega välditakse soola põletav toime ja kibeda maitse tekkimine soolakalas.

Heeringas pakitakse tünni reastatult, kusjuures kalaridu kätega kergelt vajutatakse, nii et ei rõhutaks liiga tugevasti kõhuseinu, kuna see raskendab soolvee tungimist kala keha kõhuõõnesse. Iga kalarida puistatakse täiendavalt soolaga üle. Tünnid täidetakse kalaga 1—2 rida pealepoole uurdeid. Mõni päev pärast soolamist, mil kala on alla vajunud, aga tünnid soolveega täitunud, tünnid kaanetatakse ja lastakse laeva laadruumi.

Laeva sadamasse pöördumisel tünnid heeringaga lossitakse ja laotakse kaldal olevaisse erilistesse ruumidesse või katuse alla 2—3 rida ülestikku; niisugustes tingimustes kala hoitakse 2—3 kuud kuni täieliku laagerdumiseni. Laagerdunud heeringas asetatakse tünnist pesemisvanni ja pestakse soolvees puhtaks, pärast seda sorteeritakse suuruse ja kvaliteedi järgi, siis pakitakse tünni, kallatakse meretünnide soolveega üle ja valmiskaup suunatakse tarbijale.

Pärast vajalikku remonti ja ettevalmistamist kasutatakse meretünne uuesti heeringa soolamiseks. Niiviisi on meretünnid Hollandis ringlevaks taaraks. Hollandi moodusel soolatud nõrga soolsusega heeringas on väga hea kvaliteediga.

Norra viis

Heeringat püütakse peamiselt Norra rannikul ja sellepärast teda soolatakse kaldal. Kvaliteedi järgi peetakse kõige paremaks seda heeringat, mis püütakse avamere madalates vetes Šoti ranniku piirkonnas juuli- ja septembrikuu vahemikus, mil heeringa rasvasisaldus ulatub kuni 25%-ni. Kuna seda heeringat püütakse kaldast eemal, siis tema soolamine toimub kalalaeva tekil.

Heeringa soolamise tehnoloogilise protsessi organiseerimine antud juhul erineb vähe hollandi moodusest. Soolamist teostatakse ringlevates meretünnides (fickepaket) mahutavusega umbes 100 kg. Soolamiseks kasutatakse itaalia keedusoola. Soolaannus on umbes 20%. Heeringat enne soolamist ei rapita.

Laeva saabumisel sadamasse meretünnid vabastatakse heeringast. Tünnist võetud heeringat ei pesta, vaid suunatakse kohe suuruse järgi sorteerimisele, vabastatakse soolajäägist,

kaalutakse ja pakitakse reastatult puhastesse tünnidesse, iga kalarida soolaga üle puistates (järelsoolamine). Täiendav soolaannus moodustab 4—6%. Heeringaga täidetud tünnidesse kallatakse naturaalse ja kunstliku soolvee segu, pärast seda tünnid kaanetatakse ja lõpuks kallatakse läbi punnaugu soolvesi tünnidesse. Pärast lühiaegset valmimist heeringas realiseeritakse. See heeringas laagerdub kiiresti.

Islandi viis

Püük toimub Islandi ranniku läheduses ja sellepärast heeringat soolatakse kaldal.

Värskel heeringal eraldatakse pea, kusjuures koos peaga lõigatakse maha rinnauimed ja eraldatakse üheaegselt ka sisikond. Pärast lahatud kala pesemist vees ja nõrgumist segatakse kala soolaga ja pakitakse reastatult tünnidesse. Soolakulu moodustab 22—25%. Soolamiseks kasutatakse kivisoola (saksa) keskmisest ja jämedast jahvatusest. Kala pakitakse tünni sellise arvestusega, et pärast ei teostata mingisugust soolatud kala järel- ega ümberpakkimist. Sel eesmärgil kasutatakse seadeldisi (puur) vineerist sirmi näol kõrgusega 25 cm, milline tõmmatakse tünni peale: ringi läbimõõt vastab tünni ülemise osa läbimõõdule. Soolamisel täidetakse kalaga mitte ainult tünn, vaid ka see ruum, mida moodustavad ringi seinad.

Pärast ööpäevast sooldumist kala iseenesest natuke vajub allapoole: siis vajutatakse tünnis veidi kala (tavaliselt käsitsi), pealmisi kalaridasid pisut ümber asetades, pärast seda tünnid kaanetatakse ja vajaduse korral lisatakse soolvett juurde.

Edasises kala sooldumise protsessis tema mahu vähenemine tünnis jätkub, millest on tingitud küllalt suur vajumine. Vaatamata sellele kala juurde ei lisata, kuna islandlaste arvates viib see kala kvaliteedi alla.

Pärast laagerdumist, mis kestab mitmeid kuid lahtises õhus, suunatakse valmiskaup realiseerimisele.

LÕHILASTE SOOLAMINE

Pärast heeringlasi moodustavad lõhilased meie maal teise grupi kalu, mida suurtes kogustes töödeldakse soolaga.

Kõige rohkem püütakse lõhilasi Kaug-Idas (Ohhoota meres, Kamtšatkas, Amuuril); vähemal arvul püütakse teda Siberi ja Põhja-Euroopa jõgedes, aga samuti ka Volga-Kaspia ja Balti mere basseinides.

Lõhekala liha on õrn, mõnevõrra kihiline ja tavaliselt rasvane, kusjuures rasv paikneb peaasjalikult naha all, suurtes kogustes on rasva koondunud ka uimede, eriti rasvauime alla.

Vaikse ookeani lõhe soolamine

Mõningate vaikse ookeani lõheliikide kohta, mida püütakse jõesuudmes, kui nad jõkke kudema lähevad, on rasva- ja valgusisaldus toodud tabelis 59.

Nagu nendest andmetest näeme, on vaikse ookeani lõhe liha valgurikas ja sisaldab suurel hulgal rasva.

Suures külluses olev nahaalune rasv teeb mõningate lõhilaste soolamise küllalt raskeks.

Lõhilaste soolamismoodused on väga mitmesugused ja sõltuvad kala liigist, suurusest ja valmistatava produkti iseloomust; muist vaikse ookeani lõhilasi valmistatakse nagu soolatud poolfabrikaat järgnevaks külmsuitsukaupade valmistamiseks. Mõningad tehnoloogilised andmed vaikse ookeani lõhilaste kohta on TINRO andmete järgi toodud tabelis 59.

Tabel 59

Kalaliigid	Keskmine kaal g-des	Keemiline koostis %-des toorainest			
		vesi	rasv	valk	tuhk
Amuuri keta (sügisene)	3500	67,55	11,07	20,90	0,48
Gorbuuša (amuuri)	1100	69,33	7,52	20,80	1,31
Nerka (kamtšatka)	2700	67,21	8,90	21,80	0,48
Tšavõõtša (kamtšatka)	8000	66,82	11,06	20,80	1,68
Kižutš (kamtšatka)	2900	69,80	6,96	22,84	0,48

Kõige levinumaks vaikse ookeani lõhilaste soolamise mooduseks on basseini soolamine.

Basseini soolamine. Lõhilaste, eriti keta ja gorbuuša basseini soolamine on Kaug-Idas laialt levinud.

Lõhilaste soolamise tehnoloogiline protsess on heeringlaste omast tunduvalt keerulisem, kuna nad on viimastest palju suuremad. Üheks väga tähtsaks operatsiooniks lõhilaste soolamisel on kala lahkamine. Et sooldumine kulgeks kiiresti, tuleb sisemised kõhuseinad avada (paljastada), kuna kõhuseinte seespoolne liha on rasvavaesem ja avatud kõhukoopa kile on nahast tunduvalt õhem ning soolalahus seepärast läbib selle kergemini kui kala välispinna.

Kõige levinumaks lahkamise viisiks on rookimine.

Suurte eksemplaride soolamisel tehakse kalal kõhukoopa poolt orgiga lihasse torked alates pärakuuime juurest suunaga sabauime poole, aga samuti ka kala keha seljaosasse. See tingib kala kiirema sooldumise.

Torked lihasse kõhukoopapoolsest küljest ei riku kala välis-

pinda ja sellepärast ei mõju see kala välisilmele halvendavalt.

Soojal aastaajal, mil soolamise tingimused on ebasoodsad, püütakse rakendada kala lahkamist, kuna lihasse torgete tegemine ei kiirusta siiski vajalikul määral sooldumise protsessi.

Pärast lahkamist tuleb kala viivitamata pesta kas mage- või mereveega erilistes pesemisnõudes, millistel on kahekordne võrestikpõhi. Hästi sisustatud mehhaniseeritud tsehhides kasutatakse kala pesemiseks nn. hüdraulilisi harju ja kraape, millised on kummivooliku abil veejuhtmestikuga ühendatud. Kuna vett antakse vahetpidamatult, siis kala puhastamine ja pesemine toimub üheaegselt. Niisuguse moodusega töötlemisel saame palju puhtama kala võrreldes pesemisega tavalisel viisil.

Vastavalt lahkamise moodusele ja aastaajale soolatakse lahatud ja pestud kala soe- ja jahutatud moodusel. Enne basseini täitmist kala saabub soolamislauale (soolajale), millistel soolajad täidavad soolaga (soola jahvatusaste nr. 2 või 3) kala keha ja lõpused (juhul kui neid pole ära lõigatud) [1]. Ümaraks lahatud kala laotakse basseini reastatult tihedasti üksteise vastu kõhuga ülespoole. Kõhuga ülespidi ladumine on vajalik selleks, et tekkinud soolvesi ei voolaks kõhukoopast välja. Iga kala puistatakse üle enam-vähem ühesuguse soolahulgaga.

Soola- ja jääkulu jahutatud soolamisel vastavalt kala temperatuurile tuuakse tabelis nr. 60.

Tabel 60

Kala temperatuur enne soolamist °C	Kulu 100 kg kala kohta kg-des	
	jääd	soola
Kuni 9	ei kasutata	25,0
9—13	15,0	30,0
13—17	35,0	34,0
Üle 17	40,0	36,0

Amuuri sügisese rasvase keta soolamisel peab jääkulu moodustama vähemalt 70% kala kaalust ja vastavalt sellele tõstetakse ka soolakulu.

Basseinid täidetakse kalaga 1—2 rida servast kõrgemale, arvestusega, et sooldumisel kala vajub. Siis kaetakse pealt puhaste roguskitega või kottidega, millised pärast basseini täitmist soolveega asendatakse puust restidega. Kala soolvette vajutamise otstarbel asetatakse restidele raskus.

[1] Kasutatav sool peab vastama vähemalt I sordile. Orkidega tehtud lihatorgetesse tuleb asetada sool jahvatusest nr. 2.

Sooldumise kestus moodustab: jahutamata — gorbuušal 8—10 ööpäeva, aga suurematel lõhilastel 10—14 ööpäeva; jahutatult — gorbuušal 10—14 ööpäeva, aga suurematel lõhilastel 14—20 ööpäeva. Sooldunud kala võetakse basseinidest välja, vabastatakse soolajääkidest ja pestakse soolvees, eraldades samaaegselt kõhuõõnest kile. Viimastel aastatel on Alam-Amuuri ettevõtetes tõestatud, et soolast lõhe on võimalik ja otstarbekohane sügisesel ajal pesta vees. Antud juhul on pesemine kvaliteetsem, aga peaasi — ta kergendab tööliste tööd ja tõstab tootlikkust.

Pestud ja puhastatud kala sorteeritakse enne tünni pakkimist kvaliteedi järgi. Roogitud ümarkala laotakse tünni seljaga allapoole, väikese kallakuga ühele küljele, kusjuures kõik read laotakse ühes suunas, aga mitte ristamisi ridadena, nagu seda tehakse heeringa ladumisel. Seda tehakse kahel põhjusel: esiteks saavutatakse tihedam ladumine, millest tingituna tünni maht kasutatakse ära täielikumalt, ja teiseks pressimisel kala keha ei kõverdu.

Lapikuks lahatud kala laotakse tünni laialitõmmatult nahaga alla poole (välja arvatud peamine rida, mis laotakse nahapoolega üles), paigutades teda ühelt realt selliselt, et ühe kala saba puutuks kokku teise kala peaga. Lapikuks lahatud kala laotakse vastastikku ristamisi ridadena.

Täidetud tünnid suunatakse viivitamatult pressi alla kala vajutamiseks. Pärast seda tünnid kaanetatakse, kaalutakse üle ja täidetakse soolveega.

Soolatud lõhilased on hea valmistamise korral maitsvaks ja toitvaks produktiks. Kala liha on lõikekohal roosakaspunakat värvust, nerkal aga punase värvusega ja tiheda konsistentsiga; tugeva soolsusega kala liha konsistents on kuivavõitu, liha aga on kihilisem kui nõrga soolsuse puhul.

Kasti soolamine. Kasti soolamist kasutatakse siis, kui soovitakse saada nõrga ja keskmise soolsusega kala, mida kasutatakse peamiselt poolfabrikaadina tarbimispunktides külmsuitsutoodete valmistamiseks.

Kasti soolamist võib teostada kaldal, selleks eriti ette nähtud ruumides (või ajutistes varialustes), aga samuti ka vastuvõtu-külmutuslaevade tekil.

Kala, mis on lahatud roogitud ümarkalaks sisselõikega saba osas, pestakse hoolikalt, hõõrutakse vastu soomust soolaga jahvatusastmest nr. 1 ja siis puistatakse soolaga üle. Lõpused, kõhuõõs ja sabaosas olev sisselõige täidetakse samuti soolaga [1]

[1] Instruktsiooni kohaselt soovitatakse selleks kasutada soola jahvatusest nr. 1, kuid sooldumine kulgeb paremini, kui kasutada soolasegu jahvatustest nr. 1 ja 2.

sellise arvestusega, et kogu kala nii välis- kui ka sisepind oleks soolaga rikkalikult kaetud. Soolakulu moodustab 18—20% lahatud kala kaalust.

Soolatud kala laotakse pärgamendiga vooderdatud puust kastidesse, milliste mahutavus on 60 kg. Pärgament väldib kala määrdumist ja, olles tihedaks katteks, aeglustab rasva oksüdeerumise protsessi. Kala laotakse kasti kahelt realt, iga rida soolaga üle puistates; kastid kaetakse kaantega (ilma naelutamiseta) ja asetatakse siis üksteise peale riita kõrgusega 6 rida kuni 24 tunniks. Selle aja jooksul tavaliselt ulatub soolsus kalas 2—3%-ni, aga kadu moodustab 5—7%. Ühe ööpäeva pärast kastid naelutatakse kinni ja laaditakse külmutuslaevale, kus nad viivitamatult asetatakse külmlaadruumidesse, kus temperatuur on —8°. Külmutuslaeva saabumisel sadamasse kaup laaditakse külmhoonesse ja pärast seda suunatakse raudteed kaudu külmutusvagunites sihtpunkti.

Realiseerimiseks valmis kasti-soolaketa sisaldab soola tavaliselt mitte üle 8%, aga kadu ei ületa 14%. Vaikse ookeani lõhi (keta, gorbuuša) kasti soolatuna ei ole säiliv produkt. Riknemist põhjustab rasva kiire hapendumine ja seebistumine. Säilitamine —8° juures ei tohi kesta üle 2 kuu.

Sjomga soolamine [1]

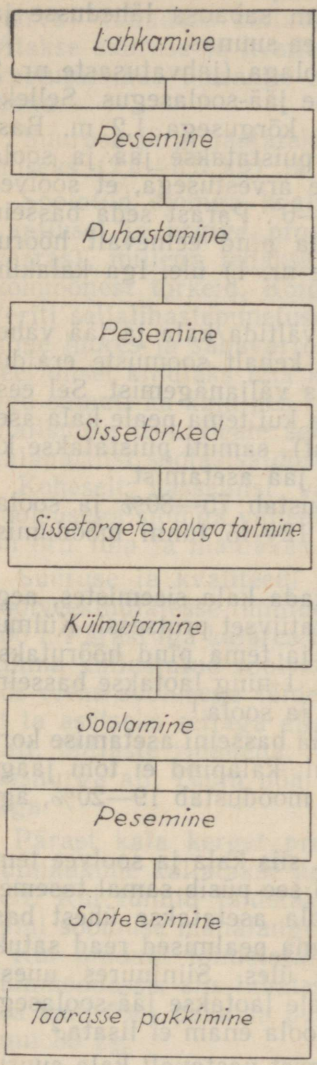
Liha kvaliteedilt kuulub sjomga parimate kalade hulka. Kõrgendatud valgu- (kuni 21%) ja rasva- (keskmiselt ca 17%) sisaldus muudab ta väga väärtuslikuks toormaterjaliks delikatess-gastronoomiakaupade valmistamiseks.

Kõige rohkem püütakse sjomgat Arhangelski ja Murmanski oblasti jõgedes (5000—7000 ts aastas).

Tabel 61

Püügikoht	Püügiaeg	Kaal kg	Pikkus cm		Keemiline koostis %-des toorainele			
			kala	kere	vesi	valk	rasv	tuhk (mineraal)
Dvinaa	20/X	5,2	80,0	61,0	63,28	20,50	16,52	1,31
Petšoora	18/X	5,5	74,0	55,5	56,26	19,00	24,28	1,08
Mezen	3/VIII	5,5	77,0	61,0	61,78	21,06	15,45	1,36
Onega	16/VIII	5,5	85,0	62,0	67,04	19,81	10,90	1,20
Keskmiselt	—	—	—	—	62,09	20,09	16,79	1,24

[1] Sjomga soolamise viisil tuleb soolata ka tšavõõtsat ja ketat, millised kaaluvad üle 4 kg.



Joon. 40. Sjomga soolamise tehnoloogine skeem.

Tabel 62

Pikkus cm	Kaal kg	Rasvasisaldus %-des
88,0	7,4	19,43
80,0	5,2	16,52
53,0	1,5	7,68

Sjomga liha keemiline koostis tuuakse tabelis 61 (VNIRO andmete järgi).

Sjomga rammusus sõltub tunduval määral väljapüügiajast ja kala suurusest. Sügisese sjomga liha sisaldab rasva rohkem (kuni 24%) kui suvine (kuni 15%). Kõige rasvasem on petšoora sjomga.

Sügisese dviina sjomga rasvasisaldus vastavalt tema suurusele on toodud tabelis 62 (VNIRO andmete järgi).

Peamine sjomgasaak soolatakse tema püügikohas, väikestes kalatöötlemisettevõtetes.

Soolatud sjomga valmistamine kulgeb joonisel 40 kujutatud tehnoloogilise skeemi järgi.

Selleks et püütud sjomga ei peksaks ennast vastu paadi põhja ja et talle ei tekiks arme ega verevalumeid, tuleb ta löögiga otsaesisele kiiresti surmata. Kuna sjomga liha on väga õrn, siis ümberladumisel tuleb temaga väga ettevaatlikult ümber käia, kusjuures loopida, pigistada ja isegi saba otsast kinni võtta ei tohi, kuna see võib põhjustada verevalumeid.

Tööstusse toodud kala sorteeritakse suuruse järgi ja lahatakse niinimetatud sjomgalõikega. Kala kõht lõigatakse lõhki kahe pikilõikega (taskuna) pärakuavausest kuni kõhuuimedeni ja kõhuuimedest kõrvale pöördudes kuni kurgualuseni. Lõpused ja sisikond eraldatakse täielikult ja puhastatakse vereklompidest. Lahatud kala pestakse hoolikalt külmas vees puhtaks.

Pärast seda tehakse orgiga kõhuõõne poolt lihasse viis-kuus torget selgroo piirkonda — kaks-kolm sabaosa lähedusse ja ülejäänud kolm — 10—15 cm tagant pea suunas.

Torkeaugud ja taskud täidetakse soolaga (jahvatusaste nr. 2 ja 3) ja peale seda kala külmutatakse jää-soolasegus. Selleks kasutatakse väikesemahulisi basseine kõrgusega 1,2 m. Basseini põhja kallatakse soolvesi, siis puistatakse jää ja soola (jahvatusaste nr. 2 ja 3) kiht sellise arvestusega, et soolvee temperatuur pärast segamist oleks 5—6°. Pärast seda bassein täidetakse kalaga, kusjuures iga kala pind eelnevalt hõõrutakse peenikese soolaga (jahvatusaste nr. 1) üle. Iga kalakiht kaetakse jää-soolasegu kihiga.

Kala asetamisel basseini püütakse vältida kala ja jää vahetut kokkupuutumist, et hoiduda kala kehalt soomuste eraldumist, kuna see halvendab valmiskauba väljanägemist. Sel eesmärgil puistatakse jääkihile, enne seda kui tema peale kala asetatakse, õhuke soolakiht (isoleeriv kiht), samuti puistatakse ka iga kalakiht soolaga üle enne sellele jää asetamist.

Jääkogus kala külmutamisel moodustab 75—80% ja soolakogus 8—12% kala kaalust. Pärast 12—15 tunni möödumist kala külmub ja nõrgalt sooldub.

Külmutamise eesmärgiks on pidurdada kala sisemistes, aeglaselt soolduvates kehaosades fermentatiivset protsessi. Külmutatud kala võetakse basseinist välja ja tema pind hõõrutakse uuesti üle soolaga jahvatusastmest nr. 1 ning laotakse basseini sooldumiseks, puistates ridadele jääd ja soola.[1]

Soolamise puhul on kala, soola ja jää basseini asetamise kord samasugune nagu külmutamise puhul; kalapind ei tohi jääga kokku puutuda. Soolakulu soolamisel moodustab 19—20%, aga jääkulu 23—25% kala kaalust.

Kui kala on 8—11 tundi sooldunud, siis kala ja soolvee temperatuur ulatub —2—0°-ni ja edaspidi see püsib samal tasemel. Pärast 8—12 ööpäeva möödumist kala asetatakse ühest basseinist teise sellise arvestusega, et tema pealmised read satuksid alla ja alumised, ümberpöördult, üles. Siinjuures uuesti hõõrutakse kala soolaga üle ja ridadele laotakse jää-soolasegu ühes soolvee lisamisega; taskutesse soola enam ei lisata.[2]

Sooldumise aeg pärast ümberasetamist vastavalt kala suurusele kestab 10—20 ööpäeva. Üldine sooldumise aeg moodustab niimoodi 18—22 ööpäeva, sõltuvalt kala suurusest, soolasisaldusest valmiskaubas ja basseinis olevast temperatuurist.

---

[1] Keskmise, aga veel enam väikese kala soolamise puhul võib külmutamine ühtida soolamisega.

[2] Mõningates tööstustes asendatakse kala ümberasetamine soolvee pumpamisega basseini.

Soolatud kala pestakse hoolikalt käsitsi (harju kasutatakse harva) külmades küllastatud soolvetes ja pärast seda sorteeritakse suuruse ja kvaliteedi järgi. Kala sorteerimine on väga vastutusrikas ülesanne ning nõuab suurt vilumust ja tähelepanu.

Suuruse järgi jaotatakse sjomga suureks (üle 6,5 kg), keskmiseks (2,4—6,5 kg) ja väikeseks (alla 2,4 kg).

Soolatud sjomga kvaliteet määratakse kindlaks välisilme vaatlusel ja orgiga proovimisel (puust või metallist peenike varras), millega tehakse kala liha seljaosasse selgroo juurde kõhuõõnest torkeid. Kõige sagedamini esinevad kala defektid (eriti seljalihastepunetuse 1. ja 2. staadium) ilmnevad pärakuuime juures ja sabavarres. Kala soolsuse aste määratakse sorteerimisel kindlaks liha konsistentsi järgi, soomuste värvusest, aga samuti ka kala pea juures seljaosast lõigatud lihatükikeste maitsmise teel. Peale selle võetakse proovid igast sorteeritud kalapartiist soolasisalduse määramiseks keemilisel meetodil.

Koheselt basseinist väljavõetud heakvaliteediline väikese soolsusega sjomga väliselt peaaegu ei erine värskest kalast; tal on õrn liha ja mahlakas konsistents.

Suuruse ja kvaliteedi järgi sorteeritud kala laotakse puust soolveekindlatesse tünnidesse (vaatidesse) mahutavusega 250—300 l. Pärast iga kalarea ladumist kallatakse tünni teatud kogus külma küllastatud soolvett, kusjuures jälgitakse, et kala kõhuõõs oleks soolveega täidetud. Sjomga laotakse tünni niimoodi, et ta asetseks seljaga alla, suure kallakuga ühele küljele, tihedalt, ühtlaste ridadena; kalaread asetatakse üksteise suhtes täisnurga all. Tünni põhi ja kaanealune tuleb katta pärgamendiga.

Pärast kala kerget pressimist tünnid kaanetatakse ja läbi punnaukude kallatakse juurde küllastatud külma ($t = 2°$) soolvett. Kui tünnid täidetakse liiga sooja soolveega, siis esineb kalal soomuse mahalangemist.

Kui produkt toimetatakse kiiresti kalatööstusest hoiukohta külmhoonesse, siis lubatakse vähese soolsusega sjomgat (soolsus kuni 6%) pakkida puust kastidesse, milliste mahutavus on kuni 80 kg.

Barentsi mere tursa soolamine

Traallaevastiku töö spetsiifilised iseärasused sunnivad töötust ikka veel suurtes kogustes suunama turska ja pikšat soolamiseks.

Traallaevastiku töö iseärasused seisnevad alljärgnevas.

Traalid tavaliselt lähevad merele miinimum 20 ööpäevaks,

millest umbes 18 ööpäeva nad püüavad kala.[1] Seni pole veel leitud küllaldaselt efektiivset ja majanduslikust seisukohast lähtudes otstarbekohast värske kala säilitamise moodust nii pika ajavahemiku jaoks.

Käesoleval ajal kasutatav moodus kala hoidmisega jääs pole küllaldaselt efektiivne; 2° juures õnnestub kala säilitada maksimaalselt 10—12 ööpäeva, aga 5° juures 7—8 ööpäeva. Sellepärast tuleb aurutraalidel kala, mis püütakse reisi esimese 8 ööpäeva kestel, soolata.

Niisiis, kui traal tuleb sadamasse, on tema tekil värske kala, mille värskuse aste on erinev ja erinev ka soolsus. Soolasisaldus soolatud tursa lihas traali lossimisel Murmanski sadamas kõigub 7—18%.

See kõik annab teatud määral tunda tursa töötlemise organiseerimisel ranna-kalatöötlemisettevõtetes.

Värsket kala kasutatakse külmutatud ja suitsutatud, harvemini ka soolatud toodete valmistamiseks.

Soolatud kala suunatakse täiendavale töötlemisele või valmistatakse ette ja saadetakse välja nõrga või keskmise soolsusega kalana.

Riita soolamine. Riita (kuhja) soolamise moodus on laialt levinud tursa soolamisel, kusjuures kala sel eesmärgil lahatakse klipfiskiks, lapikuks või roogituna peata ümarkalaks. Tursa peal, mis moodustab üldisest tursa kaalust 26%, ei ole toiteväärtust; tema eraldamisel saavutatakse tunduv taara kokkuhoid, traalidel aga on laadruumide kasutamine palju ratsionaalsem.[2]

Ümarkalaks rookimist on Põhja-Euroopas hakatud nimetama lahatud kalaks.

Pärast lahkamist kala pestakse, puhastades hoolikalt, eriti klipfisk, mustast kilest, milline katab kala kõhuõõnt.

Klipfiski ja lahatud tursa riita soolamist teostatakse kaldal virna kõrgusega kuni 1,2 m ja traalidel — vastavalt laeva laadruumi kõrgusele ja vaheriiulite suurusele.

Laeval puistatakse kala soolaga üle (ümarkala täidetakse soolaga) ja laotakse riiulitele ridadesse nahaga allapoole. Soolakulu soolamisel moodustab 45—50% lahatud kala kaalust. Tänu suurele soolakogusele kala üksikud eksemplarid üksteisega kokku ei puutu; soolvesi kogu aeg nõrgub ära ja osaliselt neelab seda ka soola üliküllus. Laevadel kalakuhja ümber ei laota, kuna see pole praktiliselt teostatav, kuid kaldal klipfiski ümberasetamisel kontrollitakse tema kvaliteeti, sool raputatakse kalalt täielikult maha ja eemaldatakse deformeerunud eksemp-

---

[1] Traalide niinimetatud «värsked» reisid on lühemad (12—14 ööpäeva).

[2] Paljudel traalidel kasutatakse tursa pead söödajahu valmistamiseks.

larid, mis tekkisid hooletu ladumise tagajärjel; määrdunud sool asendatakse uue soolaannusega koguselt 15—20% kala kaalust.

Soolamise protsess kestab maksimaalselt 15 ööpäeva; valmisprodukt tuleb lattu sorteerimiseks, soolvetes pesemiseks ja taarasse pakkimiseks. Soolamise protsessis kulutatud soolast lahustub maksimaalselt 60%.

Soolatud poolfabrikaadi täiendav töötlemine. Enamikul juhtudel ei õnnestu traalidel saada kaubasoolakala, sellepärast töödeldakse teda täiendavalt rannabaasides. Murmanski kombinaadis on selleks otstarbeks ehitatud suured tsehhid, kus toimub pesemine, sorteerimine, soolamine (vajaduse korral) ja realiseerimiseks valmistoodangu taarasse pakkimine.

Tehnoloogiline skeem, mis iseloomustab soolatud poolfabrikaadi täiendavat töötlemist Murmanski kombinaadis, on kujutatud joonisel 41.

Traalidelt kombinaati saabuvat soolakala pestakse voolava mageda veega mehaanilistes pesijates. Pärast pesemist kala suunatakse sorteerimistransportöörile, kus ta sorteeritakse soolsuse, suuruse ja liigi järgi.[1] Kala jaotatakse transportööril kahte joasse: esimene kalajuga kalaga, mis ei vaja järelsoolamist, suunatakse ettevalmistamise tsehhi, kus toimub tema sorteerimine kvaliteedi ja teiste näitajate järgi, aga teine juga suundub soolamistsehhi. Esimese voolu kala sorteeritakse ettevalmistamise tsehhis vastavalt GOST-i nõuetele ja pakitakse varem ettevalmistatud taarasse. Vastavalt sellele, milleks produkt on määratud, ja olenevalt realiseerimise ajast puistatakse mõningal juhul pakkimise ajal kalaridadele soola (kerge soolamine).

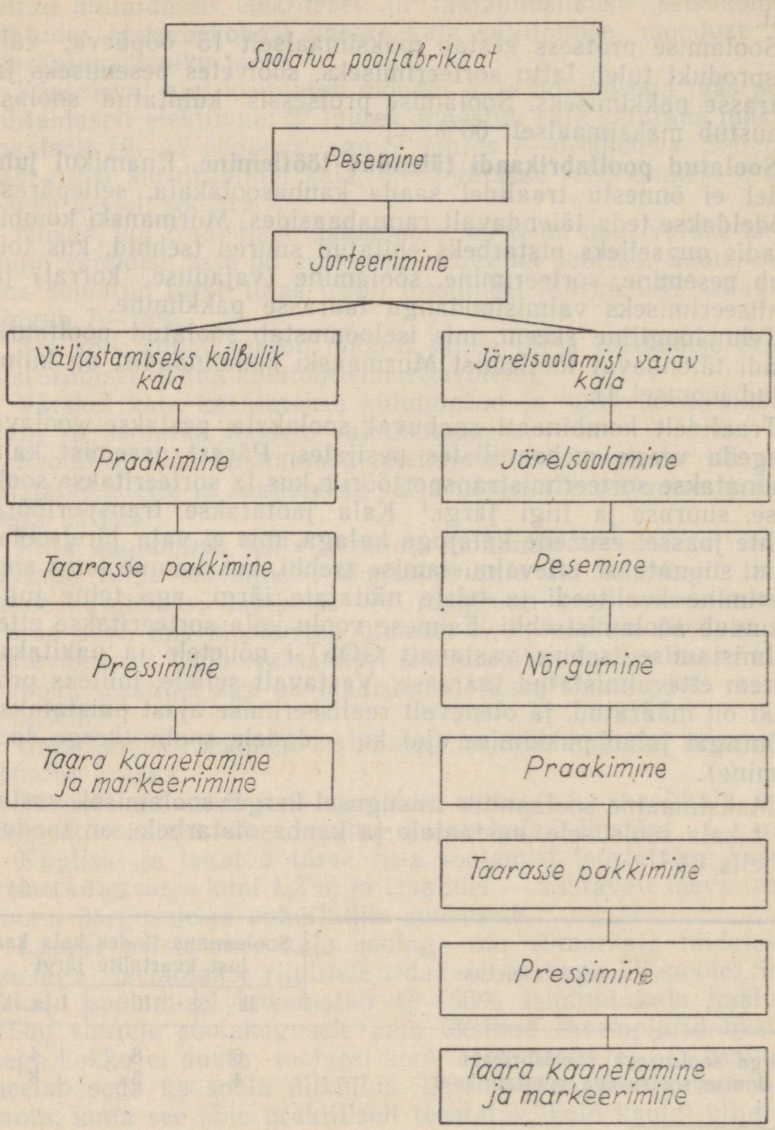
Maksimaalne soolaannus niisugusel kergel soolamisel, vastavalt kala soolsusele, aastaajale ja kauba otstarbele, on toodud tabelis 64[2].

Tabel 64

Produkti nimetus	Soolaannus %-des kala kaalust kvartalite järgi		
	II	III	I ja IV
Nõrga soolsusega poolfabrikaat	6	8	4
Keskmise soolsusega poolfabrikaat	4	5	3

[1] Niinimetatud kaaspüük — ahven, kirju ja sinine zubatka, kiisk, lest, sini- ja valgenahkne paltus — töödeldakse tursast eraldi.

[2] Kala kerget soolamist teostatakse selleks, et vältida tema seebistumist säilitamisel ja transportimisel, kuna kala pakitakse mittesoolveekindlatesse tünnidesse või kastidesse.



Joon. 41. Lühendatud tootmisskeem soolatud poolfabrikaadi täiendaval töötlemisel Murmanski kombinaadis.

Tugeva soolsusega kala pakitakse taarasse talveperioodil täiendava soolamiseta, aga suvisel perioodil pisut soolaga üle puistates. Pärast kala pressimist, taara sulgemist ja trafareti pealekandmist saadetakse produkt tarbijale.

Teine kalavool, mis vajab järelsoolamist, suunatakse soolamistsehhi, kus kala soolatakse basseinides kuiv- või segasoolamismoodusel. Väikese kalaga täidetakse basseinid reastamatult; peale seda tasandatakse kihid kammiga ühtlaseks ja iga kiht puistatakse soolaga üle. Suur kala soolatakse reastatult, kusjuures roogitud ümarkala laotakse seljaga alla, aga lapik — lõikega üles; igale kalareale puistatakse soola.

Üldine soolakulu sõltub poolfabrikaadi soolsusest ja lahkamise moodusest, kuid ei ületa järgmisi piirnorme (vab. 65).

Tabel 65

Lahkamise viis	Soolakulu %-des poolfabrikaadi kaalust kvartalite järgi		
	II	III	I ja IV
Lapik	18	18	10
Roogitud ümarkala	12	15	10

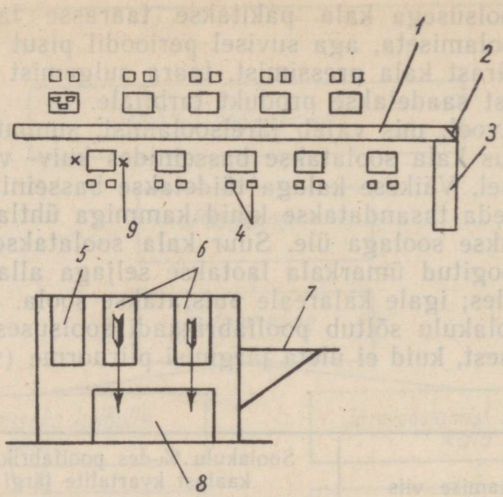
Pärast ühe ööpäeva möödumist kallatakse kalaga täidetud basseini kunstlik soolvesi erikaaluga 1,2. Kui sooldumise protsess on lõppenud, võetakse kala basseinist välja, pestakse ja pakitakse taarasse realiseerimiseks.

Balti mere tursa soolamine

Väikese tursa ülekaal püügisaagis ei jäta avaldamata teatud mõju tootmisprotsessi organiseerimisele. Väikesed eksemplarid ja pertui roogitakse ümarkalaks; suuremad ja keskmised roogitakse ümarkalaks ühes pea eraldamisega.

Kõige täiuslikumaks kala lahkamise protsessi organiseerimise skeemiks, mida Baltimaade tööstustes kasutatakse, tuleb lugeda linttransportööri ja laudade kombinatsiooni, kusjuures lauad on paigutatud malekujuliselt kummalegi poole transportööri; transportööri lõppu asetatakse rootori tüüpi pesemismasin (joon. 42).

Lahkamislaud kujutab enesest puust pinda mõõtmetega 0,75 × 1,0 m, milles on neli avaust. Kaks täisnurkset ava on ette nähtud nendesse metallkastide kinnitamiseks maksa kogumiseks ja kaks ümmargust ava laua keskel — peade ja sisikonna laua all põrandal olevasse kasti loopimiseks. Mõlemal pool lauda asub töökoht.



Joon. 42. Tursa lahkamise protsessi mehhaniseerimise skeem:

1 — linttransportöör; *2* — sahk; *3* — rootorpesija; *4* — kastid kalaga; *5* — kast maksa jaoks; *6* — renn peade ja sisikonna jaoks; *7* — kasti alused; *8* — kast sisikonna ja peade jaoks; *9* — töökoht.

Kala lahkamiseks kasutatakse lühikese teraga nuga, mis võimaldab töölistel sõrmedega abistada kala kõhuõõne puhastamisel (kile kõrvaldamisel). Pärast kurgualuse katkilõikamist eraldatakse pea kerest selle mahamurdmisega esimese lüli kohalt.

Pestud kala kõhuõõs ja lõpused (kui on tegemist roogitud ümarkalaga ühes peaga) täidetakse soolaga; pärast seda puistatakse kala soolaga üle ja pakitakse ridamisi basseini, iga rida soolaga üle puistates. Väike kala soolatakse suurest eraldi. Kala sooldumine kestab vähemalt 8 ööpäeva.

Pärast sooldumist kala pestakse kunstlikus soolvees ja siis laotakse kastidesse või mittesoolveekindlatesse tünnidesse, puistates üle soolaga. Soolakulu soolamisel on 18—24% ja soolatud kala ülepuistamiseks 6—8%.

Soomkala — see on teatud kalade grupi, peaasjalikult jõekalade tööndusliк nimetus, kuhu kuuluvad: vobla, karpkala, žerehh, koha, latikas, roosärg, linask, nugakala, beloglaska ja mõningad teised.[1]

Soolamine on äärmiselt ebaratsionaalne soomkala konservimise moodus, sellepärast suunatakse soomkala käesoleval ajal üha suuremates kogustes konservide, suitsutatud ja vinnutatud toodete ning eriti külmutatud ja jahutatud kauba valmistamiseks. Nende kalade soolamine kaotab lähemal ajal tööndusliku tähtsuse, kui mitte arvestada soolamist vinnutatud ja suitsutatud kala valmistamiseks.

Vastavalt kala suurusele, aastaajale, soolamise tingimustele ja toorkala kvaliteedile kasutatakse roogitud ümarkala või lahatakse lapikuks; väikest kala soolatakse tihti lahkamatult. Soomkala soolatakse tavaliselt kuivsoolamise teel basseini; kala soolaga ülepuistamisel pööratakse erilist rõhku lõpuste täitmisele soolaga. Soolakulu tugeva soolsusega soomkala valmistamisel Volga-Kaspia rajoonis on toodud tabelis 66.

Tabel 66

Püügiaeg ja soolamise koht	Soolasisaldus %-des kala kaalust	
	suur soomkala	väike soomkala
Kevadine püügihooaeg: külmhoidlas	24—28	20—22
tavalises jahutamata tsehhis	26—30	22—26
Sügisene püügihooaeg: külmhoidlas	20—24	18—22
tavalises jahutamata tsehhis	24—26	20—24

Soolamise kestus on sõltuvuses soolamisruumi temperatuurist ja kala suurusest ning see moodustab jahutatavas ruumis 11—22 ööpäeva, jahutamata ruumis — kuni 15 ööpäeva.

Tabelis 67 (Tšernogortsevi andmete järgi) on toodud suurused, mis iseloomustavad soolasisalduse suurenemist ning vobla ja latika kaalu vähenemist soolamise protsessis temperatuuri juures 2—4°, milledest on näha, et segasoolamisel latikas sooldub natuke kiiremini, kaalukadu aga on väiksem kui kuivsoolamisel; kuid vahe on siiski üsna tähtsusetu.

[1] Nende kalade püügi organiseerimisel Volga alamjooksul (XVII saj.) hakati kasutama tunduvalt väiksema silmaga püüniseid kui tuurlaste püügil, mis said nimetuse «soomkala püünised», aga kalu, mis nende püünistega püüti, hakati nimetama analoogiliselt «soomkala».

Tabel 67

Soolamise kestus ööpäevades	Kala soolsuse ja kaalu muutumine soolamise protsessis %-des					
	segasoolavobla ümarkalana		segasoolalatikas ümarkalana		kuivsoolalatikas ümarkalana	
	soolasisaldus kala lihas	kaalu vähenemine	soolasisaldus kala lihas	kaalu vähenemine	soolasisaldus kala lihas	kaalu vähenemine
1	2,8	Andmed puuduvad	—	—	—	—
2	5,6		2,5	10,0	2,0	12,0
4	9,5		4,6	15,0	3,5	18,5
6	12,4		6,4	20,1	5,0	23,5
8	14,3		8,5	20,0	6,5	26,5
10	16,0		10,5	25,5	8,0	28,5
12	17,5		12,5	27,0	10,0	29,5
14	18,0		14,0	28,5	11,5	30,0
16	18,0		15,5	29,0	13,5	30,0
18	18,1		16,5	—	15,0	—
20	18,2		17,5	27,5	17,0	29,5
22	18,3		18,5	27,5	18,0	28,5

SÄGA SOOLAMINE

Säga püük moodustab meie maal umbes 150 000 ts; püütakse seda peamiselt Volgal ja Donil. Säga kasvab võrdlemisi suureks, tal on õrn ja maitsev liha, puuduvad lihastevahelised luud. Rasv ei paikne säga kehas ühtlaselt: suurem kogus on koondunud naha alla ja lihasse, mis asub sabauime läheduses. Kõige otstarbekohasem on seda kala suunata tarbijale külmutatuna või kuumsuitsutatuna.

Säga kuulub kalade liiki, millised eraldavad väga palju lima, see aga aeglustab sooldumist ja annab kalale ebameeldiva, määrdunud väljanägemise; ühekordsel pesemisel veega ei õnnestu sellest limast täielikult vabaneda, kuna natukese aja pärast ta tekib uuesti. Enne soolamist hoitakse kala 6—10 tundi madala temperatuuriga õhus, mille tagajärjel naha epidermise rakud kaotavad limaeraldamise võime. Hiljem, kevadisel ja suvisel ajal, külmutatakse säga enne soolamist jää ja soola segus, sügisel aga jahutatakse külmas soolvees.

Jahutatud või külmutatud sägalt eraldatakse lima ja kala pind hõõrutakse soolaga üle. Pärast seda hõõrutakse kala teistkordselt soolaga ja puistatakse veel soolaga üle. Suurt säga tavaliselt roogitakse pärast külmutamist. Roogitud ümarkalal täidetakse soolaga kõhuõõs.

Säga soolatakse basseinides või kastides. Soolakulu moodustab kevadel ja suvel 35—40%, sügisel 32—35%. Külmutatud

säga soolamine kestab 30 ööpäeva, soesoolamisel aga 18—20 ööpäeva.

Pärast soolamist säga pestakse ja laotakse tünnidesse või kastidesse.

TÜLKA SOOLAMINE

Tülka on üheks kõige väiksemaks tööndusliikuks kalaks, millised täidavad meie maa veekogusid. Suguküpseks saab ta 2—3-dal eluaastal, mil ta pikkus on 60—75 mm ja kaal 2,5—4 g. Nelja-aastaseid tuleb püügil harvemini ette; nende pikkus ulatub 80—90 mm ja nad kaaluvad 5—7 g.

Tülka rasvasus on aastaaegade järgi väga muutuv ja kõigub L. P. Minderi andmete järgi 4—17%-ni (märtsis ja aprillis 10, mais umbes 8, juunis 5, juulis 7, augustis 12, septembris 16, oktoobris ja novembris 17%); valgusisaldus ei allu nii suurtele muudatustele ja moodustab üldiselt 14%.

Vaatamata sellele, et tülka rasvasus kevadel ja sügisel on võrdlemisi kõrge ning samuti sisaldab suurel hulgal vitamiini A, ei saa teda lugeda vääriskalaks, kuna ta on liiga pisike ja terava anduriga ega sisalda kuigi palju söödavaid osi.

Maikuus püütud tülka kehaosade kaaluline suhe on toodud tabelis 68 (meie vaatlusandmete põhjal).

Tabel 68

Kala suurus	Uuritud eksemplaride arv	Keskmine kaal g-des	Tülka kehaosade suhe %-des üldisest kaalust				
			pea	lihased	sisikond	selgroog	uimed
Suur	10	5,80	19,05	53,53	12,10	13,36	1,96
Keskmine	20	1,67	19,80	51,26	12,50	14,40	2,04

Lapergune kehakuju, väikesed mõõtmed ja suhteliselt suur eripind soodustavad tülka kiiret sooldumist.

Tülkat püütakse eranditult seisevnootadega. Sealjuures üldreeglina satub nootadesse suur hulk teisi väikesi kalu — kiiska, härglasi ja heeringamaime. Kiisa kaaspüük ulatub mõnikord 50—70%-ni, aga heeringad ja härglased tavaliselt ei ületa 2%.

Tülka kuivsoolamiseks on levinud kaks tüüpi mehhaniseeritud liini: basseini ja tünni soolamiseks. Peale selle on olemas kaks mehhaniseeritud liini tülka soolamiseks tsirkuleerivas soolvees.

Tabelis 69 tuuakse andmed, millised iseloomustavad soolasisalduse muutumist tülkas soolamisel erinevatel moodustel, milledest on näha, et tülka kuivsoolamisel (basseinis) sooldub kiiremini kui teiste soolamisviiside juures.

Balti mere räim on atlandi heeringa alaliik ja erineb temast väiksemate mõõtmete ja seljalülide vähema arvu poolest.

Käesoleval ajal püütakse räime peamiselt kudemise ajal, millal ta tuleb kalda lähedusse; sel ajal on ta kõige lahjem. Räime rasvasus on kõige kõrgem sügise lõpul ja talve algusel (7—8%); talvel rasvasisaldus langeb kuni 5—6%-ni.

Tabel 69[1]

Soolamise moodused	Soolamise temperatuur °C	Tülka soolsus %-des soolamise kestusel tundides								
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	4,0	5,0	6,0	8,0
Kuivsoolamine Gorbunovi liinil (basseinis)	22	—	8,9	—	12,4	—	14,7	16,9	—	17,9
Kuivsoolamine Burkaltsevi liinil (basseinis)	25	—	8,0	9,0	9,6	11,6	13,6	14,4	—	—
Soolamine Vetškanovi liinil tsirkuleerivas soolvees	25	4,5	7,0	7,9	9,8	11,7	13,6	14,8	—	—
Soolamine Timofejevi liinil tsirkuleerivas soolvees	23	—	—	10,2	—	12,5	—	—	14,9	16,2
Segasoolamine (basseinis)	22	—	—	—	12,4	—	13,4	—	14,5	16,4
Soolamine seisvas soolvees	15	—	—	—	7,0	—	9,5	—	10,0	12,9

Suvise räime liha keemiline koostis VNIRO andmete järgi on toodud tabelis 70.

Nendest andmetest on näha, et erinevatest ranna-äärsetest rajoonidest püütud räime keemiline koostis on vähe erinev, kuid Balti mere lõunaosast püütud räim on tunduvalt suurem kui Eesti rannikul.

Räime liha keemilise koostise muutus sõltuvalt püügiajast (Soome laht), VNIRO andmete järgi, on näidatud tabelis 71.

Tabel 70

Püügikoht	Suvise räime liha keemiline koostis %-des			
	vesi	valk	rasv	tuhk
Eesti rannikul	78,70	16,2	3,29	1,52
Läti rannikul	77,18	17,83	3,48	1,45
Balti mere lõuna-rannikul	77,07	17,87	3,83	2,04

[1] Katsete teostamisest võttis osa koos autoriga E. D. Afanasjeva (Jeiski Kalatööstus).

Tabel 71

Püügiaeg	Räime liha keskmine keemiline koostis %-des toormaterjali suhtes			
	vesi	valk	rasv	tuhk
Talv	75,0	17,5	8,3	2,4
Suvi	77,8	15,6	3,6	2,4

Nagu tabeli 70 ja 71 andmetest näeme, ei ole räime rasvasisaldus võrreldes teiste heeringlastega kõrge.

Mõningates Balti Riikliku Kalatööstuse Trusti ettevõtetes ehitati 1951. a. kevadel räime tünni soolamiseks esimesed mehhaniseeritud liinid tüübi järgi (aastast 1949), mis olid kasutusel Aasovi-Musta mere basseinis hamsa soolamiseks.

Räime soolamine nendel liinidel toimub järgmisel moodusel (joonis 43).

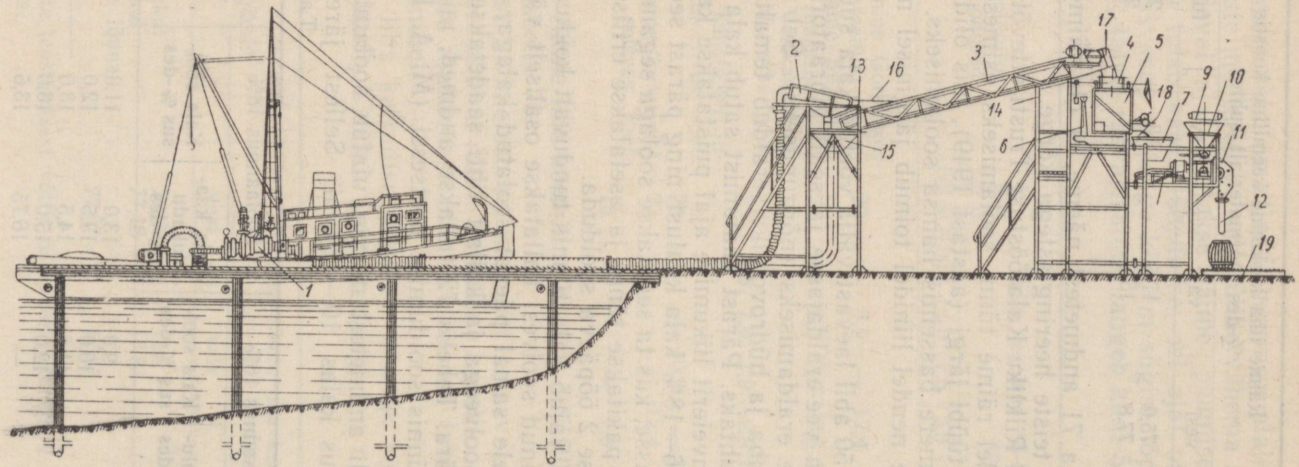
Kalapumba RB-150 abil laevast välja võetud kala suunatakse hüdrovooliku kaudu vee-eraldajasse ja sealt vibraatorile kalapinnale jäänud vee eraldamiseks (nõrgumiseks). Sel ajal, kui kala läbib kalapumba ja hüdrovooliku, eraldub temalt soomus ja kala pestakse puhtaks. Pärast kaalumist satub kala lintkonveierile; mööda konveierit liikumise ajal puistatakse kala peale dosaatorist soola 16—18% kala kaalust ning pärast seda satub kala kaskaadsegajasse, kus ta segatakse soolaga segamini. Soolaga segatud kala pakitakse tünni ja asetatakse erilisele platsile, kus tal lastakse 2 ööpäeva soolduda.

Selle aja jooksul vajub kala tünnis tunduvalt kokku — kuni 22 cm. Tünni tekkinud soolvesi kallatakse osaliselt välja, tünnid täidetakse järele samal päeval soolatud kalaga, kaanetatakse, täidetakse soolveega ja küllalt tihti saadetakse viivitamatult tööstusest ära. Tabelis 72 tuuakse andmed, mis iseloomustavad räime tünnis sooldumise protsessi (M. A. Kazakovi järgi).

Nagu selle tabeli andmetest näeme, ulatub soolamise teisel päeval soolasisaldus kalas 10—12%-ni. Sellest järeldub, et

Tabel 72

Sooldumise kestus ööpäevades	Soolaannus 16%		Soolaannus 18%		Kala vajumine tünnis cm
	Kala kaalukadu %-des	Kala soolsus %-des	Kala kaalukadu %-des	Kala soolsus %-des	
1	11,0	9,0	13,0	11,0	13,0
2	12,6	10,0	13,5	12,0	22,0
3	14,0	11,6	14,5	13,0	24,0
4	15,0	12,0	15,0	13,0	26,0
5	—	—	16,75	13,5	26,0



Joon. 43. Kala tünni soolamise liini skeem:

1 — komplektne kalapumba RB-150 seadeldis ühes juurdekallamise pumbaga; *2* — kast-laud ühes vee-eraldajaga; *3* — võrktransportöör-vee-eraldaja; *4* — jaotamise kast-laud; *5* — kaalupunker; *6* — sajandikkaalud 500 kg; *7* — toitepunker; *8* — toitelint; *9* — soolatransportöör; *10* — toitja; *11* — kaskaadsegaja; *12* — jaotaja; *13* — estakaad nr. 1; *14* — estakaad nr. 2; *15* — veekoguja; *16* — parras; *17* — kast-laud; *18* — kilp; *19* — rullkang.

mõningatel juhtudel saadetakse kala tööstusest välja, kui ta pole veel täiesti sooldunud; järelsooldumine ja laagerdumine toimub siis kas teel või hoidmise ajal kaubandusvõrgu ladudes.

Niisuguse töö organiseerimine on tingitud tootmispinna vähesusest kalatööstustes.

VAIKSE OOKEANI SKUMBRIA SOOLAMINE

Vaikse ookeani skumbria, mille püük viimastel aastel on tunduvalt tõusnud ja jätkab tõusmist, on toiduainena võrdlemisi väärtuslik kala. Erinevalt musta mere skumbriast kasvab ta küllalt suureks (zooloogiline pikkus püügisaagis kõigub alates 35 kuni 43 cm, aga kaal 550 kuni 1500 g).

Järgmised andmed iseloomustavad vaikse ookeani skumbria kaalu muutumist sõltuvalt tema suurusest (TINRO andmete järgi):

Pikkus cm	37	38	39	40	41
Kaal g	700	800	840	920	1050

Vaikse ookeani skumbria liha sisaldab 12—20% rasva ja ta lihal on meeldiv, omapärane maitse (hapukas kõrvalmaik).

Skumbria püüki teostatakse käesoleval ajal peamiselt Lõuna-Primorjes, kus ta küllalt tihedate parvedena juuni- ja juulikuus tuleb kalda lähedale kudema. Selles ajavahemikus skumbria peaaegu ei toitu ja sellepärast on rasvasisaldus lihas 12% (minimaalne kogus). Augustis (pärast kudemist) skumbria kaldast eemaldub, toitub tugevasti ja septembrikuuks rasvasisaldus tema lihas tõuseb tunduvalt.

Skumbria hele muskulatuur sisaldab rasva tunduvalt vähem kui punakaspruun (tume), nagu võib näha tabelis 73 toodud N. A. Nikonova andmetest.

Punakaspruun muskulatuur moodustab kaalu järgi 4—5% skumbria üldisest lihaste kaalust ja ta paikneb vahetult naha

Tabel 73

Kala sugu ja püügiaeg	Muskulatuur	Keemiline koostis %-des			
		niiskus	rasv	valk	tuhk
Emased püütud 4/VII	Punakaspruun	65,9	12,2	20,3	1,2
	Hele	68,8	7,0	22,9	1,3
Isased püütud 4/VII	Punakaspruun	64,5	13,5	20,0	1,2
	Hele	70,1	7,0	21,6	1,2

all. Punakaspruuni muskulatuuri rasva koostisse kuulub suur hulk happeid, milliste küllastamatuse aste on väga kõrge, mille tõttu ta kiiresti hapendub. Nagu tabelis 73 toodud andmetest näeme, paistab skumbria liha silma väga suure valgusisalduse poolest (kalade liha suuremalt osalt sisaldab valke üle 20%).

Skumbria kehaosade vahekord tuuakse N. A. Nikonova andmete järgi tabelis 74.

Tabel 74

Kala sugu	Zooloogiline pikkus cm	Keskmine kaal g	Kehaosade vahekord %-des kala üldisele kaalule				
			pea	liha	saba ja uimed	luud	sisikond
Emased	44,7	983	16,1	59,1	1,0	4,6	19,2
Isased	45,0	988	17,2	56,7	0,8	5,4	19,9

Nagu nendest andmetest näeme, on emastel skumbriatel liha rohkem kui isastel.

Erinevalt paljudest teistest kaladest kulgevad skumbrial surmajärgsed muutused palju kiiremini ja sellepärast tuleb ta peale püüdmist koheselt suunata töötlemisele või viivitamata jahutada. Skumbria kuulub väga liikuvate kalade hulka, millised pärast väljapüüki sooritavad väga kiireid ja energilisi liigutusi, ning selle tagajärjel veel tema elusoleku ajal lihaskudede rakkudes, aga pärast ka veres koguneb piimhape, mille mõju tõttu skumbrial saabub peale surma mõne minuti pärast surmajärgne kangestus, kestusega mitte üle 15 minuti. Skumbria kudede autolüütiline lagunemine kulgeb samuti kiiremini kui teistel kaladel.

Skumbria liha sisaldab palju histidiini (127—340 mg %), mis kala surmajärgsete muutuste ajal läheb üle histamiiniks, viimasel aga on toksilised omadused. Mittevärske skumbria tarvitamisel toiduks võib sellepärast esineda mürgitusjuhtumeid.

Skumbria soolamist teostatakse järgmisel viisil.

Tööstusse saabunud kala roogitakse, pestakse, segatakse soolaga segamini, kõhuõõs ja lõpused täidetakse soolaga ja kala laotakse reastatult basseini väikese kalde all kõhuga ülespoole; iga laotud kalarida puistatakse üle jää-soolaseguga.

Kalaga täidetud bassein täidetakse kaevu kaudu külma soolveega (parem miinustemperatuuriga) sellise arvestusega, et ta kataks ka kala pealmised read. See takistab skumbria kehast rasva eraldumist ja selle hapendumist.

Soola- ja jääannuste kasutamine skumbria soolamisel on toodud tabelis 75.

Tabel 75

Kalakeha temperatuur C°	Annus %-des toorkala kaalust	
	sool	jää
Kuni 10	20	puudub
10—15	23	10
15—20	26	18
Üle 20	28	24

Kala jahutamisel suvisel ajal tuleb jääkulu tõsta vähemalt 30%-ni ja vastavalt sellele tuleb suurendada ka soolaannust.

Kui kala soolatakse jahutamata ruumides või katuse all platsidel, siis, arvesse võttes Lõuna-Primorje suvist vee ja õhu kõrget temperatuuri, tuleb basseinis olevat soolvett perioodiliselt vahetada, asendades seda värskega — jahutatuga.

Läbisooldunud kala pestakse soolvees ja pakitakse soolveekindlatesse tünnidesse ning tünnid täidetakse pärast soolveega, mille erikaal on 1,18—1,20.

Soolatud skumbriat ei soovitata suvise õhu käes kaua hoida, kuna see võib põhjustada rasva hapendumist ja ülessulamist, mille tõttu kala sordilisus langeb. Soolatud skumbria kuulub kiiresti laagerduvate kalade hulka.

TUGUNI JA RÄÄBISE SOOLAMINE[1]

Tugunit, mida püütakse tema toitumise perioodil, on soovitav rappida niimoodi, et rinnauimed tõmmatakse välja koos sisikonnaga, just sellepärast, et sel ajal on kala kõht toitu täis (peamiselt kihulasi) ja kõht tavaliselt katkeb, mille tõttu soolatud kauba välimus halveneb. Pärast pesemist tugun soolatakse kas vannidesse või tünnidesse.

Vanni soolamist teostatakse järgmisel viisil: kogu vanni või selle sektsiooni mahutavusega kuni 500 kg kallatakse 250 l küllastatud soolveet (erikaal 1,18—1,20), mille temperatuur ei ületa 10° (vajaduse korral jahutatakse jääga); soolvette kallatakse ettevaatlikult kastidest või kanderaamilt võrdne kogus (250 kg) tugunit ja peale puistatakse 2—3 cm paksune soolakiht; 12—15 tundi pärast tuguni sisseasetamist tuleb soolvett vannis üks kord ööpäevas ümber pumbata kas pumba abil või äärmisel juhul kala kätega segada (ümber paigutada). Tuguni sooldumise kestus on 2 kuni 4 päeva vastavalt soolvee temperatuurile. Valmiskauba soolasisaldus peab olema 10—12%; pole

[1] Jagu «Tuguni ja rääbise soolamine» on kirjutatud A. K. Baškirovi materjali järgi.

mõtet kala üle soolata. Vanni jäänud soolvesi filtreeritakse, tõstetakse tema kangust ja kasutatakse järgnevalt uue kalapartii soolamiseks.

Tuguni tünni soolamist teostatakse järgmisel viisil: laua peal puistatakse kala peene puhta soolaga üle ja peale seda pakitakse 30-liitrilistesse soolveekindlatesse tünnidesse, kihte kätega tasandades ja kergelt vajutades; enne kalaga täitmist puistatakse tünni põhja 0,5—1 cm paksune soolakiht; samasugune soolakiht puistatakse ka tünnis oleva kala pealmisele reale. Soolakulu tugeva soolsuse puhul on 15—18%, keskmisel soolsusel 12—14% ja nõrgal soolsusel 8—10% kala kaalust.

Tünnid, millised on kalaga natuke üle täidetud (2—3 cm), kaetakse puust ketastega (millised mahuvad vabalt tünni) ja nende peale asetatakse 5—8 kg raskus (kivi). Pärast üht ööpäeva tekib soolvesi ja kala vajub alla. Pärast kaht ööpäeva kallatakse soolvesi tünnist erilisse nõusse, aga tünnid täidetakse järel samal päeval soolatud ja samakvaliteedilise kalaga, kaanetatakse, täidetakse ärakallatud soolveega ja asetatakse küljeli laudalustele. Esimese 5 päeva jooksul igal ööpäeval ja edasisel hoidmisel üks kord 5 päeva jooksul keeratakse kalatööstuses tünne poole pöörde võrra, kontrollides samaaegselt haamrilöögiga tünnide põhjale soolvee olemasolu tünnis. Juhul kui soolvesi tünnides puudub, täidetakse need viivitamata soolamisel ärakallatud loomuliku soolveega või värske kunstliku soolveega, mille erikaal on 1,15—1,17.

Rääbist soolatakse vannides enamasti jääga jahutades.

Jääga jahutamisel võib teda soolata vannides mahutavusega 500—1000 kg või basseinides mahutavusega 25 ts. Vanni või basseini põhja puistatakse 1—1,5 cm paksune soolakiht, soolakihi peale purustatud jää kiht, uuesti õhuke (0,5 cm paksune) soolakiht ja siis laotakse 3—4 cm paksune kalakiht; peale seda need operatsioonid korduvad. Jääga soolamise juures pole soolvee basseini lisamine kohustuslik.

Jää- ja soolakulu sõltuvalt kala temperatuurist on näidatud tabelis 76.

Tabel 76

Kala temperatuur C°	Jää- ja soolakulu %-des kala kaalust	
	jää	sool
Kuni 5	puudub	18
5—10	10	21
10—15	18	23
15—20	25	26
Üle 20	30	28

Kui jääd kulutatakse kala kaalust 10—18%, siis teda hakatakse sisse asetama soolamisnõu ülemisest poolest alates, aga mitte põhjast.

Rääbise tünni soolamisel kasutatakse 50—100-liitrilisi tünne. Soolakulu moodustab 18% kala kaalust.

Erinevalt tugunist pakitakse rääbis tünni tihedate ühtlaste ridadena, ristamisi, kõhuga üles, välja arvatud pealmine rida, milline laotakse seljaga ülespoole. Et ladu oleks tihedam, vajutatakse iga kalarida kätega, aga iga 2—3 rea järel pressitakse kala kätega, asetades selleks kalale puhta puust ketta. Muus osas rääbise tünni soolamise protsess on analoogiline tuguni soolamisega.

Rääbise soesoolamine toimub järgmiselt: kuni 25 ts mahutavusega basseini kallatakse kõrguseni põhjast 15—20 cm puhas värske soolvesi erikaaluga 1,18—1,20 ja siis puistatakse ettevaatlikult kala; kui soolvee peale kerkiv kala moodustab tiheda kihi (niinimetatud silla), puistatakse kala peale 2—3 cm paksune soolakiht; soola peale laotakse 3—4 cm paksuselt kala, puistates selle uuesti soolaga üle jne. kuni soolamisnõu täitumiseni. Kala pealmisele reale puistatakse 3—4 cm paksune soolakiht ja kaetakse puust restiga. Kui ilmneb, et kala pealmine rida ei ole soolvee sees, siis asetatakse restile raskus, et kala oleks soolveega kaetud. Et soolvee kontsentratsioon oleks ühtlane, siis tuleb selleks soolvett soolamisnõus esimese, teise ja neljanda soolamise-ööpäeva lõpul ümber pumbata.

Tünni soolamisel rääbis valmib 6—8-dal päeval, jahutatult basseini soolamisel 8—10-dal päeval ja soesoolamisel basseini 5—7-dal päeval. Soolamisel tähendatud aja jooksul saame tugeva soolsusega kala; vajadusel saada nõrga soolsusega toodangut, tuleb soolamine jahutamisega basseinis katkestada maksimaalselt 48 tunni pärast, soesoolamine aga 24—30 tunni pärast peale rääbise asetamist basseini.

VII PEATÜKK

KALA SOOLAMINE VÜRTSIDEGA

Vürtsidega soolamiseks nimetatakse niisugust soolamise viisi, kus kala soolatakse kuiva soola, suhkru ja vürtside seguga Koos soolaga tungib kala kudedesse teatud kogus suhkrut ja osa eeterõlisid, mida vürtsid sisaldavad, ning need annavad kalale spetsiifilise maitse ja lõhna.

Vürtsitatud kalakaupade valmistamiseks kasutatakse meie maal räime, kilu, hamsat, anšooviseid, peamiselt väikese ja keskmise suurusega heeringat, rääbist ja tugunit (sosvinski heeringas). Suurtest heeringatest vürtsitatud kalakauba valmistamine on võrdlemisi raske, kuna neid tuleb soolata segasoolamise viisil ja kasutades enamasti jääga jahutamist. Niisuguse soolamise puhul ilmneb kala juures vürtside maitse ja lõhn tunduvalt väiksemal määral võrreldes kuivsoolamisega; peale selle on vürtside kulu tunduvalt suurem.

Kõige maitsvamaid vürtsikalatooteid saab valmistada hamsast ning sügispüügi balti mere kilust ja räimest, kuna nende kalade liha on eriti õrn ja soolatuna võrdlemisi kiiresti laagerduv.

Vürtsidega soolatud kala toodetakse meie maal tünnides, plekist karpides ja klaasist purkides.

SÜGISESE HAMSA VÜRTSIDEGA SOOLAMINE TÜNNIDESSE[1]

Isegi massilise kalapüügi hooajal on täiesti võimalik ja kõige otstarbekohasem valmistada vürtsitatud kaupa tünnides. Sügisese hamsa liha on rasvane, õrn ja maitsev. VNIRO andmete järgi sisaldab tema vett 60%, rasva 22—23% ja valku 14—15%.

Vürtsidega soolamiseks kasutatakse täiesti värsket ja suurt hamsat, teiste kalade lisanditeta. Enne soolamist tuleb hamsa hoolikalt puhtaks pesta soomustest ja mustusest ning siis suu-

[1] Kevadel püütud hamsast ei tule vürtsitatud kaupa valmistada, kuna ta maitse ei ole kuigi hea, rasvasisaldus väike ja tekib suurel arvul kõhukatkisust.

nata nõrgumisele, mis kestab umbes 30 min. Pärast seda segatakse ta kõrgete ääristega spetsiaalsetel laudadel soola, suhkru ja vürtside seguga, mis valmistatakse varem ühe järgmise retsepti alusel (tab. 77).

Tabel 77

Vürtside nimetus	Vürtside sisaldus grammides				
	retsept nr. 1	retsept nr. 2	retsept nr. 3	retsept nr. 4	retsept nr. 5*
Must pipar	125	25	100	200	—
Piment	50	75	150	300	—
Punane pipar	—	20	—	—	50
Kaneel	12,5	15	30	50	—
Nelk	12,5	25	50	70	—
Muskaatõis	—	10	30	40	—
Muskaatpähkel	—	10	30	25	—
Ingver	—	5	30—50	30—50	—
Kardemon	—	—	—	25	—
Aniis	7,5	50	—	—	75
Koriander	150	150	100	—	200
Köömen	100	50	50	—	100
Loorberileht	20	10	20	—	30
Kalmusejuurikas	—	—	—	—	100
Kalgaan	—	—	—	—	25
Sinepiseemned	—	—	—	—	20
Suhkur	800	2000	2000	500	400

Kõik vürtsid, välja arvatud must pipar ja loorberileht, jahvatatakse enne kasutamist täiesti peeneks. On parem, kui musta pipart kasutatakse teralisena, kuna peenekspurustatult ta annab produktidele mõruka maitse; loorberileht asetatakse tünni otse kalaridade vahele.

Soolakulu (jahvatusastmega nr. 1) moodustab 11—13% toorkala kaalust. Suhkru lisamine vürtsidega soolamisel kiirendab kala laagerdumise protsessi. Peale selle tagab hamsa soolamisel suurendatud suhkruannuse lisamine retsepti nr. 1 ja 2 järgi hamsale omase pisut mõruka maitse kõrvaldamise.

Pärast seda, kui hamsa on soola, suhkru ja vürtsi seguga hoolikalt segatud, puistatakse ta tünnidesse mahutavusega 50 kg. Kuna kala on võrdlemisi väike, siis reastatult pakkimist ei teostata; tünn täidetakse kalaga kuni ülemise ääreni. Pärast tünnide ööpäevast seismist, mille kestel kala on küllaldaselt vajunud, toimub tünnide järeltäitmine samal päeval soolatud kalaga. Pärast seda tünnid kaanetatakse, lisatakse juurde loomulikku soolvett erikaaluga 1,16—1,17 ja saadetakse tarbimisrajoonidesse.

* Retsept nr. 5 koosneb ainult kodumaistest vürtsidest.

Soolsuse muutumine hamsas vürtsidega soolamise protsessis 6° temperatuuri juures on Kertši konservitööstuse laboratooriumi poolt teostatud analüüside andmete kohaselt järgmine:

Soolamise kestus tundides	1	2	3	4	5	6	8	11	24
Soolasisaldus kalas %-des	—	5,5	6,3	6,9	7,2	7,8	9,2	9,5	13,5

Viimastel aastatel on laialdaselt levinud soolatud hamsa valmistamine vürtsidega, milleks kasutatakse nõrga või keskmise soolsusega poolfabrikaati. Pärast lahjas soolvees (erikaal 1,1) soomustest ja mustusest puhtakspesemist ja nõrgumist segatakse soolatud hamsa spetsiaalsel laual vürtsidega järgmises koguses (grammides 1 ts soolakala kohta):

Suhkur	350	Koriander	200
Punane pipar	50	Aniis	75
Kalmusejuurikas . . .	50	Loorberileht	30
Kalgaan	50	Köömned	40
Sinepiseeme	20		

Vürtsidega läbisegatud kala pannakse tünni ning tünn kaanetatakse viivitamatult ja täidetakse vürtsilahusega, mis on valmistatud järgmise retsepti järgi (grammides 100 l lahuse kohta):

Suhkur	100	Kalgaan	100
Punane pipar	20	Loorberirootsud . . .	10
Koriander	100	Kalmuse juur	20

Niisuguse tehnoloogia järgi valmistatud produkti on hakatud nimetama soolakala (hamsa) vürtsidega. Maitselt ja lõhnalt on ta vürtsidega soolatud kalast halvem.

BALTI MERE KILU JA RÄIME VÜRTSIDEGA SOOLAMINE

Kilu ja räim on Balti meres üheks peamiseks püügiobjektiks; nende püük võib toimuda aasta ringi, kuid kõige suuremad on püügisaagid II kvartalis. Balti mere erinevates kohtades püütud kala ei ole suuruse ja keemilise koostise poolest kaugeltki ühesugune. Näiteks VNIRO andmete järgi ei ületa Soome lahe räime pikkus 19 cm, aga mere lõunaosas ulatub see kuni 30 cm.

Soome lahe kilu ja räime tehnokeemilised omadused on toodud tabelis 78 (L. S. Levijeva andmed).

Nende kalade vürtsidega soolamine on Baltimaadel laialdaselt levinud, kuna see on hea kvaliteediga produkt ja nõukogude tarbijaskonna hulgas on tema järele suur nõudmine.

Vürtsidega soolatud kilu ja räime väljastatakse suurtes kogustes kuni 3 kg mahutavusega plekk-karpides.

Termin «kilusool» võeti kasutusele siis, kui kilu eeskujul hakati teisi heeringlasi vürtsidega soolama.

Tabel 78

Kala liik ja püügiaeg	Kala g	Pikkus cm	Terve kala keemiline koostis %-des			
			vesi	rasv	valk	tuhk
Kilu, kevadine (aprill)	8,4	11,5	74,75	8,75	14,34	2,20
Kilu, sügisene (september)	9,7	11,4	71,80	11,25	14,50	2,20
Räim, kevadine (aprill)	18,9	12,5	78,11	4,22	12,81	2,51
Räim, sügisene (september)	28,1	14,5	73,28	10,11	12,88	2,44

Hermeetiliselt karpi pakitud vürtsikala nimetatakse preserviks [1].

PRESERVIDE VALMISTAMINE BALTI MERE KILUST JA RÄIMEST

Preservide valmistamine kilust ja räimest toimub käesoleval ajal kahel viisil: a) kala soolamine toimub vahetult karpides, kuhu produkt pakitakse, ja b) kala soolatakse tünnides ja harvemini ka väikestes basseinides, pakkides järgnevalt sooldunud ja teatud määral laagerdunud kala karpidesse. Kilupreservide pakkimiseks on käesoleval ajal kõige rohkem levinud plekist konservikarp nr. 8 (netokaal 350 g), mida on hakatud nimetama tingkarbiks.

Esimene viis. Värske kala laotakse hoolikalt ridamisi karpi, puistates ridade vahele peenikese soola ja vürtside segu; karbi põhja ja kala peale asetatakse samuti teatud kogus vürtsisoolasegu. Pärast karpide täitmist hoitakse neid 16—20 tundi lahtiselt jahedas ruumis selleks, et kala pisut soolduks, mahult väheneks ja karpides tekiks soolvesi. Peale seda kalaread tasandatakse ja, kui on just tarvis, lisatakse ka soolvett.

Vürtsisoolasegu koostisse, millist on hakatud nimetama kiluseguks, kuulub järgmine kogum maitse- ja konservimisaineid (kg 1000 tingkarbile):

Must pipar	0,1	Kardemon	0,1
Nelk	0,5	Koriander	0,2
Piment	2,0	Loorberileht	0,6
Kaneel	0,4	Suhkur	4,4
Ingver	0,5	Sool	50,0
Muskaatpähkel	0,2	Bensoehapunaatrium	0,33

Eriti head preservid saadakse eesti (Tallinna) segu retsepti järgi, millel on järgmine koostis (kg 1000 tingkarbile):

[1] Vürtsikilu karpides hakati Baltimaadel välja vedama suurtes kogustes Kesk-Venemaa rajoonidesse ja välismaale alates 1886. a.

Must pipar kestaga	0,7	Koriander	0,13
Must pipar kestata (valge)	0,35	Ingver	0,10
Piment	2,1	Kannikese juured	0,07
Nelk	0,10	Loorberileht	0,24
Kaneel	0,07	Suhkur	0,35
Muskaatpähkel	0,07	Sool	50,00
Muskaatõis	0,07	Bensoehapunaatrium	0,90

Soojal aastaajal kalale lisatavat soolakogust suurendatakse 50-lt kuni 55 kg-ni 1000 tingkarbi kohta. Ülaltoodud vürtside kogumisse soovitatakse lisada preservidele parema värvuse tagamiseks sandlipuud ja vürtside aroomi tugevdamiseks rosmariini.

Preservide laagerdamise kiirendamiseks soovitatakse juurde lisada humalat. Eesti retsepti järgi valmistatud kiludel on väga meeldiv vürtsi lõhn ja maitse.

Seoses preservide, tünnivürtsikauba ja suupistekonservide tootmise tunduva laiendamisega tehakse viimastel aastatel katseid defitsiitse musta pipra asendamiseks punase pipraga. Kui musta pipart asendada õlirikkama punase pipraga vahekorras 1 : 0,5 või veel vähem, siis olid saadud tulemused enamasti täiesti rahuldavad. Vürtsidega soolatud kala valmistamiseks ja veelgi vähem preservide valmistamiseks bulgaaria punane pipar ei sobi, kuna ta annab soolveele ebameeldiva hallikas-oranži värvuse ja produktile lääge kõrvalmaitse.

Välja arvatud loorberileht, kasutatakse vürtse peenendatud kujul; loorberileht pannakse karpi kala ladumise ajal tervikuna.

Kilu soolamisel vahetult karpi kaalutakse kiluseguannused valmis iga karbi jaoks eraldi. Ühe karbi nr. 8 jaoks võib see kõikuda 40,5 kuni 48 g-ni vastavalt produkti soovitavale soolsusele.

Igasse karpi pannakse vajalik annus antiseptikumi, kuna soola segamisel vürtsidega on raske saada kilurohus antiseptikumi ühtlast jaotamist ja sellest tingituna võib juhtuda, et üksikutesse karpidesse satub erinev kogus antiseptikumi ja need preservid ei ole hoidmisel püsivad.

Suhkru lisamise eesmärgiks kilusoolamisel pole mitte ainult produkti maitseomaduste parandamine, vaid ka see, et ta loob preservides soodsa keskkonna piimhappe mikrofloora arenemiseks, mis on paljude gaasi- ja mädanikutekitamise mikrofloora esindajate antagonistideks. Koos antiseptikumiga (bensoehapunaatrium) tõstab suhkur preservide vastupidavust. VNIRO Leningradi filiaali andmete järgi suhkru lisamisel 3—4% hulgal kala kaalust pikeneb preservide säilimise aeg, võrreldes preservidega, kuhu suhkrut pole lisatud, kuid küll sama kogus

antiseptikumi, vähemalt 1,2 korda. Peale selle kiirendab suhkru sisaldumine preservides kala laagerdumise protsessi.

Soolaannus avaldab suurt mõju produkti vastupidavusele ja maitse headusele. Kui soolasisaldus on üle 12%, siis produktil tekib terav soolane maitse ja peale selle luuakse fermentide tegevusele ebasoodne keskkond, mis mõjub kala laagerdumisele.

Preserve tuleb hoida temperatuuris 0—2°. Preservide laagerdumine niisugustes tingimustes kestab 3—4 kuud ning alles siis on otstarbekohane neid realiseerida.

Antiseptikumi lisamisega karpi soolatud kilu ja räime hoidmine isegi soodsates tingimustes pole võimalik üle 8 kuu. Selleks ajaks on kala pinnale tekkinud valged täpid — türosiinikristallid ja niisugust produkti tuleb pidada täiesti laagerdunuks, kuna selle juures suur hulk kalavalke laguneb kuni amiinohappeks [1]. Pikemaajalisel säilitamisel, eriti kõrgema temperatuuri juures, laagerduvad preservid üle — nendele tekivad valged poorsed helbed, kastme värvus muutub heledamaks või, ümberpöördult, tumedamaks, kaste läheb paksuks, isegi kuni želeetaoliseks; kala pind tuhmub, aga liha muutub kahvatuks, mõnikord roosaks, punsunuks ja lõdvaks; laagerdunud produkti spetsiifiline maitse ja lõhn kaob ning tekib hapukas kõrvalmaitse.

M. E. Kand ja S. V. Drabkova teostasid Tallinna Kalakombinaadis katsetöid, uurides mõningate soolade mõju kilupreservide kaubalistele omadustele ja eriti just valge katte tekkimise kiirusele.

Preservid valmistati balti mere sügisesest kilust tööstusliku retsepti järgi; konservandina kasutati keemiliselt puhast kloornaatriumi, millele lisati väikestes kogustes bensoe- või salitsüülhapunaatriumi ja kloormagneesiumi.

Valmistatud preserve säilitati 2° temperatuuri juures 270 ööpäeva.

Allpool tuuakse preservide kvaliteedi jälgimise tulemused nende säilitamise ajal.

Nagu nendest andmetest näeme, takistab kloormagneesium preservide laagerdumise protsessi ja valge katte tekkimist. Bensoe- ja salitsüülhapunaatriumi mõju küsimus preservidele valge katte moodustumisel vajab edasist uurimist.

Preservide degusteerimise andmetest võib järeldada, et hoidmisel 122 kuni 163 ööpäeva kala liha oli igas olukorras täiesti laagerdunud, aga kauemal hoidmisel algas ülelaagerdumine.

Teine viis. Värske, täiesti kvaliteetne kala segatakse peene

---

[1] Ilma antiseptikumita preservides ilmneb see defekt varem (tavaliselt 4 kuu pärast).

Ühte karpi lisatavate soolade koostis ja kogus grammides	Preservide organoleptiliste hinnete tulemused
35 g NaCl + 35 g bensoehapunaatriumi	Pärast 90-ööpäevast hoidmist ilmus nõrk valge kate; 122. ööpäeval valge katte hulk tunduvalt suurem; kala laagerdunud; 163. ööpäeval oli kalapind valge kattekihiga täielikult kaetud, suurem osa kalu üksteise külge kleepunud; kala liha täielikult laagerdunud, lihavärvus roosakas, maitse hea
35 g NaCl + 0,35 g salitsüülhapunaatriumi	Sama
35 g NaCl + 1 g $MgCl_2$	Valge kate ilmus pärast 122-ööpäevast hoidmist; kala liha roosa, tihe; 270. ööpäeval valge katte hulk tunduvalt pole tõusnud, liha laagerdunud, punase värvusega, maitse hapukas
35 g NaCl + 1 g $CaCl_2$	Valge kate (täppidena) ilmus pärast 64-ööpäevast hoidmist; liha kõva; pärast 163-ööpäevast hoidmist liha täiesti laagerdunud, roosa, valge katte hulk pole tunduvalt suurenenud

soola, vürtside ja suhkruga hoolikalt segamini. Vürtside kogum koostatakse ülaltoodud kiluseguretsepti järgi. 100 kg kala jaoks kulutatakse 17 kg soola, 1,15 kg vürtsisegu ja 1,4—1,6 kg suhkrut. Siis asetatakse kala puhtakspestud, aurutatud ja leotatud tünni, mille mahutavus ei ületa 0,6 ts.

Kalaridade vahel pannakse mõni loorberileht vastavalt kehtestatud normile. Täidetud tünn kaanetatakse tihedalt ja suunatakse lattu või mõnesse teise ettevõttes olevasse ruumi, kus temperatuur on umbes 0°. Pärast kala sooldumist ja osalist laagerdumist, milleks kulub vastavalt produkti hoidmise tingimustele 1—2 kuud, võetakse kala tünnist välja ja pakitakse karpi (nr. 8), kuhu kallatakse peale eriliselt valmistatud vürtsikaste, mille soolsus vastab kala soolsusele.

Vürtside kulu kastme valmistamisel 100 tingkarbi jaoks (kg) on järgmine *:

Must pipar	0,40
Piment	0,60
Nelk	0,20
Ingver	0,40
Muskaatpähkel	0,18
Muskaatõis	0,10

Vürtse kupatatakse soolvees 90—95° temperatuuri juures 10 minutit; soolvee keetmine pole soovitav, kuna eeterõlid või-

* Kala tünni soolamisel vürtsikastet ei valmistata.

vad sel juhul lenduda. Kastmekulu 1000 tingkarbi kohta moodustab 100 l [1].

Pärast kastmega täitmist suletakse karbid hermeetiliselt ja preservid suunatakse lattu edasiseks laagerdumiseks.

Nõrga soolsusega tünnisoolakilust ja -räimest valmistatud preservide säilitamise aeg, isegi kõige soodsamates tingimustes, ei ületa 5 kuud, aga keskmise soolsusega kalast valmistamisel — 8 kuud.

Et tõsta kilu- ja räimepreservide vastupanu bakterioloogilisele riknemisele, aga samuti ka maitseomaduste parandamiseks J. A. Ravitš-Štšerbo ja S. I. Ivanova (142) tegid ettepaneku tõsta retseptis suhkruannust kuni 4%-ni. J. A. Ravitš-Štšerbo ja S. I. Ivanova ettepaneku rakendamine on arvatavasti otstarbekohane vürtsiräime soolamisel tünni.

PRESERVIDE VALMISTAMINE KASPIA KILUST

Kaspia meres on püügiobjektiks kolme liiki kilu: tavaline, suuresilmaline ja anšooviseline.

Tavalisel kilul on lapik keha ja kiil tunduvalt väljaarenenud luustikuga (ogadega). Suuresilmaline kilu on, nagu tavaline kilugi, laperguse kehaga. Tema iseloomulikuks tunnusmärgiks on suured silmad, millest ta on saanud ka oma nimetuse. Pea on osaliselt tumeda värvusega; alumine lõualuu ulatub tunduvalt ette. Anšooviselise kilu keha on ruljas, pikergune (sihvakas) ning väliselt ta meenutab väga hamsat ja anšoovist.

Anšooviseline kilu on Kaspia mere lõuna- ja keskosas kilupüügi peamiseks objektiks.

Tabelis 79 tuuakse andmed kaspia kilu mitmesuguste liikide suuruse ja keemilise koostise kohta (VNIRO Astrahani osakonna andmete järgi).

Tabel 79

Kilu liik	Pikkus cm	Kaal g	Tervikkala keemiline koostis %-des			
			vesi	rasv	valk	tuhk mineraal
Tavaline	8—9	4,0— 5,0	73,8	4,8	17,9	3,0
Suuresilmaline	10—11	7,0—10,0	77,5	4,9	15,3	3,0
Anšooviseline	10—11	7,0— 9,5	75,3	3,6	18,3	2,8

[1] Kui kala soolamisel tünnis tekkinud soolvesi on täiesti hea kvaliteediga, siis soovitatakse seda kunstliku soolveega (kastmega) segada. Tünnis sooldunud kala soolvesi on rikas fermentide poolest, mis soodustavad kala laagerdumist.

Preservide valmistamiseks kasutatakse anšoovise liiki kilu pikkusega vähemalt 8 cm ja tavalist kilu, mille pikkus ei ole alla 5 cm. Preserve valmistatakse nii värskest kalast kui ka poolfabrikaadist.

Preservide valmistamine soolatud poolfabrikaadist. Töötusse saabub eelsoolatud kilu kastides soolsusega 7—13%. Kuna kilu sorteerimine soolsuse järgi pole võimalik, siis kilu soolsuse ühtlustamiseks tehakse operatsioon, mis seisneb selles, et kilu hoitakse 8—10%-lises soolalahuses umbes 10 minutit. Enne kala laskmist soolalahusega täidetud vanni, laotatakse ta võrgulinale; see võimaldab kala üheaegset vanniasetamist ja sealt väljavõtmist.

Pärast sorteerimist ning soolvees ja vees pesemist tuleb kalal lasta 15—20 min. nõrguda. Sellele järgneb ladumislaudadel tema karpi pakkimine. Kilu karpidesse pakkijate töö organiseeritakse järgmiselt.

Laudade taga töötavad pakkijad jaotatakse selliselt, et igas grupis oleks 5 inimest; esimene töötaja kaalub kala võrdseteks portsjoniteks, mis vastavad klaaspurgi nr. 83—5 mahule, ja puistab need mõõdunõust vürtsidega üle, aga ülejäänud töölised laovad kaalutud kalaportsjonid koos vürtsidega purkidesse.

Alguses purgi sisemine pind kaetakse ühelt realt püstiasetatud kaladega, seejärel aga täidetakse purgi vaba ruum kalaga reastamatult. Täidetud purkidesse kallatakase vürtside keeduvesi soolalahuses, purgid suletakse ja suunatakse külmhoonesse produkti laagerdumiseks.

Vürtside ja abimaterjali kulu 1000 tingkarbile (kg-des) on:

Suhkur	2,4	Muskaatpähkel	0,4
Must pipar	1,0	Muskaatõis	0,2
Piment	1,6	Nelk	0,6
Koriander	0,2	Ingver	0,6
Kaneel	0,4	Bensoehapunaatrium	0,86

Preservide valmistamisel hakati viimastel aastatel kasutama kodumaiseid vürtse. Nendega valmistatud produkt saadakse samuti heakvaliteediline, kuid magusavõitu vürtsikõrvalmaitse kõigile ei meeldi.

Preservide valmistamine värskest kilust. Suvisel ja sügisesel ajal püütakse kilu Dagestani ranniku lähedal, sellepärast tuuakse osa ka kiiresti kaldale. Tsehhi saabunud kala puistatakse laudadel või kastides soolaga üle ja lastakse seista sellise arvestusega, et soolasisaldus kalas saadaks 7 kuni 12% piirides. Väiksema soolasisaldusega kilu ei talu mehaanilist mõju pesemisel ja tekib suurel arvul kõhukatkisust.

Sügiseselt kilult on raskem soomust kõrvaldada kui suviselt

kilult. Sellepärast tuleb sel aastajal püütud kala pesta kaks ja mõnikord isegi kolm korda. Masinaid kala pesemiseks ei kasutata, kuna nendes tekib kalal palju mehaanilisi vigastusi. Pärast pesemist ja suuruse järgi sorteerimist saabub kala pakkimislaudadele, kus töölised pakivad kaalutud kalaportsjonid ja vürtsiannused karpidesse; kuiva soola karpi ei lisata, kuna kala soolatakse enne pesemist. Kalaga täidetud karpidesse kallatakse varem valmistatud vürtsisoolalahus, mis sisaldab bensoehapunaatriumi. Igasse karpi kallatakse umbes 60 g lahust. Täidetud karbid suletakse ja hiljemalt 3 tunni jooksul suunatakse külmhoonesse, kus seda produkti laagerdumise eesmärgil säilitatakse kuu aega.

Värskest anšooviseliigilisest kilust püütakse viimasel ajal valmistada preserve niisugusel moodusel, nagu see on kasutusel balti kilu valmistamisel. Kuid Kaspia basseini kõrge õhutemperatuur, mis põhjustab kala kiire riknemise, ei võimalda ranget kinnipidamist tehnoloogiast, mis on kasutusel balti tööstustes.

VIII PEATÜKK

KALA MARINEERIMINE

Marineerimine — see on üsna vana kala konservimise viis. Arvatavasti leidis ta esimesena kasutamist muistses Kreekas VII ja VI sajandil e. m. a. ning Kreeka kaubanduskolooniate arenemisega Krimmis ja Aasovi mere kallastel sai see laialdase leviku.

Muistne kreeka ajaloolane Herodotos, kes elas V sajandil e. m. a., näiteks väitis, et Dnepri kuulsuse põhjuseks sel ajal oli soolatud ja marineeritud tuurad (150, 161, 196). On andmeid, et muistses Kreekas ja Roomas olid väga hinnatud marineeritud pelamiidid, skumbriad, kefaalid ja tuunikalad (196). Makedoonias valmistati marineeritud angerjaid. Andmeid marinaadide valmistamise tehnoloogia kohta muistsest kirjandusest meie ei leidnud, kuid võib oletada, et valmistati külmmarinaade. Koehleni (196) kirjelduse järgi marineeriti tükeldatud kala amforates (kitsa kaelaga savist anumates), lisades kastmesse teatud koguse äädikat. Ptolemaiose väidete järgi oli marineeritud tuura lihal täiesti valge värvus (196). Marineerimisel lisati tunduvas koguses vürtse, milliseid muistsel ajal kasutati laialdaselt toitude valmistamisel.

Keskajal ei olnud kala marineerimisel suurt praktilist tähtsust mitte ainult kaubanduses, vaid ka isegi mitte majapidamises.

Huvi marineerimise vastu tõusis uuesti XIX sajandil seoses heeringapüügi tormilise arenemisega ja püüdest sellega seoses heeringast valmistatud kaupade sortimenti laiendada.

Meie maal saab marineerimine tähtsuse XIX sajandil sel eesmärgil, et parandada volga-kaspia heeringa maitseomadusi.

Kuid see konservimise moodus ei leidnud sel ajal laialdast kasutamist.

Marineeritud kala tootmisele massilistes kogustes asus kodumaine kalatööstus aastail 1934—1935[1]. Esialgu valmistati

[1] Tsentrosojuz asus marinaadide tootmisele märkimisväärsetes kogustes 1924. a.

marineeritud kaupu ainult kaspia ja murmanski heeringast, kuid 1937. a. hakati selleks kasutama ka kaug-ida sardiine. Võrdlemisi lühikese ajaga laienes marineeritud kaupade sortiment ja 1940. aastaks oli paljudes kalatööstustes ehitatud spetsiaalsed marineerimistsehhid.

Marineerimist teostatakse käesoleval ajal peaasjalikult linnades ja tööstusasulates; marineerimiseks kasutatakse mitte just rasvast atlandi, vaikse ookeani ja kaspia heeringat, samuti kasutatakse ka teisi lahjasid ja keskmise rasvasusega kalu.

KALA MARINEERIMISE OLEMUS

Marineerimiseks nimetatakse kala konservimist keedusoola ja happega (kõige sagedamini äädikhape), kasutades vürtse (pipart, kaneeli, loorberilehti jne.) ja teisi toiduaineid (juurvilja, sibulat, õli, suhkrut). On teada, et soolalahuse mõjul mõningad kalavalgud (globuliinid) lähevad üle lahustunud olekusse ja difundeeruvad kalast soolvette; sama toimub ka happelahuse mõjul.

Ollakse arvamusel, et kui kalale mõjuda üheaegselt keedusoola ja happega, siis kalaliha valgud, mis on happega osaliselt lahustatavad, kalgenduvad soola mõjul ja selle tõttu valkude kadu niisugusel konservimisel on väiksem kui konservimisel ainult soolaga.

Järelikult marineerimine, peale aine konservimist, säilitab paremini kala toiteväärtust võrreldes soolamisega. Samuti avaldab ta spetsiifilist mõju kalaliha maitsele ja konsistentsile, kuna seejuures kalaliha valgeneb, pehmeneb ja omandab hapuka maitse. Kuid samal ajal peab märkima, et äädikhappe konserviv mõju on väga tinglik, kuna ta mikroorganismide osalisel rõhumisel alandab kalaliha rakumahla pH kuni 4,5—5,5, kusjuures autolüüsi kiirus tõuseb.

Vürtside ja teiste toiduainete lisamine kalale muudab kala maitse paremaks ja annab talle meeldiva aroomi. Siit järeldub, et kala marineerimisel mitte ainult ei konservita, vaid produkt omandab ka uued toite- ja maitseomadused.

Tööstuses valmistatakse marinaade kolme liiki: külmad (ilma kala eelneva termilise töötlemiseta); keedetud või hautatud (kala eelneva termilise töötlemisega); praetud (kala eelneva termilise töötlemisega).

Me peatume ainult külmmarinaadide valmistamise tehnoloogilistel protsessidel.

Külmmarinaadide valmistamise tehnoloogiliste protsesside täiustamisel ja tööstusse juurutamisel on palju kaasa aidanud N. T. Berezin, U. G. Pavlova, I. J. Kleimenov, A. F. Minejev, A. A. Veršinin ja teised.

Võrreldes teiste riikidega on meie maal külmalt marineeritud kaupade tootmises kujunenud oma suund, mis erineb kahe iseärasuse poolest.

Esiteks kasutatakse marineeritud kaupade valmistamisel suurel arvul soolatud poolfabrikaate, mille soolasisaldus on 7—14% piirides (veel soolasemast poolfabrikaadist saadud produkti kvaliteet on palju halvem). Niisuguse suuna valiku üheks peamiseks põhjuseks oli see, et tarbimispunktid asusid peamistest kalapüügibasseinidest väga kaugel. Peale selle ei võimalda heeringa massiline ja lühiajaline püük enamasti värske heeringa töötlemist selliste võrdlemisi palju tööd nõudvate viisidega. Marineeritud kauba tootmiseks kasutatakse teistes riikides peamiselt värsket heeringat.

Teiseks valmistatakse meil marineeritud kaupa võrdlemisi väikese happesusega (0,8—1,2% piirides). Produkti niisugune happesus ei avalda inimorganismile kahjulikku mõju ja rahuldab rohkem nõukogude tarbija maitset. Välismaal, näiteks Saksmaal, valmistatakse marineeritud kaup tavaliselt tunduvalt suurema happesusega (2—4%), aga Prantsusmaal, ümberpöördult, magushapukad, viinamarjaveini lisamisega.

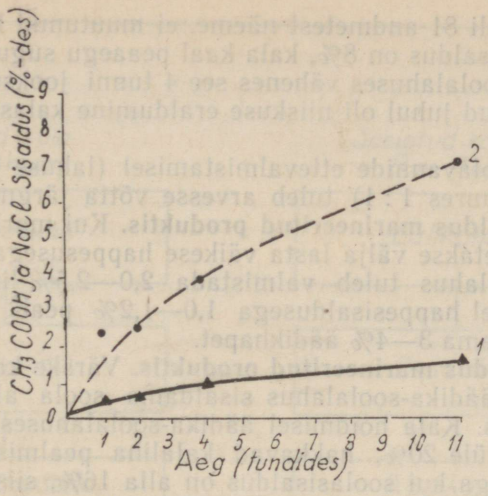
KALA TÖÖTLEMINE ÄÄDIKA-SOOLAALAHUSEGA

Kala hoidmine äädika-soolalahuses on kala marineerimise protsessis üheks peamiseks tehnoloogiliseks operatsiooniks. Seda teostatakse väikestes vannides, millistel on topeltrestpõhjad selleks, et värske kalaliha võtaks endasse soola ja äädikhappe kindlas vahekorras; et soolakala imbuks läbi äädikhappega ja eralduks temast üheaegselt üleliigne sool; et anda produktile spetsiifiline maitse ja lõhn.

Keedusoola ja äädikhappe tungimine kaspia heeringa lihasse tema hoidmisel äädika-soolalahuses on näidatud joonisel 44. Kasutatud äädika-soolalahus sisaldas 18% soola ja 3% äädikhapet; lahuse ja kala vahekord 1 : 1. Nagu joonisest 44 näeme, on äädikhappe tungimine kala lihasse intensiivne esimese tunni jooksul, aga pärast ta aeglustub, kuna äädikhappe kontsentratsioon lahuses alaneb ja osmootne rõhk langeb.

Äädikhappe kalalihasse tungimise kiirusele avaldab teatud mõju keedusoola kontsentratsioon äädika-soolalahuses, mis on näha tabeli 80 andmetest (A. A. Veršinini andmete järgi).

Nagu tabeli 80 andmetest näeme, tungis äädikhape kalalihasse intensiivsemalt sel puhul, kui lahuses oli soola kontsentratsioon kõrgem (vann nr. 2), olgugi et tema esialgne kontsentratsioon lahustes oli ühesugune (3%). Kuid keedusoola tähtsust antud juhul ei tule üle hinnata, nagu teeb seda A. A. Veršinin. Tuleb arvestada, et happesisalduse tõusule kala lihas avaldab mõju



Joon. 44. Marineerimise ja soolamise kõverad:
1 — marineerimine; *2* — soolamine.

Tabel 80

Äädika-soolasegu koostis [1]	Keedusoola- ja äädikhappesisaldus %-des heeringa lihas heeringa lahuses hoidmise kestusel			
	15 min.	1 tund	4 tundi	12 tundi
Vann nr. 1				
Keedusool 8%	2,30	2,88	3,49	4,01
Äädikhape 3%	0,31	0,47	0,89	—
Vann nr. 2				
Keedusool 18%	2,41	2,50	5,05	7,13
Äädikhape 3%	0,66	0,81	1,26	1,82

kala kaalu vähenemine, mis kujuneb tunduvalt suuremaks lahuse kõrgema soolasisalduse juures (tabel 81), (A. A. Veršinini järgi).

Tabel 81

Heeringa lahuses hoidmise kestus	Kala kaalu muutumine kg-des	
	vann nr. 1 (soola 8%, hapet 3%)	vann nr. 2 (soola 18%, hapet 3%)
0	2,00	2,00
15 minutit	1,97	1,99
1 tund	1,95	1,99
4 tundi	1,95	1,80

[1] Kala ja äädika-soolalahuse vahekord oli 1 : 1.

Nagu tabeli 81 andmetest näeme, ei muutunud lahuses, mille keedusoolasisaldus on 8%, kala kaal peaaegu sugugi, aga 18%-lises keedusoolalahuses vähenes see 4 tunni jooksul 10% selle tõttu, et antud juhul oli niiskuse eraldumine kalast palju intensiivsem.

Äädika-soolavannide ettevalmistamisel (lahuse ja kala kaalu vahekorra juures 1 : 1) tuleb arvesse võtta järgmisi faktoreid.

Happesisaldus marineeritud produktis. Kui marineeritud produkt kavatsetakse välja lasta väikese happesusega (0,8%), siis äädika-soolalahus tuleb valmistada 2,0—2,5%-line. Produkti valmistamisel happesisaldusega 1,0—1,2% peab äädika-soolalahus sisaldama 3—4% äädikhapet.

Soolasisaldus marineeritud produktis. Värske kala marineerimisel peab äädika-soolalahus sisaldama soola alates 16 kuni 20% piirides. Kala hoidmisel äädika-soolalahuses, mille soolasisaldus on üle 20%, hakkavad kalaliha pealmised kihid üle soolduma, aga kui soolasisaldus on alla 16%, siis kala soolduminse protsess kulgeb väga aeglaselt.

Soolatud poolfabrikaadi töötlemisel sõltub soolasisaldus äädika-soolalahuses soolasisaldusest kala lihas. Siin võib esineda kolm juhtu.[1]

E s i m e n e j u h t — kala sisaldab soola rohkem kui marineeritud produktile on tarvis. Soolasisaldus äädika-soolavannis peab olema väiksem kui kala lihastemahlas, sellise arvestusega, et kala teatud määral leotada.

T e i n e j u h t — kala soolasisaldus on marineeritud produkti jaoks küllaldane. Soolasisaldus äädika-soolalahuses peab vastama kala lihastemahla soolakontsentratsioonile.

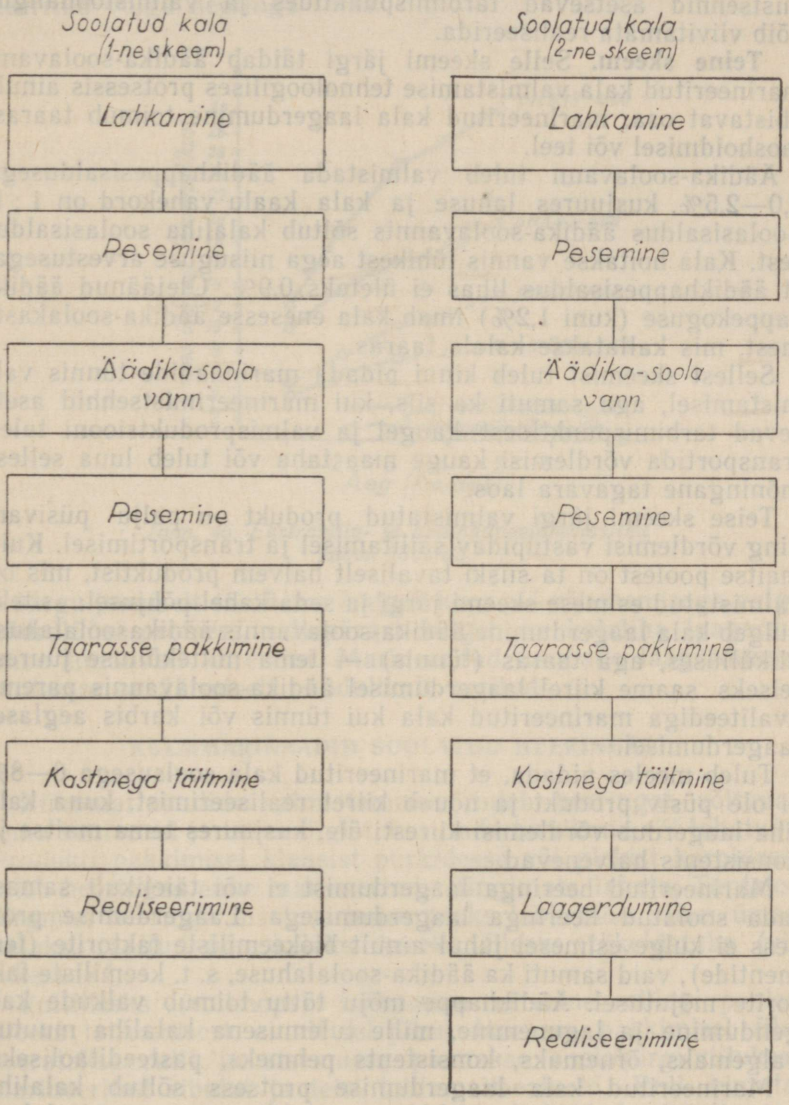
K o l m a s j u h t — kala sisaldab soola vähem kui marineeritud produkti jaoks vajalik. Soolasisaldus äädika-soolalahuses peab olema kõrgem kui kala lihastemahlas, sellise arvestusega, et soolasisaldust kalas saaks tõsta vajaliku normini.

KALA MARINEERIMISE TEHNOLOOGILISED SKEEMID

Võib tuua kaks põhilist kala marineerimise tehnoloogilist skeemi (joonis 45).

Esimene skeem. Marineeritud kala valmistamisel selle skeemi järgi etendab tehnoloogilises protsessis otsustavat osa kala äädika-soolavannis hoidmine; peale vannishoidmist produkt peab olema valmis realiseerimiseks. Äädika-soolavann valmistatakse äädikhappesisaldusega 2—4%, kusjuures lahuse ja kala kaalu vahekord on miinimum 2 : 1. Soolasisaldus vannis

[1] Meie arutlused õigustavad endid ainult poolfabrigaadi juures, mille soolsus on kuni 12%.



Joon. 45. Marineeritud kala tootmise lühendskeemid.

sõltub soolasisaldusest kala lihas. Kala hoitakse äädika-soolalahuses tema täieliku valmimiseni.

Sellest skeemist tuleb kinni pidada sel juhul, kui marineerimistsehhid asetsevad tarbimispunktides ja valmistoodangut võib viivitamata realiseerida.

Teine skeem. Selle skeemi järgi täidab äädika-soolavann marineeritud kala valmistamise tehnoloogilises protsessis ainult abistavat osa; marineeritud kala laagerdumine toimub taaras, laoshoidmisel või teel.

Äädika-soolavann tuleb valmistada äädikhappesisaldusega 2,0—2,5%, kusjuures lahuse ja kala kaalu vahekord on 1 : 1. Soolasisaldus äädika-soolavannis sõltub kalaliha soolasisaldusest. Kala hoitakse vannis lühikest aega niisuguse arvestusega, et äädikhappesisaldus lihas ei ületaks 0,9%. Ülejäänud äädikhappekoguse (kuni 1,2%) imab kala enesesse äädika-soolakastmest, mis kallatakse kalale taaras.

Sellest skeemist tuleb kinni pidada marinaadide tünnis valmistamisel, aga samuti ka siis, kui marineerimistsehhid asetsevad tarbimispunktidest kaugel ja valmisproduktsiooni tuleb transportida võrdlemisi kauge maa taha või tuleb luua sellest mõningane tagavara laos.

Teise skeemi järgi valmistatud produkt on palju püsivam ning võrdlemisi vastupidav säilitamisel ja transportimisel. Kuid maitse poolest on ta siiski tavaliselt halvem produktist, mis on valmistatud esimese skeemi järgi ja seda kahel põhjusel: esiteks kulgeb kala laagerdumine äädika-soolavannis äädikasoolalahuse üliküllus es, aga taaras (tünnis) — tema mitteküllus e juures; teiseks saame kiirel laagerdumisel äädika-soolavannis parema kvaliteediga marineeritud kala kui tünnis või karbis aeglasel laagerdumisel.[1]

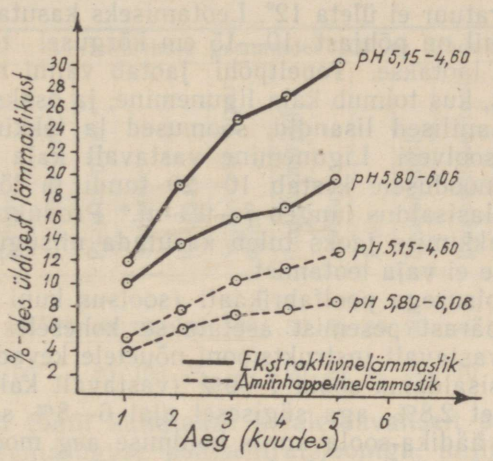
Tuleb meeles pidada, et marineeritud kala soolsusega 6—8% ei ole püsiv produkt ja nõuab kiiret realiseerimist, kuna kala liha laagerdub võrdlemisi kiiresti üle, kusjuures tema maitse ja konsistents halvenevad.

Marineeritud heeringa laagerdumist ei või täielikult samastada soolatud heeringa laagerdumisega. Laagerdumise protsess ei kulge esimesel juhul ainult biokeemiliste faktorite (fermentide), vaid samuti ka äädika-soolalahuse, s. t. keemiliste faktorite mõjutusel. Äädikhappe mõju tõttu toimub valkude kalgendumine ja lagunemine, mille tulemusena kalaliha muutub valgemaks, õrnemaks, konsistents pehmeks, pasteeditaoliseks.

Marineeritud kala laagerdumise protsess sõltub kalaliha pH-st, mille osatähtsus äädikhappesisalduse suurenemisel lan-

[1] See kinnitus on maksev ainult marineeritud kaupade valmistamisel soolatud poolfabrikaadist.

geb. Joonisel 46 (I. J. Kleimenovi ja teiste järgi) tuuakse ekstraktiiv- ja amiinhappelise lämmastiku (%-des üldisest lämmastikust) hulga suurenemise kõverad erineva happesusega marineeritud volga heeringa lihas.



Joon. 46. Ekstraktiiv- ja amiinhappelämmastiku kasvu kõverad.

Nagu jooniselt 46 näeme, kulgeb koos pH vähenemisega valgu hüdrolüüsi protsess, sellepärast kulgeb ka kalaliha laagerdumine tunduvalt kiiremini. Marineeritud kaupade laagerdumise protsesse on äärmiselt puudulikult uuritud.

KÜLMMARINAADID SOOLATUD HEERINGAST

Külmmarinaadide valmistamiseks tuleb heeringat, sõltuvalt tema suurusest ja taara liigist, kasutada tervikuna või lahatuna. Produkti pakkimisel klaasist purkidesse või plekist karpidesse tuleb heeringas enne marineerimist tingimata lahata. Tuntakse järgmisi heeringa marineerimise jaoks lahkamise viise: ümarkalaks, rapitud ümarkalaks, kereks, fileeks, tükeldatuks (viilukesed) [1].

Rullfileeks (rollmops) lahkamine ei erine millegi poolest fileeks lahkamisest, ainult sel juhul taarasse pakkimisel filee keeratakse rulli ja sisemusse pannakse soolakurgi-viilukesi, marineeritud sibulat ja teisi toidumaitseaineid. Rull kinnitatakse nelgiga või pakitakse karpi lihtsalt kokkukeeratult.

[1] Tavaliselt kala enne marineerimist viiludeks ei lõigata. Viilud tehakse kerest, fileest või tervikheeringast enne karpi pakkimist.

Marineerimiseks peab kasutama soolatud poolfabrikaati, mille soolsus ei ületa 14%; kõrgema soolsusega poolfabrikaadist saadav produkt on madalama kvaliteediga. Kala, mille soolsus ulatub üle 10%, tuleb eelnevalt vähe aega leotada.

Soolatud kala leotatakse nõrgas soolvees või magedas vees, mille temperatuur ei ületa 12°. Leotamiseks kasutatakse väikesi vanne; vannil on põhjast 10—15 cm kõrgusel topeltrestpõhi, millele kala laotakse. Topeltpõhi jaotab vanni mahu kaheks osaks: osaks, kus toimub kala ligunemine, ja osaks, kuhu kogunevad mehaanilised lisandid, soomused ja tekkinud kõrgema erikaaluga soolvesi. Ligunemine vastavalt kala suurusele ja lahkamise moodusele kestab 10—20 tundi ja lõpeb siis, kui kalaliha soolasisaldus langeb 7—9%-ni.* Produkti valmistamisel karpi pakkimise jaoks tuleb kasutada niisugust poolfabrikaati, milline ei vaja leotamist.

Nõrga soolsusega poolfabrikaati (soolsus kuni 10%) ei leotata, vaid pärast pesemist asetatakse koheselt äädika-soolavanni, mis vastavalt instruktsiooni nõuetele kevadsuvisel perioodil peab sisaldama soola 7—9% (vastavalt kala soolsusele) ja äädikhapet 2,8%, aga sügisesel ajal 6—8% soola ja 1,6% hapet. Kala äädika-soolavannis hoidmise aeg moodustab maksimaalselt 30 tundi ja lõpeb siis, kui liha happesus ulatub 0,6—0,9%-ni (arvestatuna äädikhappele).

Pärast hoidmist äädika-soolavannis peab kala liha olema kuni selgrooluuni valge, nahk — pehme ja lihast kergesti eralduv, aga veri selgrooluu juures peab olema kalgendunud.

Pärast äädika-soolavanni loputatakse kala soolvees erikaaluga 1,04—1,05, et tema pinnalt maha pesta üleliigne hape. Pärast seda asetatakse kala soolvee äranõrgumiseks restpõhjaga kastidesse või erilistele restkattega laudadele. Valmiskala pakitakse taarasse. Tervik-, aga samuti ka roogitud ja rapitud heeringas pakitakse soolveekindlatesse tünnidesse mahuga 100—120 liitrit, aga kereks ja fileeks lahatud kala lõigatakse eelnevalt tükikesteks (viiludeks) ja pakitakse siis klaaspurkidesse mahutavusega kuni 3 liitrit. Kala pakitakse tünni ühtlaste, tihedate ridadena, puistates read vürtsidega üle; peale selle puistatakse vürtse tünni põhja ja kala pealmisele reale.

Vürtsisegu valmistatakse mitmesuguse retsepti järgi. Mõningates ettevõtetes valmistatakse vürtsisegu järgmise retsepti järgi (grammides 1 tsentneri heeringa kohta): piment 150, must pipar 50, nelk 20, kaneel 30, koriander 30, ingver 10, aniis 30, loorberileht 20. Kõik vürtsid, peale loorberilehe ja aniisi, kasutatakse peenendatult.

---

* Leotamise protsessi olemus on esitatud põhjalikult suitsutatud kaupade valmistamise kirjeldamisel.

Marineeritud heeringa valmistamisel käesoleval ajal leiavad ikka rohkem kasutamist kodumaised vürtsid. Tabelis 82 tuuakse kodumaise päritoluga vürtsidest koostatud retseptid marineeritud heeringa valmistamiseks soolatud poolfabrikaadist.

Tabel 82

Kus vürtse kasutatakse	Vürtside hulk grammides 100 kg produkti kohta														
	Suhkur	Kalmuse juur	Punane pipar	Koriander	Kalgaan	Salvei või piparmünt	Kadakamarjad	Köömen	Aniis	Loorberileht	Loorberilehe roots	Sinepiseemned	Till	Humal	Lõhnhein
Ülepuistamiseks	300	75	70	250	50	30	50	50	50	20	—	10	10	25	20
Pealevalamiseks	100	—	20	100	25	—	20	25	—	—	10	—	—	—	—

Kaanetatud tünni kallatakse kalale tavaliselt peale äädika-soolalahust samasuguse kontsentratsiooniga, milline on lahusel äädika-soolavannis pärast kala selles hoidmist.

Kui kala pakitakse klaaspurkidesse, siis sel juhul keedetakse eriline vürtsikaste järgmise retsepti järgi: 100 liitri vee kohta võetakse (grammides) suhkrut 1125, pimenti 50, nelki 25, musta pipart 25, koriandrit 75, äädikhapet (80%) 1,5—2 kg ja soola 7—9 kg.

Soola- ja äädikhappesisaldus kastmes määratakse sõltuvalt nende sisaldusest poolfabrikaadis pärast äädika-soolavanni ja selle soovitavast sisaldusest valmisproduktis. Produkti valmistamisel happesisaldusega 1,2% kallatakse kastmesse maksimaalne kogus, vastavalt normile, äädikhapet (2 kg). Vürtside keeduleem valmistatakse topeltseintega, aurusärgiga, tinutatud vaskkatlas või puust pooltünnides tinutatud spiraaltorustikuga; vee temperatuur, kus vürtse kupatatakse, peab olema 80—85°; kupatamise kestus 20—30 min. Kupatamise eesmärgiks on vürtsidest eeterõlide eraldamine.

Vürtside kupatamist keevas vees ei soovitata, kuna 100° temperatuuri juures eeterõlid tunduval hulgal lenduvad.

Suhkur, sool ja äädikhape lisatakse vürtside keeduleemele pärast selle jahtumist.

KÜLMMARINAADID VÄRSKEST HEERINGAST

Pärast lahkamist, pesemist ja nõrgumist heeringat natuke soolatakse kuni soolasisalduseni 4—5% ning siis asetatakse

äädika-soolalahusesse, mis sisaldab 3—4% äädikhapet ja 10—14% keedusoola. Äädika-soolalahuse ja kala vahekord on 1,5 : 1 või veel parem 2 : 1.

Vastavalt kala suurusele ja rasvasusele hoitakse teda äädika-soolavannis 1—2 ööpäeva. Selle aja jooksul äädikhappe mõju tõttu, mis alandab pH kala rakumahlas kuni 5,0—5,5, kala liha kiiresti pehmeneb ja omandab iseloomuliku valge värvuse, hapuka vürtsimaitse ja -lõhna.

Kala võetakse vannist välja ja pärast tunniajalist nõrgumist kas erilistel laudadel või restpõhjaga kastides pakitakse ta taarasse. Kala taarasse pakkimise ja kastme valmistamise kord on samasugune, nagu marinaadide valmistamisel soolatud heeringast. Mõningatel juhtudel, et püsivamat produkti valmistada, puistatakse kala tünni ladumise ajal kalaridade vahele väikesel hulgal peenikest soola. Kalaga täidetud taarasse tuleb kindlasti kallata kastet nii kaua, kui õhk on taarast täielikult eraldunud, muidu tekib kala pealmistele ridadele hallitus.

IX PEATÜKK

KALAMARJA KONSERVIMINE

Nõukogude kalatööstuses valmistatakse soolatud kalamarja peamiselt tuurlaste ja lõhilaste ja väiksemas koguses soomkalade (karpkala, koha, haug, vobla, latikas ja teised kalad) ning kefaali marjast.

Tuurlaste soolatud marja hakati valmistama Lõuna-Venemaal XVI sajandil, s. o. Volga-Kaspia basseinis kalapüügi arenemise alguses. Eriti suur osatähtsus kaubanduses oli pressitud mustal kalamarjal (63, 64).

I. V. Kilburgeri andmete järgi (93) valmistati sel ajal Venemaal iga aasta umbes 15000 puuda pressitud musta kalamarja. Mööda Volgat saadeti Astrahanist kalamarja Nižni-Novgorodi ja kõrgvee ajal Jaroslavli, mis tol ajal oli Venemaa suurimaks kaubanduslinnaks. Edasi veeti kalamarja voorides Vologdasse ja sealt Ülem- ja Alam-Suhhoni ja mööda Põhja-Dvinaad Arhangelskisse (93). Niisugust pikka teekonda soojal aastaajal talus ainult väga säilimiskindel pressitud must kalamari.

Teralist kalamarja veeti eranditult talvisel ajal ja seda realiseeriti ainult Venemaal.

Raudteede ehitamisega ja laevanduse arenemisega teralise kalamarja valmistamine tunduvalt tõusis ja pressitud musta kalamarja valmistamine vastavalt vähenes.

Meie maa oli alati tuurakalade püügi monopolistiks (95% maailma püügist) ja samuti ka soolatud kalamarja — selle väga maitsva ja toitva produkti tootmises tuurakalamarjast.

Tuurakala või, nagu seda on hakatud nimetama, punast kala [1] püütakse peamiselt Kaspia ja Aasovi basseinides ja väiksemas koguses Araali ja Mustas meres ning Siberi jõgedes.

Soolatud kalamarja valmistamine lõhilastest on kontsentreerunud Kaug-Itta. Lõhilaste mari kasutatakse käesoleval ajal ära

[1] «Punane kala» — see on kaubanduslik nimetus, tuletatud mõistest «punane kaup» (väga hea kaup); Venemaa kalatööstuses tekkis XVIII sajandil. Punase kala hulka kuulusid alguses tuurakala, sevrjuuga, valge lõhi ja arvatavasti ka sjomga; beluuga ei kuulunud punase kala hulka. Hiljem hakati punase kala hulka arvama ainult tuurlasi, sealhulgas ka beluugat ja kaluugat.

peaaegu täielikult ja suupiste-kalakaupade hulgas on ta tähtsal kohal. Kaug-Ida kalatööstuse ettevõtted annavad seda maitsvat ja toitvat produkti Nõukogude Liidu elanikkonnale iga aasta tuhandeid tsentnereid.

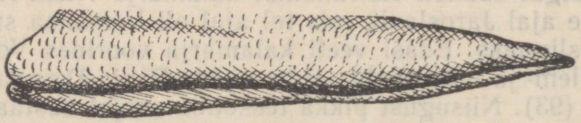
USA-s ja Kanadas lõhilaste marja kuni käesoleva ajani peaaegu ei kasutata toidu otstarbel ja see leiab kasutamist kalasportlaste juures kalasöödana ja samuti valmistatakse temast söödajahu kalade toitmiseks.

Teiste kalaliikide marja soolatakse tunduvalt väiksemates kogustes võrreldes tuurlaste ja lõhilastega.

Seletatav on see sellega, et paljusid kalu töödeldakse rookimata või püütakse suuremates kogustes siis, mil nende mari pole veel küllaldaselt valminud ja selle tõttu ei ole nende marjal kaubanduslikku väärtust.

KALAMARJA TOITEVÄÄRTUS

Kalamari asetseb pumbis, mis paikneb kala kõhuõõnes piki tema keha, omades pikerguse kuju; ühest küljest on pump pisut lapergune ja kitseneb pärakuavause rõnga suunas. Pumbi kaal ulatub 30%-ni emakala keha kaalust.

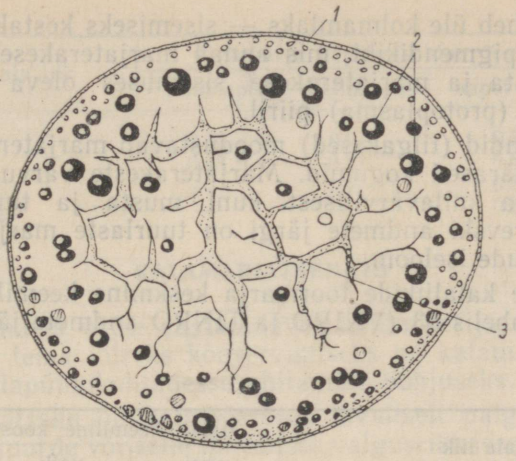


Joon. 47. Keta pump.

Joonisel 47 on näidatud keta pump. Pump koosneb võrdlemisi tihedast väliskestast, ühendkoest ja marjaterakestest. Pumbis, marjaterakeste vahel, esineb rasvalademekesi. Pumbi põhimiku moodustab ühendkude.

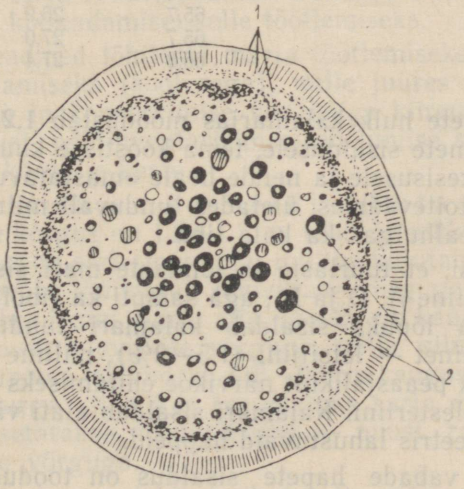
Lõhilaste marjaterad (joon. 48) on peaaegu kera või pisut pikerguse kujuga ja koosnevad kestast, mis on kaetud õhukese poolvedelast massist (protoplasma) kilega, ja tuumast (silmakesest).

Protoplasma, mis kujutab enesest püdelavõitu liimitaolist vedelikku, koosneb peamiselt valkaineist. Peale selle on temas peenikeste rippuvate tilkadena rasva, milline paikneb marjaterakeste kesta lähedal, aga samuti ka pigmentaineid, mis annavad marjale värvuse. Mitmesuguste lõheliikide marja värvus on oranžist kuni punaseni. Pigmentained, millised põhjustavad lõhilaste marjaterade värvuse, kujutavad endast rasvas lahustuvaid lipokroome. Tuum (silmake) asetseb protoplasmas marjaterakese pinna läheduses.



Joon. 48. Lõhilaste marja ehitus:
1 — kest; *2* — rasvakogumikud; *3* — rebumass.

Valmimise momendil marjaterakesed kergesti eralduvad pumbi ühendkoest.



Joon. 49. Tuurlaste marja ehitus:
1 — kestakesed; *2* — rasvakogumikud.

Tuurlaste marjaterakesed (joon. 49) on oma ehituse poolest lõhilaste marjaterakestest mõnevõrra erinevad. Väljastpoolt on nad kaetud õhukese väliskestaga ja selle all asetseb teine poorne

kest, mis läheb üle kolmandaks — sisemiseks kestaks. Tunduva paksusega pigmendikiht, mis annab marjaterakesele värvuse, asetseb kesta ja marjaterakese sisemuses oleva poolvedela valgumassi (protoplasma) piiril.

Rasvalisandid (tilgakesed) moodustavad marjaterakese keskosas korrapärased kogumid. Marjaterakeste värvus võib olla helehallist ja kullavärvilisest kuni musta ja tumepruunini. A. A. Lazarevski andmete järgi on tuurlaste marja pigmentainetel valkude iseloom.

Mõningate kalaliikide toormarja keskmine keemiline koostis on toodud tabelis 83 (VNIRO ja TINRO andmete järgi).

Tabel 83

Kala liik	Marja keemiline koostis %-des		
	vesi	valk	rasv
Beluuga	55,2	25,9	15,8
Tuurakala	56,3	26,6	13,8
Servjuuga	53,3	27,7	15,9
Keta (amuuri)	51,3	35,4	11,8
Gorbuuša (kamtšatka)	58,9	29,4	10,3
Nerka (punane)	56,0	30,0	13,2
Vobla	66,1	25,5	2,9
Latikas	65,7	26,9	3,9
Karpkala	65,7	27,0	2,8
Haug	66,8	27,4	2,4

Mineraalainete hulk kalamarjas moodustab 1,2—1,9%. Tänu kõrgele valkainete sisaldusele, tema koostisse kuuluvate amiinhapete mitmekesisusele ja nende heale omastatavusele on kalamarjal kõrge toiteväärtus, ületades tunduvalt mitmeid teisi toiduaineid ja sealhulgas ka kala liha.

On täheldusi, et tuurlaste ja lõhilaste mari sisaldab suures koguses vitamiine A, D ja B_1, aga samuti ka riboflaviini ja biotiini (198). Ja lõpuks sisaldab kalamari tunduvas koguses väärtuslikku ainet — letsitiini (1,5—2%), milline on inimorganismile vajalik peaasjalikult närvikoe ehitamiseks ja toitmiseks, aga samuti kolesteriini. Kalamari sisaldab alati vähesel määral vabu, vees ja eetris lahustuvaid happeid.

Kalamarja vabade hapete sisaldus on toodud tabelis 84 (VNIRO ja TINRO andmete järgi); veeslahustuvad happed on antud ümberarvestatult piimhappele, aga eetrislahustuvad — oleiinhappele.

Riknenud kalamarjal on veeslahustuvate hapete hulk tunduvalt kõrgem ja ümberarvestatult piimhappele ulatub see kuni 0,7% ja rohkemgi (76).

Tabel 84

Kala liik	Kalamarja hapetesisaldus %-des		
	piimhape	oleiinhape	hapet üldse
Haug	0,32	0,27	0,59
Tursk	0,43	0,21	0,64
Tuurakala	—	—	0,50
Sevrjuuga	—	—	0,56

KALAMARJATSEHHID

Toorkalamarja väike vastupidavus hoidmisel ja vajadus sellega seoses tema kiireks konservimiseks on kalamarjatsehhide vahetult kalapüügikohtadesse ehitamise põhjuseks.

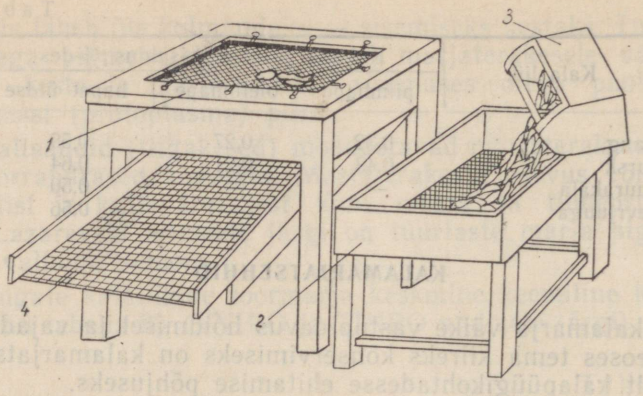
Kalamarjatsehh on kalatööstuses tavaliselt paigutatud vastuvõtusilla juurde või selle lähedusse valgusrikkasse ruumi, millele sanitaarseisukorra suhtes esitatakse kõrgendatud nõudmised.

Kõige tootlikumad seadmed on tsehhidel vaikse ookeani lõhilaste marja töötlemiseks. Kaug-Ida tingimustes, kus lõhe massilise püügi ajal, mil iga tööstus ööpäevas võtab vastu mitu tuhat tsentnerit kala, on võimalik suure koguse kalamarja soolamine (mõnikord 50 ts ja rohkem) ainult küllaldase tootmisseadmete olemasolul ja kohandamisel selle töötlemiseks.

Tsehhide seadmed lõhilaste marja töötlemiseks on kohandatud märgsoolamiseks (soolveega), mille juures tööjõukulu on kõige väiksem ja konservimise viis kõige kiirem ning vajab ainult järgmist põhiinventari: marjasõelumise seadeldisi (butaar), vanne, korve ja kaste.

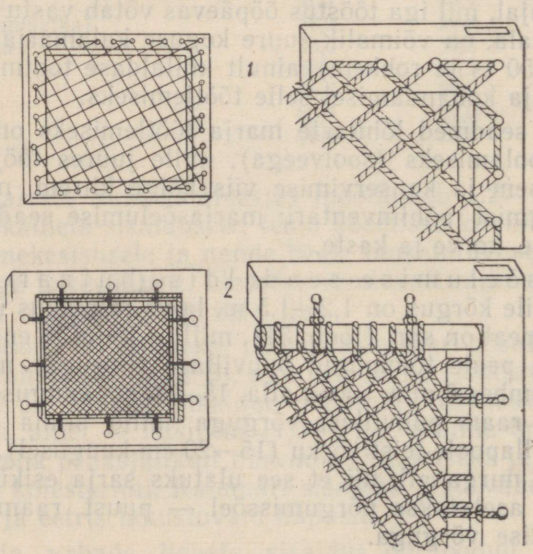
Marjasõelumise seadeldis (butaar) (joon. 50) on laud, mlile kõrgus on 1,2—1,5 m, laius ja pikkus umbes 1 m. Seadeldise peal on sari (joon. 51), milline kujutab enesest puust raami tema peale tõmmatud puuvillase võrguga, mille silma suurus on umbes 5 mm. Sarja alla, 15—20 cm kaugusele, on asetatud teine raam puuvillase võrguga, mille silma suurus on 7—8 mm. Allapoole teist võrku (15—20 cm kaugusel), sarja suhtes 30—40° nurga all, nii et see ulatuks sarja esiküljest välja 20—30 cm, asetatakse nõrgumissõel — puust raam tsingitud peenesilmalise võrguga.

Marja sõelumise seadeldise (butaari) mitmesuguste detailide ülesanne on järgmine: sari on määratud marjaterakeste eraldamiseks pumbi ühendkoest; teine raam võrguga — kile püüdmiseks, millised pumbi katkihõõrumisel osaliselt langevad läbi sarja võrgu; nõrgumissõel — kalamarjast niiskuse ja sinna jäänud rasvakilede, vereklompide ja teiste jäätmete eraldami-



Joon. 50. Vaikse ookeani lõhe pumpide sõelumise seadeldis:
1 — sari; *2* — restpõhjaga kast pumpide jaoks; *3* — kast pumpide kogumiseks; *4* — nõrgumissoel.

seks ning samuti kalamarja üleandmiseks kanderaamile (nõrgumissõelast läbinud kalamari satub kanderaamile).



Joon. 51. Sari:
1 — alumine sõel; *2* — ülemine sõel

Kalamarja töödeldakse marja sõelumise seadeldisel (butaaril) järgmisel viisil.

Pumbid asetatakse sarja võrgule ja sõelutakse neid seal ker-

gelt kätega vajutades, kusjuures kile jääb võrgule, eraldunud marjaterakesed aga langevad teisele võrguga raamile ja pärast seda, kui on selle läbinud, langevad nõrgumissõelale.

Mööda nõrgumissõela voolab (valgub) kalamari sujuvalt õhukese kihina alla kanderaamile. Kui kalamari voolab liiga kiiresti, siis see tähendab, et nõrgumissõel asetseb ülearu suure kaldenurga all; meister peab selle vea kohe kõrvaldama.

Kalamarja kanderaamile voolamise ajal soovitatakse kile ja vereklompide jäänuste paremaks kõrvaldamiseks kalamarja väikeste puust labidakestega segada. See operatsioon on väga tähtis sellepärast, et mida puhtam kalamari soolamisele saabub, seda vähem mustub soolvesi.

Pumpide sõelumisel ühel marja sõelumise seadeldisel kuni kalamarja täieliku eraldumiseni kilest osa kilet koos purunenud terakeste kestadega läheb läbi sarja. Et sõelutud kalamarjas kilekogust vähendada ja sellega vältida tema kvaliteedi langemist, ei sõelu kalamarja valmistamise meistrid pumpe mitte kuni kalamarja täieliku eraldumiseni kilest, mille tõttu osa kalamarja satub jäätmetesse.

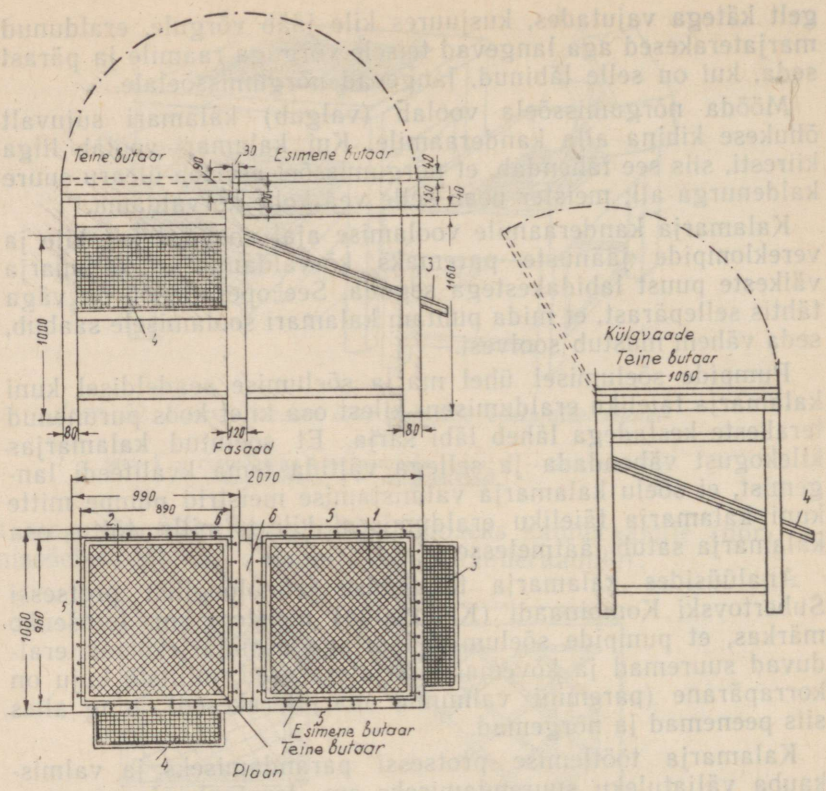
Analüüsides kalamarja töötlemise tehnoloogilist protsessi Šubertovski Kombinaadi (Kamtšatka) meister sm. Jerošenko märkas, et pumpide sõelumisel sarjaga esmajärjekorras eralduvad suuremad ja kõvemad marjaterakesed, milliste kuju on korrapärane (paremini valminud marjaterakesed) ning alles siis peenemad ja nõrgemad.

Kalamarja töötlemise protsessi parandamiseks ja valmiskauba väljatuleku suurendamiseks sm. Jerošenko jagas pumpide sõelumise kaheks operatsiooniks: tugevamate ja nõrgemate terade sõelumiseks. Selleks esitas ta marja sõelumise seadeldise (butaari) uue konstruktsiooni, niinimetatud marja paarissõelumiseseadeldise (joon. 52), mis koosneb kahest tavalisest omavahel tihedasti ühendatud marja sõelumise seadeldisest (butaarist); teine seadeldis seisab esimesest 90 mm madalamal sellise arvestusega, et esimese seadeldise sarja oleks võimalik vabalt asetada teise seadeldise sarjale.

Pumpide sõelumise meetod marja sõelumise paarisseadeldistel seisneb järgmises: kvaliteedi järgi sorteeritud, külmas vees pestud [1] ja kaalutud pumbid antakse esimese seadeldise sarjale ja sõelutakse seal niikaua, kuni 60—70% kalamarja on eraldunud.

Läbisõelumata jäänud kalamari 30—40% ulatuses puistatakse sarja ülestõstmisel (ümberlükkamisel) teise seadeldise

[1] Kui vee kvaliteet ei vasta sanitaarnõuetele (kõrgendatud Coli tiiter, palju heljuvaid osakesi, halb lõhn jne.), siis pumpe pesta pole vaja.



Joon. 52. Jerošenko kalamarja sõelumise seadeldis:

1 — esimese seadeldise ülemine sari; *2* — teise seadeldise ülemine sari; *3* — esimese seadeldise nõrgumisrest; *4* — teise seadeldise nõrgumisrest; *5* — töökohad; *6* — šarniirid sarjaraamide kinnitamiseks.

sarjale. Teisel seadeldisel lõpetatakse pumbi sõelumine kalamarja täieliku eraldumiseni kilest.

Igalt seadeldiselt suunatakse kalamari eraldi soolamisele ja edasisele töötlemisele.

Kirjeldatud kahel marja sõelumise seadeldisel pumpide töötlemisel sõelutud kalamarja väljatulek suureneb 7% ja rohkem võrreldes kalamarja väljatulekuga, mis saadakse pumpide sõelumisel ühel seadeldisel; tõuseb ka soolatud valmiskalamarja kvaliteet.

Ohhoota Riikliku Kalatrusti tööline sm. Gontšarov kontsrueeris 1954. a. mehaanilise marja sõelumise seadeldise, millel kalamarja pumpide sõelumise sõel ja nõrgumissõel töötavad vibraatori põhimõttel.

V a n n i d kalamarja soolamiseks tehakse headest vannilau-

dikutest; et tõsta vannide soolveekindlust, siis mõningatel juhtudel asetatakse vannilaudikute faasidesse kuiva heina; vann kaetakse väljastpoolt õlivärviga (soovitav valge). Vanni maht on 0,5—1 m³, kõrgus 70—80 cm, ülemine läbimõõt 90—120 cm, põhja läbimõõt on väiksem. Kalamarjatsehhis peab olema vähemalt kaks vanni.

Korvid või nõrgumissõelad peenesilmalisest tsingitud võrgust (3 mm) põhjaga, kasutatakse kalamarja hoidmiseks pärast soolamist, et temast välja nõrutada üleliigne soolvesi. Kalamarja tavaliselt nad ei mahuta üle 5—8 kg ja sellepärast peab neid tsehhis olema suur hulk, et kindlustada häireteta tööd.

Kaste kalamarja kogumiseks ja kandmiseks sadamast või kalalahkamise tsehhist peab olema niipalju, et nad kindlustaksid kalamarja õigeaegse pakkimise. Kastid mahutavad 8—10 kg kalamarja, nende kõrgus on 15—20 cm, laius 15—20 cm ja pikkus 30—40 cm; selleks et hõlpsam oleks pidada kalamarja arvestust, tehakse kastid igas kalatööstuses ühesuguste mõõtmetega.

Mõningates ettevõtetes on viimasel ajal kalamarjapumpide transportimiseks kalamarjatsehhides hakatud kasutama hüdrotransportööre.

LÕHILASTE MARJA KONSERVIMINE

Lõhilaste (keta, gorbuuša, nerka, kižutš) marjast valmistatakse peamiselt teralist kalamarja. Pumbiskalamarja valmistatakse ainult sel juhul, kui marjatera kest pumpide kauaaegsest hoidmisest tingituna enne töötlemist on niivõrd nõrgenenud, et sõelumisel läbi sarja marjaterakesed purunevad. Mõnikord saabub kalamarjatsehhidesse mitteküllaldaselt valminud kalamari, mille läbisõelumine sarjast pole võimalik ja antud juhul on tema ainukeseks konservimise viisiks soolamine pumpides. Niisugune kalamari võib ette tulla lõhilastel, mida püütakse Kuriili aheliku põhjarajooni saarte piirkonnas (lahtedes).

Teralise kalamarja valmistamine

Teralise kalamarja valmistamise protsess on küllaltkii töömahukas ja keeruline. Tsehhi saabunud pumbid tuleb võimalikult kiiresti läbi sarja sõeluda, kuna pumbis olevad marjaterakesed kiiresti nõrgenevad. Sõelutud kalamari tuleb viivitamatult soolata eelnevalt keedetud ja jahtunud küllastatud soolvees. Täiesti ühtlase sooldumise saavutamiseks tuleb soolamise protsessis kalamarja vannis segada.

Sooldumise kestus, kui soolvee temperatuur on 12°, kõigub

8—15 min. piirides, olenevalt marjaterakeste seisukorrast ja suurusest ja produkti vajalikust lõppsoolsusest. Kalamarja tavaliselt valmistatakse soolsusega 5—6%; II sordi kalamarja soolsus võib olla kuni 8%.

Sooldumise lõpp määratakse kindlaks järgmiste tundemärkide järgi: marjaterad on muutunud ümmargusteks, kõvadeks, sitketeks, sõrmede vahel pigistamisel nende sisu ei pritsu laiali, vaid jääb sõrmede külge; marjaterad on üksteisest hästi eraldatavad.

Sooldunud kalamari võetakse võrkpõhjaga varustatud kahvadega soolveest viivitamata välja ja asetatakse korvidesse või sõelale soolvee äranõrgumiseks. Kalamarjakihi paksus korvides (sõeltel) ei tohi ületada 10 cm, kuna muidu hakkab soolvesi liiga aeglaselt nõrguma ja esineb kalamarja täiendav sooldumine, eriti alumistes kihtides.

Pärast 4—5-tunnilist nõrgumist asetatakse kalamari tsingitud plekist vannidesse (soovitav emailitud), kus teda segatakse antiseptikumidega (boori või urotropiiniga); kui kalamari on liiga kuiv, siis sel juhul lisatakse juurde 1—1,5% taimeõli.

Kalamarja kadu soolamisel moodustab 4—10% ja sõltub kalamarja värskusest ning produkti lõplikust soolsusest. Valmisprodukti väljatulek tervikkala kaalust (emased ja isased) moodustab 2,8—4% ja on sõltuv kala liigist ning **kalamarja seisukorrast.**

Gorbuuša marja jäätmed ja kaod töötlemisviiside järgi, sõltuvalt tema värskusest, tuuakse Rõbnovski Kombinaadi laboratooriumi andmete järgi tabelis 85.

Tabel 85

Kala hoidmise kestus kuni lahkamiseni tundides	Jäätmed pumpide sarjas sõelumisel %-des	Kadu soolamisel %-des	Soolasisaldus kalamarjas %-des
2	31,6	13,2	4,1
12,5	61,4	21,9	6,1
16	65,7	24,8	6,3

Nagu selle tabeli andmetest näeme, on kalamarja värskusel väga suur mõju mitte ainult toote kvaliteedile, vaid ka kalamarja väljatulekule.

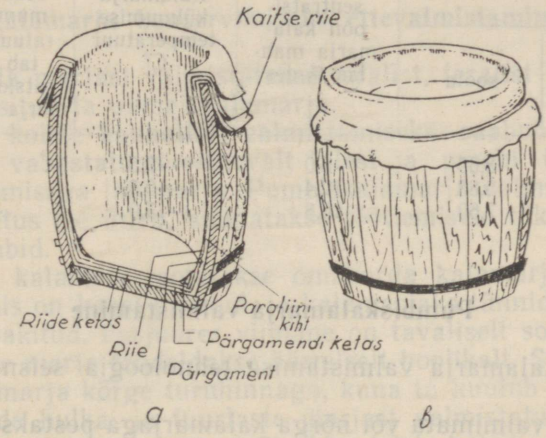
Valmis kalamari pakitakse 50 l mahutavusega tünnidesse, milliste sisepind eelnevalt kaetakse õhukese parafiinikihiga ning vooderdatakse riide ja pärgamendiga (joon. 53).

Kalamarjaga täidetud tünnid suletakse järgmisel viisil: kalamari kaetakse pealt õlis niisutatud riidega; riie, mis on

pööratud üle tünni äärte välja, laotatakse korralikult rosetina või lehvikuna; riidele, mis on asetatud lehvikuna, pannakse soolvees niisutatud pärgamendiketas; pärgamendi välimine kiht laotatakse korralikult lehvikuna.

Enne tööstusest väljasaatmist vooderdatakse kalamarjaga tünnid roguskitega ja seotakse pealt nööridega.

Hoidmisel või transportimisel ei tohi lasta soolatud lõhemarjal külmuda, kuna külmasaanud lõhemarja kvaliteet langeb.



Joon. 53. Tünni ettevalmistamise kord kalamarja pakkimiseks:
a — tünni sisemise pinna katmine pärgamendi või riidega;
b — tünni pealmise väliosa sidumine riidega.

Tabelis 86 on toodud andmed, mis iseloomustavad soolatud lõhemarja külmumise temperatuuri vastavalt tema soolsusele (98).

Tabeli 86 andmete põhjal võib teha kaks väga tähtsat järeldust:

1. Soolatud kalamarja külmumise temperatuur on 1,5—2,5° madalam kui soolveel, mille kontsentratsioon vastab kontsentratsioonile kalamarja mahlas. See nähtus on seaduspärane, kui arvestada, et mahl soolatud kalamarjas kujutab enesest lahust, mis peale keedusoola sisaldab ka lämmastik- ja teisi aineid.

2. Kalamarja külmumise temperatuur langeb tema soolasisalduse tõusuga. Siit järgneb väga tähtis praktiline järeldus, et soolatud esimese sordi lõhemarja külmumise vältimiseks tuleb teda hoida —5, —6° temperatuuri juures, teist sorti —7, —8° juures. Antud juhul on sordimääramise aluseks võetud ainult soolasisaldus kalamarjas.

Pärast ülessulatamist soolatud lõhemarja konsistents halve-

neb, kalamari muutub pehmeks, omandab muljutud väljanägemise, katkisuste hulk kasvab ja selle tagajärjel sete suureneb. Eriti negatiivselt mõjub kalamarja kvaliteedile teistkordne külmutamine.

Tabel 86

Sisaldus kalamarjas %-des		Soola kontsentratsioon kalamarja mahlas %-des	Kalamarja külmumise temperatuur C°	Sama kontsentratsiooniga soola vesilahuse külmumise temperatuur, mis vastab kontsentratsioonile kalamarja mahlas, C°
vett	soola			
45,38	3,65	8,0	—7,5	—5,0
43,20	5,83	12,4	—10,5	—8,0
—	7,60	16,8	—15,0	—13,5

Pumbiskalamarja valmistamine

Pumbiskalamarja valmistamise tehnoloogia seisneb alljärgnevas.

Pumbid valmimata või nõrga kalamarjaga pestakse läbi puhtas külmas vees kestusega 1—2 min. ja pärast 15—20 min. nõrgumist suunatakse soolamisele.[1] Pumpide soolamine toimub kahel viisil: kuivsoolamine nõrguva soolveega ja märgsoolamine (soolveega). Kuivsoolamisel pumbid asetatakse kastidesse ja puistatakse üle peenikese soolaga (jahvatusaste nr. 1 või 2) 35—40% hulgal. Märgsoolamise puhul pumbid asetatakse eelnevalt keedetud 1,2 erikaaluga soolvette, mille temperatuur on 12—16°, ja hoitakse seal vähemalt 30 min. Sooldumise kestus sõltub pumpide suurusest ja värskusest. Kalamarja ja soolvee vahekord soolamisel peab olema 1 : 4.

Märgsoolamisel saadakse tunduvalt parema kvaliteediga kalamari kui kuivsoolamisel ja eriti veel siis, kui soolatakse kahes staadiumis — kahes vannis. Esimeses vannis pumpe soolatakse segades 20 min.; selle aja jooksul eraldub neist veri. Teises vannis toimub kalamarja järelsoolamine, mis kestab vähemalt 15 min. Kuna pumpide järelsoolamine toimub tunduvalt puhtamas soolvees, siis valmis soolatud pumpide kaubaline väljanägemine saadakse palju meeldivam.

Soolveest väljavõetud pumbid nõrguvad korvides või restidel 6—8 tundi. Selle aja jooksul toimub ka nende täiendav

[1] Enne soolamist lõigatakse suured pumbid tükkideks.

sooldumine, kuna osa soola soolveest, milline jäi pumpide pinnale, difundeerub pumpidesse. Soolatud pumbid laotakse 25—50-liitrilistesse tünnidesse.

Kuivsoolamise puhul pumpide soolsus tõuseb kuni 13—20%-ni, märgsoolamisel aga kõigub 7—10% piirides.

TUURAKALA MARJA KONSERVIMINE

Kalamarja konservimiseks ettevalmistamine

Tuurakala marjast valmistatakse teralist, teralist pastöriseeritud, pressitud ja pumbiskalamarja.

Esimese kolme kaubaliigi valmistamiseks saabub kalamari teralisena, vabastatuna eelnevalt kilest ja pumbi ühendkoest tema sõelumisega läbi sarja. Pumbiskalamarja valmistamiseks, nagu nimetus ise ütleb, suunatakse töötlemisele tükkideks lõigatud pumbid.

Teraline kalamari jaotatakse omakorda kalamarjaks karpides, s. t. mis on karpi pakitud, ja kalamarjaks tünnides, milline on tünni pakitud, kusjuures viimane on tavaliselt soolasem.

Tuurlaste marja töödeldakse äärmiselt hoolikalt. See on seletatav kalamarja kõrge turuhinnaga, kuna ta kuulub delikatesskalakaupade hulka, ja tuurlaste marjast valmistatud kaupade sortimendi mitmekesisusega, võrreldes teiste kalade marjadega.

Ühe või teise töötlemismooduse valikuks on nõutav toormaterjali hoolikas sorteerimine küpsusastme ja marjaterakeste kestade tugevuse järgi. Kalamarja konservimiseks ettevalmistamine toimub järgmisel viisil.

Kalatööstusse toodud marjaga eluskalu uimastatakse tugeva löögiga pähe (surmatakse), misjärel kalad vees puhtaks pestakse ja pumbid viivitamatult välja võetakse. Eriti hoolikalt puhastatakse ja pestakse harjaga ära lima kala kõhult. Pumpide väljavõtmiseks lahatakse kala erilisel lõikuspingil — madalal lauakesel, milline pealt on kaetud tsingitud pleki või marmoriga või kergelt puhastatava tsemendist plaadiga.

Kõht lõigatakse lõhki keskelt, suunaga sabast pea poole, alates lõikega 3—4 cm kaugusel päraku-avausest. Päraku-avaust ei tohi mingil juhul läbi lõigata, kuna sel juhul võivad kala soolikatest sattuda kalamarjasse mikroorganismid, sealhulgas ka niisugune ohtlik mikroob, nagu botulinus. Et vältida pumbi või teiste kala siseorganite läbilõikamist, ei tohi lõigata sügavalt (ainult kõhuseina paksuselt). Tõmmates kõhuseinad kõrvale, võetakse pump kalast välja tervikuna või osade kaupa, olenevalt tema suurusest. Erilist tähelepanu tuleb pöörata sellele, et kalamarjasse ei satuks mustust ega verd. Muu sisi-

konna kõrvaldamiseks viiakse lahatud kala teisele pingile või suunatakse teise ruumi. Kalast väljavõetud pumbid asetatakse kaanega varustatud liudadesse või vaasidesse ja siis suunatakse sarjast läbi sõelumiseks.

Enne sõelumist pumbid sorteeritakse küpsuse järgi. Väga rasvane valmimata kalamari ei kõlba teralise või pressitud kalamarja valmistamiseks ja sellepärast soolatakse teda pumpides. Beluuga, tuurakala või šipi pumpide sõelumisel korjatakse kalamari igalt kalalt eraldi vaasi. Sevrjuuga pumpe sõelutakse kolme-neljakaupa koos, valides neid eelnevalt värvuse järgi.

Tuurlaste marja sõelumise sari kujutab enesest väikest puust raami, mille peale on tõmmatud tihe võrk. Ta asetatakse otse vaasi äärtele, kuhu sõelutud kalamari korjatakse.

Vaasis olev kalamari sorteeritakse kvaliteedi järgi, arvestades marjaterade kestade tugevust, nende värvust, suurust, lõhna ja maitset. Kalamarja sorteerimine on väga vastutusrikas operatsioon ja teostab seda tavaliselt kalamarjameister; on parem, kui seda tehakse päevavalguse juures.

Tugevuselt jaotatakse kalamarja kestad tugevaks, nõrgenenuks ja nõrgaks. Värvuse järgi liigitatakse kalamarja helehalliks (siia arvatakse samuti kalamari, mille värvus on kollane või kullavärvi), halliks, tumehalliks (või pruuniks) ja lõpuks mustaks. Jämeduselt liigitatakse kalamarja jämedaks, keskmiseks ja peeneks.

VNIRO andmete järgi on mitmesuguse suurusega gruppide marjateradel järgmine maht (100 marjatera maht cm^3):

Tuurakala mari		Sevrjuuga mari	
Jäme	Üle 1,9	Jäme	Üle 1,3
Keskmine	1,9—1,4	Keskmine	1,3—0,9
Peenike	Alla 1,4	Peenike	Alla 0,9

Pärast sorteerimist saabub sõelutud kalamari soolamisele tera lisena või pressituna. Kalamarja töötlemisviisi valik oleneb marjatera kvaliteedist ja kinnitatud kalamarjatoodete sortimendi plaanist.

Teralise kalamarja valmistamine

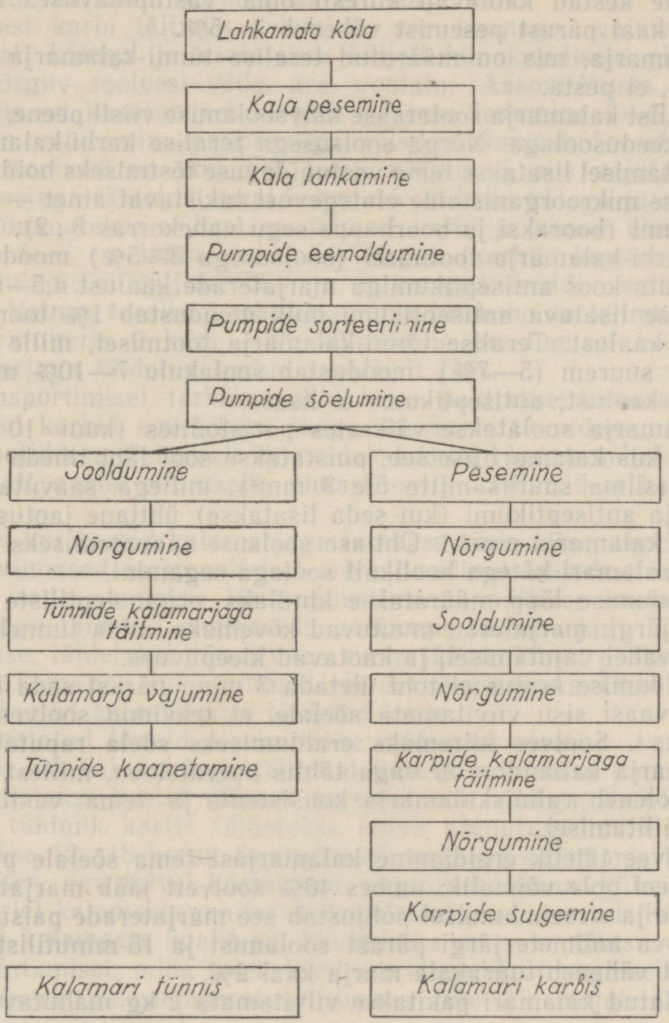
Teralise kalamarja valmistamiseks valitakse tugev, küps, jäme ja keskmine tera, eelistades heledat värvust.

Teralise kalamarja valmistamise tehnoloogilise protsessi skeem on toodud joonisel 54.

Kalamari, mis on määratud teralise karbikalamarja tootmiseks, pestakse enne soolamist külmas vees. Selleks valatakse vesi kalamarjaga täidetud vaasi ja segatakse vaasi sisu käega; peale seda kallatakse vaasi küljeli kallutades pesuvesi välja

ning kallatakse vaasi puhast vett ja kalamarja pesemisoperatsiooni korratakse.

Pesemisel kõrvaldatakse kalamarjal veri ja lima, mis temasse kala lahkamisel sattus, samuti ka kõrvalised tükikesed ja kalamarja sarjast läbisõelumisel purunenud marjaterakesed. Peale selle alandab külma veega pesemine kalamarja temperatuuri ja soodustab temas mikroorganismide hulga vähenemist.



Joon. 54. Tuurlaste teralise kalamarja tünnis ja karbis tootmise lühendskeemid.

Pesemist tuleb teostada kiiresti (20—30 sek.), nii et kalamari vees liiga kaua ei viibiks. Pärast pesemist kallatakse kalamari sõelale pesuvee eraldamiseks. Selle protsessi kiirendamiseks sõela raputatakse ettevaatlikult. Pärast vee äranõrgumist, milleks kulub 2—3 min., pannakse kalamari vaasi, kaalutakse üle ja viivitamatult suunatakse soolamisele. Hoida pestud kalamarja, isegi külmas ruumis, pole soovitav, kuna marjaterade kestad kaotavad kiiresti oma vastupidavuse. Kalamarja kaal pärast pesemist väheneb 3—5%.

Kalamarja, mis on määratud teralise tünni-kalamarja tootmiseks, ei pesta.

Teralist kalamarja soolatakse kuivsoolamise viisil peene, tavaliselt keedusoolaga. Nõrga soolsusega teralise karbi-kalamarja valmistamisel lisatakse tema vastupidavuse tõstmiseks hoidmisel soolasse mikroorganismide elutegevust takistavat ainet — antiseptikumi (booraksi ja boorhappe segu vahekorras 3 : 2). Teralise karbi-kalamarja tootmisel (soolsusega 3—5%) moodustab soolakulu koos antiseptikumiga marjaterade kaalust 4,5—5,5%. Soolasse lisatava antiseptikumi hulk moodustab 1% toorkalamarja kaalust. Teralise tünni-kalamarja tootmisel, mille soolsus on suurem (5—7%), moodustab soolakulu 7—10% marjaterade kaalust; antiseptikume ei lisata.

Kalamarja soolatakse väikestes portsjonites (kuni 10 kg). Vaasi, kus kalamari asetseb, puistatakse sool läbi tiheda jõhvsõela (silma suurus mitte üle 3 mm^2), millega saavutatakse soola ja antiseptikumi (kui seda lisatakse) ühtlane jaotus soolatava kalamarja pinnal. Ühtlase soolsuse saavutamiseks segatakse kalamari kätega hoolikalt soolaga segamini.

Sooldumise lõpp määratakse kindlaks organoleptiliste tunnuste järgi: marjaterad muutuvad kõvemaks, mida tunneb sõrmede vahel vajutamisel, ja kaotavad kleepuvuse.

Sooldumise kestus ei tohi ületada 3 min.; pärast seda kallatakse vaasi sisu viivitamata sõelale, et tekkinud soolvesi ära valguks [1]. Soolvee kiiremaks eraldumiseks sõela raputatakse. Kalamarja kallamine on väga tähtis operatsioon, millest väga palju oleneb valmiskalamarja konsistents ja tema vastupidavus säilitamisel.

Soolvee täielik eraldamine kalamarjast tema sõelale puistamise teel pole võimalik; umbes 40% soolvett jääb marjaterade pinnale ja sisseimbumisel põhjustab see marjaterade paisumise. Perikova andmete järgi pärast soolamist ja 15-minutilist nõrgumist väheneb tuurakala marja kaal 2%.

Soolatud kalamari pakitakse viivitamata 2 kg mahutavusega

---

[1] Marja väljakallamisel eraldub koos soolveega ka osa antiseptikumi — kuni 40% tema üldisest kogusest, mis soolamisel kalamarjale lisati.

lakeeritud plekk-karpidesse või tammepuust tünnidesse, milliste mahutavus on kuni 50 l, kusjuures tünnid kaetakse seestpoolt parafiiniga. Nõrga soolsusega kalamarja karpi pakkimine on eriti vastutusrikas operatsioon, millest väga palju oleneb kalamarja kvaliteedi säilitamine transportimisel ja hoidmisel. Karbid täidetakse kalamarjaga tingimata tihedalt, jätmata tühimikke [1]. Õige pakkimise korral kalamari peab ulatuma vähemalt 1,5 cm karbi korpuse äärest kõrgemale.

Pärast karbi täitmist suletakse see kaanega, vajutatakse hoolikalt kätega ja asetatakse küljeli künakujulisele pingile, kus nõrguv soolvesi võiks ära voolata. Aasovi-Musta mere rajoonis on kasutamisel karpide pesasse ladumine 5—6 tükki ritta ja vajutamine puupressiga, mis on kinnitatud vastavalt.

Kui soolvesi on umbes 3 tundi nõrgunud, siis vajutatakse kalamarjaga täidetud karpide kaasi veel kord kätega ja pärast seda tõmmatakse erilisel seadeldisel karbi ja kaane ühenduskohale 5—7 cm laiune kummist rõngas (karbile kummi peale tõmbamine), et vältida õhu ja mikroorganismide sattumist karpi. Valmis teralist karbi-kalamarja tuleb hoida külmhoones temperatuuuris 0 kuni —4°; külmhoone puudumisel hoitakse kalamarjaga täidetud karbid tavaliselt jääs.

Transportimisel tarbimispunktidesse pakitakse kalamarjaga täidetud karbid suvel koos jääga suurtesse tünnidesse, talvel aga kastidesse. Eelnevalt õmmeldakse karbid kolme-neljakaupa, vastavalt nende suurusele, puhastesse puuvillariidest kotikestesse.

Enne kui karbid kalamarjaga laotakse tünnidesse, vooderdatakse viimased seestpoolt isoleeriva hundinuialehtedest kihiga; pärast seda pannakse tünni puust raam, millesse asetatakse karpidega täidetud kotikesed; asetanud kalamarjaga karbid raamisse, täidetakse tünni vaba ruum jääga. Tünni põhja puuritakse kolm-neli auku sulanud vee äranõrgumiseks. Ühte tünni pakitakse 54 kalamarjaga täidetud karpi.

Kaanetatud tünnid plommitakse mõlemast otsast.

Enne kui kalamarjaga täidetud karbid kastidesse pannakse, vooderdatakse kastid väljast- ja seestpoolt vildiga; karpidevaheline tühimik kastis täidetakse kuiva saepuruga. Ühte kasti pakitakse 12—18 karpi. Suvisel ajal veetakse kalamarja külmvagunites, aga talvel köetavates vagunites, kuna külmumise tagajärjel kalamarja maitse ja konsistents halvenevad. Külmasaanud kalamarja kvaliteedi hoidmiseks on suur tähtsus selle ülessulatamisel, mida tuleb teostada võimalikult aeglaselt.

Hoidmine plusstemperatuuri juures (üle 2°) mõjub samuti

[1] Kui karbi sees on õhuga täidetud tühimikke, tekib kalamarjale võrdlemisi kiiresti hallitus, mis põhjustab tema riknemise.

kalamarja kvaliteedile negatiivselt ja lühendab tunduvalt tema säilimisaega. Soojas hoidmisel temale omaste fermentide mõjul, aga samuti ka fermentide mõjul, mida eritavad mikroorganismid, kiireneb valgu ja rasva hüdrolüüs tunduvalt, mis avaldab mõju kalamarja maitsele ja konsistentsile ning põhjustab tema kiire halvaksminemise ja hapendumise. Kalamari, mida hoitakse 10° juures, läheb juba 10 ööpäevaga I sordist II sorti.

Pressitud kalamarja valmistamine

Pressitud kalamarja valmistamiseks kasutatakse igasugust värsket, heakvaliteedilist marjatera, sõltumata tema valmimise astmest, kestade vastupidavusest, marja värvusest ja suurusest.

Kalamarjaterad soolatakse märgsoolamise viisil — küllastatud, keedetud ja enne tarvitamist kuni 40—45° soojendatud soolvees. Soolvee eelnev keetmine on vajalik mikroorganismide surmamiseks, millised leiduvad vees ja soolas mitte ainult vegetatiivsete rakkudena, vaid ka spooridena. Keetmisel saame ka küllastatud lahuse, kuna sool kuumas vees lahustub kiiremini ja suuremas koguses.

Kalamarja soolamine soolvees, mida on soojendatud kuni 40—45°, on iseloomustavaks omaduseks pressitud kalamarja valmistamisel; sellest oleneb väga palju tema maitse, lõhn ja konsistents. Kalamarja töötlemist soojendatud soolvees teostatatakse sel eesmärgil, et saavutada kalamarja valkude koaguleerimist teatud astmeni ning sel viisil kergendada pressimist ja kalamarjast osa soolvee eraldamist ilma et sealjuures oleks suur toitainete kadu. Peale selle omandab kalamari spetsiifilise maitse, aroomi ja konsistentsi.

Kalamarja soolatakse väikestes vannides; sooldumine kestab 2—3 min. soolvee pideval segamisel.

Sooldumise lõpp määratakse kindlaks kalamarja proovimisega näppude vahel: pigistamisel peab kalamari nõrgalt kleepuma tihedaks massiks.

Sooldunud kalamari võetakse soolveest välja sõelaga, pannakse lõuendist kottidesse ja asetatakse viivitamatult pressi alla.

Kalamarja pressimisel kõrvaldatakse esmajärjekorras tema pinnalt (pressitakse välja) soolvesi, peale selle eemaldub temast ka teatud kogus rasva ja lämmastikaineid.

Pressimise alguses eemaldub ainult soolalahus, seejärel aga marjaterade purunemise määral hakkab läbi koti pooride välja tungima piimavärvi vedelikku, mida tuleb kätega vahetpidamata eemaldada. Pressimine loetakse lõppenuks, kui vedeliku eraldumine aeglustub. Kott kalamarjaga võetakse pressi alt välja ja viiakse lauale jahtumiseks.

Pärast jahtumist võetakse kalamari kotist välja ja segatakse künas, aga mõnikord ka vahetult kotis, kätega segamini (sõtkutakse), et anda talle ühtlast konsistentsi.

Valmiskalamari pakitakse tünnidesse või karpidesse.

Pumbiskalamarja valmistamine

Kalamari soolatakse vahetult pumpides — soolvees. Suured pumbid lõigatakse eelnevalt tükkideks, pikkusega 10—12 cm. Soolamist teostatakse külmas keedetud küllastatud soolvees ja see kestab keskmiselt umbes 8 min.

Sooldumise ajal liigutatakse pumpe soolvees kätega, et pumbid ühtlasemalt soolduksid.

Sooldunud pumbid laotakse sõelale (restile) ja pärast 5—7-tunnilist hoidmist soolvee nõrgumiseks pakitakse tünnidesse.

Pastöriseeritud teralise kalamarja valmistamine

Pastöriseerimiseks nimetatakse produkti töötlemist soojaga 55—70°-ses temperatuuris, mis soodustab temas mikroorganismide vegetatiivsete vormide hävitamist.[1] Pastöriseerimine on produkti osaline mittetäielik steriliseerimine; kasutatakse seda sel korral, kui steriliseerimiseks vajatav kõrge temperatuur (100—120°) mõjub produkti maitsele ja konsistentsile negatiivselt. Kuumutamisel üle 70° kalamarja valgud kalgenduvad ja selle tagajärjel halveneb tema maitse, värvus, lõhn ja konsistents.

Pastöriseeritud produktid, milliseid ainult üks kord mõõdukalt kuumutatakse, ei talu tavaliselt kauast säilitamist ja riknevad nendesse jäänud mikroorganismide spooride arenemise tagajärjel. Selleks et produktis hävitada mikroorganismide spoore, kasutatakse mitmeastmelist või korduvat pastöriseerimist, mis on esitatud Tyndalli poolt ja mida nimetatakse tindalliseerimiseks.

Tindalliseerimise olemus seisneb selles, et produkti hoitakse pärast esimest kuumutamist spooride kasvamiseks soodsas temperatuuris (termostaadis) ja siis kuumutatakse teistkordselt arenenud vegetatiivsete rakkude surmamiseks. Kui see osutub mitteküllaldaseks, siis hoitakse produkti uuesti termostaadis ja kuumutatakse kolmandat korda.

Tuurlaste marja kolmekordse pastöriseerimise meetod töö-

[1] Toiduainete niisuguse konservimismooduse võttis esimesena kasutusele Pasteur, kelle auks see meetod saigi oma nimetuse. Kalamarja pastöriseerimisel kalamarja enda fermendid osaliselt hävinevad, mis ühtlasi soodustab tema säilimisaja pikendamist.

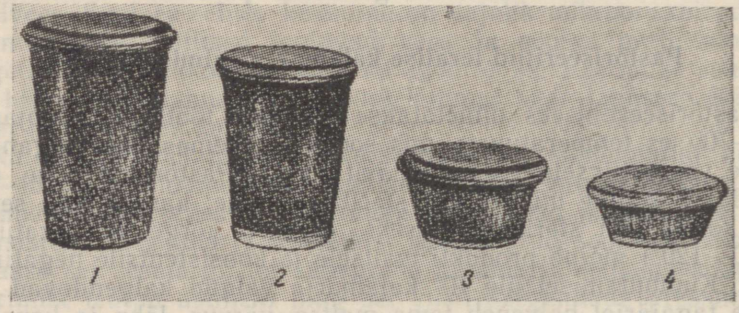
tati välja ja kasutati esimesena VNIRO poolt aastail 1926—1931.[1]

Hiljem, aastail 1948—1950 oli VNIRO töötajate poolt samuti tõestatud võimalus säilitamisel küllaldaselt vastupidava pastöriseeritud kalamarja saamiseks, kasutades ainult ühekordset kuumutamist.

Tuurlaste teralise marja pastöriseerimine on meie maal viimasel ajal saanud küllalt laialdase leviku. Maitseomaduste poolest ta erineb tavalisest teralisest kalamarjast.

Tuntakse kaht kalamarja pastöriseerimise viisi ja nimelt: värskest marjast ja soolatud poolfabrikaadist valmistatud kalamarja pastöriseerimine.

Esimesel juhul värsket kalamarja soolatakse nagu tavaliselt teralise kalamarja valmistamisel ja pärast soolvee eemaldamist



Joon. 55. Kalamarjaga täidetud purgid, mahutavusega (g-des):
1 — 168; *2* — 112; *3* — 56,7; *4* — 28,4.

pakitakse viivitamatult hermeetilistesse mittesuurtesse karpidesse ja suunatakse pastöriseerimisele.

Teisel juhul kasutatakse pastöriseerimiseks tavalist karpi soolatud teralist kalamarja, mis vastab vähemalt I sordile.

Pastöriseerimiseks pakitakse kalamari klaaspurkidesse mahutavusega 28 kuni 112 g (joon. 55) ja suletakse purgid plekist kaantega. Enne kalamarja pakkimist purke ja kaasi hoolikalt pestakse, kuivatatakse ja steriliseeritakse kuivas õhus kuumutamisega.

Kalamarjaga täidetud purgid suletakse hermeetiliselt vaakuumis eriliste masinate abil.

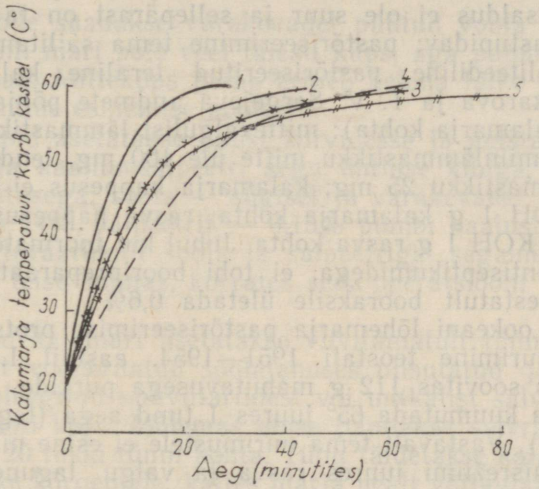
Pastöriseerimist teostatakse kalamarjaga täidetud purkide kuumutamisega vees, mille temperatuur on 60°, erilises aparaadis — pastörisaatoris. Vett pastörisaatoris kuumutatakse eelne-

[1] Esimesed katsed lõhilaste marja pastöriseerimiseks tehti Kaug-Idas 1920. a. Nizneje Pronge Kalakombinaadi meistri P. V. Mutškovi poolt.

valt, enne kalamarjapurkidega täitmist 62—63°-ni, arvestusega, et pastörisaatori täitmisel temperatuur langeb kuni 60°-ni.

Kalamarja kuumutamise kestus sõltub vastavalt purgi suurusest ja kujust. Joonisel 56 tuuakse kalamarja kuumenemise kõverad mitmesuguse suurusega purkide keskkohas pärast nende asetamist kuni 60—61° kuumendatud vette.

Kalamarja ühekordse pastöriseerimise valem praegu kasutatavate purkide puhul on järgmine:



Joon. 56. Kalamarjapurgi keskkohas kuumenemise kõverad pastöriseerimise protsessis temperatuuri kuni 60—61° juures:

1 — 28,4-grammine purk, diameeter 56—42 mm; *2* — 56,7-grammine purk, diameeter 61—46 mm; *3* — 112-grammine purk, diameeter 56—43 mm; kõrgus 82 mm; *4* — 168-grammine purk, diameeter 61—46 mm; kõrgus 97 mm; *5* — 112-grammine purk, diameeter 81—50 mm, kõrgus 40 mm.

purkide jaoks mahutavusega 28,4 g

$$\frac{30—180—20}{60°},$$

purkide jaoks mahutavusega 56,7 g

$$\frac{45—180—20}{60°},$$

purkide jaoks mahutavusega 112,0 g

$$\frac{60—180—20}{60°}.$$

Esimesed arvud (30, 45, 60) lugejas näitavad kalamarja purgi keskkohas kuumenemise aega kuni temperatuurini 60°,

teine arv (180) — kalamarja tegelikku pastöriseerimise aega ja kolmas (20) — kalamarjadega täidetud purkide külmas vees jahutamise aega pärast pastörisaatorist väljavõtmist. Kõigil juhtudel on aeg väljendatud minutites.

Pastörseeritud teralist kalamarja lastakse välja käesoleval ajal ühekordse ja kahekordse pastöriseerimisega. Kahekordselt pastöriseeritud kalamari erineb selle poolest, et tema konsistents on tunduvalt õrnem. Pressitud kalamarja pastöriseerida, nagu tööstuslik kontrollimine näitas, pole vajalik, kuna tema niiskusesisaldus ei ole suur ja sellepärast on ta säilitamisel küllalt vastupidav; pastöriseerimine tema säilitamise aega ei

Heakvaliteediline pastöriseeritud teraline kalamari peab T. I. Makarova ja T. V. Sergejeva andmete põhjal sisaldama (100 g kalamarja kohta): mittevalgulist lämmastikku mitte üle 30 mg, amiinlämmastikku mitte üle 100 mg, lenduvate aluseliste lämmastikku 25 mg; kalamarja happesus ei tohi ületada 3 mg KOH 1 g kalamarja kohta; rasva happesuse arv mitte üle 3,5 g KOH 1 g rasva kohta. Juhul kui toormaterjal valmistatakse antiseptikumidega, ei tohi booripreparaatide sisaldus ümberarvestatult booraksile ületada 0,6%.

Vaikse ookeani lõhemarja pastöriseerimise protsessi mitmekülgne uurimine teostati 1951—1954. aastail I. I. Lapšini poolt, kes soovitas 112 g mahutavusega purkide kasutamisel kalamarja kuumutada 65° juures 1 tund aega (tegelik pastöriseerimine). Vastavalt tema uurimustele ei esine niisuguse pastöriseerimisrežiimi juures rasva ja valgu lagunemist, kalamarja pH jääb muutmatuks, aga mikrobioloogiline seemendumine temas langeb kuni protsendi sajandikosani. Selle režiimi järgi pastöriseeritud kalamarjas happeline reaktsioon (pH 5,67—5,40) ja keedusoolasisaldus (~ 4,7%) loob ebasoodsad tingimused mikrofloora jäägi arenemiseks.

Pastöriseeritud kalamari teatud määral erineb tavaliselt soolatud kalamarjast lõhna ja värvuse poolest — ta on pisut heledam ja tal on nõrk keedetud valgu lõhn. Toote maitse on täiesti rahuldav, aga tema transportimise ja säilitamise võimalus tavalistes tingimustes kuni 3 kuud on küllalt tähtsaks eeliseks.

SOOM- JA TEISTE KALADE MARJA KONSERVIMINE

Soomkalamarja konservitakse soola ja kaaliumsalpeetri seguga, mis ei ole konservimisaineks, kuid muudab kalamarja värvuse paremaks.

Soomkalamarja soolatakse pumpides või pärast pumpide sõelumist läbi sarja. Esimese viisi järgi töödeldakse vobla ja tarani (nurg) marja, mida tuntakse «tarama» nimetuse all,

ning koha ja balhaši ahvena marja — «galagani». Teise viisi järgi töödeldakse sasaani, koha, latika, žerehhi, kutumi, vobla, haugi, säina, tarani, siberi särje, balhaši ahvena, aga samuti ka siiglaste, tursklaste, heeringlaste, härglaste ja pinagori marja. Kalamarja, mis on soolatud pärast sarjast läbisõelumist, nimetatakse sõelutud kalamarjaks.

Vobla ja tarani pumbiskalamarja — tarama valmistamine

Parem toode saadakse varakevadel püütud vobla ja tarani pumpidest, mil mari pole veel täiesti küps, aga pumbid küllaldaselt tugevad. Mitteküps pump erineb heleda läike ja tunduvate rasvakihtide esinemise poolest.

Marjapumbid asetatakse puust korvidesse ja puistatakse üle keedusoola ja kaaliumsalpeetri segu ühtlase kihiga, mida on võetud arvestusega: soola — sügisel ja varakevadel 12%, aga kevade lõpus 14%, salpeetrit — 0,15% pumbi kaalust. Pumbid segatakse ettevaatlikult soola ja salpeetriga segamini, korvi ühest otsast teise suunas, korrates seda operatsiooni vähemalt 3—4 korda.

Eelsoolatud kalamari asetatakse viivitamatult tünni, milline on seestpoolt vooderdatud soolalahuses niisutatud ja natuke kuivatatud pleegitud puuvillariidest või mitkalist salvrätikuga, millisel on koti kuju. Mõlemas otsas pannakse salvrätiku alla loorberilehti 20 tükki tünni kohta. Tünn täidetakse kalamarjaga äärtest natuke kõrgemale, kattes marja pealt väljaulatuva riide otstega ja ülemise kaanega. Sellises olekus hoitakse kalamarja 3—5 ööpäeva sõltuvalt ruumi temperatuurist.

Tekkinud soolvee kõrvaldamiseks asetatakse kalamari nõrguma, milleks ülemisi tünnivitsu lastakse vabamaks. Nõrgumine kestab 1—3 ööpäeva. Siis toimub tünnide järeltäitmine samakvaliteedilise kalamarjaga ja tünnid kaanetatakse.

Nimetatud viisil valmistatud tarama on poolfabrikaat. Laagerdunud produkti saamiseks tuleb kalamarja hoida 8—10° temperatuuri juures 10—15 päeva ja rohkem. Temperatuuri alanemisel laagerdumise aeg vastavalt pikeneb. Laagerdumisel kalamari omandab iseloomuliku meeldiva lõhna.

Koha pumbiskalamarja — galagani valmistamine

Pumpe soolatakse erilistes kuivades kastides, millede esisein tehakse lahtivõetavana, et kasti täitmine ja sooldunud pumpide väljavõtmine oleks hõlpsam. Kasti põhjas, põrandast 10—15 cm kõrgusel on avaused, et soolvesi saaks vabalt välja voolata. Kasti umbkaudsed mõõtmed on 250 × 80 × 150 cm.

Kast vooderdatakse seestpoolt roguskitega, mis on nööriga kinni õmmeldud.

Soolamise tehnika on järgmine: pumbid veeretatakse soolamislaudadel ümberringi kokku soolaga (jahvatusaste nr. 1), kuhu on lisatud salpeetrit arvestusega 100 g iga 100 kg soola kohta, asetatakse siis lauale ja puistatakse uuesti soolaga üle. Enne kasti täitmist puistatakse selle põhja jämedat soola (jahvatusaste nr. 3) kihi paksusega 1,0—1,5 cm. Pumbid visatakse laualt koos soolaga kasti; seejuures tuleb hoolikalt jälgida, et kastis pumpide vahel oleks soolakiht; iga pumbirida puistatakse üle jämeda soolaga. Vaheldumisi pumpide kihiga puistatakse pumpidele jämedat soola ja kast täidetakse kuni ääreni kalamarjaga.

Soolamisel kulutatakse kuni 16% peenikest ja 17% jämedat soola. Üldine soolakulu on 30—33% pumpide kaalust.

Sooldunud pumpe (poolfabrikaat) pestakse soolalahuses, mille erikaal on 1,16. Lahusesse lisatakse 0,2% salpeetrit. Pesemist teostatakse väikestes vannides võrgulinast põhjaga sõeladel. Pumpide iga partiid pestakse järgnevalt kolmes vannis ja kantakse siis laudadele sorteerimiseks. Sorteeritud pumbid laotakse tünnidesse, mille põhi on eelnevalt kaetud kahe pärgamendikihiga [1].

Sõelutud kalamarja valmistamine

Kalamari sõelutakse läbi sarja kaalult mitte üle 0,5 ts, pannakse siis vanni ning puistatakse üle soola ja salpeetri seguga arvestusest 10 kuni 14% soola ja 0,1% kaaliumsalpeetrit kalamarja kaalust. Kalamarja segatakse puust segajaga. Sooldumise alguses kalamari vedeldub, mis on tingitud soolvee tekkimisest, kuid edasisel segamisel ta paisub ja muutub paksemaks. Segamine lõpetatakse siis, kui kalamari enam segaja külge ei kleepu. Sooldumise kestus sõltub kalamarja temperatuurist: temperatuuri juures 5—10° kestab protsess 25—30 min., 15° juures 15—20 min.

Sooldunud kalamari pakitakse tünni, kaetakse puust kettaga (kaanega), pealt aga presendiga ja jäetakse siis 3—4 päevaks seisma. Siis lastakse tünnidel pealmist vitsa järele ja jäetakse sellisesse asendisse kevadel 1—2 ööpäevaks, sügisel 2—3 ööpäevaks tekkinud soolvee äranõrgumiseks. Pärast tähendatud aja möödumist tünnid täidetakse samakvaliteedilise kalamarjaga ja siis kaanetatakse.

Kalamari pakitakse kuni 100 l mahutavusega soolveekindlatesse tünnidesse, mis on valmistatud pärna-, tamme-, haava-

[1] Pärast sooldumist kohamarja kaal väheneb 20% võrra.

või kuuselaudikutest; tünni põhja ja kaane alla asetatakse pärgamendist kettad.

Kalamarja kaalukadu soolamisel moodustab 8—20% sõltuvalt toormaterjali kvaliteedist ja valmiskalamarja soolsusest.

Soomkalade marja keemiline koostis on toodud tabelis 87 (VNIRO andmetel).

Tabel 87

Toote liik	Kalamarja keemiline koostis %-des			
	niiskus	valk	rasv	sool
Voblamari sõelutud				
kevadine	59	23,5	3,9	10,0
sügisene	55,3	25,2	5,8	10,1
Latkiamari sõelutud				
kevadine	58,3	24,5	2,7	9,8
sügisene	57,0	28,0	4,2	8,1

Sõelutud kalamarja valmistamine nelma ja siia marjast, kasutades soolvees soolamist [1]

Sõelutud kalamarja võib valmistada soolvees soolamise kasutamisega nelma, muksuni, tširi ja teiste siiglaste, aga samuti ka haugi, lutsu ja meretindi pumpidest.

Kvaliteedi ja kala liigi järgi sorteeritud pumpe pestakse 2—3 minuti jooksul puhtas magedas vees, mille temperatuur ei ületa 10°.

Pärast nõrgumist sõelutakse pumbid läbi puuvillaniitidest sarja, et kalamari vabaneks ühendkudedest ja kilest; kui kalamarja saabub suuremates kogustes, siis võib kasutada kalamarja sõelumise seadeldist. Sõelutud kalamari tuleb koguda võrkpõhjaga kastidesse või kanderaamidele, mis soodustab temast niiskuse paremat eraldumist.

Kalamarja soolatakse küllastunud soolvees. Soolalahuse valmistamiseks kasutatav sool peab sisaldama minimaalsel arvul magneesiumi- ja kaltsiumisoolade lisandeid. Vajaliku puhtusega soola puudumisel tuleb seda varem vajalikus koguses ette valmistada tavalisest tööstuslikust soolast, pestes viimast mitu korda küllastatud soolalahusega ja kõrvaldades sellega kahjulikud lisandid; pestud soola kuivatamine pole siin oluline.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata soola maitsele: kui tema 5%-lisel lahusel (1 liitri vee kohta võtta 60 g soola) on mõru või mingi muu soolale mitteomane kõrvalmaitse, siis ei tule seda kalamarja soolamiseks kasutada, kuna soolatud produkt omandab samasuguse kõrvalmaitse.

[1] See osa on kirjutatud K. A. Baškirovi materjalide järgi.

Kalamarja soolatakse püttides. Soolvett võetakse kalamarja kaalu suhtes kolmekordses koguses. Soolvee temperatuur hoitakse 12—15° piirides. Püti põhja puistatakse 3—5 kg jämedat puhast soola soolvee kanguse tõstmiseks, mille kontsentratsioon kalamarja soolamise protsessis võib langeda.

Soolamise ajal tuleb kalamarja soolvees vahetpidamata puust segajaga segada. Kui soolvee pinnal esineb palju lõhkenud marjaterade kestakesi, siis see tähendab, et kalamarja sõelumine pole olnud korralik (pumpe on üleliigselt pigistatud).

Nelma marja soolamine kestab 2—5 min., haugi- ja lutsumarjal 2—4 min., siia- ja meretindimaterjal 2—3 min.

Soolatud kalamari asetatakse korvidesse või restidesse, kus teda hoitakse 4—10 tundi üleliigse soolvee äranõrgumiseks.

Selle operatsiooni lõpp määratakse kindlaks marjatera kuivuse järgi (puistumisest) ja soolveetilkade puudumisest korvi või resti põhjal. Pärast nõrgumist kalamari paigutatakse tünnidesse.

Enne kalamarja pakkimist lastakse tünnivitsad järgi ja tünnid täidetakse kalamarjaga ääreni; täidetud tünne hoitakse kalamarja vajumiseks 12—15 tundi, pärast seda teostatakse tünnide järeltäitmine samakvaliteedilise kalamarjaga ja tünnid kaanetatakse.

Vinnutatud kalamarja valmistamine lobani, kefaali ja pelamiidi marjast

Lobani ja kefaali mari on väga peenikese teraga ja pumbi kest on nendel väga õhuke. Peale selle on pump väga tihedalt kala kõhu siseseinte külge liibunud. Sellest tingituna tuleb kala pumbi väljavõtmisel väga ettevaatlikult lahata, et pumpi mitte rikkuda.

Jahutatud vees pestud pumbid asetatakse pärast suuruse järgi sorteerimist tammepuust soolamisvanni, mille põhja eelnevalt puistatakse soola. Iga pumbikiht omakorda puistatakse üle soola ja peenekspurustatud jää seguga. Soolamiseks kasutatakse soola, mille jahvatusaste on nr. 1. Soolamisvanni asetatud pumpidekihi paksus ei pea olema üle 40 cm; pumpide pealmine kiht puistatakse üle jää ja soola seguga, pärast aga kaetakse roguskitega või kotiriidega. Peale seda kallatakse vanni sisule peale soolvesi erikaaluga 1,18—1,19. Lobani pumpe soolatakse 6—7 tundi, aga kefaali pumpe kuni 3 tundi (86).

Sooldunud kalamari võetakse vannist välja ja asetatakse stellaažidele 40—50 minutiks nõrguma. Selle aja kestel toimub pumpides soolsuse osaline ühtlustumine. Kuid pumpide pealmine kiht on siiski soolasem kui sisemus; selleks et neid magedamaks muuta, leotatakse pumpe vees umbes 30 min. vee

ja kalamarja vahekorras 2 : 1. Pärast leotamist pumpe vinnutatakse. Pumpide vinnutamine toimub lahtises õhus (parem on varikatuse all) 25—40 päeva. Pärast 15—20 ööpäeva kristalliseerub tavaliselt pumbi pinnale sool, mille kõrvaldamiseks kaubale meeldivama välimuse andmiseks pumpe keedetakse, s. o. leotatakse täiendavalt 20—30 min. jooksul vees, mis on kuumendatud 40—50°-ni (86).

Pärast tahendamist ja kvaliteedi järgi sorteerimist kaetakse pumpide pind 1,5—2 mm paksuselt vahakihiga. Pumbid, millede külge vahakest on hästi kleepunud, võivad säilida normaalse temperatuuri juures kuni 1 aasta, kuna vahaga katmata pumpides rasv räästub juba 1—1,5 kuu möödumisel.

Valmispumbid pannakse 15—16 kg mahutavusega kastidesse, millised seestpoolt on vooderdatud pärgamendiga; iga pumbirea vahele asetatakse samuti pärgament.

Vinnutatud kefaali- ja lobanimari sisaldab soola 4—5% (86). Vinnutatud pelamiidimarja valmistamine erineb järgmiste iseärasuste poolest. Pelamiidi pumbi kaal moodustab 8—9% kala üldkaalust. Pumpide soolamist teostatakse küllastatud soolvees 2 tunni kestel, pärast seda pumpe leotatakse pool tundi. Leotatud pumpidest vee eraldamiseks hoitakse neid 2—3 päeva pressi all ning pärast seda vinnutatakse õhus 10—12 ööpäeva.

Vinnutatud pelamiidimarja soolsus on 9—10%; kalamarja väljatulek moodustab 28—30% värskete pumpide kaalust.

Pastöriseeritud kalamarja valmistamine soomekalade marjast

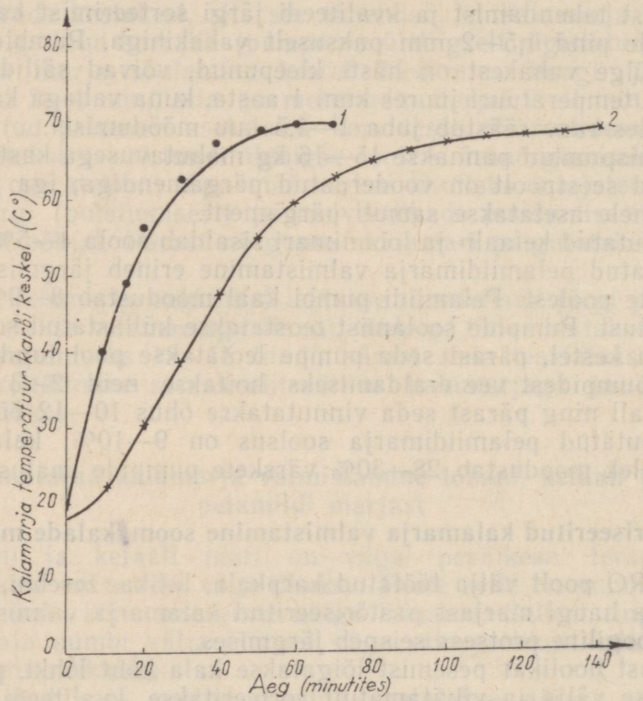
VNIRO poolt välja töötatud karpkala, latika, žerehhi, vobla, koha ja haugi marjast pastöriseeritud kalamarja valmistamise tehnoloogiline protsess seisneb järgmises.

Pärast hoolikat pesemist lõigatakse kala kõht lõhki, pumbid võetakse välja ja viivitamatult sorteeritakse kvaliteedi järgi. Tugevate tehniliste vigastustega (läbilõigatud või rebestatud) ning vere või sapiga määrdunud pumbid ei kõlba pastöriseeritud kalamarja valmistamiseks.

Kalamari sõelutakse annustega mitte üle 20 kg puhastesse eelnevalt ettevalmistatud vaasidesse, millised on klooritud veega loputatud, ja nendes vaasides viivitamatult kalamari soolatakse kuiva slavjanski soolaga (4—5% soola kalamarja kaalust).

Sool ja kalamari segatakse vaasis 10—15 min. jooksul mõlaga hoolikalt segamini, kuni kalamari hakkab paksuks minema (paisuma). Soolatud kalamari pakitakse võimalikult kiiresti karpidesse, et vältida produkti tunduvat mikroorganismidega seemendumist. Kalamari pakitakse plekk-karpidesse nr. 4 mahutavusega 220 g ja klaaspurkidesse mahutavusega kuni 250 g.

Kalamari pakitakse karpi puhta supilusikaga või erilise labidakesega ja pärast seda kaetakse karp viivitamatult kaanega ja suletakse tavalistel sulgemismasinatel. Suletud karbid pestakse sooja veega puhtaks ja viivitamatult suunatakse pastöriseerimisele, mida teostatakse erilistes aparaatides kalamarjaga täidetud karpide kuumendamisega vees kuni 70°-ni. Kasutatakse kahekordset pastöriseerimist.



Joon. 57. Kalamarja kuumutamine mitmesugustes karpides:
1 — temperatuuri kõver karbi nr. 4 keskkohas; *2* — temperatuuri kõver karbi nr. 83 *T* keskkohas.

Kõverad, mis iseloomustavad kalamarja temperatuuri karpide nr. 4 ja 83 T keskkohas pastöriseerimise ajal, on T. I. Makarova ja T. V. Sergejeva andmete järgi toodud joonisel 57. Karbi nr. 4 keskkohas kuumeneb produkt kuni 70°-ni 50 min, jooksul, aga karbis nr. 83 T — 140 min. jooksul.

Pärast esimest kuumutamist jahutatakse karpe kalamarjaga vannis, külmas voolavas vees 20 min. (kuni temperatuur karbi keskkohas langeb 20—25°-ni), aga pärast seda hoitakse karpe üks ööpäev termostaadis 24°-se temperatuuri juures; pärast teistkordset kuumutamist ja jahutamist karbid kalamarjaga suunatakse pakkimisele.

Kalamarja karbis nr. 4 pastöriseerimise valemil on järgmine kuju:

$$\frac{50-60-20}{70^\circ} \quad \frac{1440}{24^\circ} \quad \frac{50-60-20}{70^\circ}.$$

Esimene murd valemis iseloomustab esimese kuumutamise režiimi, teine murd termostaadis hoidmise režiimi, kolmas murd — teistkordse kuumutamise režiimi.

Murru lugejas on aeg antud minutites; esimene arv (50) näitab kalamarja kuumenemise kestust karbi keskkohas kuni 70°; teine arv (60) kalamarja pastöriseerimise tegelikku kestust ja kolmas arv (20) jahutamise kestust; teise murru lugeja (1440) tähendab termostaadis hoidmise aega.

Pastöriseeritud soomkalamarjal, vastavalt T. V. Sergejeva analüüsidele, on järgmine keemiline koostis (tabel 88).

Tabel 88

Kalamarja liik	Kalamarja keemiline koostis %-des			
	vesi	NaCl	valk	rasv
Karpkalamari	61,5	5,3	25,1	1,2
Latikamari	60,7	5,2	26,4	1,4

Pastöriseeritud soomkalamarjal on väga meeldiv välimus ja hea maitse. Tavalisest soolatud kalamarjast erineb ta väiksema soolsuse poolest, ta konsistents on pisut venivam ja omab nõrgalt hapukat kõrvalmaitset.

Pastöriseerimise kasutamine võimaldab nõrga soolsusega kalamarja tunduvalt kauem säilitada.

X PEATÜKK

KALA KUIVATAMINE ATMOSFÄÄRIRÕHU JUURES

Kala kuivatamine võeti esimesena kasutusele muistses Babüloonias ja Egiptuses umbes 5000 aastat enne meie ajaarvamist, samuti ka elanike poolt, kes paiknesid Pärsia lahe ja Punase mere rannikutel (70).

Juba 2000 aastat hiljem (3000 aastat e. m. a.) oli kuivatatud kalal võrdlemisi suur tähtsus föniiklaste linnriigi kaubanduses, kus eriti paistis silma Sidoni linn (kalapüügilinn). Föniiklaste linnad olid rohkem kui kahe tuhande aasta jooksul peamised kuivatatud kalakaupade hankijad paljudele riikidele Vahemere basseinis, sealhulgas ka Egiptusele (70).

Kala vinnutamist niisuguses mõttes, nagu meie seda nüüd mõistame, arvatavasti hakati esimesena kasutama kimmeerlaste ja teiste rahvaste poolt, kes elasid Kaspia ja Aasovi mere rannikul (38, 42). Kreeklased, rajades VII sajandil e. m. a. kaubanduslikud suhted nende rahvastega, ostes nendelt kalu, võtsid kahtlemata nendelt üle ka mõningad kalatöötlemise viisid, sealhulgas eriti vinnutamise.

Kuivatatud kalakaupu nimetati muistses Kreekas melandrya; tuurlastest ja tuunikaladest valmistasid kreeklased produkte, millised on väga sarnased meie aja balõkk-toodetele (196).

Vene rahvas, arendades aktiivset kaubandust Bütsantsi rahvastega ja Idamaadega, kindlasti juba Kiievi riigi kujunemise perioodil (IX s.) oskas kala kuivatada ja vinnutada. Skalkovski materjalide järgi (150) kogunesid tuhanded «burlakid» kogu Venemaa lääne- ja lõunakaartest Doni jõe suudmesse kala püüdma (X s.). Venelaste poolt Doni jõesuudmes valmistatud kuivatatud ja vinnutatud kala veeti laiali üle terve Venemaa, suurtes kogustes veeti seda välja ka teistesse riikidesse (125, 150).

On alust arvata, et norralased ja rootslased (normannid), pidades kaubanduslikke sidemeid Bütsantsiga üle Venemaa territooriumi, kasutasid kala kuivatamisel ja vinnutamisel venelaste ja teiste rahvaste kogemusi, kes paiknesid Ida-Euroopas ja Lähis-Idas.

Kalapüügi ja iseäranis tursapüügi arenemisega (XIV s.)

Põhja-Euroopas suunati teda suurtes kogustes pärast eelnevat lapikuks lahkamist kuivatamisele [1].

Nii liikus järk-järgult see konservimise moodus Vahemere, Musta mere ja Kaspia mere rannikult põhja poole ja sai meie ajal niisugustes maades, nagu Norra, Kanada ja Island, küllalt levinud viisiks tursklaste töötlemisel.

Cuttingi andmetel (192) nendes maades, kus tegeldakse tursa püüdmisega Atlandil, säilitatakse kuivatamisega turska umbes 9 milj. ts ehk 50% tema aastapüügist selles basseinis.

Kuivatatud tursa kvaliteet on võrdlemisi madal. Kuivatatud tursk suunatakse peaasjalikult Lääne-Aafrikasse, Ladina-Ameerika ja Kariibi mere maadesse.

Tursa kuivatamine ei ole leidnud meie maal suurt levikut, kuna aga paljude kalade vinnutamisel, eriti Volga-Kaspia ja Aasovi-Musta mere basseinides oli ja on ka käesoleval ajal sellel suur tähtsus. Kasutades kuivatamist ja eriti vinnutamist, valmistatakse NSV Liidus iga aasta umbes 150 000 ts kalatooteid.

Kuivatamist (veetustamist) kasutatakse **mitte ainult** kala konservimise eesmärgil, vaid paljudel juhtudel ka sellepärast, et saada teatud maitseomadustega kaupa. Sellepärast ei tule kuivatamise protsessi kuivatatud ja eriti vinnutatud **kalakaupade** valmistamisel käsitleda kui mehaanilist niiskuse eemaldamist kalast.

Kuivatatud ja vinnutatud kalakauba valmistamiseks kasutatakse käesoleval ajal latikat, voblat, tarani, vimma, kefaali, šemajat, turska, koha, haugi, järvetinti, härglasi, meretinti ja teisi kalu. Peale selle on kuivatamine mõningate konserviliikide (sardiinid) ja balõkktoodete valmistamisel suure tähtsusega protsess, mis parandab produkti maitset, konsistentsi ja kaubalist väljanägemist.

Kasutamisel on kaks peamist kuivatamise moodust: kuum ja külm. Kuumkuivatamist teostatakse ainult kunstlikes tingimustes — erilistes kuivatamisseadeldistes; kuivatamise temperatuur kõigub alates 80 kuni 200°. Külmkuivatamist teostatakse nii kunstlikes kui ka looduslikes tingimustes õhu temperatuuriga kuni 40°.

KALAKUIVATITE KLASSIFIKATSIOON

Kuivatite konstruktsioon on väga mitmesugune, aga kui lähtuda ainult rõhust, mille juures kuivatamist teostatakse, ja protsessi organiseerimisest (perioodiline või pidev), siis võib

[1] Tursa kuivatamine võeti esimesena kasutusele novgorodlaste poolt XII s. ja XV s. kuivatati turska suurtes kogustes Solovetski kloostris (123, 131, 137).

neid liigitada kahte gruppi: perioodiliselt või pidevalt töötavad atmosfäärilised kuivatid ja perioodiliselt või pidevalt töötavad vaakuum-kuivatid.

Perioodiliselt töötavaid atmosfäärilisi kuivateid iseloomustatakse katkendliku tööga, mis on seotud nende perioodilise kalaga täitmise ja tühjendamisega. Sellist tüüpi kuivatid on kuni käesoleva ajani laialt levinud kalast toidukaupade tootmisel (kuivatatud kala), kuid kalast kuivatatud mittesöödavate produktide (söödajahu, väetis) tootmisel on nad juba haruldus-eks.

Perioodiliselt töötavad kuivatid ei ole kuigi ökonoomsed; nad nõuavad võrdlemisi suurt soojusekulu kambrite soojendamiseks enne kalaga täitmist, aga samuti ka suurt käsitsitööd; nendes kuivatites on võrdlemisi raske kuivatatava materjali ühtlase temperatuuri hoidmine; samal ajal aga on nendel kuivatitel teatud paremused, mis seisnevad selles, et nad on lihtsad konstruktsioonilt ja ka ekspluateerimisel. Neid kuivateid on otstarbekohane siis kasutada, kui vajatakse pikemaajalist kuivatamist või kui kuivatatav kala on mitmesuguse suuruse ja lahkamisviisiga, mis on seotud kuivatamisrežiimi sagedase muutmisega.

Pidevalt töötavaid atmosfäärilisi kuivateid iseloomustatakse kala pideva täitmise ja tühjendamisega ja protsessi püsivusega ajaliselt, mis kergesti allub reguleerimisele. Kala kuivatamiseks kasutatakse tavaliselt niinimetatud otsevoolukuivateid, s. t. mil kuivatamisagent (soojendatud õhk) ja kala liiguvad kuivatis ühes suunas.

Pidevalt töötavad atmosfäärilised kuivatid said suure leviku utiilitööstustes kalast söödajahu valmistamisel. Kuivatatud toidukala valmistamiseks neid kuivateid ei kasutata, kuna kala tervikuna (peenendamata) kuivatamise protsess on pikaajaline, mis nõuab liiga suurte mõõtmetega kuivatite ehitamist.

Perioodiliselt ja pidevalt töötavad vaakuum-kuivatid ei ole leidnud veel kalatööstuses suurt tööstuslikku kasutamist, kuid nendele kuulub kahtlemata tulevik. Vaakuum-kuivatites teostatakse kala kuivatamist atmosfäärilisest rõhust väiksema rõhu juures, mõningatel juhtudel kasutatakse tunduvalt suurt vaakuumit ($P_{jääk} = 0{,}5 - 1{,}0$ mm elavhõbedasammast).

Nende kuivatite konstruktsioonilisi erinevusi vaatleme spetsiaalselt järgmises peatükis.

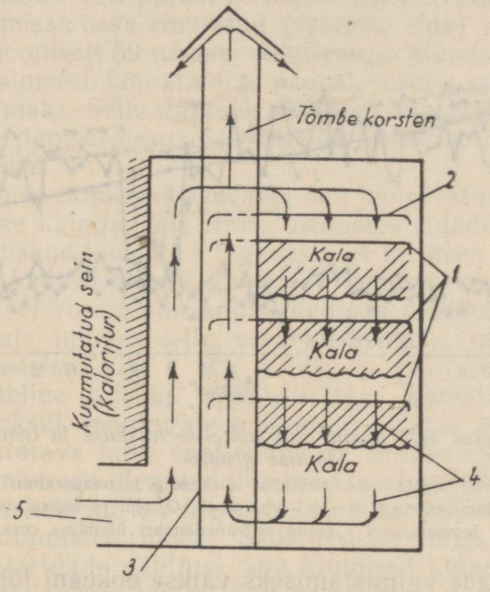
KUIVATID KALA KÜLMKUIVATAMISEKS

Kuivatid kala külmkuivatamiseks on loodusliku ja kunstliku õhutsirkulatsiooniga.

Kuivatid loodusliku õhutsirkulatsiooniga

Antud kuivatite töötamise põhimõte seisneb selles, et välisõhk pärast kokkupuutumist soojendatud kalorifeeri seinaga loodusliku tõmbe mõjul, mis tekitatakse tõmbetorus, suundub kuivati kambrisse, läbib kalaread, võtab kalalt niiskuse ja eemaldub kambrist.

Kuivati koosneb kolmest peamisest osast: erilistest seadeldistest (kalorifeerist, veeimajast ja teistest) välisõhu kuivatamis-



Joon. 58. Kuivati soojendatud õhu kalale suunamisega ülalt:
1 — riiulid; *2* — vahelagi; *3* — topeltvõrk; *4* — nooltega on näidatud õhu liikumine; *5* — värske õhu kanal.

võime tõstmiseks; kuivatamiskambrist, kus teostatakse materjali (kala) kuivatamine soojendatud õhuga; ventilatsioonisüsteemist.

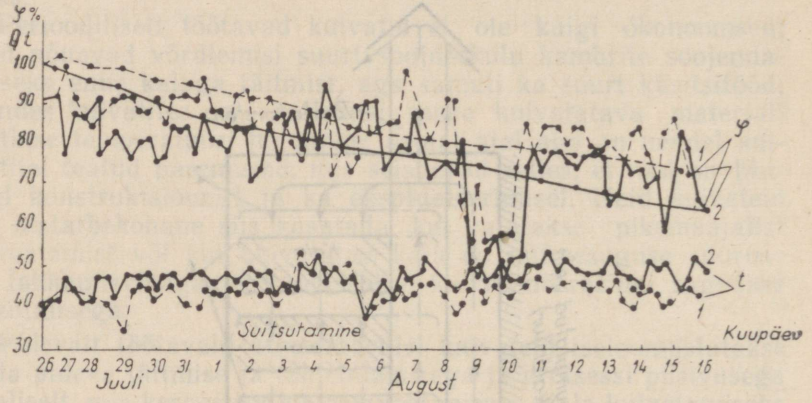
On olemas kahesuguse konstruktsiooniga loodusliku õhutsirkulatsiooniga kuivatusaparaate, millised töötavad teineteisele vastupidisel põhimõttel.

Kuivati soojendatud õhu kalale suunamisega ülalt. Kuivati ehitus on näidatud joonisel 58.

Välisõhk saabub kanali kaudu kalorifeeriruumi. Soojenedes kalorifeeris, täidab ta kuivati ülemise osa, tungides järk-järgult läbi vahelae pilude kambri töötavasse ossa. Õhu kokkupuutumi-

sel kuivatamise protsessis niiske ja külmema materjaliga (kalaga) tema absoluutne niiskus tõuseb, aga temperatuur langeb. Selle tagajärjel õhu erikaal suureneb ja ta langeb alla; alla langemise käigus, puutudes kokku kalaga, muutub õhk veelgi niiskemaks ja tema temperatuuri langus jätkub. Niimoodi on õhukambris tsirkuleerimise aluseks võetud tema erikaalu suurenemine niiskuse tagajärjel ja temperatuuri alanemine.

Kalaridadest läbikäinud õhk eemaldatakse kambrist; niisugust tüüpi kuivati töötati välja Giprorõbpromi poolt kuivatatud-soo-



Joon. 59. Kuivatises kala kaalu, õhu suhtelise niiskuse ja temperatuuri muutumise graafik:

1 — kõverad kaalu *G*, õhu ja suitsu suhtelise niiskuse φ ja temperatuuri *t* kohta kuivatuskambri esimeses alumises reas; *2* — kõverad kaalu *G*, õhu ja suitsu suhtelise niiskuse φ ja temperatuuri *t* kohta kuivatuskambri ülemises reas.

latud produktide valmistamiseks vaikse ookeani lõhest.

Prof. Grum-Gržimailo ja teised selle kuivatamispõhimõtte pooldajad töötasid välja selle materjalide jaoks, millised vajavad kuivatamisel mitte madalamat temperatuuri kui 80°. Antud juhul õhu kambrist eemaldamine temperatuuride võrdlemisi suure vahe mõjul kambris ja väljas toimub küllalt kiiresti.

Kala külmkuivatamisel ei ole õhu temperatuuri vahe kambri sisemuses (maksimaalne 40°) ja väljas küllaldane (eriti soojal aastaajal), et tagada kambris normaalset õhutsirkulatsiooni.

Peale märgitud põhilise puuduse on sellist tüüpi kuivatites järgmised väga olulised ekspluatatsioonilised puudused [1].

1. Kala ebaühtlane kuivamine kambri kõrguse järgi, mis seisneb selles, et ülemised read kuivavad kiiremini kui alumi-

[1] Nende kuivatite tööd uuriti autori poolt Ozerpahhi Kombinaadis tehase spetsialistide Nikolskaja, Poljakova, Novikova ja Kozlova osavõtul.

sed. See on hästi näha graafikust (joon. 59), mis näitab kala kaalukao, suhtelise õhuniiskuse ja temperatuuri muutumist amuuri suvisest ketast balõkkide kuivatamisel (poolkuivtoodete valmistamine [1]), mis on paigutatud kuivatis ülemistesse ja alumistesse ridadesse.

Vaatlusi kambri temperatuuri ja suhtelise õhuniiskuse muutumise ning kala kaalu muutumise kohta teostati neli korda ööpäevas (iga 6 tunni järel).

Balõkid, millised olid riputatud kambri ülemisse ossa (kolmas rida), sisaldasid vett pärast 20-ööpäevast kuivatamist 14%, aga kambri alumisse ossa riputatud (esimene rida) — 51%.

Nagu jooniselt 59 näeme, ei kuivanud alumisse ritta riputatud kala esimesel kuivatamise päeval, vaid vastupidi, muutus isegi niiskemaks. Selle nähtuse põhjuse väljaselgitamiseks tuleb jälgida õhu temperatuuri ja suhtelise niiskuse muutumist ülemistes ridades.

Kuivatamise esimestel päevadel õhu temperatuur tema kokkupuutel niiske kalaga, mis ripub ülemistes ridades, langes, aga suhteline niiskus tõusis nii tugevasti, et niiskeks muutunud õhk saabumisel kambri alumisse ossa ei omanud enam kuivatamisomadusi. Veel enam, õhk andis üleliigse niiskuse edasi alumisele kalareale, muutes selle veel niiskemaks, mille tagajärjel kala kaal tõusis.

Õhu suhteline niiskus alumises reas kuivatamise esimese 5 päeva jooksul, mõningate eranditega, ületas 90%.

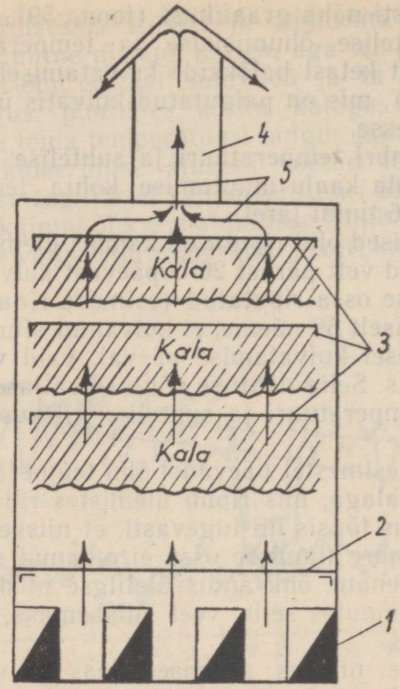
2. Kuivatatava kala vaatlemine on tülikas. Nagu ülal juba räägitud, kuivavad ülemised kalaread tunduvalt kiiremini. Balõkiks lahatud keta kuivab ülemistes ridades 6 päeva ja enam kiiremini kui alumistes ridades. Seda arvesse võttes tuleb teostada ülemiste kalaridade vaatlusi, aga alumised kalaread raskendavad protsessi kontrollimist. Selleks et kambri ülemistest ridadest kala välja võtta, tuleb kõik kamber tühjendada.

3. Kuivatamise temperatuuri reguleerimise raskus. Kala küpsemine ja rasva hapendumine ülemistes ridades kõrge temperatuuri mõjul, seebistumine ja hallitus alumistes ridades madala temperatuuri ja puuduliku õhutsirkulatsiooni tõttu — see on sagedaseks nähtuseks kala kuivatamisel seda tüüpi kuivatites. Nimetatud puuduste tõttu ei leidnud antud tüüpi kuivatid kuigi suurt levikut tööstuses.

Kuivatid soojendatud õhu kalale suunamisega alt. Seda tüüpi kuivatites on kalorifeer paigutatud alla; ta on kaetud puust restidega, mis on üheaegselt kuivati kambri põrandaks (joon. 60).

---

[1] Poolkuivtoodeteks nimetame niisugust kala, mille niiskusesisaldus on 40—45% piirides.



Joon. 60. Kuivati soojendatud õhu kalale suunamisega alt:
1 — kalorifeer; *2*— topeltpõrand; *3* — riiulid; *4* — tõmbelõõr; *5* — nooltega on näidatud õhu liikumine.

Kuivati töötab järgmisel viisil: kalorifeeri suitsutorude vahele paigutatud kanalites soojenenud väline õhk tõuseb üles ning soojuse surve ja tõmbetorus oleva tõmbe mõjul läbib kuivatatava materjali (kala) ja eemaldub kambrist.

Õhu suurem tsirkulatsioon, hõlpsam teenindamine, väiksem pindala, mida kuivati enese alla võtab, teevad käsitletava konstruktsiooni täiuslikumaks, võrreldes konstruktsiooniga, kus õhu juurdeandmine toimub ülalt.

Ülemiste kalaridade kuivamiskiiruse teatud mahajäämine ei muuda tööd keerulisemaks, kuna alumisi kalaridu on kambrist kerge välja võtta ja seejärel jätkata kala kuivatamist ülemistes ridades. Amuuri keskjooksu ettevõtetes oli ehitatud mõned niisugused kuivatid kuivatatud-suitsutatud balõkkide ja küljetükkide valmistamiseks ketast ja gorbuušast.

Korea tüüpi kuivatid (korea kanid) ja tavalised tööstuslikud suitsutamisahjud on tegelikult niisuguste kuivatite prototüübiks.

Kuivatid õhu kunstliku tsirkuleerimisega

Niisugust tüüpi kuivatite töötamise põhimõte seisneb selles, et väliskeskkonnast võetud õhk suunatakse ventilaatori abil läbi kalorifeeri ja siis läbi kuivatatava materjali (kala), milline asetseb kuivatuskambris, ning siis eemaldatakse kambrist. Õhu kuivatamisvõime tõuseb kalorifeeris seoses tema soojenemisega; viimastes, täiuslikuma konstruktsiooniga kuivatites kuivatatakse õhku täiendavalt. Niisugust tüüpi kuivatusseadeldiste hulka kuuluvad tunnel- ja tornkuivatid, milliseid tööstuses kasutatakse laialdaselt; nende konstruktsioonilisi iseärasusi käsitletakse kala suitsutamise kirjeldamisel.

KUIVATID KALA KUUMKUIVATAMISEKS

Kuni 200°-ni soojendatud õhuga kuumkuivatamisel toimub kalast intensiivne niiskuse auramine, milline eemaldatakse kuivatamiskambrist tõmbetoru või selleks eriti tehtud avauste kaudu auruna.

Mida kiiremini veaurudega küllastatud õhk kuivatamiskambrist eemaldatakse ja asendatakse kuiva, vajaliku temperatuurini soojendatud õhuvooluga, seda kiiremini kulgeb kuivatamine. Halva ventilatsiooni juures kuivatamine toimub aeglaselt, mis on eriti ohtlik kuivatamisel madalate temperatuuride juures, kuna toores kala läheb hapuks ja produkt hakkab riknema [1]. Sellepärast tuleb kuivatisse tingimata ehitada seadeldis külma õhu kalorifeeri soojendamisseadeldisse andmise ja kambrist küllastatud veeaurudega kuuma õhu eemaldamise reguleerimiseks.

Samuti tuleb arvestada seda, et liiga tugeva ventilatsiooni puhul õhk ei jõua soojeneda, mistõttu kuivati ahjud jahtuvad, see aga suurendab kuivatamise kestust ja võib põhjustada kvaliteedi langemise või isegi toote riknemise.

Peale eriliste kuivatite kasutatakse kala kuivatamiseks samuti vene ahjusid, harvemini leivaküpsetamise ja juurviljakuivatamise ahjusid.

Vene ahjud kütuse perioodilise põletamisega

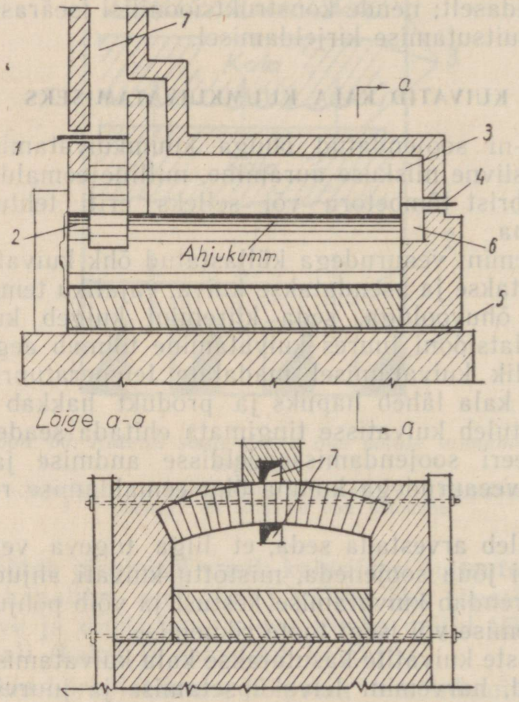
Neid ahjusid kasutatakse meie maal vanast ajast alates kala, eriti järvetindi kuivatamiseks.

Õhu tsirkuleerimiseks vene ahjus (joon. 61) tehakse ahju siibrile kaks horisontaalpilu (ülemine ja alumine) pikkusega

[1] Kala rasva hapendumine on iseloomulik kala külmkuivatamisel, kuid selliseid defekte tuleb ette ka kuumkuivatamisel, kui veeaurude eemaldamine kuivatist toimub aeglaselt.

8—10 cm ja laiusega 2 cm. Alumine pilu lõigatakse ahju põranda juures, ülemine 5—6 cm kaugusel ahju võlvist. Kui ahju siiber valmistatakse sirmiga, siis lõigatakse pilu ainult ahju põranda juurde laiusega 2 cm, aga ülemine pilu jääb siibri ja ahju võlvi põkukoha vahel. Nende pilude ja siibrite abil reguleeritakse õhu andmist ahju ja selle eemaldamist.

Kala kuivatamist vene ahjudes teostatakse järgmisel moodusel. Ahju köetakse enne kala kuivatamist. Sel eesmärgil pannakse suurtesse vene ahjudesse puud ja põletatakse ahju tagu-



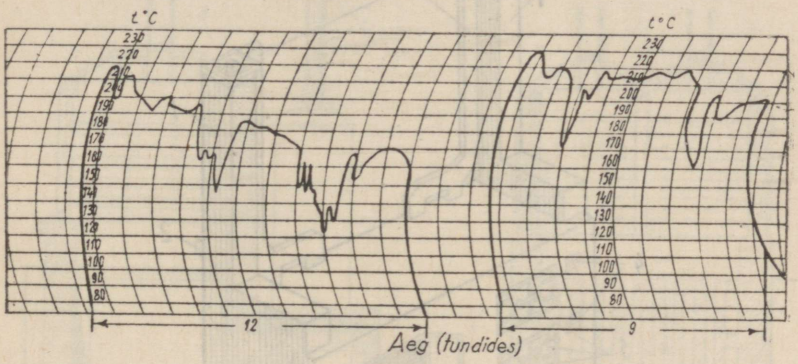
Joon. 61. Vene ahi:
1 — siiber; *2* — ahjusiiber; *3* — ventilatsioonikanal; *4* — siiber; *5* — vundament; *6* — ventilatsioonikanal; *7* — veeaurude ja suitsu väljumise kanal.

mise seina juures, aga siis kui puud on põlenud, tõmmatakse söed esiseinale ligemale ja süte peal põletatakse teine kogus puid. Väiksemates ahjudes põletatakse puid ainult ühe koha peal — ahju tagumise seina juures.

Kui puud on põlenud, siis lükatakse söed mööda ahjupõrandat laiali, eriti nurkadesse, kuumutades niimoodi ahjupõrandat 20—30 min.; ahju siiber ja suitsulõõrisiiber on suletud. Pärast

ahju kuumutamist tõmmatakse söed välja ja põrand puhastatakse tuhast. Niimoodi ettevalmistatud ahi täidetakse plaatidele asetatud kalaga, asetades plaadid otseselt ahjupõrandale [1].

Kala kuivatamise ajal on suitsulõõrisiiber natuke avatud, et veeaurud ja õhk saaksid sealtkaudu väljuda. Suurtes ahjudes tuleb ahju siiber rohkem avada. Sõltuvalt kala suurusest ja rasvasusest tuleb teda 2—3 tunni tagant ümber pöörata. Kuivatamine kestab 5 tundi ja enam. Kuivatamise ajal võetakse plaate ahjust perioodiliselt välja, võttes nendelt ära juba kuivanud kala.



Joon. 62. Temperatuurirežiim vene ahjus.

Vene ahjudes kuivatatud kala kvaliteet on hea, kuna protsessi algul kala kuivab kõrge temperatuuri juures ja lõpus on temperatuur madalam. Joonisel 62 on näidatud temperatuuri muutumine ahjus kuivatamise ajal. Temperatuuri mõõdeti termograafiga, mis paigutati ahju põranda keskkohta. Temperatuurikõvera järsk langus kahel korral tekkis ahju siibri avamisest kala kuivatamise ja termograafi töö jälgimiseks.

Vene ahjus kuumeneb kala peamiselt soojuse ülekandest kiirguse teel ja väiksemal määral konvektsioonist; niiviisi kuivab kala siin küpsetamise meetodil, millel on väga suur tähtsus toodangu kvaliteedile. Teistsuguse konstruktsiooniga ahjudes niisugust temperatuurirežiimi ja soojuse üleandmise viisi, nagu vene ahjudes, ei õnnestunud luua ja see avaldab tunduvat mõju kuivatatud kala kvaliteedile.

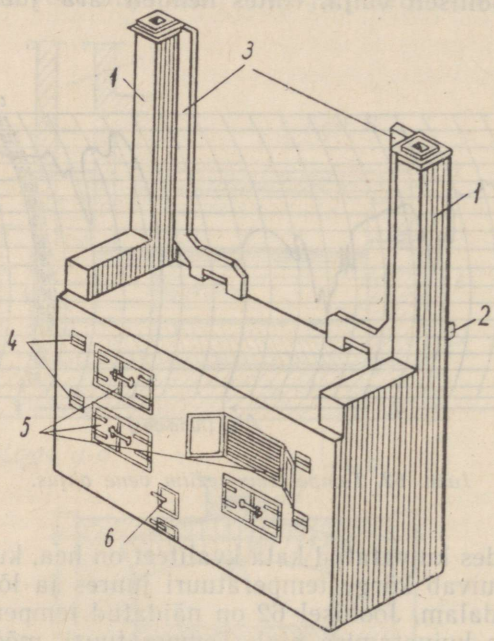
Vene ahjude puuduseks on katkendlik töötamine ja suur ajakulu nende soojendamiseks.

---

[1] Peenkala (järvetint) kuivatatakse vahetult ahjupõrandal.

Kala ahjuasetamise viisi järgi jaotatakse kalakuivatamise ahjud kahte tüüpi — põrand- ja võrkahjud. Esimesse tüüpi kuulub ins. Batanovi kalakuivatamisahi, teise tüüpi — Glavamurrõbpromi sõelahjud.

Batanovi ahi. Ehituse põhimõttelt sarnaneb Batanovi ahi kahekorruselisele kondiitri- või leivaküpsetamise ahjule (joon.

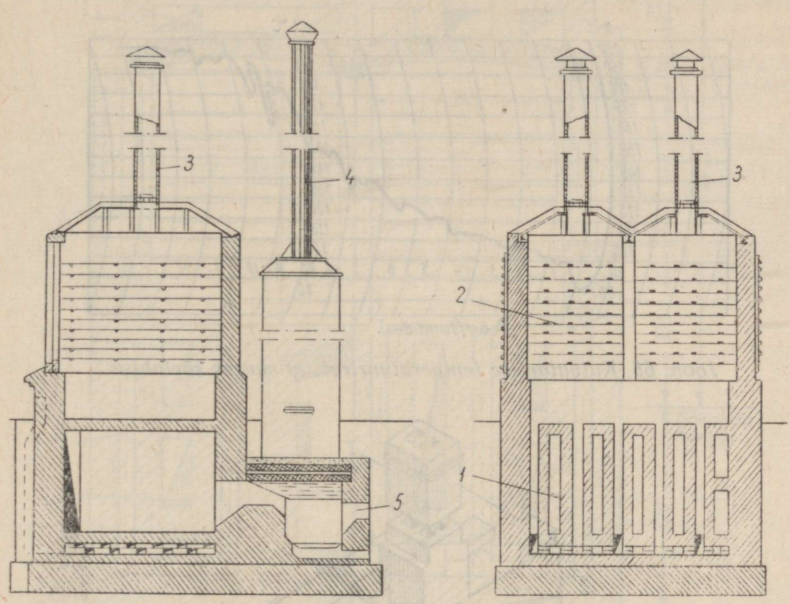


Joon. 63. Batanovi ahi:
1 — suitsulõõr; *2* — suitsukanali siiber; *3* — väljatõmbesahtid; *4* — avaused suitsukanalite puhastamiseks; *5* — kuivatamiskapp; *6* — kolle.

63). Kala kuivatamine toimub selles ahjus sel viisil, nagu vene ahjudes.

Batanovi ahjudel on tõsised puudused, millistest tuleb märkida järgmisi: suur temperatuurilangus ahjus pärast selle täitmist kalaga, mille tõttu kuivatamise protsess ei kulge vajaliku kiirusega, see aga avaldab mõju toodangu kvaliteedile; piki ahju põrandat on kuumenemine ebaühtlane — põranda tagumine osa kuumeneb rohkem kui suu juures; ahi vajab sagedast remonti (eriti põrand ja suitsulõõrid), mille tõttu tema ekspluatatsioon ei ole kuigi tasuv.

Suur sõelahi. Ahi koosneb juurdeehitatud küttekoldest (tellistest kalorifeerist) ja kuivatamiskambrist (joon. 64). Kalorifeer kujutab enesest maa sisse ehitatud tellistest ruumi, mis on sisustatud kõrgete tellistest suitsukanalitega. Tema juurde on ehitatud küttekolle; kütuse põlemisest tekkivad suitsugaasid läbivad suitsukanalid ja eemalduvad suitsulõõri kaudu. Kahel



Joon. 64. Suur sõelahi:
1 — kalorifeer; *2* — riiulid sõelte (restide) jaoks kalaga; *3* — õhu väljatõmbetorud; *4* — suitsulõõr; *5* — küttekolle.

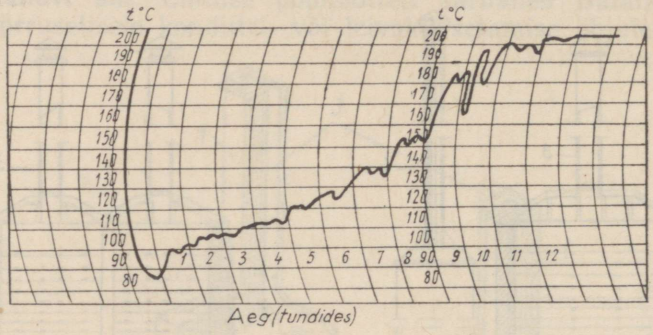
pool kalorifeeri on siibritega vooluavaused õhu kambrisse andmise reguleerimiseks.

Kuivatuskambril on uksed, milliste kaudu toimub sõelte või plaatide kambrisse asetamine, aga samuti ka väikesed luugid (aknad) kambri temperatuuri mõõtmiseks ja kala jälgimiseks. Sõelad (plaadid) paigutatakse kambris suunajatele, millised valmistatakse latt- või nurkrauast. Üldse mahub ahju kümme rida kalaga sõelu. Kalorifeerist antakse soojendatud õhku, mis pärast kalaga kokkupuutumist eemaldatakse väljatõmbetoru kaudu. Temperatuuri reguleerimist ja õhu tsirkuleerimise intensiivistamist kambris kuivatamise ajal teostatakse sissevoolu- ja väljatõmbeavauste avamise või sulgemisega ja põletatava kütuse kogusega küttekoldes.

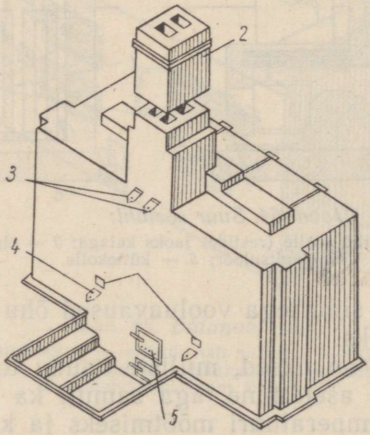
Sõelahjude puuduseks on kala ebaühtlane kuivamine ahju kõrguse järgi. Alumises reas olev kala, mis on kalorifeerile lige-

mal, kuivab tunduvalt kiiremini kui ülemises reas. Ahju kalaga täitmisel õhu temperatuur ahjus järsku langeb, mida on näha joon. 65 (temperatuuri mõõdeti kambri keskosas). Ahju mahub kuni 200 kg kala ja kuivatamine kestab 12—15 tundi.

Väike sõelahi. Nendes ahjudes on küttekolle kalakuivatamise kambrist eraldatud. Kuumad gaasid kulgevad küttekoldest kahte



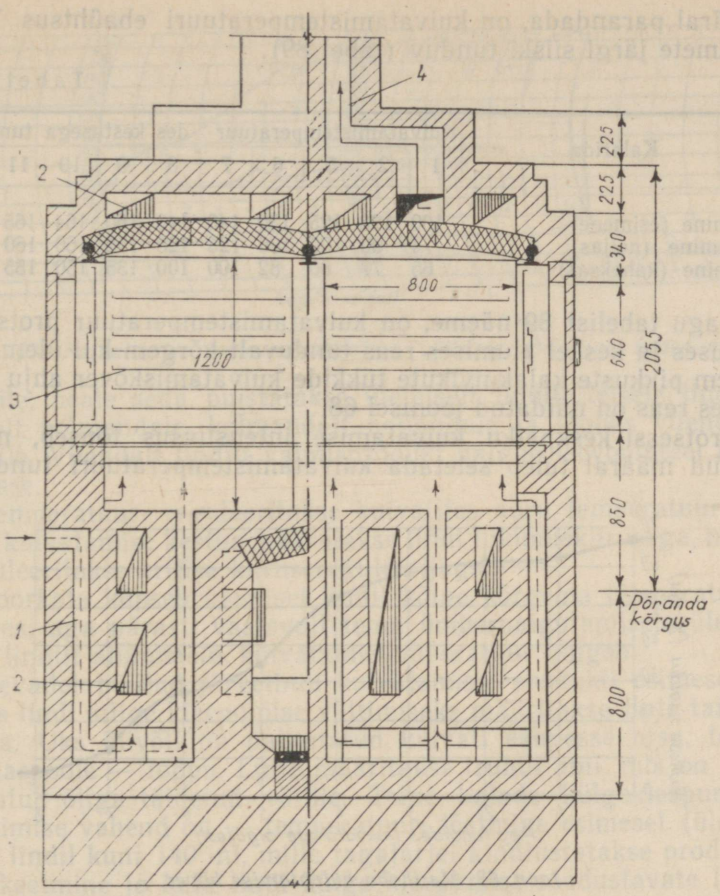
Joon. 65. Kuivatamise temperatuurirežiim suures sõelahjus.



Joon. 66. Väikese sõelahju üldvaade:
1 — õhukanalid; *2* — suitsulõõr; *3* — suitsukanalite siibrid; *4* — õhukanalite siibrid; *5* — küttekolle.

gaasikäiku — parempoolsesse ja vasakpoolsesse, millest kumbki soojendab vastavalt paremat ja vasakut kalakuivatamiskambrit (joon. 66), moodustades kolm alumist (kambri all) ja kolm pealmist (kambri võlvi peal) ringlust.

Joonisel 67 on toodud ahju läbilõige. Sissevoolukanalite kaudu saabuv õhk kuumutatakse küttegaasidega, ta uhab restidel



Joon. 67. Väikese sõelahju läbilõige:
1 — õhukamber; *2* — suitsukäigud; *3* — liist-riiul; *4* —õhuväljatõmbelõõr.

(sõeltel) asetsevat kala ja siis koos veeaurudega eemaldatakse väljatõmbetorude kaudu. Värske õhu andmist ja töötanud õhu eemaldamist reguleeritakse erisiibrite abil. Restid kalaga paigutatakse kambri kõrguselt 8 ritta erilistel riiulitel. Üldse asetatakse ahju 32 resti või plaati, 16 tükki kummassegi kambrisse. Ahju kambrid võivad töötada iseseisvalt, mida saavutatakse siibrite vastava reguleerimisega. Kala kuivatamise kord väikeses sõelahjus on sama, mis suureski. Kala kuivatamine kestab 8—12 tundi, ahi mahutab kuni 200 kg kala. Olgugi et väikeses sõelahjus õnnestus temperatuurirežiimi kambri mahutavuse vähendamisega ja põranda täiendava kuumutamisega teatud

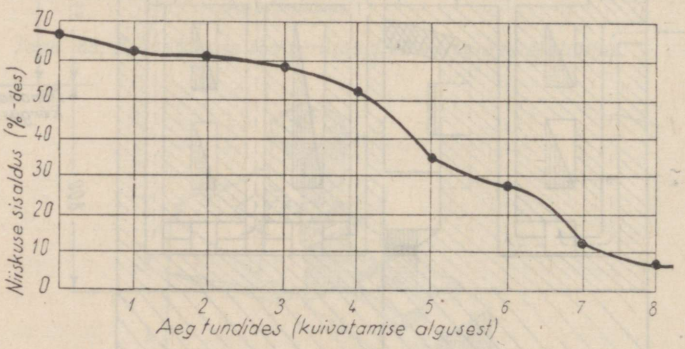
määral parandada, on kuivatamistemperatuuri ebaühtsus Tido andmete järgi siiski tunduv (tabel 89).

Tabel 89

Kalarida	Kuivatamistemperatuur °-des kestusega tundides									
	1	2	5	6	7	8	9	10	11	12
Alumine (esimene)	100	123	125	130	140	140	160	164	165	165
Keskmine (neljas)	74	90	100	106	128	128	152	160	160	162
Ülemine (kaheksas)	65	77	80	82	100	100	135	150	155	160

Nagu tabelist 89 näeme, on kuivatamistemperatuur protsessi alguses ja keskel alumises reas tunduvalt kõrgem kui ülemises. 10 cm pikkuste kalakuivikute tükkide kuivatamiskõver ahju alumises reas on näidatud joonisel 68.

Protsessi keskpaiku kuivatamise intensiivsus tõuseb, mida teatud määral tuleb seletada kuivatamistemperatuuri tunduva

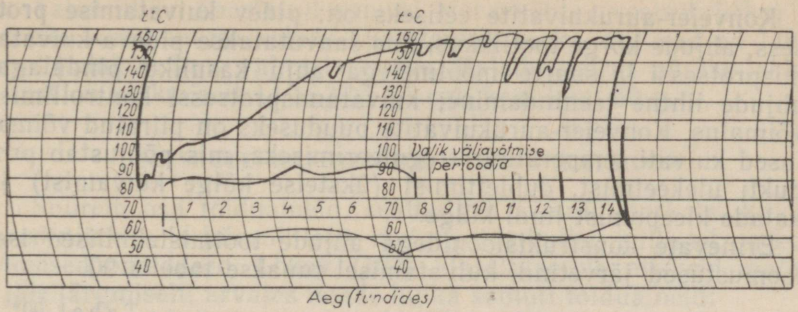


Joon. 68. Merihobu kuivatamise kõver.

tõusuga. Graafikus (joonis 69) on toodud termogramm, mis on saadud haugitükkide kuivatamisel ahju keskmises osas (viiendas reas).

Konveier-aurukuivatid. Järvetindi kuivatamiseks hakati 1955. a. tööstuses kasutama pidevalt töötavaid ahje — konveier-aurukuivateid PKS-90 ja PKS-20. Nende ahjude tööpõhimõte on rajatud auru kuumuse kasutamisele, kusjuures aur antakse kinniste spiraaltorude kaudu. Pidevalt töötav ahi PKS-90 koosneb viiest reast vertikaalselt asetatud pidevalt liikuvatest konveieritest (metall-lintidest). Kõigi viie konveieri laadimispindala moodustab 90 m²; erinevalt ahjust PKS-90 on ahjul PKS-20 neli rida konveiereid ja nende laadimispind moodustab 20 m².

Enne kuivatisse asetamist soolatakse värsket järvetinti kuiva soolaga. Transportööri abil suunatakse kala konveieri ülemisele



Joon. 69. Kuivatamise temperatuurirežiim väikeses sõelahjus (viies rida).

lindile, peale seda puistatakse ülemiselt lindilt teisele lindile, teiselt kolmandale, kolmandalt neljandale ja lõpuks viiendale lindile. Viiendalt lindilt valmisprodukt valgub isevooluteel kastidesse.

Temperatuuri reguleeritakse kuivatites auru temperatuuriga, aga kuivatamise kestus määratakse lindi liikumiskiirusega, mida reguleeritakse erilise kiiruseregulleerijaga.

Toorkala küpseb ülemisel lindil kõige kõrgema temperatuuri juures, aga pärast, vastavalt tema ümberpaigutamisele ülemiselt lindilt alumistele, kuivatamistemperatuur langeb.

Kevadel püütud järvetindi kuivatamisel produkti esimese ja teise lindi külge kleepumise vältimiseks määritakse linte taimeõliga. Üks õlivõll on paigutatud kuivati esimesse otsa, teine vastaspoole — lõppu. Linte määritakse trumli abil, mis on paigutatud õliga täidetud võllile. Teine kalade külgekleepumise vältimise vahend on — temperatuuri tõstmine esimesel (ülemisel) lindil kuni 140°-ni, mille tagajärjel kindlustatakse produkti läbikeetmine ja kala lindi külge kleepumist soodustavate liimi eritavate ainete hüübumine.

Allpool on toodud PKS-90 ja Batanovi süsteemi kuivatusahjude töötamise võrdlevad andmed (I. P. Labutini andmete järgi).

Kõrvutatavad andmed	Üks ПКС-90	Kümme Batanovi ahju
Faktiline tootlikkus ööpäevas, ts	85	85
Teenindava personali arv	15 inim.	45 inim.
Kütuseliik	Süsi	Puu
Kütusekulu, rublades	725	1530

Valmistoodangu 1 ts omahind, mis valmistatakse ahjudes ПКС-90, on peaaegu 80 rubla madalam toodangu omahinnast, mis valmistatakse Batanovi süsteemi ahjudes.

Konveier-aurukuivatite eeliseks on: pidev kuivatamise protsess; ahjude kõrge tootlikkus, mis saavutatakse pideva kuivatamisprotsessi ja suurte mõõtmetega ahju kasuliku pindalaga; ahjude lihtne teenindamine; kuivatamisprotsessi kontrollimise võimalus. Konveier-aurukuivatite puuduseks on piiratud võimalused kuivati temperatuuri reguleerimiseks, mis põhjustab produkti ülekeetmist, dublettimist (üksteise külge kuivamist) ja kalade kleepumist lindi külge.

Erinevate konstruktsioonidega ahjude tootmistehnilised iseloomustused järvetindi kuivatamisel tuuakse tabelis 90.

Tabel 90*

Ahju nimetus	Ahju kasulik pindala m^2	Ühekordne ahju täitmine kalaga kg-des	Kuivatamise kestus tundides	Valmiskauba väljatulek %-des	Veesisaldus %-des
Vene	4,2	60	3,5	32	25,1
Batanovi	3,0	50	6	33	24,5
ПКС-90	90,0	500	3	22	18,2
ПКС-20	20,0	120	2	24	20,0

Aurukuivatites kuivatatud produkt sisaldab vett tunduvalt vähem kui teistes ahjudes kuivatatud produkt, sellepärast on ka valmistoodangu väljatulek ПКС ahjudes võrdlemisi väike.

Ahjude tootmisalane iseloomustus

Kuivatamisahjude tootmisalane iseloomustus (talvetingimustes) ahjude täieliku koormuse juures on toodud tabelis 91.

Tabel 91

Ahju nimetus	Ahju maksimaalne temperatuur C°		Ahju keskmine tootlikkus kg/tund	Kuivatamise kestus kuivati normaalse koormuse juures tundides	Puude kulu kg/tund	Tööliste arv
	ilma kalata	pärast kalaga täitmist				
Batanovi ahi						
ülemine kamber	kuni 200	kuni 170	4,5	kuni 10	30	2
alumine kamber	—	kuni 150	—	kuni 12		
Glavamurrõbpromi suur sõelahi	kuni 300	kuni 100	6,0	kuni 15	23	2
Leivaküpsetamise ahi						
kaks rida kala	kuni 300	kuni 180	6,5	kuni 11	11	2
üks rida kala	kuni 300	kuni 200	5,0	kuni 7	8	2

* T. S. Šmakovi andmete järgi.

Tabel 91 on koostatud amuuri «teravkõht» (vostrobrüško) ja teiste sama suurte kalade kuivatamise jaoks, millised on lahatud kalakuivikute valmistamiseks. Kalade suurus pärast lahkamist on keskmiselt 14 × 3 × 1,5 cm; kaal kuni 50 g.

NIISKETE MATERJALIDE KLASSIFIKATSIOON

Suurem osa toiduaineid, sealhulgas samuti toorkala, kuuluvad niiskete ja hüdrofiilsete materjalide hulka, millistel on kolloidsed omadused. Lõkov (107) klassifitseerib niiskeid materjale järgmiselt, arvates nende hulka samuti toiduaineid:

kolloidsed kehad — elastsed geelid, millised nendest vee eraldamisel tunduvalt muudavad oma suurust (tõmbuvad kokku), kuid säilitavad oma elastsed omadused;

kapillaar-poorsed kehad ehk haprad geelid, millised pärast nendest niiskuse eraldamist peaaegu kokku ei tõmbu, muutuvad habrasteks ja võivad üle minna pulbriks;

kolloidsed kapillaar-poorsed kehad — materjalid, milliel on mõlema esimese keha omadused; nende kapillaaride seinad on elastsed; niiskuse eraldamisel nende suurus tunduvalt muutub (tõmbub kokku).

Vaadeldes mitmesuguste materjalide kuuluvust ühte või teise gruppi, Lõkov oma töödes (107—109) ei puuduta niisuguseid toidutooraineid, nagu kala, maismaaloomade liha, puu- ja juurvili.

Seda niiskete materjalide klassifikatsiooni, mis on senini ainukeseks, ei saa lugeda küllaldaselt põhjendatuks järgmistel põhjustel.

Esiteks ta ei kajasta niiskete materjalide kolloidkeemilisi iseärasusi ja omadusi. Peale selle on mõiste «niiske materjal» ise täiesti tinglik ja nõuab täpsustamist.

Teiseks on selle klassifikatsiooni aluseks võetud niiskete materjalide liigitamise põhimõte niisuguste kvaliteedinäitajate järgi, mida nad omandavad pärast kuivatamist. Seda aga ei saa lugeda õigeks, kuna erinevaid materjale kuivatatakse erinevatel viisidel, erinevate režiimide juures ja erineva jääkniiskuseni.

Kolmandaks arvestab klassifikatsioon ainult neid materjalide füüsikalis-keemilisi omadusi, mida nad omandavad tulemusena atmosfäärirõhu juures kuivatamisel. Käesoleval ajal leiab laialdast kasutamist kuivatamine vaakuumi all ja iseäranis sublimatsioonimeetodil. Sellepärast ei ole otstarbekohane kohandada kehade klassifikatsiooni ühele või teisele kuivatamisviisile (antud juhul amtosfäärilisele kuivatamisele).

Käsitletava klassifikatsiooni ebatäiuslikkust võib tõestada järgmise näitega. Külma atmosfäärilise kuivatamise juures kala-

liha tõmbub kokku (kahaneb), aga sublimatsioonimeetodil kuivatamisel vaakuumi all näidise esialgne suurus ei muutu. Tähendab, üht ja sama objekti, näiteks kala, vastavalt käsitletavale klassifikatsioonile, võib liigitada nii kolloidseks kui ka kapillaar-poorseks kehaks, vastavalt sellele, missugusel viisil tema kuivatamine toimub.

Neljandaks on klassifikatsioon välja töötatud niiskete ja kuivatatud materjalide võrdluse alusel. Vaevalt et niisugust põhimõtet saab lugeda õigeks, eriti kuivatatud toiduainete puhul, milliseid enne tarvitamist üldreeglina esialgse kaalu ja aine kolloidkeemiliste omaduste taastamiseks vees leotatakse. Siit järeldades tuleb igal juhul toiduainete jaoks lugeda õigemaks kolloidkeemiliste omaduste võrdlust enne nende kuivatamist ja pärast kuivatatud produkti ülesleotamist.

Eespool võtsime kriitilise vaatluse alla niiskete materjalide olemasoleva klassifikatsiooni, sealjuures eitamata kolloidsete, kapillaar-poorsete ja kolloid-kapillaar-poorsete kehade olemasolu. Teatud tingimuste juures iga keha nendest sisaldab erineva hulga vett ja, kuivõrd niiske materjali mõiste ei ole täpsustatud, siis kõigil juhtudel võib lugeda neid niisketeks, kui nad sisaldavad kas või ainult 1% vett.

Niiviisi tekib vajadus mitte ainult niiske materjali mõiste täpsustamiseks, vaid ka vajadus kindlaks määrata materjalide kvalifikatsiooni vastavalt vee koguselise sisalduse ja selle kvaliteedi seisukorra järgi. Vajalik on see eriti niisuguste materjalide jaoks, millised kuuluvad kuivatamisele. Ülal vaadeldud (vt. III peatükk) materjalides sisalduva vee seosevormide iseloomulikud klassifikatsioonid annavad küllaldased teoreetilised alused selle ülesande lahendamiseks.

Kuivatamisele kuuluvate materjalide klassifikatsiooni aluseks tuleb võtta vee seose iseloom materjalis. Selle tunnuse järgi võib kõiki materjale liigitada nelja gruppi: vedelateks, niisketeks, kuivadeks ja absoluutselt kuivadeks.

Vedelate materjalide hulka me liigitame materjalid, mis esinevad lahustena, s. o. sisaldavad rõhuva enamuse vaba vett; niisketeks — mittevedela struktuuriga materjalid, mis sisaldavad seotud ja immobiliseeritud vett; kuivadeks — materjalid, millised sisaldavad ainult seotud vett, ja absoluutselt kuivaks — materjalid, mille koostisse kuulub ainult keemiliselt seotud vesi, s. t. praktiliselt üldse vett ei sisalda.

KALA KÜLMKUIVATAMINE

Külmkuivatamiseks nimetatakse kala konservimise viisi temast vee eraldamise teel õhu abil, milline on soojendatud temperatuurini mitte üle 40°. Viimasel ajal hakati külmkuiva-

tamist teostama kuivatites õhu kunstliku soojendamisega. Kala vinnutamine on kala külmkuivatamise teisend; kala vinnutatakse nagidel lahtises õhus.

Kuivatamisprotsessi füüsikalis-matemaatiline analüüs on hästi toodud Lõkovi ja tema õpilaste töös (107—110) ja sellepärast me siin antud küsimusel ei peatu.

Kuivatamise iseloomulikuks iseärasuseks on niiskuse üleminek materjali pinnal ja isegi sügavamates kihtides vedelast olekust gaasilisse. Agregaatse seisukorra muutumisel, nagu teame, vajatakse soojusekulu, sellepärast auramise intensiivsus sõltub esmajärjekorras soojuse juurdevoolust väljastpoolt, kui auramine ei kulge ainult soojuse arvel, mida materjal varem on endasse kogunud (tavalisel kuivatamisel, eriti kala juures, viimane juhus ei saa tulla kõne alla). Niisiis peab kuivatamine normaalse atmosfäärirõhu juures toimuma materjalile (kalale) pideva soojuse juurdeandmisega niisuguses koguses, mis on vajalik temas vajaliku temperatuuri hoidmiseks.

Kuivatamise protsessis kalas põhineb niiskuse liikumine, samuti nagu soolamiselgi, osmoosi- ja difusiooninähtustel, kusjuures sõltuvalt kuivatamistemperatuurist ja teistest tingimustest niiskus kala sisemistest kihtidest võib liikuda pealmistesse kihtidesse nii niiskuse kui ka auru näol. Lihakihid, mis paiknevad lähemal kala pealispinnale, annavad esmajärjekorras osa oma niiskusest kuivatamisagendile (õhule), mille tagajärjel veekogus nendes väheneb. Selle tulemusena osmootne tasakaal kalas rikutakse ja niiskus hakkab sügavamatest kihtidest minema üle pealispinnale, lihakihtidesse, millised on osa niiskust juba kaotanud.

Auru liikumist kala pealispinnalt ümbritsevasse õhku läbi liikumata (piiriäärse) niiskusega küllastatud õhukihi kala pealispinna juures nimetatakse väliseks difusiooniks. Niiskuse liikumist auruna või vedelas olekus kalas tema sisemistest kihtidest pealispinnale nimetatakse sisemiseks difusiooniks. Sisemine ja väline difusioon kulgevad üheaegselt ja on omavahel väga tihedas seoses; kala pealispinnalt auranud niiskus tuleb pidevalt asendada uute niiskusekogustega, mis saabuvad kuivatatava kala sügavamatest kihtidest.

Kui protsessi pidevat kulgemist rikutakse (näiteks sisemine difusioon jääb välisest maha), siis kala pealispind kuivab väga kiiresti, kusjuures tekkinud kooruke aeglustab, aga mõnikord ka täielikult katkestab uute niiskuseannuste tuleku kala pealispinnale, mille tõttu kuivamisprotsess aeglustub ja mõnikord isegi lakkab.

Väline difusioon toimub siis, kui on olemas vahe materjali kohal oleva aururõhu ja ümbritseva keskkonna auru partsiaalse

rõhu vahel. Välise difusiooni kiirus oleneb temperatuurist ning õhu suhtelisest niiskusest ja liikumiskiirusest.

Välise difusiooni kiirus väljendatakse järgmise valemiga:

$$\frac{dW}{d\tau} = \beta\,(P_1 - P_0), \qquad (62)$$

kus: W — aurunud niiskuse hulk;
τ — aeg;
P_1 — aururõhk kala pealispinna juures;
P_0 — auru partsiaalne rõhk õhus;
β — koefitsient, mis arvestab õhu liikumise kiirust ja suunda ning kuivatatava näidise pinna seisukorda (krobelisust).

Sisemine difusioon toimub niiskuse «kontsentratsiooni» vahe puhul kala pealmistes ja sisemistes kihtides. Sisemise difusiooni kiirus kalas oleneb kalaliha keemilisest koostisest ja histoloogilisest ehitusest, niiskuse gradiendist ja kuivatamistemperatuurist; õhu suhtelisest niiskusest ja liikumiskiirusest see ei sõltu.

Sisemise difusiooni kiirust võib iseloomustada järgmise võrrandiga:

$$\frac{dW}{d\tau} = K\frac{dC}{dx}, \qquad (63)$$

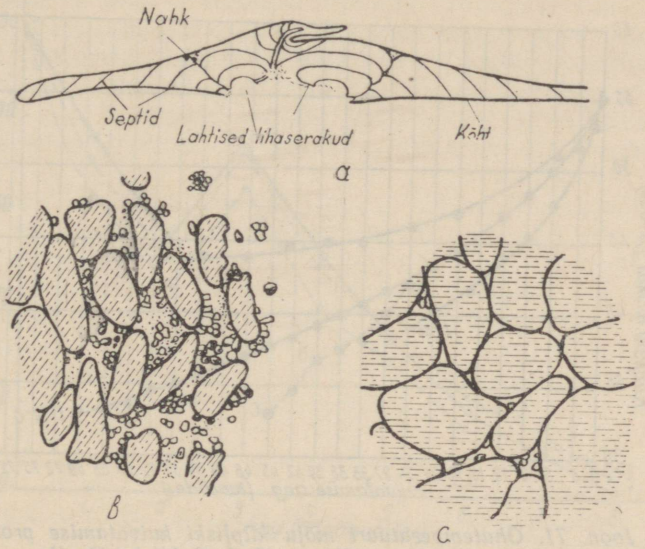
kus: $\frac{dC}{dx}$ — niiskuse gradient, s. o. niiskusesisalduse vahe kala pinnal ja punktis, mis on eemal kala pinnalt kaugusel x;
K — difusioonikoefitsient;
W — ümberpaigutuva niiskuse hulk;
τ — aeg.

Niiskuse juhiks kala sisemistest kihtidest pealmistesse on peamiselt ühendkude (endomüüsium) ja septid. Kala lahkamisel (näiteks klipfiskiks) septid ja lihasterakud lõigatakse pea juures põiki läbi, järelikult luuakse nendes kohtades kõige paremad tingimused niiskuse äraandmiseks; sama toimub ka väljalõigatud selgroo kohas (joon. 70, a).

Niiskus tuleb peamiselt kala sellest osast pealispinnale, mis on nahaga katmata, kuna nahk tunduvalt takistab niiskuse eraldumist kalast. Soolases kalas vastavalt temast niiskuse eraldumisele soola kontsentratsioon rakumahlas tõuseb ja saabub moment, mil sool hakkab lahusest välja sadestuma, s. t. välja kirstalliseeruma, kusjuures soolakristallid ei sadestu mitte ainult kala pinnale, vaid ka endomüüsiumis.

Joonisel 70, b on näha üksikud soolakristallid kobedas ühendkoes (endomüüsiumis), mis annab põhjuse oletamiseks, et soola-

kristallid soolamisel paiknevad peamiselt endomüüsiumis, aga mitte lihaskiududes. Joonisel 70, c võib koorukese histoloogilise lõike järgi näha, et mida kauem pidev kuivamisprotsess kulgeb, seda paksemaks muutub kooruke, ulatudes pea juures kuni 2 mm paksuseni ja rohkemgi. Iseloomulikuks koorukese tekkimisele oleks nagu endomüüsiumi kokkupressimine (valendikud lihaskiudude vahel peaaegu puuduvad).



Joon. 70. Soolakristallide asetus tursakoe ristlõigetel:
a — filee ristlõige pea juures; *b* — kuivatatava kala lihaskoe ristlõige; *c* — lihaskoe tihendatud kihi ristlõige filee pinnal.

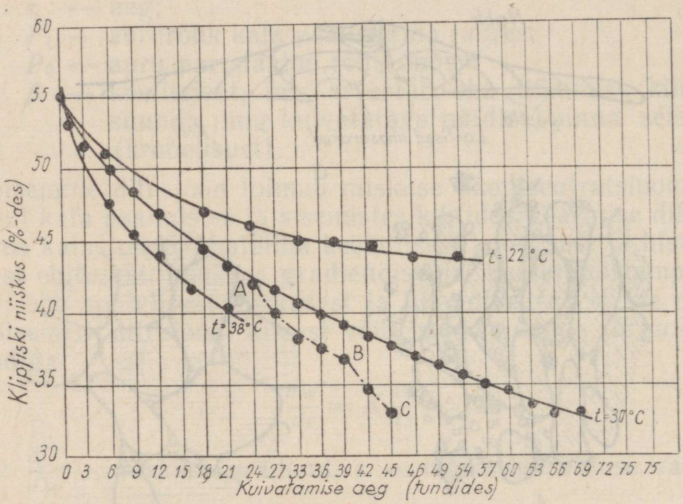
Kala kuivatamise kestus sõltub temperatuurist, niiskusesisaldusest ja õhu liikumiskiirusest, kala keemilisest koostisest [1] ja lahkamise moodusest.

Õhu temperatuur. Õhu temperatuuri mõju klipfiski kuivatamise protsessile erilistes kuivatites, millised töötavad normaalse atmosfäärirõhu juures, õhu kiirusega $v = 1$ m/sek. ja suhtelise niiskuse $\varphi = 40\%$ juures, võib jälgida graafiku (joon. 71) järgi, kus on näidatud veesisalduse muutumine klipfiskis (%-des) kuivatamistemperatuuri 22—30 ja 38° juures. Õhu temperatuuri tõstmisega, nagu jooniselt 71 näeme, kuivatamiskiirus tõuseb. Niisiis tuleb kuivatamist teostada võimalikult kõrge õhutemperatuuri juures, mis ei tekita kahju kala kvaliteedile. Näiteks

[1] Andmeid kala keemilise koostise mõjust kuivatamise kestusele meil ei ole.

tursa kuivatamise maksimaalseks temperatuuriks on 30—32°; kõrgema temperatuuri juures (38—40°) kuivatatava produkti kvaliteet halveneb — kala liha muutub tumedamaks ja jaguneb septide järgi kihtideks.

Temperatuuri tõstmine üle lubatud piiri kutsub esile kala küpsemise ja hapendumise ning teiste defektide tekkimise. Temperatuuri langemine teatud kindla piirini ainult aeglustab kui-



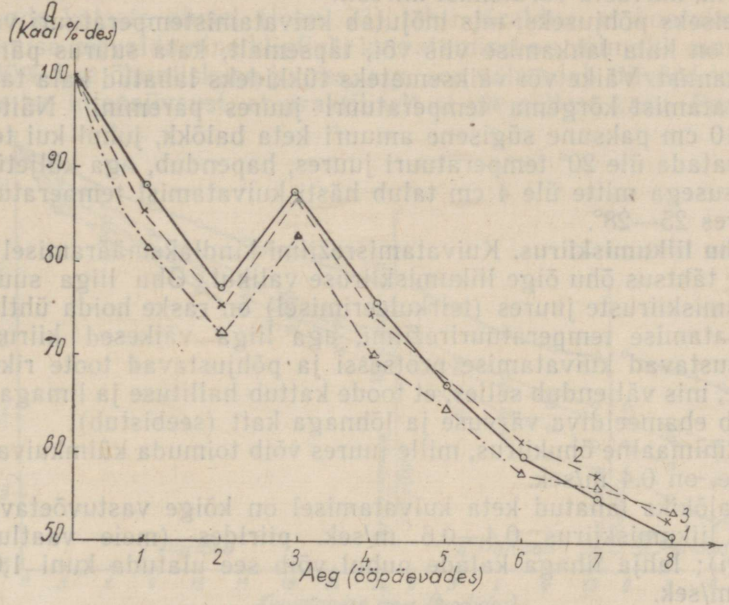
Joon. 71. Õhutemperatuuri mõju klipfiski kuivatamise protsessile ja pressimise tähtsus (S. I. Gakitsko järgi):
AB — kuivatamise kõvera kulg pärast esimest pressimist; *BC* — pärast teist pressimist.

vatamist; liiga aeglasel kuivatamisel võib samuti kala rikneda. Normaalse atmosfäärirõhu juures tuleb kuivatamise minimaalseks temperatuuriks lugeda 10°, tingimusel, et õhu suhteline niiskus ei ületa 70%, kusjuures kala kauane hoidmine kuivatamise alguses niisugustes tingimustes mõjub kauba kvaliteedile negatiivselt. Kunstlikul kuivatamisel tuleb pidada ohtlikumaks ennem temperatuuri tõusmist üle normaalse kui selle langemist.

Kuivatamise optimaalse temperatuuri kindlaksmääramine sõltub liha keemilisest koostisest, arhitektoonikast, struktuurist, kala lahkamise viisist ja teistest faktoritest.

Lahjat kala kuivatatakse kõrgema temperatuuri juures kui rasvast. Näiteks balõkiks lahatud amuuri keta ja teised rasvased kalad ei talu kuivatamisel kõrget temperatuuri ning hapenduvad. Kala riknemist (hapendumine) tekitavaks põhjuseks on see, et kalaliha sisemised aeglaselt kuivavad kihid viibivad kaua aega soojas olekus, mis soodustab kala lihaskudede fer-

mentide aktiivistumist ja nendes mikroobide arenemist. Rasvakihi esinemine lõhilaste naha all aeglustab vee liikumist kalaliha sisemistest kihtidest pealmistesse. Kõrgendatud kuivatamistemperatuur rikub vastavalt samuti välise ja sisemise difusiooni kiirust. Tulemusena eemaldatakse niiskus kalaliha väli-



Joon. 72. Amuuri keta küljetükkide kuivatamise kõverad kuivatamistemperatuuri juures:
1 — 22—26°; 2 — 26—30°; 3 — 30—32°.

mistest kihtidest kiiremini kui sisemistest kihtidest välimistesse juurde tuleb.

Liha välimise kihi kiire veestvabanemise tõttu tekib kala pinnale koorik, mis vähendab veelgi rohkem kuivamise intensiivsust.

Joonisel 72 on näidatud autori poolt saadud kolme ühesuuruse amuuri keta küljetüki kuivamise kõverad: esimene 22—26° juures, teine 26—30° juures, kolmas 30—32° juures. Näidise kaalu tõus kolmandal kuivatamispäeval tekkis kala leotamise tagajärjel, mida teostati sel eesmärgil, et kõrvaldada koorik tema tekkimise alguses.

Kuivatamise esimestel päevadel, mil vee välise difusiooni kiirus vastas sisemisele, langes kala kaal kõrgema temperatuuri juures kiiremini kui madalama temperatuuri juures. Kuivatamisprotsessi kestel see vastavus välise ja sisemise difusiooni

kiirustes rikuti. Selle tagajärjeks oligi kooriku moodustumine, mis järsult aeglustas kala edasist kuivatamist. Kuivatamise kuuendal päeval näidise kaalukaod kõrgema temperatuuri juures kuivatamisel vähenesid. Samal ajal aga näidised, mida kuivatati madalamate temperatuuride juures ja millistel puudus koorik, kuivasid võrdlemisi kiiresti.

Teiseks põhjuseks, mis mõjutab kuivatamistemperatuuri valikut, on kala lahkamise viis või, täpsemalt, kala suurus pärast lahkamist. Väike või väiksemateks tükkideks lahatud kala talub kuivatamist kõrgema temperatuuri juures paremini. Näiteks 8—10 cm paksune sügisene amuuri keta balõkk, juhul kui teda kuivatada üle 20° temperatuuri juures, hapendub, aga küljetükk paksusega mitte üle 4 cm talub hästi kuivatamist temperatuuri juures 25—28°.

Õhu liikumiskiirus. Kuivatamisrežiimi kindlaksmääramisel on suur tähtsus õhu õige liikumiskiiruse valikul. Õhu liiga suurte liikumiskiiruste juures (tsirkuleerimisel) on raske hoida ühtlast kuivatamise temperatuurirežiimi, aga liiga väikesed kiirused aeglustavad kuivatamise protsessi ja põhjustavad toote riknemise, mis väljendub selles, et toode kattub hallituse ja limaga — tekib ebameeldiva värvuse ja lõhnaga katt (seebistub).

Minimaalne õhukiirus, mille juures võib toimuda külmkuivatamine, on 0,4 m/sek.

Balõkiks lahatud keta kuivatamisel on kõige vastuvõetavam õhu liikumiskiirus 0,4—0,6 m/sek. piirides (meie vaatluste järgi); lahja lihaga kalade puhul võib see ulatuda kuni 1,0—1,5 m/sek.

Kuperi, Lintoni ja Vudi andmete järgi on kuivatamisel õhu liikumise optimaalne kiirus 1,0—1,5 m/sek., aga kuidas muutub sealjuures kala välisilme, seda nemad ei näita.

Õhu suhteline niiskus. See faktor avaldab kuivatamisele otsustavat mõju. Nõukogude ja välismaa teadlaste töödega on tõestatud, et suhtelise õhuniiskuse juures üle 65% kala kuivamine järsult aeglustub, aga 80% juures ta mitte ainult ei aeglustu, vaid algab ümberpöörduv protsess — kala niiskumine. Joonisel 73 on toodud graafikud, millised näitavad klipfiski kaalu muutumist vastavalt õhu suhtelise niiskuse suurusele. Klipfisk kuivatati eriliselt konstrueeritud kuivatis, milline varustati niisutusseadme ja kalorifeeriga, mis võimaldas reguleerida õhu niiskust ja temperatuuri (S. I. Gakitško järgi).

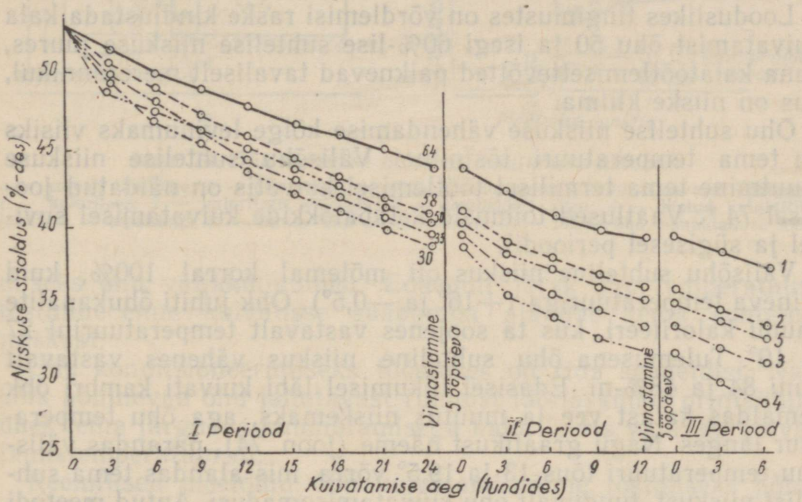
Kuivatamine vaheldus kala pressimisega; nende kestus, samuti nagu ka koormus kala pinnaühikule vastas praktikas kasutusel olevatele suurustele.

Kuivatamise esimesel perioodil (kuni esimese pressimiseni) õhu 64%-lise suhtelise niiskuse juures kuivatamise protsess järsult aeglustus, kuid koorukest produktile ei tekkinud.

Kala kuivatamise kiiruse vahe õhu suhtelise niiskuse juures 30, 39, 50 ja 58% ei olnud märkimisväärne; kõigil juhtudel tekkis kala nahast vabale pinnale kooruke.

Kuivatamise teisel ja kolmandal perioodil ilmnes analoogiline pilt, tõestades suhtelise õhuniiskuse mõju kuivatamisprotsessi käigule.

Nende katsete alusel (joon. 73) tehti järeldus, et koorukese tekkimise kõrvaldamine klipfiski kuivatamisel on võimalik ainult üle 60%-lise õhuniiskuse juures, aga see vähendab niivõrd kuivatamise intensiivsust, et praktiliselt ei ole sellest kasu. Peale



Joon. 73. Klipfiski kuivatamise kõverad sõltuvalt õhu suhtelisest niiskusest: 1 — juhul kui $\varphi = 63{,}8\%$; 2 — $\varphi = 58\%$; 3 — $\varphi = 39{,}3\%$; 4 — $\varphi = 30{,}3\%$; 5 — $\varphi = 50\%$.

selle õhu suhtelise niiskuse 60—65% ja temperatuuri juures üle 30° nahk muutub kleepuvaks. Kui kuivatada õhu suhtelise niiskuse juures 30—40%, siis seda defekti ei esine.

Niisiis osutus kõige ratsionaalsemaks klipfiski kuivatamine 30°-se temperatuuri juures ja õhu suhtelise niiskuse 50—55% piirides.

Klipfiski kunstlikul kuivatamisel niiiskuse aeglane difusioon produkti sisemistest kihtidest välimistesse, aga samuti koorukese tekkimine lõid vajaduse kuivatamisprotsessi katkestamiseks, et pressida kala tema niiskuse tasakaalustamiseks.

Tunduvat mõju avaldas kuivatamisele kala ebaühtlane paksus: klipfiski selja paksus moodustas umbes 3,5 cm, aga kõhu paksus ei ületanud 0,5 cm, mistõttu liha kuivamise aste kala erinevates kehaosades ei olnud ühesugune.

Kui õhu piirniiskust on võrdlemisi kerge kindlaks määrata,

mille juures ehkki aeglaselt, kuid siiski veel on kala kuivatamine võimalik, siis õhu optimaalse suhtelise niiskuse normi, välja arvatud klipfiski kuivatamise juht, tööstuses senini veel ei ole. Optimaalne õhu suhteline niiskus tuleb kindlaks määrata iga kord eraldi sõltuvalt kala keemilisest koostisest, temale vajalikust veestvabanemise astmest ja teistest faktoritest.

Kala kuivatamiseks tervikuna või lahatuna tuleb pidada kõige soodsamaks õhu suhtelist niiskust 40 kuni 60% piirides. Õhu suhtelise niiskuse üleliigne vähendamine ei tõsta kuivatamise kiirust, mis suurel määral sõltub sisemisest difusioonist.

Looduslikes tingimustes on võrdlemisi raske kindlustada kala kuivatamist õhu 50 ja isegi 60%-lise suhtelise niiskuse juures, kuna kalatöötlemisettevõtted paiknevad tavaliselt mererannikul, kus on niiske kliima.

Õhu suhtelise niiskuse vähendamise kõige levinumaks viisiks on tema temperatuuri tõstmine. Välisõhu suhtelise niiskuse muutmine tema termilisel töötlemisel kuivatis on näidatud joonisel 74 *. Vaatlused toimusid ketabalõkkide kuivatamisel suvisel ja sügisesel perioodil.

Välisõhu suhteline niiskus oli mõlemal korral 100%, kuid erineva temperatuuriga (+16° ja —0,5°). Õhk juhiti õhukanalite kaudu kalorifeeri, kus ta soojenes vastavalt temperatuurini 27 ja 19°. Tulemusena õhu suhteline niiskus vähenes vastavalt kuni 84 ja 48%-ni. Edasisel liikumisel läbi kuivati kambri õhk eemaldas kalast vee ja muutus niiskemaks, aga õhu temperatuur langes. Nagu graafikust näeme (joon. 74), parandas välisõhu temperatuuri tõus 13 ja 19,5° võrra, mis alandas tema suhtelist niiskust, tunduvalt õhu kuivatamisomadusi. Antud meetodi kasutamine õhu suhtelise niiskuse vähendamisel on piiratud madalate temperatuuridega, milliste juures teostatakse kala külmkuivatamist.

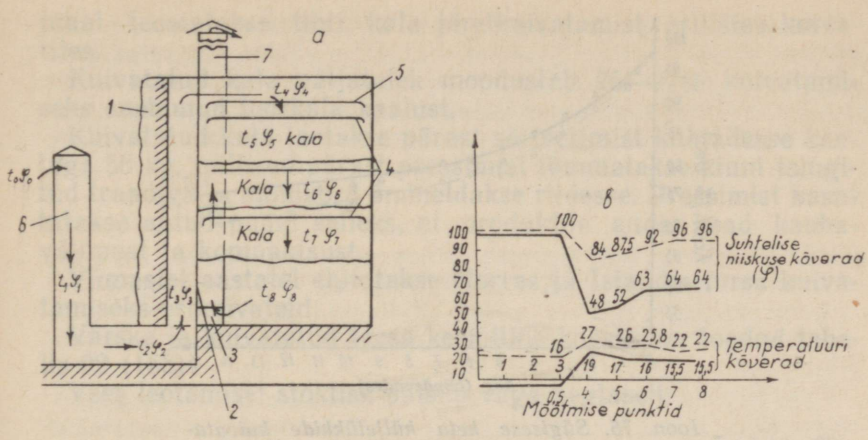
Õhu kuivatamisomaduste tõstmise üheks meetodiks on tema eelnev konditsioneerimine, mis põhineb õhu omadusel tema temperatuuri alandamise korral tõsta suhtelist niiskust, kusjuures kuni teatud piirini tema absoluutne niiskus jääb püsivaks suuruseks. Piiriks, mille järel edasine õhu temperatuuri langus kutsub esile tema absoluutse niiskuse languse, on kastepunkt [1].

Õhu temperatuuri edasine langemine allapoole kastepunkti kutsub esile veeaurude kondensatsioon, kusjuures õhu absoluutne niiskusesisaldus langeb. Õhk sealjuures tuleb jahutada miinustemperatuurini. Niisiis kasutatakse niiskusest vabasta-

---

* Katsed teostati Ozerpahhi Kalakombinaadis. Katsete teostamisest võtsid koos autoriga osa kombinaadi spetsialistid Poljakova, Nikolskaja, Novikova ja Kozlova.

[1] Kastepunktiks nimetatakse seda temperatuuri, milleni on tarvis jahutada küllastamata niiskusega õhku, et see muutuks küllastatuks.



Joon. 74. Õhu suhtelise niiskuse muutumine kuivatis:

a — kuivati läbilõige; *b* — õhu suhtelise niiskuse muutumine kuivati erinevates kohtades; *1* — kalorifeer; *2* — kalorifeeri valesein; *3* — tõmbelõõri aken; *4* — liistud kalalattide jaoks; *5* — topeltlagi; *6* — värske õhu sissejuhtimine; *7* — niiske õhu eemaldamise lõõr.

miseks õhu väljakülmumist. Edaspidi järsk õhu temperatuuri tõstmine enne kuivatisse saabumist alandab tema suhtelist niiskust.

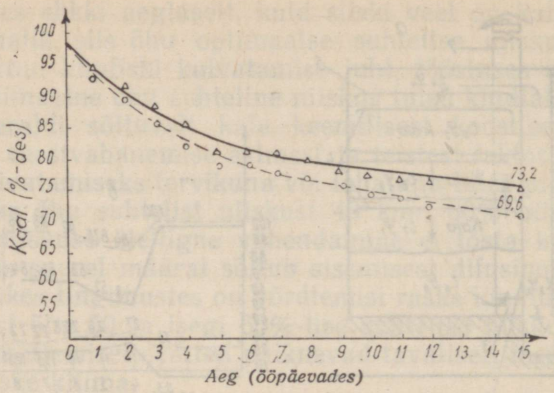
Õhu konditsioneerimiseks tööstuses on rida seadeldisi. Nad kõik põhinevad õhu jahutavast ruumist läbilaskmise printsiibile ühes tema järgneva kuumutamisega kalorifeeris vajaliku kuivatamistemperatuurini.

Keemilised meetodid õhu kuivatamisvõime tõstmiseks põhinevad kuivatamisreaktiividega õhust veeaurude imamise printsiibil. Niiskuseimajateks, milliseid kuivatamisseadeldistes kasutatakse, on väävelhape, kloorkaltsium jne. Kuiva õhu saamisel segatakse seda mõnikord osooniga. Peamiseks eesmärgiks õhu osoniseerimisel on kala pinna steriliseerimine; seejuures tuleb arvesse võtta kala rasvasisaldust ja rasva koostisse kuuluvate hapete küllastamatuse astet. Osoon on tugev hapendaja ja sellepärast teda ei saa kõikide kalade juures kasutada.

Kala lahkamine. Külmkuivatamisel tuleb kala lahata tükkideks, millede paksus ei ületa 4 cm; tükkide laius ja pikkus ei avalda kuivatamise intensiivsusele olulist mõju.

Joonisel 75 on pideva joonega näidatud sügisese keta külje kuivatamine, mille esialgne kaal oli 1010 g, ja punktiirjoonega katseeksemplari kuivatamine, mille esialgne kaal oli 390 g. Esimese külje katseeksemplari paksus oli 3 cm ja laius 15 cm, aga teise paksus 2 cm ja laius 6 cm. Kuivatamise 16-ndal päeval kuivas teine katseeksemplar 3,6% rohkem kui esimene [1].

[1] Katsed teostati autori poolt Ozerpahhi Kalakombinaadis.



Joon. 75. Sügisese keta küljetükkide kuivatamise kõverad.

Kala lahkamismooduse valimisel tuleb arvestada kuivatatud produkti edasist säilitamist. Kui produkti kavatsetakse hoida kauem, siis tuleb valida niisugune lahkamisviis, mille juures säiliks kala nahk ja soomus, kuna need takistavad hallituse tungimist kuivatatud kala lihasse tema niiskumise puhul. Kuivatatud produkti paremaks hoidmisviisiks on tema pakkimine erilisesse kilesse, steriliseerides eelnevalt tema pinna.

Magedalt kuivatatud kala

Seda tooteliiki valmistatakse peamiselt Norras ja Islandis ja ainult lahjast kalast, tavaliselt tursast, harvemini pikšast ja saidast; niisugust produkti hakati nimetama stokfiskiks. Stokfiski valmistamise tehnoloogiline protsess koosneb järgmistest operatsioonidest: kala verest tühjakslaskmine, lahkamine ja pesemine, nagidele riputamine, kuivatamine, kuhjaladumine, pressimine, pakkimine.

Laeva tekil pärast püüki lastakse kala (elus) viivitamata verest tühjaks, lõigates selleks temal läbi lõpustevahelise koha ja südame. Kalast vere eemaldamise tagajärjel omandab tema liha pärast kuivatamist valge värvuse. Tavaliselt lahatakse kala lapikuks peata, pestakse pärast seda magedas vees, seotakse nööriga paari ja riputatakse nagidele, mis on püstitatud mere kaldal.

Stokfiski tootmine on Norras koondatud põhjaossa ja seda toodetakse sel aastaajal, mil mandrilt puhuvad kuivad, jahedad tuuled. Stokfiski kuivatamine kestab tavaliselt 8 nädalat, aga ebasoodsa ilmastiku puhul võib kesta kuni 3 kuud. Niisugusel

juhul teostatakse tihti kala järelkuivatamist erilistes kuivatites.

Kuivatatud kala väljatulek moodustab 25—27% kuivatamiseks saabunud toorkala kaalust.

Kuivatatud kala laotakse pärast sorteerimist kuhjadesse kaaluga 50 kg, millised pärast pressimist tõmmatakse kinni tsingitud traadiga ja mõnikord õmmeldakse riidesse. Pressimist kasutatakse antud puhul selleks, et produktile anda head kaubavälimust ja kompaktsust.

Viimastel aastatel ehitatakse Norras ja Islandis tursa kuivatamiseks erikuivateid.

Värske ja kuivatatud tursa keemiline koostis on toodud tabelis 92 (158).

Vees leotamisel stokfisk paisub väga aeglaselt.

Tabel 92

Produkti nimetus	Sisaldus %-des			
	vesi	valk	rasv	tuhk
Tursk, värske	81,85	16,72	0,30	1,28
Stokfisk	12,09	84,44	2,51	5,60

Soolaselt kuivatatud kala

Soolaselt kuivatatud, samuti nagu magedalt kuivatatud kala valmistatakse eranditult kalast, mille rasvasus ei ületa 2%.

Kui magedalt kuivatatud produktide valmistamisel on ainsaks konservimisvahendiks veest vabastamine, siis soolaselt kuivatatud kala tootmisel on teiseks konservimisvahendiks sool, mis hoiab ära kala riknemise. Kõige levinumaks soolaselt kuivatatud produktiks on klipfisk, mida valmistatakse tursast ja pikšast peamiselt Norras.

Klipfisk

Klipfiski valmistamine jaguneb kaheks iseseisvaks staadiumiks: poolfabrikaadi — soolase klipfiski ettevalmistamine ja soolase klipfiski kuivatamine.

Tursa klipfiskiks valmistamise tehnoloogiline protsess toimub järgmisel viisil. Püütud kala lastakse viivitamatult verest tühjaks tema elusoleku ajal. See operatsioon on vajalik kahel põhjusel: esiteks kalasse jäänud veri hüübub ja annab lihale tumeda värvuse, mille tõttu produkti kaubaväärtus langeb; teiseks on veri parimaks keskkonnaks mädabakterite arenemisele, mis võivad esile kutsuda kala riknemise.

Toome ühe kõige levinuma verest tühjendamise mooduse kirjelduse. Kala võetakse peadpidi vasakusse kätte, haarates teda põidlaga lõpuste vahelt, nimetis- ja keskmise sõrmega vasakust silmast. Seejuures kala pea paindub pisut tahapoole ja lõikamise jaoks vabaneb lõpustekaante vaheline luudeta, pehme osa. Lõige tehakse lahkamisnoaga õlaluude ühendusest umbes üks sentimeeter pea pool.

Lõikamisel tuleb läbi lõigata süda. Õige lõikamise puhul purskub südame pulseerimise mõjul veri läbilõigatud tuiksoonest välja fontäänina. Kui lõige tehti valesti, s. t. lõigati läbi südame veeniosa, siis veri väljub tilkhaaval ja kala verest tühjenemine toimub halvasti. Pärast verest tühjakslaskmist kala roogitakse ja pea eraldatakse kerest.

Kala lahkamine on kõige vastutusrikkam kõigist operatsioonidest kala klipfiskiks töötlemisel. Lahkamisel kala asetatakse lauale kõhuga enda suunas, sabaga paremale; lõiget, milline on tehtud kala rookimiseks, jätkatakse kõhuuimede vahelt läbi pärakuavause kuni esimese pärakuuime lõpuni (uim peab jääma kala paremale poole külge, kui teda vaadata pea poolt). Pärast seda tehakse kõhu poolt pea juurest lihasse sügav lõige piki selgroosammast kuni pärakuuime alguseni. Siis lõigatakse selgroog välja, püüdes seejuures, et selgrooluude külge jääks võimalikult vähe liha ja et samaaegselt koos selgroosambaga eraldataks ujupõis.

Selle operatsiooni lõpetamisel jätkatakse lõiget pärakuuime juurest piki kogu sabavart kuni soomuskatte lõpuni, tõmmates nuga sabalülide pealt. Eraldanud kala vasaku poole sabalülidest, asutakse parema eraldamisele; hoides nuga kogu teraga vastu selgroogu, tehakse lõige pea poolt.

Parematel klipfiskisortidel eraldatakse nahk ja kala õhukesed osad. Pärast lahkamist ja pesemist soolatakse kala kuiva soolaga tavaliselt virnadesse.

Kalakuivatamise tehnoloogiline protsess klipfiski valmistamisel hõlmab järgmisi operatsioone: pesemine, virnaladumine vee nõrgumiseks, kala kuivatamine kaljudel või erilistel lavadel, virnades pressimine, pakkimine. Pestud soolane kala sorteeritakse suuruse järgi ja laotakse virna kõrgusega 50 cm, et vesi saaks ära nõrguda. Alumine kalarida laotakse nahaga allapoole, teised read nahaga üles.

Klipfiski kuivatamise protsess oleneb väga palju ilmastikust ja kestab 35—40 ööpäeva. Pärast 2—3-päevast kuivatamist kala pressimist korratakse, ladudes teda virna kõrgusega 1,0 kuni 1,5 m. Virnas pressimisel asetatakse kalale kividest raskus: raskuse kaalu suurendatakse vastavalt kala kuivamisele.

Cuttingi kirjelduse järgi (192) on olemas ka teine klipfiski kuivatamise viis, seisnedes selles, et pärast lahkamist kala soo-

latakse ja pressitakse pakkidesse. Pärast neid operatsioone niiskusesisaldus kalas väheneb 80-st kuni 58—59%-ni. Seejärel kala kuivatatakse õhus kuni niiskusesisalduseni 35—43%.

Kunstlikku kuivatamist teostatakse tavaliselt tunnelitüüpi kambrites sooja õhu sundtsirkulatsiooniga, mille temperatuur on kuni 27° ja suhteline niiskus 45—55%. Pressimine koos kunstliku kuivatamisega lühendab protsessi kestust kuni 10 ööpäevani (192).

KUUMKUIVATAMINE

Kuumkuivatamise protsessi olemus

Kuumkuivatamiseks nimetatakse konservimisviisi, mille juures vee eemaldamine kalast toimub õhuga, millel on kõrge temperatuur (80—200°). Sel viisil kuivatatud kala sisaldab vett 6 kuni 30%.

Kuumkuivatamisel kulgevad järgmised füüsikalis-keemilised protsessid: niiskuse eemaldamine (aurustamine); valgu ja rasva hüdrolüüs; valgu denaturatsioon (kalgestumine); fermentide inaktivatsioon; vähepüsivate orgaaniliste ühendite (vitamiinide) lagunemine; kalast osalise niiskuse ja rasva eemaldumine puljongina; rasva koostisse kuuluvate küllastamata hapete hapendumine.

Fermentide inaktivatsioon ja vähepüsivate lämmastikühendite lagunemine toimub täielikult, kuna kõrge temperatuurini kuumutatud õhu mõju on küllalt kestev.

Pidades silmas rasva väljasulamise võimalust ja kala maitse halvenemist rasva hapendumise tõttu, suunatakse kuumkuivatamiseks rasvavaeseid kalu, rasvasisaldusega kuni 3%.

On olemas kaks täiesti vastukäivat arvamust kala kuumkuivatamise temperatuurirežiimi valiku suhtes.

Kala aeglase kuivatamise pooldajad, temperatuuri 120—140° piirides, arvavad, et niisugune temperatuurirežiim väldib kala kõrbemise või ülekuivatamise ja annab produktile kõrged maitseomadused.

Kala kiire kuivatamise pooldajad, temperatuuri juures 160—200°, arvavad, et niisugune temperatuurirežiim tunduvalt kiirendab kuivatamise protsessi ja tähelepanelikul protsessi teostamisel välditakse samuti ka produkti kõrbemine või ülekuivatamine ja produkt saab kõrged maitseomadused.

Niisiis aeglase ja kiire kuivatamise pooldajad, kaitstes vasturäägivaid seisukohti, näevad nende poolt esitatavates temperatuurirežiimides ühesuguseid paremusi.

Tööstuse töökogemused näitasid, et kala kuumkuivatamisel on vajalik kombineeritud temperatuurirežiim — kuivatamisprot-

sessi alguses kõrge temperatuur ja kuivatamise lõpus tunduvalt madalam. Sel juhul toode ei kõrbe, lihal on pude konsistents ja hea maitse.

Mitmesuguse konstruktsiooniga ahjudes kuivatatud toodete degusteerimine näitas, et kõige paremad maitseomadused olid kalal, mis oli kuivatatud tavalistes vene ahjudes või ahjudes, millised töötavad sellel põhimõttel.

Vene ahjus valmistatud kuivatatud kala paremad maitseomadused võrreldes teistsuguse konstruktsiooniga ahjudes toodetud kalaga seletuvad iseärasustega temperatuurirežiimis, mis «automaatselt» teostub vene ahjudes. Graafikud (vt. joonis 62), millised peegeldavad temperatuurirežiimi kala kuivatamisel tavalises vene ahjus, kinnitavad esitatud arvamust.

Kuivatatud produktide valmistamise tehnoloogiline protsess kuumkuivatamisel

Kuumkuivatamisega valmistatakse kalakontsentraate, magedalt kuivatatud ja soolatult kuivatatud kaupu. Selleks otstarbeks kasutatakse lahjat ja keskmise rasvasusega kala. Kontsentraatide ja teiste kuivatatud kalaproduktide valmistamisel kehtib mitu viisi.

Kalatangude valmistamine eelnevalt kuumsuitsutatud kalast. Suitsutamise peamine eesmärk antud juhul seisneb selles, et kergendada kala lahkamist, anda talle spetsiifiline maitse ja teatud määral pidurdada hapendumisprotsesse. Pärast suitsutamist eraldub liha luudest kergesti ja ilma kadudeta.

Enne suitsutamist kala soolatakse nõrgas soolvees (erikaal 1,1—1,12) 5—10 minutit ja siis kuivatatakse. Kuivatamist kuumsuitsutamise puhul tuleb teostada palju tugevamini kui tavalise suitsukalakauba valmistamisel. Soomust on kõige parem eraldada enne kala suitsutamist. Pärast suitsutamist kala lahatakse — eemaldatakse uimed, eemaldatakse käsitsi luud ja liha peenendatakse hakkmasinas. Valmistatud farss kuivatatakse plaatidel 80—110° temperatuuri juures.

Farsi kuivamine on siis lõppenud, kui niiskus produktis on langenud 10%-ni. Kuivatatud farss pakitakse puistatult, aga mõnikord ka briketitakse.

Brikettide valmistamiseks tuleb farssi eelnevalt veega niisutada (3% vett farsi üldisest kaalust). Pärast seda kalaliha kuumutatakse, vahetpidamata segades, ja pressitakse tabletikujuliseks kaaluga kuni 100 g.

Tangude valmistamine suurest kalast tema eelneva küpsetamise või keetmisega. Kalalt eraldatakse nahk, raiutakse ära pea ja uimed, kõrvaldatakse sisikond.

Eksemplarid suurusega üle 1,5 m lahatakse balõkiks, aga suured kalad, kaaluga üle 3 kg lõigatakse poolbalõkiks või tükkideks.

Lahatud kala pestakse ja soolatakse nõrgas soolvees (erikaal 1,1—1,12), mille temperatuur on 10—12°, kestusega 3—5 min. Tahendamine (nõrgumine) kestab mitte üle 1 tunni, pärast seda pannakse kalakered plaatidele ja asetatakse kuivatamisahju.

Plaatidele laotakse kalakered intervalliga 2—3 cm ja mitte otseselt plaadile, vaid puust liistudele, et kala ei kleepuks põhja külge.

Kala küpsetatakse ahjus umbes 2,5 tundi 150—170° temperatuuri juures seni kuni liha muutub tihedaks ja eraldub vabalt selgrooluu küljest. Kala küpsetamisel pole tarvis õhutõmbelõõride klappe avada.

Küpsetatud kala võetakse ahjust välja ja eraldatakse liha luudest, kusjuures ühes selgrooga eraldatakse ka saba. Liha lastakse läbi hakkmasina. Valmistatud farss asetatakse ühtlase 2—3 cm paksuse kihina plaatidele. Plaadid soovitatakse põrandaahjudes paigutada alustele. Kuivatamistemperatuur kõigub 90—120° piirides. Kuivatamisel farssi perioodiliselt segatakse, et kindlustada ühtlast kuivamist.

Kala küpsetamisel enne kuivatamist langeb ahju läbilaskevõime tunduvalt ja sellepärast toorkala massilise saabumise ajal asendatakse kala küpsetamine keetmisega keevas vees kestusega 15—40 min., olenevalt kala suurusest. Pärast keetmist soovitatakse üleliigne niiskus kalast eemaldada käsipressiga ja alles pärast seda kala peenendada hakkmasinaga. Farss kuivatatakse tavalisel viisil. Kalast väljapressitud niiskus tuleb samuti kuivatada, kuna ta sisaldab palju valkaineid.

Jahu valmistamine peenkalast. Toorkala töödeldakse autoklaavis auruga seni kui lihase- ja küljeluud keevad pehmeks. Keedetud kala peenendatakse hakkmasinaga, saadud farss kuivatatakse kuumal viisil ja pärast seda peenendatakse valtsveskis jahuks. Selle viisi eeliseks tuleb pidada termilise töötlemise protsessi tunduvat kiirenemist. Selle puuduseks on kalast ekstraktiivainete kõrvaldamine tema autoklaavis keetmisel otsese auruga. Selleks et kalajahu tootmisel vältida auru kasutamist, võib jahu valmistada eelnevalt kuivatatud ja peenendatud kalast. Selleks otstarbeks kala roogitakse, pestakse, natuke soolatakse ja lõpuks kuivatatakse tavalises korras.

Suured kalad lahatakse 4 cm suurusteks tükkideks, väikesed kuivatatakse tervikuna; seejuures lõpused eemaldatakse; kuivatatud kala peenendatakse kas hakkmasinaga või valtsveskis. Selle viisi eeliseks on tehnoloogilise ja tootmisprotsessi lihtsus.

Kuid kala pikaajalisel kuivatamisel tervikuna või tükkides 6%-lise ja väiksema veesisalduseni toimub liiga suur valkude

denaturatsioon ja rasva kibedaksmuutumine, mis teatud määral halvendab produkti kvaliteeti.

Kala kuivatamine tervikuna. Meretinti, moivat, mudilast (bõtšok), kassatkat, väikest lesta ja teisi väikseid kalu rasvasusega kuni 3% kuivatatakse tervikuna või eelnevalt roogituna. Kiireks realiseerimiseks võib kasutada kalu rasvasusega kuni 5%. Kala pestakse puhtas vees ja siis asetatakse puust resti peale nõrguma, mis kestab tund aega. Pärast nõrgumist kala soolatakse mittesuurtes vannides 1,1 erikaaluga soolvees, mille temperatuur on 12—15°. Üle 3 cm paksuse kala soolamine kestab 6 min., paksusega 2—3 cm — kuni 4 min., kuni 2 cm — 2 min.

Soolvee ja kala kaalu vahekord on 1,5 : 1. Eriti väikest kala soovitatakse soolamisel asetada sarjadele ja nendega asetada soolvette. See kindlustab võrdse kestusega soolamise. Soolveest väljavõetud kala hoitakase nõrgumiseks restidel 30 min., siis pannakse plaatidele ja asetatakse kuivatamisahju.

Temperatuur peab olema ahjus alguses vähemalt 180°, siis ta järk-järgult langeb kuni 130—100°. Väikest rasvast kala kuivatatakse alguses 160° juures, viies temperatuuri kuivatamise lõpuks 80 kuni 90°. Suuremat ja võrdlemisi rasvast kala (koger) kuivatatakse alguses 180°, aga lõpus 90° juures. Kuivatamisel tuleb arvestada iga kala tehnokeemilisi iseärasusi.

Kuivatatud kala, mille rasvasisaldus on 5—10% piirides, on tavaliselt meeldiva maitsega, samal ajal aga rasvasem kala on kibe ja lahja tundub maitsetuna.

Kalakuivikute valmistamine. Kuivikuteks nimetatakse kuni 10 cm pikkusega kuivatatud kalaviilukaid. Niisuguseid viilukaid saadakse kalakerede lõikamisel põikitükkideks. Kuivikuid tavaliselt valmistatakse suurtest mitterasvastest kaladest — kohast, tursast, haugist, linaskist ja samuti väiksematest kaladest, nagu kogrest, navaagast ja teistest.

Suure külmutatud kala töötlemine kuivikuteks seisneb järgmises. Alguses kala defrosteeritakse soojas vees, siis eemaldatakse temalt soomus, roogitakse ja pestakse hoolikalt, et ei jääks sisikonnajäätmeid ega verd. Roogitud ja pestud kala lahatakse kaheks fileeks ja lõigatakse siis põikitükkideks laiusega 5—10 cm.

Peenikesel kalal eemaldatakse soomus, pärast seda ta roogitakse ning lõigatakse ära pea ja sabauimed. Kõik ülejäänud protsessid on analoogilised kala tervikuna töötlemisega.

Järvetindi kuivatamine. Järvetint on väga väike kala, teda püütakse tunduval hulgal, peamiselt kevadel ja sügisel Valgevene NSV järvedes, Baltikumis ja Leningradi oblastis. Selle kalaliigi jaoks on kuivatamine nähtavasti ainsaks otstarbekohaseks konservimisviisiks. T. S. Šmakova andmete järgi kevadise ja sügisese järvetindi keskmine kaal, mida püütakse NSV

Liidu Euroopa-osas looderajoonide järvedest, moodustab vastavalt 1,5 ja 2,5 g, aga rasvasus 2,8—3,3 ja 4—5%.

Kaaspüügina satub tavaliselt teatud hulk teisi väikesi kalu: kevadel kiisk ja meretint, sügisel aga kiisk, särg, ahven ja viidikas, milliseid operatsiooni töömahukuse tõttu tavaliselt välja ei sorteerita.

Pihkva kalakuivatamise tööstuses on järvetindi kuivatamise tehnoloogiline protsess vene ahjudes organiseeritud järgmiselt. Värske järvetint, mis on asetatud 100 kg mahutavusega künasse, tõstetakse köetud ahju juurde ja asetatakse tihedalt ahju esiseina juurde alusele. Et vältida kalakeste kleepumist ahjupõranda külge, puistatakse sinna õhuke kiht soola. Pärast seda loobitakse kala künast pika varrega puust kühvli abil ühtlase, umbes 20 mm paksuse kihina ahjupõrandale, millele puistatakse soola 6—8% kala kaalust; edasi võetakse künast ülejäänud kalakogus ja asetatakse samal viisil ahju. Ülejäänud sool — 3—6% puistatakse pealmisele kalakihile.

Sügisel on soolakulu teatud määral väiksem (8—10%) kui kevadel (13—15%). Joonisel 76 on toodud sügisese järvetindi kuivatamise kõverad ja ahjupõranda ning kala temperatuuri kõverad (T. S. Šmakova materjalide järgi).

Kala kuivatamine kahes kihis, nagu see on tavaks Pihkva tööstuses, tõstab küll ahjude läbilaskevõimsust, kuid produktsiooni kvaliteet teatud määral langeb. Parem on järvetinti kuivatada ühe kihina (sool-kala-sool), nagu see on tavaks Valgevene ja teistes tööstustes. Antud juhul kuivatamise aeg lüheneb 1—2 tundi, aga järvetindi kvaliteet paraneb.

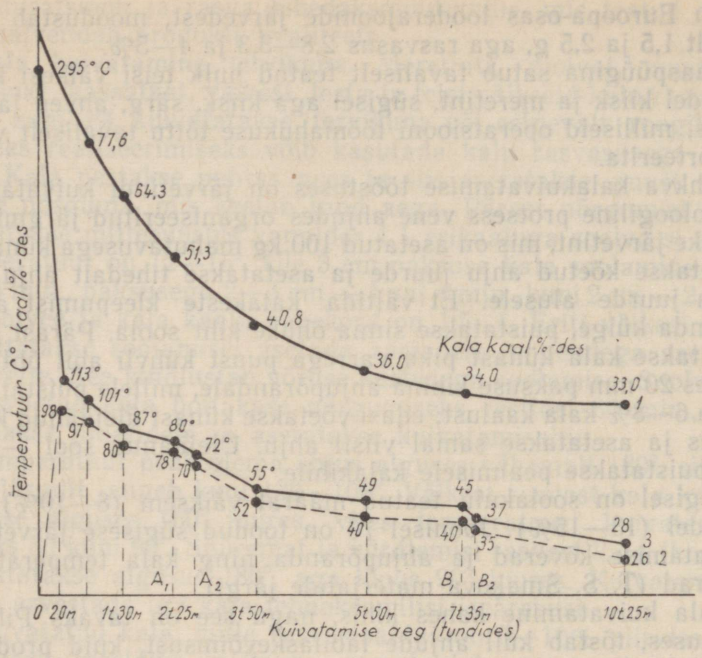
Järvetindi kuivatamise protsessi võib vene ahjudes poolitada kahte perioodi — kala küpsemine ühes samaaegse sooldumisega ja tegelik kuivatamine.

Esimene periood ei kesta üle 2 tunni ja lõpeb siis, kui kala pind on märgatavalt kuivanud ning kalale vajutamisel temast puljongit ei välju. Selle aja kestel on ahju siiber lahti, aga tõmbelõõrisiiber kinni.

Teine periood — tegelik kuivatamine — algab järvetindi segamisega (ülestõstmisega), mida tehakse selleks, et kala kobestada ja sellega luua võimalused ühtlaseks kuivamiseks (ajalõik A_1A_2 joonisel 76). Kala segatakse puust labidaga, mida nimetatakse segajaks. Kuivatamist teostatakse ahjusiibri kinniolekul ja tõmbelõõri siibri lahtiolekul; veeaurud lenduvad läbi lõõri välja.

Teistkordne läbisegamine (ajalõik B_1B_2 joonisel 76) teostatakse 3—5 tunni pärast ning veel 1—1,5 tunni möödumisel võetakse kala ahjust välja.

Nagu jooniselt 76 näeme, võib kuivatamise protsessi lõpetada 6—7 tunni pärast. Edasine 3—4-tunnilise kestusega järelkuiva-



Joon. 76. Kõverad:

1 — järvetindi kuivatamise; *2* — kala temperatuuri; *3* — ahjupõranda temperatuuri.

tamine põranda temperatuuri juures 40—28°, mida mõningates tööstustes teostatakse, pole otstarbekohane.

Tabelis 93 on toodud tehnilised näitajad, mis iseloomustavad kevadise ja sügisese järvetindi kuivatamist (T. S. Šmakova andmete järgi).

Kuivatatud järvetindi valmidus määratakse kindlaks järgmiste näitajate alusel: niiskusesisaldus 27—38%; kuivatatud järvetint vajutamisel murdub; tema konsistents on tihedast kuni kõvani; soolasisaldus kuni 12%. Sügisesel kui rasvasemal järvetindil on parem maitse kui kevadisel.

Õigesti valmistatud kuivatatud produktil on puhas hele pind, habras, pudenev konsistents ja kuivatatud järvetindile omane meeldiv lõhn. Hoidmisel kala pind tumeneb, kuivatatud järvetindi meeldiv maitse kaob ja tekib hapendunud rasva lõhn. Kuivatatud kevadise järvetindi hoidmise aeg ei või ületada 8 kuud, aga sügisesel 6 kuud (171).

On teada ka kuivatatud järvetindi valmistamise teine, V. P. Pavlovi poolt esitatud viis. Tema olemus seisneb selles, et järvetinti eelnevalt soolatakse 16—20% kangusega soolvees

Tabel 93

Näitajad	Järvetindi kuivatamise iseloomustus	
	kevadine	sügisene
Soolakulu %-des kala kaalust	12—15	9—12
Soolasisaldus produktis %-des	10—12	8—10
Ahju põranda temperatuur °C		
enne täitmist	290—300	290—300
pärast kalaga täitmist (10—15 min. möödumisel)	90—100	100—110
enne kala väljavõtmist	55—60	30—35
Kala temperatuur kraadides		
10—15 min. möödumisel pärast ahju täitmist	85—90	85—90
enne ahjust väljavõtmist	55—60	30—35
Puudekulu 100 kg kala kohta	95—100	120—125
Kuivatamise kestus tundides	5—6	8—10
Produktsiooni väljatulek %-des	35—36	31—32

10—20 minutit sõltuvalt kala värskusest ja soolvee temperatuurist. Järvetint peab pärast soolamist sisaldama 3—5% soola. Pärast nõrgumist kuivatatakse teda ahjus, ilma soola peale puistamata.

Selleks et kalakesed ei kõrbeks ega kleepuks ahju põranda külge, puistatakse ahju põrandale soola 1,5—2% kala kaalust.

Tööstuses see viis kasutamist ei ole leidnud, olgugi et tal on mõningad eelised ja nimelt: soolamise protsessis kala täiendavalt pestakse ja vabastatakse liivast, kruusast ja teokarpidest; murdunud kalakeste ja jäätmete hulk on väiksem. Selle viisi puuduseks on tema kuivatamise vajadus õhukese kihina, mis ahju läbilaskevõimsust tunduvalt vähendab.

XI PEATÜKK

KALA KUIVATAMINE VAAKUUMIS

Praegu tarvitusel olevate kalatooraine konservimisviiside üks iseloomulikumaid tunnusmärke on mitteümberpööratav denatureerimine. Soovitud omadustega produkti saamiseks on denatureerimine mõnel juhul (steriliseerimine, soolamine, suitsutamine jne.) vajalik, teistel juhtudel seevastu (kuivatamine, külmutamine) aga ebasoovitav, sest nende konservimisviiside põhieesmärgiks on värske kala algomaduste säilitamine.

Kala lihaskoe denatureerimise all mõistetakse selle struktuuri ja arhitektoonika muutumise protsessi, mis leiab aset valgumolekulide põhitüübi konfiguratsiooni hüppelise mitteproteoliitilise muutumise tagajärjel. Meie kujutlusi kala lihaskoe denatureerimise kohta sõnastasime kasutades Passõnski (133), Neurathi ja teiste autorite (198) ning Putnami (200) töid.

Denatureerimise mõjul muutuvad nii kala lihaskoe füüsikalis-keemilised omadused kui ka selle koe toiteväärtus.

Kuivatatud produktide väärtust määrab eelkõige nende võime vees leotamisel tursuda ja oma algomadusi taastada. Kuivatamisel atmosfääris ning eriti kuumuse mõjul kaotavad kalaproduktid selle võime, sest kõrge temperatuur denatureerib valke tunduval määral ja moonutab kala lihaskoe struktuuri.

Seoses sellega töötati ja töötatakse Nõukogude Liidus ning teistes riikides välja uusi kuivatamisviise selle protsessi kiirendamiseks ja tooraine, eriti selles sisalduvate valkude algomaduste säilitamiseks.

Praegu on juba tuntud kaks täiuslikumat kuivatamisviisi ja nimelt: kuivatamine vaakuumis kuivatatava objekti plusstemperatuuride juures ning kuivatamine vaakuumis kuivatatava objekti miinustemperatuuride juures (sublimatsioon).

Esimene meetod baseerub vedelas olekus olevate ainete keemistäpi alandamisele vaakuumis. Vastaval hõrendamisel (alla 149 mm elavhõbedasammast) võib saavutada niisuguse olukorra, et vesi hakkab keema 60°-st madalama temperatuuri juu-

res, s. o. niisuguse temperatuuri juures, kus valk enam ei koaguleeru [1].

Värske kala kuivatamisel säilivad seega rõhu 149 mm elavhõbedasammast või veel väiksema rõhu juures selle algomadused palju paremini kui kuivatamisel kõrge temperatuuri ja atmosfäärirõhu juures (760 mm elavhõbedasammast).

Teine kuivatamismeetod baseerub mõnede kõrge aururõhuga tahkete ainete (näiteks vesijää) omadusel muutuda teatud tingimuste juures vahetult auruks, vahepeal vedelat olekut omandamata. Aine sellist muutumist ühest (tahkest) olekust teise (gaasilisse) olekusse nimetatakse sublimatsiooniks. Selle kuivatamisviisi iseärasuseks on produkti (kala) külmutatud olek kuivatamise ajal. Protsessi kiirendamiseks ja väljaspoolt tuleva soojuse mõjul asetleidva produkti sulamise vältimiseks teostatakse kuivatamist sügavas vaakuumis (jääkrõhk alla 1 mm elavhõb. sam.).

Külmutamise läbi sügavas vaakuumis või, täpsemini öeldes, kala isekülmutamise läbi saavutatakse selle konservimine kuivatamise ajal, millel on suur tähtsus kuivatamisprotsessi pika kestuse tõttu ja millega välditakse kala eelnevat soolamist, s. o. võtet, mida kasutatakse sageli tööstuses tavalise atmosfäärilise kuivatamise puhul.

Vaakuum-kuivatamisseade koosneb neljast põhiosast: vaakuumkapist ehk, nagu seda osa vahel nimetatakse, sublimaatorist [2], kondensaatorist, külmutusmasinast ning rotatsioonvaakuum-õlipumbast. Niisuguse seadme üldvaade on näidatud joonisel 77. Vaakuumkapi sees asetsevad kindla korra järgi plaadid või keerdtorud, milledes tsirkuleerib teatud temperatuurini soojendatud vesi. Vaakuumkapis asuvatele plaatidele asetatakse pannid kalaga. Kondensaator kujutab endast jahutusmantliga varustatud silindrit, kusjuures selles jahutusmantlis tsirkuleerib külmutusvedelik, mida juhitakse mantlisse külmutusmasinast torustiku kaudu. Silindri sees asub kaabitsatega varustatud võll, mis pöörleb veorihma abil. Veeaurude kondenseerumise tagajärjel kondensaatori jahutatavale pinnale tekkivat lund puhastavad kaabitsad ja ta kukub erianumasse, mis asub kondensaatori alumises osas.

Vaakuum-kuivatamisseade töötab järgmiselt. Kaladega täidetud vaakuumkapp suletakse hermeetiliselt, mille järel lülitatakse sisse külmutusmasin, vaakuumpump, kondensaatori võlli ajam ning vaakuumkapi soojendussüsteem. Kaladest eralduvad veeaurud juhitakse koos õhuga vaakuumkapist pidevalt välja

---

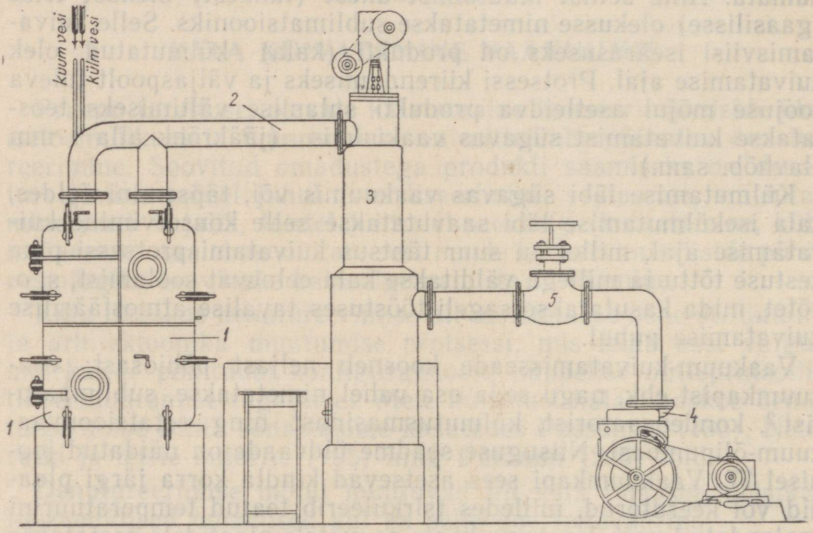
[1] Vesi keeb jääkrõhu juures p = 149 mm elavhõbedasammast t = 60° juures, p = 4,5 mm elavhõbedasammast juures aga 0° temperatuuri juures.

[2] Juhul kui produkti kuivatatakse külmutatuna.

vaakumpumba ja kondensaatori üheaegse töö abil. Kondensaatorisse sattunud veeaurud jahtuvad ning sadestuvad selle külmadele seintele. Vaakuumpumbasse satub seega veeaure mittesisaldav õhk, mille pump tõukab välja atmosfääri.

Veeaurude täielikul eemaldamisel kondensaatori abil on suur tähtsus vaakuumpumba tööle ja seega ka võimalikult sügava vaakuumi moodustamiseks vaakuumkapis.

Kuivatamiseks sublimatsiooni teel kasutatakse toiduainetetööstuses seni kapikujulisi perioodiliselt töötavaid vaakuumkui-



Joon. 77. Vaakuum-kuivatamisseade:
1 — vaakuum-kuivatuskapp; *2* — toru; 3 kondensaator; *4* — vaakuumpump; *5* — ventiil.

vatamisseadmeid. Keskmise ja sügava vaakuumiga töötavatel vaakuum-kuivatamisseadmetel on toiduainete- ja sealhulgas ka kalatööstuses suur tulevik.

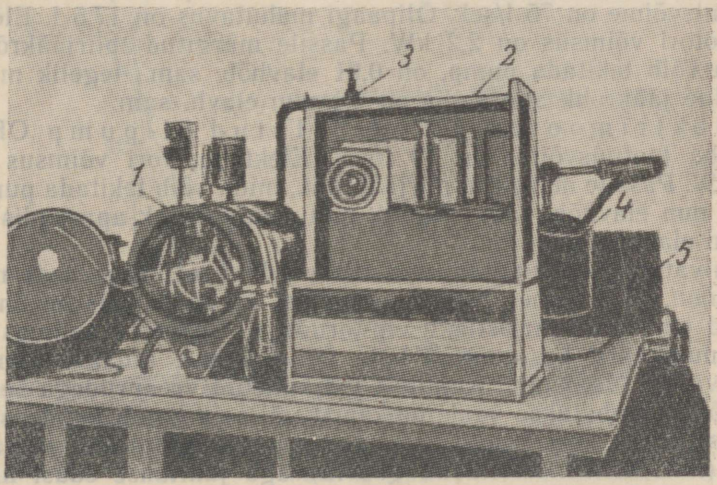
Tuntakse mitmesuguseid vaakuum-kuivatamisseadmete konstruktsioone; mõnedega neist on võimalik tutvuda Lõkovi ja Grjaznovi raamatus «Molekuljarnaja suška» (109).

Katsetöödega kala kuivatamise alal vaakuumis alustati VNIRO-s 1947. aasta algul A. A. Lazarevski ja siis 1949. aastast peale selle raamatu autori juhatusel. Töödest võtsid osa T. I. Makarova, K. V. Martemjanova, Z. V. Kotšetova ja Z. S. Melkova.

Katsetöödeks kasutatud vaakuum-kuivatamisseade koosnes reast aparaatidest ning seadmetest, mis on omavahel metall-

torustike ja kummivoolikute abil ühendatud (joon. 78); vaakuum-kuivatamisseadme komplekti kuuluvate aparaatide ning seadmete tehnilised karakteristikud on toodud allpool.

Vaakuum-kuivatamiskapp. Kapis asuvad kaks riiulit, kusjuures kummalgi on neli vahelauda. Kõigi vahelaudade üldpind on 4000 cm^2. Vaakuumkapi uks on varustatud klaasitud vaateavaga, õhukraaniga ning avaga elektrijuhtmejaoks. Kapi keres on olemas kaks ava vask-konstantaantermopaaride sisseviimiseks (kolm tükki igas kimbus) ja ava vaakuummeetrite jaoks (mis asuvad jaotuskilbil).



Joon. 78. Laboratoorne vaakuum-sublimatsiooniseade:
1 — kapp (sublimaator) kala kuivatamiseks; *2* — jaotamiskilp kontrollmõõteriistadega; *3* — ventiil kondensaatori juures (kondensaator asub kilbi taga); *4* — kompensaator; *5* — vaakuum-rotatsioon- (õli) pump.

Vaakuumkapi jaotuskilp. Kilp on varustatud:

1) kahe millivoltmeetriga, kusjuures kummagagi on ümberlülitite abil ühendatud 0,1 mm läbimõõduga traatidest tehtud kolm vask-konstantaantermopaari; esimesel millivoltmeetril on olemas tervetesse kraadidesse jaotatud skaala temperatuuri mõõtmiseks vahemikus — 40 kuni 60°, teisel millivoltmeetril asuv skaala aga võimaldab mõõta temperatuuri vahemikus — 40 kuni 120°;

2) MacLeod-Dolinovi vaakuummeetriga, millel on olemas skaala 0 kuni 1500 mk ja mis on kummitoru abil järjestikku ühendatud kahe U-kujulise vaakuummeetriga ning siis vaakuumkapi ruumala, kusjuures mainitud kummitoru läbimõõt on 7 mm, selle seinte paksus aga 6 mm;

3) nuppudega varustatud seadeldisega vaakuumpumba elektrimootori käivitamiseks.

K e e r d t o r u d e g a k o n d e n s a a t o r. See kujutab endast anumat, mille alumises osas on äravoolukraanid ja mille ülemises osas asub äravoolutoru; anuma sees on spiraalikujuliselt asetatud keerdtorud. Keerdtorude pind on 0,4 m^2.

T ä i e n d a v r e s e r v u a a r - k o m p e n s a a t o r kujutab endast klaasitud vaateava ja kahe õhukraaniga varustatud anumat.

Õ l i p a a g i g a n i n g e l e k t r i m o o t o r i g a v a r u s t a t u d r o t a t s i o o n - õ l i d i f u s i o o n p u m p. Pumba tootmisvõime on 75 l/sek. Õlipaagi mahutavus on 17,5 l. Elektrimootori võimsus on 2,2 kW. Passile märgitud piirjääkrõhk, mida võib tekitada pump, on 0,01 elavhõb. sam., tegelik minimaalne jääkrõhk aparaadis on 0,1 mm elavh. sam.

E l e k t r i m o o t o r i g a v a r u s t a t u d õ l i p u m p OE-3. Pumba tootmisvõime on 50 l/sek. Elektrimootori võimsus on 1,5 kW. Passile märgitud piirjääkrõhk, mida võib tekitada pump, on 1 mm elavhõb. sam. Tegelik minimaalne rõhk aparaadis on 6 mm elavhõb. sam.

Kuivatamisseade võtab oma alla pinda 9 m^2. Nagu seda näitab joon. 78, koosneb retsipient neljast anumast, mis on ühendatud omavahel järjestikku õhutorudega. Esimeses anumas — vaakuumkapis, kus toimub kala kuivatamine, luuakse pumba abil vajalik vaakuum. Kaladest väljaimetud veeaurudega segatud õhk pumbatakse vaakuumkapist välja ja satub kondensaatorisse, mille sees sadestuvad veeaurud keerdtorude pinnale, õhk (mittekondenseeritavad gaasid) aga juhitakse edasi ning satub pumba sisse ja tõugatakse õlipaagi kaudu atmosfääri. Vaakuum-rotatsioonpumbas asuv õlipaak täidab õliga vaakuumpumba tööruumi ning isoleerib selle välisõhu mõjust.

Paagi konstruktsioon kindlustab peale selle vee eraldamise õlist settimise teel, mille läbi välditakse teatud määral vee sattumine paagist koos õliga pumba sisse.

Kondensaatorit jahutatakse kloorkaltsiumilahuses oleva jää abil.

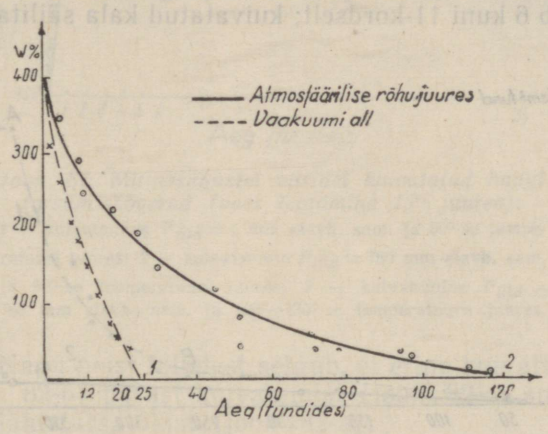
Kuivatamisele kuuluv materjal (kuni 5 kg) asetatakse vaakuumkapis oleva kahe riiuli terasvahelaudadele. Soojuseallikaks on elektripliidid, mis asuvad õlimantli sees ning täiendavalt aparaadi külgseinte välispinnal.

Esimesel peakilbil asuvad kaks galvanomeetrit ja kaks U-kujulist vaakuummeetrit ning peale selle veel MacLeod-Delinovi vaakuummeeter, mis on varustatud veeaurude kinnipüüdmiseks ettenähtud seadmega, ja rotatsioon-vaakuumpumba elektrimootori käivitamiseks ettenähtud seade. Teisele, s. o. abikilbile on asetatud kaks U-kujulist vaakuummeetrit ja MacLeod-Delinovi

vaakuummeeter. Esimesel kilbil asuvad aparaadid kontrollivad vaakumkapis valitsevat gaasi- ja temperatuurirežiimi, teisel kilbil neidsamu režiime, kuid mis tekivad pärast kondensaatorit.

Kala kuivatamisel 6 mm elavh. sam. ületava rõhu juures töötab seade teise pumba OE-3 abil, mis ühendatakse õhukraani kaudu kompensaatoriga.

Vaakuumkapi võrdlemisi suured mõõtmed annavad võimaluse asetada aparaadi sisse kuni neli kvadranti, hüdrograafi, termograafi ja kontrollida temperatuuri aparaadi kuues punk-



Joon. 79. Defrosteeritud tursatükkide kuivatamise kõverad:

1 — tursa kuivatamise kõver temperatuuri 15° ja $P_{üld} = 1{,}0$ elavh. sam. juures; *2* — tursa kuivatamise kõver temeratuuri 18° ja $P_{üld} = 760$ mm elavh. sam. juures.

tis (kuus termopaari). Klaasitud vaateava, vaakuumkapis olev valgustus ning kaugtoimega mõõteriistad kindlustavad pideva kontrolli ja kuivatamisprotsessi jälgimise.

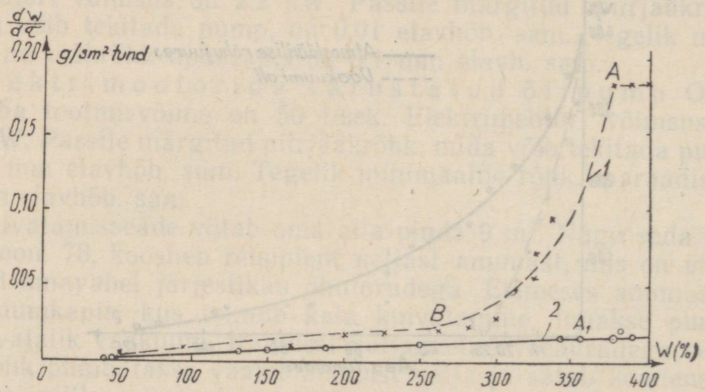
Kirjeldatud seadme abil võib kergesti teostada katseid mitmesuguse tooraine kogusega (kuni 4 kg) mitmesuguse temperatuuri juures intervallis 10 kuni 120° ja rõhu juures intervallis 20 kuni 0,1 mm elavhõb. sam.

Joonistel 79 ja 80 on näidatud 50-grammiste defrosteeritud tursatükkide kuivatamise ning kuivatamiskiiruse kõverad nii vaakuumis kui ka atmosfäärirõhu juures. Nagu seda näitab joon. 80 kõver, on kuivatamiskiirus protsessi algstaadiumil vaakuumis 9 korda suurem kui atmosfäärirõhu juures, protsessi lõpul aga umbes 2 korda suurem. Algul kulgeb protsess mõlemal juhul konstantse kiirusega (kuni punktini A ja A_1), siis aga

väheneb kuivatamiskiirus vaakuumis kiiresti, pärast punkti *B* aga väheneb aeglaselt.

Defrosteeritud tursa kuivatamise käigus sublimatsioonimeetodil vaakuumis on seega kaks kriitilist punkti (*A* ja *B*), kuivatamisel atmosfäärirõhu juures on seevastu ainult üks kriitiline punkt (A_1) ja seegi pole väga selgesti väljendunud. Selliselt kulgeb kuivatamine vaid sel juhul, kui on tegemist eelnevalt üles sulatatud kalaga.

Sublimatsioonimeetodil vaakuumis ($P_{üld}$ 0,5 ... 4 mm elavh. sam.) teostatava kalakuivatamise põhieelised võrreldes kuivatamisega atmosfäärirõhu juures on järgmised: kuivatamiskestus väheneb 6 kuni 11-kordselt; kuivatatud kala säilitab esialgse



Joon. 80. Defrosteeritud tursatükkide kuivatamiskiiruse kõverad:

1 — tursa kuivatamiskiiruse kõver 15°-se temperatuuri ja $P_{üld} = 1{,}0$ mm elavh. sam. juures; *2* — tursa kuivatamiskiiruse kõver 18°-se temperatuuri ja $P_{üld} = 760$ mm elavh. sam. juures.

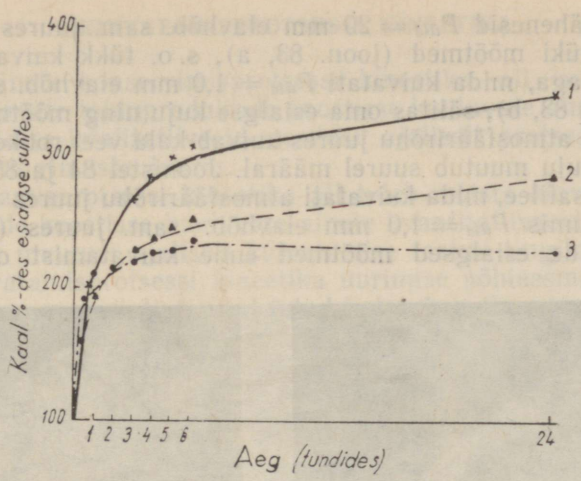
kuju ning mõõtmed ja samuti värskele kalale omase värvi, lõhna ning omastatavuse; vees leotamisel tursub kuivatatud kala kiiresti ja siis võib seda, nagu värsket kalagi, kasutada mitmesuguste toitude valmistamiseks.

Mitmesuguste viisidega kuivatatud haugiliha tükkide tursumiskõverad on toodud joonisel 81.

Värske haugiliha kuivatati kolmel viisil: sublimatsioonimeetodil vaakuumis ja siis külmalt ning kuumalt atmosfäärirõhu juures.

Nagu seda kinnitavad joon. 81 kõverad, tursub sublimatsioonimeetodil kuivatatud haugiliha palju paremini kui kuivatamisel atmosfäärirõhu juures külmalt ja seda enam kuumalt.

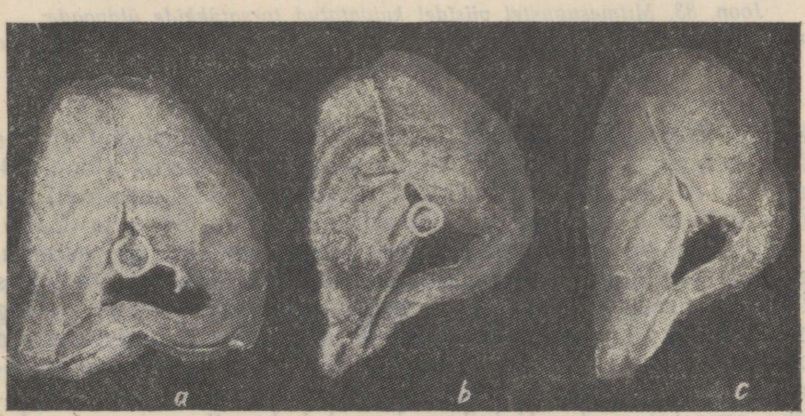
Joonisel 82 on näidatud tursatükid (steaki-tüüpi fileetükikesed) enne ja pärast kuivatamist ning pärast kuivatatud tükkide



Joon. 81. Mitmesugustel viisidel kuivatatud haugi tursumiskõverad (vees leotamine 15° juures):
1 — kuivatamine $P_{üld}$ = 1 mm elavh. sam. ja 60°-se temperatuuri juures; *2* — kuivatamine $P_{üld}$ = 760 mm elavh. sam. ja 30°-se temperatuuri juures; *3* — kuivatamine $P_{üld}$ = 760 mm elavh. sam. ja 120°—130°-se temperatuurn juures.

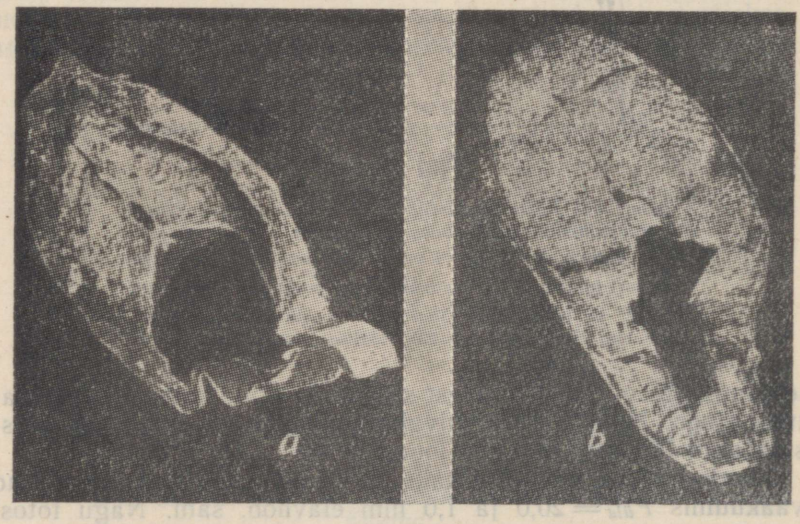
leotamist. Nagu neist fotodest selgub, ei erine kuivatatud tursatükk (joon. 82-b) pärast kuivatamist (joon. 82-c) sugugi ülessulatatud lähtetursatükist (joon. 82-a).

Joonisel 83 on näidatud kaks tursatükki, mis olid kuivatatud vaakuumis $P_{üld}$ = 20,0 ja 1,0 mm elavhõb. sam. Nagu fotost



Joon. 82. Tursatükkide ilme mitmesugustel töötlemisstaadiumidel:
a — defrosteeritud tursatükk; *b* — kuivatatud tursatükk; *c* — kuivatatud tursatükk pärast leotamist.

selgub, vähenesid $P_{ülд} = 20$ mm elavhõb. sam. juures kuivatatud kalatüki mõõtmed (joon. 83, a), s. o. tükk kuivas kokku, kalatükk aga, mida kuivatati $P_{ülд} = 1{,}0$ mm elavhõb. sam. juures (joon. 83, b), sälitas oma esialgse kuju ning mõõtmed. Kuivatamisel atmosfäärirõhu juures kuivab kala veel rohkem kokku ja selle kuju muutub suurel määral. Joonistel 84 ja 85 on näidatud tursafilee, mida kuivatati atmosfäärirõhu juures ($t = 20°$) ja vaakuumis $P_{ülд} = 1{,}0$ mm elavhõb. sam. juures ($t = 60°$). Fileetükkide esialgsed mõõtmed enne kuivatamist olid ligi-



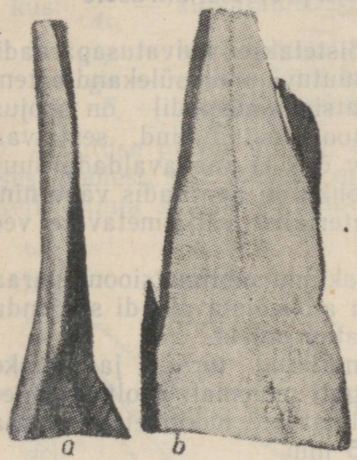
Joon. 83. Mitmesugustel viisidel kuivatatud tursatükkide üldvaade: *a* — 80°-se temperatuuri ja $P_{ülд} = 20$ mm elavh. sam. juures; *b* — 50°-se temperatuuri ja $P_{ülд} = 1.0$ mm elavh. sam. juures.

kaudu ühesugused. Pärast kuivatamist atmosfäärirõhu juures filee kuivas suurel määral kokku ning deformeerus (joon. 84, a ja 85, a), kuivatamisel vaakuumis sublimatsioonimeetodil aga filee mõõtmed ega ka kuju ei muutunud (joon. 84, b ja 85, b).

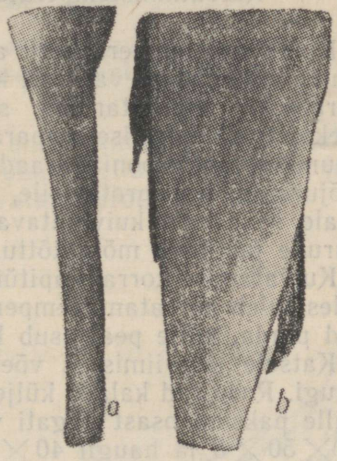
Kuivatamise puuduseks sublimatsioonimeetodil on asjaolu, et kala leotamisel ei taastu selle esialgne kaal ja seejuures tekkiv konsistents ei vasta värske kala liha konsistentsile ning meenutab külmutatud kala liha. Kuivatamise käigus valgud osaliselt denatureeruvad, mille tagajärjel soolas ja vees lahustuvate valkude kogus väheneb; ent see asjaolu ei mõjuta kalaliha omastatavust. Vajaduse korral kala pikemat aega alal hoida, tuleb sublimatsioonimeetodil kuivatatud kala pakkida eripakendisse.

Toiduainete konservimisprotsessi kineetika all mõistetakse konservitavate toiduproduktide koostisse kuuluvate ainete kvantitatiivseid ja kvalitatiivseid muutusi ajaliselt protsessi teatud kulgemistingimuste juures.

Kuivatamisprotsessi kineetika all tuleb mõista kuivatatavate materjalide koostisse kuuluvate ainete kvantitatiivseid ja kvalitatiivseid muutusi ajaliselt kuivatamise teatud tingimuste juures. Kuivatamisprotsessi kineetika uurimise põhieesmärgiks on kuivatatava materjali (antud juhul kala) koostisse kuuluva vee auramiskiiruse määramine.



Joon. 84. Vaakuumis ja atmosfäärirõhu juures kuivatatud tursafilee ilme:
a — 20°-se temperatuuri ja $P_{üld}$ = 760 mm elavh. sam. juures; *b* — 80°-se temperatuuri ja $P_{üld}$ = 1,0 mm elavh. sam. juures.



Joon. 85. Vaakuumis ja atmosfäärirõhu juures kuivatatud tursafilee ilme:
a — atmosfäärirõhu ja 35°-se temperatuuri juures; *b* — vaakuumis ($P_{üld}$ = 1,0 mm elavh. sam, t = 45°) sublimatsioonimeetodil.

Kuivatamisprotsessi kineetika uurimisel vaadeldakse keha või lahust tervikuna, s. o. seda üksikutesse tsoonidesse (lõikudesse) jaotamata. Seda seisundit tuleb lugeda peamiseks kuivatamisprotsessi kineetika uurimisel üldse ja kala kuivatamise uurimisel eriti.

Kala lihaskoes sisalduva vee auramisprotsessi kiirusele kuivatamise korral sublimatsioonimeetodil vaakuumis võivad avaldada mõju järgmised tegurid: temperatuur aparaadis; vesijää sublimatsioonitemperatuur; veeaurude kondenseerimise tempe-

ratuur; vahe veeaurude rõhkude vahel auramispinna tsoonis ning aparaadis; kala lihaskoe seisund ja selle keemiline koostis; kuivatatava kala kuju; kala algtemperatuur.

Nendel teguritel on tähtsus kuivatamisrežiimi valiku põhjendamisel ning nad pakuvad seega mitte ainult teoreetilist, vaid ka praktilist huvi.

Allpool vaadeldakse, kuidas mõjutavad protsessi ainult neli kõige tähtsamat tegurit ja nimelt: temperatuur aparaadis, veeaurude rõhkude vahe auramispinna tsoonis ja aparaadis, kuivatatava kala kuju ja selle algtemperatuur.

Kuivatamistemperatuuri mõju protsessi kiirusele

Kuivatamistemperatuuri all mõistetakse kuivatusaparaadis asuva materjaliga vahetult kokkupuutuva soojusülekandja temperatuuri. Kuivatamisel sublimatsioonimeetodil on soojusülekandjaks peamiselt aparaadi soojendatud pind, sest vaakuum-sublimatsiooniaparaadis olev õhk ei saa avaldada suurt mõju kuivatamisprotsessile, kuna õhku on aparaadis vähe ning peale selle veel kuivatatavast materjalist väljaimetavate veeaurude jahutava mõju tõttu.

Kuivatamise korral kapitüüpi vaakuum-sublimatsiooniaparaatides tuleb kuivatamistemperatuuri all mõista plaadi soojendatud pinda, mille peal asub kuivatatav objekt.

Katsete läbiviimiseks võeti külmutatud turska ja värsket haugi. Roogitud kalade küljest lõigati mõlemalt poolt ära filee, mille paksust osast lõigati välja lihatükid mõõtmetega: tursal $65 \times 50 \times 5$ ja haugil $40 \times 50 \times 5$ mm.

Kuivatamist teostati temperatuuri 25—95° ja jääkrõhu $P_{ülд} =$ $= 0{,}8$ mm elavhõb. sam. juures.

Allpool on toodud andmed, mis iseloomustavad värske haugi lihaskoetükkide temperatuuri sõltuvalt kuivatamistemperatuurist kuivatamise alaneva kiiruse perioodi algstaadiumil.

	Temperatuur °C		
aparaadis	25	50	75
kalas (jää auramise tsoon)	—19	—13	—8

Nagu nendest andmetest nähtub, avaldab kuivatamistemperatuur märgatavat mõju kala temperatuurile, kui see asetatakse aparaati eelnevalt külmutamata. Eelnevalt külmutatud tursa kuivatamisel temperatuuri tõus aparaadis 25-st kuni 95 kraadini ei avalda nii suurt mõju sublimatsioonitemperatuurile, mis võrdub esimesel juhul —20 ning teisel juhul —17 kraadiga.

Kuivatatava materjali proovis, jää auramispinnast allpool mõõdetavat temperatuuri hakkame edaspidi nimetama sublimatsioonitemperatuuriks. Joonisel 86 on toodud värske, eelnevalt külmutamata haugitükkide kuivatamise ja kuivatamiskiiruse kõverad kuivatamise mitmesugustel temperatuuridel, joonisel 87 aga samasugused kõverad külmutatud tursa kohta. Kuivatamiskiiruse kõverad on tuletatud kuivatamiskõverate graafilise diferentseerimise teel ja saadud andmete järgneva arvutuse teel Lõkovi valemi järgi (110):

$$\frac{dW}{d\tau} = \operatorname{tg}\varphi \frac{gc}{F} \cdot \frac{60}{100}, \qquad (64)$$

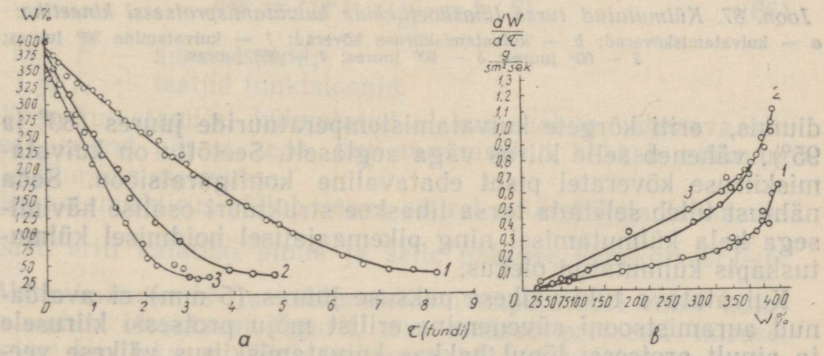
kus: $\frac{dW}{d\tau}$ — kuivatamiskiirus g/cm² tund;

$\operatorname{tg}\varphi$ — kuivatamiskiirus %-des min.;

gc — absoluutselt kuiva proovi kaal grammides;

F — auramispind cm²-tes

Arvutuse juures oletati, et jää aurab ainult tükkide pealmisest poolest, s. o. poolest, mis ei puuduta riiuli vahelaudu, ja et selle pinna suurus ei muutu kuivatamisprotsessi käigus.



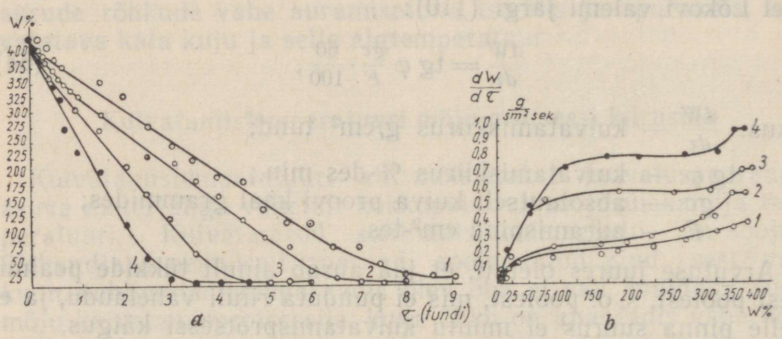
Joon. 86. Haugi lihaskoetükkide kuivatamisprotsessi kineetika mitmesuguste temperatuuride juures:

a — kuivatamise kõverad; *b* — kuivatamiskiiruse kõverad; *1* — kuivatamine 25° juures; *2* — 50° juures; *3* — 75° juures.

Nagu see nähtub joon. 86, ei läinud värske haugi lihaskoetükkide kuivatamise puhul meil korda määratleda konstantse kiiruse perioodi. Seepärast näib, et isegi juhul kui niisugune periood peakski eksisteerima, siis ei saa ta kuigi kaua kesta. Pärast lihaskoetükkide väljalõikamist kalast neid ei pestud ja seega kala pinnal ei olnud pinnapealset veekihti (märgamisvett); auramisprotsess algas vahetult kala lihaskoe pealmisest (välisest) kihist. Värske haugi lihaskoe kuivatamisel on iseloo-

mulik kuivatamiskiiruse pidev ja kiire vähenemine, mida tuleb seletada lihaskoe tihendatud kihi (tahenemiskoorukese) moodustumisega kalatükkide pinnal. Sellega seletub ka sublimatsioonitemperatuuri tunduv tõus kuivatamistemperatuuri tõusul.

Külmutatud tursa kuivatamise puhul õnnestus meil tabada konstantse kiiruse perioodi, olgugi et see periood kestis väga lühikest aega (joon. 87); on iseloomulik, et protsessi keskstaa-



Joon. 87. Külmutatud tursa lihaskoetükkide kuivatamisprotsessi kineetika:
a — kuivatamiskõverad; *b* — kuivatamiskiiruse kõverad; *1* — kuivatamine 30° juures; *2* — 60° juures; *3* — 80° juures; *4* — 95° juures.

diumis, eriti kõrgete kuivatamistemperatuuride juures (80° ja 95°), väheneb selle kiirus väga aeglaselt. Seetõttu on kuivatamiskiiruse kõveratel pisut ebatavaline konfiguratsioon. Seda nähtust tuleb seletada tursa lihaskoe struktuuri osalise hävimisega kala külmutamisel ning pikemaajalisel hoidmisel külmutuskapis külmutatud olekus.

Kuivatatava tüki väikese paksuse juures (5 mm) ei avaldanud auramistsooni süvenemine erilist mõju protsessi kiirusele ja ainult protsessi lõpul hakkas kuivatamiskiirus väikese veesisalduse juures kiiresti vähenema. Nagu seda katsete tulemused näitavad, avaldab kuivatamistemperatuur suurt mõju protsessi kiirusele mitte ainult konstantse kuivatamiskiiruse, vaid ka väheneva kuivatamiskiiruse perioodil (joon. 86 ja 87). See paistab eriti silma väheneva kuivatamiskiiruse perioodi esimesel poolel, siis kui jää auramistsoon ei tunginud veel kala lihaskoe sügavusse.

Kuivatamisel sublimatsioonimeetodil vaakuumis jääb täies ulatuses kehtima kuivatamise põhiseadus: kehast aurustatava vee hulk W on proportsionaalne kehale antavale soojushulgale Q ja on järelikult proportsionaalne soojuskandja t_2 ja kuivatatava keha t_1 temperatuuride vahele.

Kalast vee auramise kiirus mitmesuguste kuivatamistemperatuuride ja konstantse rõhu juures allub seega järgmisele võrrandile:

$$\frac{dW}{d\tau} = K(t_2 - t_1), \tag{65}$$

kus: $\frac{dW}{d\tau}$ — kalast vee auramise kiirus;

K — auramiskoefitsient;
t_2 — kuivatamistemperatuur;
t_1 — kala temperatuur vee (jää) auramistsoonis.

Seega on kalast sügava vaakuumi tingimustes vee auramise kiirus konstantsel jääkrõhul aparaadis proportsionaalne vahele kuivatamis- ja sublimatsioonitemperatuuri vahel.

Auramispind kala kuivatamisel sügavas vaakuumis ei kujuta endast konstantset suurust; ta väheneb üheaegselt vee auramisega kalast. Kuivatamisprotsessi arenemisel tungib auramispind kala lihaskoe sisemusse, mida võib selgesti näha palja silmaga.

Seega on teiste võrdsete tingimuste juures

$$dW = f(F); \quad \frac{dW}{d\tau} = f_1(F), \tag{66}$$

kus: F — auramispind;
f ja f_1 — teatud funktsioonid.

Kala kuivatamisel külmutatud olekus saabub väheneva kiiruse periood pärast seda, kui auramispind hakkab nihkuma kala lihaskoe sisemusse.

Kuivatamiskiirus sõltub seega suurel määral kala lahkamisviisist, eriti kalatüki pinna ja selle paksuse vahekorrast $\left(\frac{F}{\delta}\right)$.

Vahe kuivatamis- ja sublimatsioonitemperatuuri vahel kujutab endast otsustavat tegurit, mis määrab protsessi kiiruse. Tegime kindlaks, et jää ja eelnevalt külmutatud kala kuivatamisel väljendub see sõltuvus kuni 70° ulatuva kuivatamistemperatuuri juures sirgjoonena, mis alaneb veidi abstsisstelje suunas, kui me kanname sellele teljele kuivatamistemperatuuri t_2 näitajad. Katseid teostati järgmises korras.

Uuritav objekt (kala- ja jäätükikesed) paigutati väikesesse anumasse, mis oli ühendatud teise anumaga, kusjuures selles teises anumas asus termopaaride juhtmete jahutamiseks ettenähtud jää (joon. 88). Termopaaride juhtmete jahutamiseks ettenähtud anuma pikkus vastab tööjootekoha 120-le läbimõõdule. Suures anumas asuvate termopaaride juhtmed juhiti läbi torukeste ja jootekoht viidi seejärel kala- või jäätüki sisemusse, mis asusid teises väikeses anumas.

Katseteks kasutati värske haugi, külmutatud tursa ja jää 20 g raskusi tükikesi. Sublimatsioonitemperatuur määrati kindlaks ühe tunni möödumisel pärast vaakuumpumba tegevusseastumist keskmisena kolmest üksteisele järgnevast mõõtmisest 5-minutilise intervalliga. Kuivatamistemperatuuri tõsteti katse käigus pikkamööda 20 kraadist kuni 90 kraadini; jääkrõhk oli kogu aeg konstantne ning võrdus 1,0 mm elavhõb. sam.

Kuivatamine kõrgetel temperatuuridel halvendab produkti kvaliteeti ja me ei pidanud seepärast otstarbekohaseks uurida protsessi kineetikat 90° ületavate kuivatamistemperatuuride juures *.

Katsete tulemused on näidatud joonisel 89, kusjuures selle joonise abstsissteljele on märgitud kuivatamistemperatuur, ordinaatteljele aga, abstsissteljest ülespoole — kuivatamis- ja sublimatsioonitemperatuuride vahe ning abstsissteljest allapoole — sublimatsioonitemperatuur. Nagu selgub joon. 89, suureneb kuivatamistemperatuuri t_2 tõstmisel vahe kuivatamis- ja sublimatsioonitemperatuuride vahel ($t_2 - t_1$). Jää ja tursa kuivatamisel temperatuuri juures vastavalt kuni 70° ja 60°-ni allub t_2 ja $t_2 - t_1$ vastastikune sõltuvus sirgjooneseadusele.

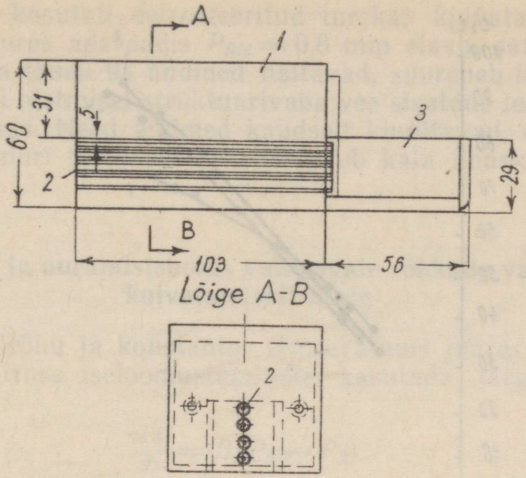
Puhta jää sublimatsioonitemperatuuri kõver kuivatamistemperatuuride intervallis 20°-st kuni 70°-ni kulgeb 1,5° võrra allpool tursa lihaskoes olnud jää sublimatsioonitemperatuurist aparaadis konstantseks jääva vaakuumi juures. Seda vahet võib seletada lämmastikainete mõjuga, mis moodustavad struktuurvõre kala lihaskoes ja mille soojusejuhtivus on väiksem kui jääl.

Väga iseloomulik konfiguratsioon on värske (eelnevalt külmutamata) haugi lihaskoest tuleva jää sublimatsioonitemperatuuri kõveral sõltuvalt kuivatamistemperatuurist (joon. 89). Haugi lihaskoest tuleva jää sublimatsioonitemperatuur tõuseb alates kuivatamistemperatuurist 34° pidevalt, ja 70° juures on see temperatuur —4°.

Niisugune protsess toimub selle tõttu, et eelnevalt külmutamata kala kuivatamisel tekib selle lihaskoe pinnal tihe kuiv kiht, millest veeaurudel on raske läbi tungida. Veeaurude rõhk auramistsoonis selle tagajärjel tõuseb, kala lihaskoe sisekihtidest pärineva jää auramiskiirus aga jääb maha juurdeantava soojuse hulgast, mida ei kulutata täies ulatuses jää auramisele; sublimatsioonitemperatuur tõuseb.

Eelnevalt külmutatud tursa lihaskoe kuivatamisel hakkab sublimatsioonitemperatuur tõusma ainult 60°-se kuivatamistem-

* 90° ületava kuivatamistemperatuuri juures muutub kala värvus tugevasti kollaseks, selle konsistents aga muutub pärast leotamist halvemaks ja keedetud kujul on kalaliha sitke ning vesine.



Joon. 88. Anum kuivatatava objekti temperatuuri mõõtmiseks:
1 — suur anum; *2* — torukesed; *3* — väike anum.

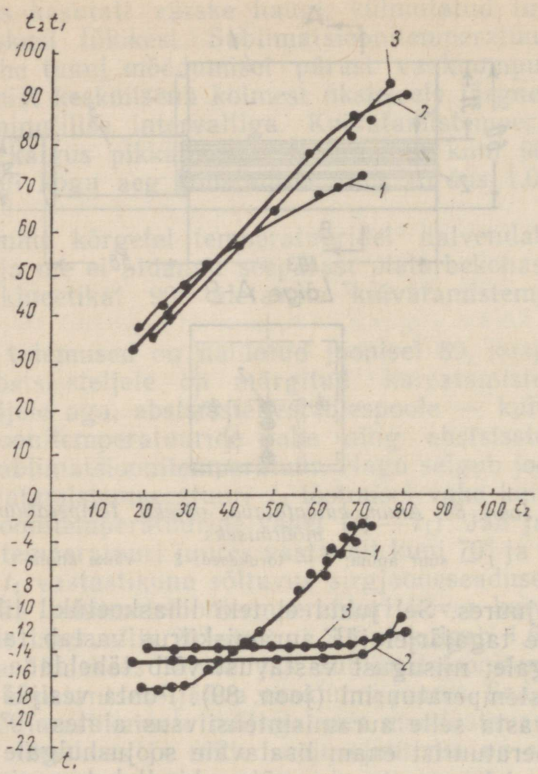
peratuuri juures. Sel juhul ei teki lihaskoetükil tihedat kuiva kihti. Selle tagajärjel jää auramiskiirus vastab talle antavale soojushulgale; niisugust vastavust võib täheldada kuni 60°-se kuivatamistemperatuurini (joon. 89). Puhta vesijää sublimeerimisel ei vasta selle auramisintensiivsus alates 70°-sest kuivatamistemperatuurist enam lisatavale soojushulgale (joon. 89).

Kuivatamistemperatuuri mõju kindlakstegemiseks kalast eemaldatavale veekogusele teostati erilisi katseid värske haugi lihaskoega. Katsete käigus kuivatati kala rõhul 0,8 mm elavhõb. sam. ning temperatuuris 25, 50 ja 75°. Protsess lõpetati pärast seda, kui kala kaal tunniajalise kuivatamise jooksul ei muutunud. Veest vabastatud proovides määrati jääkveesisaldus kindlaks peenendatud koe kuivatamise teel 115°-se temperatuuri juures. Seda temperatuuri pani Dumanski ette (58) kasutada kogu seotud vee eemaldamiseks kolloididest märgamissoojuse määramisel.

Teostatud katsete tulemused on toodud allpool:

Kuivatamistemperatuur °C, kui P = 0,8 mm el. sam.	25	50	75
Vee jääkkogus kalas %-des, arvestatult absoluutselt kuivale ainele	42,4	32,3	22,8

Nagu need andmed näitavad, väheneb kala kuivatamisel vaakuum-kuivatamisaparaadis konstantsel rõhul ja kuivatamistemperatuuri tõstmisel kala lihaskoesse jääva vee jääkkogus. 25°-se kuivatamistemperatuuri juures jääb kalasse seotud vesi ning osa immobiliseeritud veest. 50°-se ja kõrgema temperatuuri juu-



Joon. 89. Kuivatamistemperatuuri kõverad:
1 — haug; *2* — tursk; *3* — jää.

res aurab kogu immobiliseeritud vesi ning kalasse jääb vaid seotud vesi (vaata III ptk.).

Kuivatamistemperatuur avaldab mõju mitte ainult protsessi kiirusele ja eemaldatava vee kogusele, vaid ka struktuurivaba vee sisaldusele kuivatatud kalas pärast leotamist (tabel 94).

Tabel 94

Kuivatamis-temperatuur °C	Veesisaldus %-des, arvestatult kala niiskele ainele					
	defrosteeritud		kuivatatud		leotatud	
	üld	strukt. vaba	üld	strukt. vaba	üld	strukt. vaba
30	79,54	21,1	5,85	—	79,31	20,4
60	79,54	21,1	3,62	—	81,73	25,7
80	79,54	21,1	2,74	—	79,86	33,8
95	79,54	21,1	2,17	—	81,94	32,0

Katseteks kasutati defrosteeritud turska; kuivatamist teostati rõhu juures aparaadis $P_{ala} = 0{,}8$ mm elavh. sam.

Nagu seda tabeli 94 andmed näitavad, suureneb kuivatamistemperatuuri tõstmisel struktuurivaba vee sisaldus leotatud kuivatatud tursas. Need andmed kaudselt kinnitavad, et kuivatamistemperatuuri tõstmisel intensiivistub kala lihaskoe denatureerimine.

Aparaadis ja auramistsoonis valitsevate rõhkude vahe mõju kuivatamiskiirusele

Atmosfäärirõhu ja konstantse temperatuuri juures võib kala kuivatamiskiiruse iseloomustamiseks kasutada järgmist võrrandit (107):

$$\frac{dW}{d\tau} = B(P_1 - P_2), \qquad (67)$$

kus: $\frac{dW}{d\tau}$ — kuivatamiskiirus kg/tund cm^2;

B — atmosfäärirõhu juures kalast eemaldatava vee auramiskoefitsient, mis sõltub õhuvoolu kiirusest ja suunast, pinna konfiguratsioonist ja samuti kala lihaskoe struktuurist kg/cm^2 tund mm elavhõb. sam.;

P_1 — aururõhk auramispinna juures mm elavhõb. sam.;

P_2 — auru partsiaalrõhk ümbritsevas keskkonnas (aparaadis) temperatuuri t_2 juures mm elavh. sam.

Kuivatamisel kuivatites atmosfäärirõhu juures on vee aurustumiskoefitsient konstantne suurus kuivatamise konstantse kiiruse perioodil ning alanev suurus muutuva (alaneva) kuivatamiskiiruse perioodil. Viimase puhul omab ta väga väikese tähtsuse, kuna ta sõltub kuivatatava materjali vee sisemisest difusioonist. Seda küsimust käsitletakse üksikasjaliselt Lõkovi raamatus (107).

Kuivatamisel sügava vaakuumi tingimustes omandab auramiskoefitsient teise füüsikalise mõtte, kui kuivatamisel atmosfäärirõhu juures, kuna sel juhul on meil tegemist veeauru efusioonse liikumisega kala lihaskoe kuivatatud kihis.

Peale selle niiske õhu vahepealse kihi puudumise tõttu eralduvad veemolekulid kergemini kuivatatava kala pinnalt. Auramisprotsessi käigus eemaldatakse veeaurud koos aparaati voolava õhuga pidevalt sublimaatorist vaakumpumba ning kondensaatori ühise tegevusega; retsipiendis[1] tekib pide-

[1] Retsipiendi all tuleb mõista seda seadmeosa, mille seest õhku ja veeaure pidevalt välja imetakse.

valt veeaurude ja õhu segu kondensaatorisse suunatud liikumine [1].

Kuivatamisel sügavas vaakuumis sõltub seega auramiskoefitsient mitte õhuvoolu kiirusest ning suunast, nagu kuivatamisel atmosfäärirõhu juures, vaid kuivatatud kihi niiskusejuhtivusest materjalis ja Lõkovi terminoloogia kohaselt «massivahetuse iseärasustest» sublimaatoris. Tähistame seda koefitsienti K tähega ning nimetame teda kuivatatavast materjalist jää sügavas vaakuumis auramise koefitsiendiks.

Siis võib kala lihaskoes oleva vee sügavas vaakuumis auramise kiirust mitmesuguse aparaadis valitseva jäärõhu ja konstantse kuivatamistemperatuuri juures väljendada järgmise valemi kaudu:

$$\frac{dW}{d\tau} = K(P_1 - P_2). \qquad (68)$$

Kala lihaskoes oleva vee auramiskiirus on seega sügava vaakuumi tingimustes ja kuivatamise konstantse temperatuuri juures proportsionaalne veeauru rõhkude vahele aurustamis- (sublimatsiooni-)tsoonis ning aparaadis. Jääkrõhu vähenemisega aparaadis (sublimaatoris) tõuseb kuivatamisprotsessi kiirus, kuid see sõltuvus ei allu sirgjooneseadusele, sest veeaurude rõhu vähenemise vahel sublimaatoris ja auramispinna juures pole otsest sõltuvust, nagu seda näitavad ka tabeli 95 andmed.

Tabeli 95 andmed kehtivad alaneva kuivatamiskiiruse perioodi alguse kohta. Jää auramistsoonis valitsev rõhk P_1 on määratud sublimatsioonitemperatuuri järgi.

Tabel 95

Üldrõhk aparaadis $P_{üld}$ mm elavh. sam.	Veeaurude rõhk aparaadis P_2 mm elavh. sam.	Temperatuur °C		Veeaurude rõhk jää (vee) auramistsoonis kalas P_1 mm elavh. sam.
		aparaadis t_2	kalas t_1	
1,4	1,2	20	—10	2,0
0,8	0,6	20	—17	1,3
0,6	0,4	20	—20	0,8

J. P. Jermakova tuli sublimaatoris toimuva massi- ja soojusvahetuse väga sisuka analüüsi tulemusel ka järeldusele, et auramisprotsessi põhiliseks tõukejõuks on materjali pinna juures ning ümbritsevas keskkonnas auru partsiaalrõhkude vahe. Me kaldume samuti arvama, et see tegur on tõepoolest auramis-

[1] Tootmisseadmetes on praktiliselt raske luua selliseid tingimusi, mille juures veeaurude tekkimise kiirus vastaks nende sublimaatorist väljaimemise kiirusele. Meie vaatleme siin ideaalset juhtu.

protsessi üks tõukejõude, kuid olemas olevat tüüpi sublimatsiooniseadmete puhul tuleb omistada veel suuremat tähtsust vahele kuivatamis- ja sublimatsioonitemperatuuri vahel.

Praegu eksisteerivad sublimatsiooniseadmed pakuvad suuri võimalusi kuivatamistemperatuuri tõstmise mõttes, ent seevastu üsna vähe võimalusi jääkrõhu vähendamise alal.

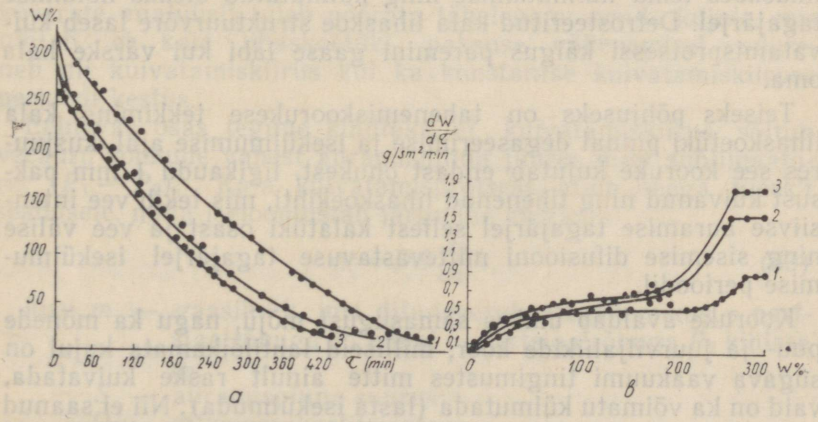
Kala eelneva külmutamise mõju kuivatamiskiirusele

Küsimus kala eelneva külmutamise mõjust kuivatamiskiirusele on seni veel vaieldav.

Karpkala ja haugi värske, külmutatud ja defrosteeritud liha proove kuivatati 50°-se temperatuuri ja $P_{õld} = 0{,}8$ mm elavh. sam. juures. Igal üksikul juhul kuivatati ühe liigi kala proove üheaegselt värskes, eelnevalt külmutatud (kuni —20°) ja ülessulatatud seisukorras.

Joonisel 90 on toodud karpkala lihatükkide kuivatamise ning kuivatamiskiiruse kõverad koe mitmesuguse seisukorra juures. Defrosteeritud ja eelnevalt külmutatud kala kuivatamisprotsess kulgeb kõige intensiivsemalt. See protsess lõpeb vastavalt 2,6 ning 1,5 tunni võrra varem võrreldes värske kala kuivatamisega (joon. 90, a).

On väga iseloomulik, et defrosteeritud ja külmutatud karpkalatükkide konstantse kuivatamiskiiruse periood (joon. 90) kestis kauemini ning lõppes tunduvalt väiksema veesisalduse juures (260—270% arvestatult absoluutselt kuivale ainele) kui



Joon. 90. Karpkala tükkide kuivatamisprotsessi kineetika sõltuvalt koe seisundist 50° ja $P_{õld} = 0{,}8$ mm elavh. sam. juures:

a — kuivatamiskõverad; *b* — kuivatamiskiiruse kõverad; *1* — värske liha; *2* — külmutatud liha; *3* — defrosteeritud liha.

värske kala tükkide kuivatamisel. Viimasel juhul kestis konstantse kuivatamiskiiruse periood kõigest 20 min. ning lõppes siis, kui veesisaldus kalas ulatus 300%-ni arvestatult absoluutselt kuivale ainele.

Konstantse kiiruse perioodil oli värske karpkala tükkide kuivatamiskiirus 2 korda väiksem kui defrosteeritud kalal ja 1,8 korda väiksem kui külmutatud kalal. Alaneva kuivatamiskiiruse perioodil väheneb kiiruste vahe kiiresti ja 100%-lise veesisalduse juures on kiirus ligikaudu ühesugune (joon. 90, b). Värske ja külmutatud haugi proovide kuivatamisel (joon. 90, b) täheldatakse samasugust seaduspärasust.

Värske kala väiksema kuivatamiskiiruse peamisteks põhjusteks protsessi mõlemal staadiumil, võrreldes külmutatud ja defrosteeritud kalaga, tuleb pidada järgmisi.

Esimene põhjus on värske kala lihaskoetüki mahu suurenemine koe degaseerimise ajal ja selle mõjul palju suuremate tühimikkude tekkimine pärast kuivatamist kui eelnevalt külmutatud kala kuivatamisel. Need tühimikud mõjuvad negatiivselt soojusallikast auramispinna poole suunatud soojusvoolu ühtlusele.

Kalatükk omandab ebaloomuliku, punsunud kuju ning kujutab endast urbset keha, mille sees on väga suured tühimikud ja pinnal tihe kuiv kooruke. Kõik need muutused toimusid degaseerimise ning isekülmumise mõjul.

Degaseerimise perioodil suureneb oma mahult vaid värske kala lihaskude. Seda ei juhtu defrosteeritud kala lihaskoega, mis kinnitab suurte kolloid-keemiliste muutuste olemasolu kala lihaskoes tema külmutamise ning külmutatud olekus hoidmise tagajärjel. Defrosteeritud kala lihaskoe struktuurvõre laseb kuivatamisprotsessi käigus paremini gaase läbi kui värske kala oma.

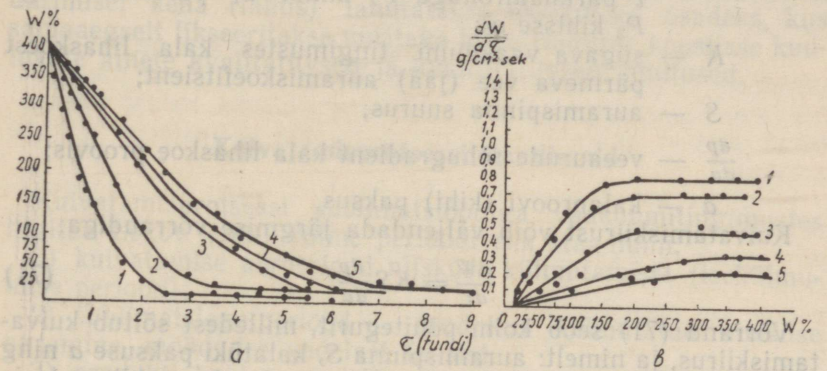
Teiseks põhjuseks on tahenemiskoorukese tekkimine kala lihaskoetüki pinnal degaseerimise ja isekülmumise ajal, kusjuures see kooruke kujutab endast õhukest, ligikaudu 1 mm paksust kuivanud ning tihenenud lihaskoekihti, mis tekib vee intensiivse auramise tagajärjel sellest kalatüki osast ja vee välise ning sisemise difusiooni mittevastavuse tagajärjel isekülmumise perioodil.

Kooruke avaldab umbes samasugust mõju, nagu ka mõnede puu- ja juurviljaliikide koor, milliseid lahtilõikamata kujul on sügava vaakuumi tingimustes mitte ainult raske kuivatada, vaid on ka võimatu külmutada (lasta isekülmuda). Nii ei saanud näiteks Gane (186) rõhu 0,5 mm elavh. sam. juures külmutada (lasta isekülmuda) sellist väikeste mõõtmetega objekti, nagu seda on tiheda kestaga roheline hernes.

Kala kuju ja mõõtmete mõju kuivatamiskiirusele

Kuivatamiseks määratud kala lahatakse enamikul juhtudel fileeks või lastakse läbi hakkmasina farsiks. Kala lihaskoekihi paksuse mõju määramiseks protsessi kiirusele kuivatati värske säga ühepikkusi ja -laiusi ning 2—16 mm paksusi lihaskoe eelnevalt külmutatud viilukaid $P_{üld} = 0{,}8$ mm elavh. sam. ja $t = 50°$ juures (joon. 91).

Nagu see joonis näitab, suureneb kala lihaskoe kuivatamiskestus sõltuvalt selle paksuse suurenemisest. Kuivatamiskiiruse



Joon. 91. Kuivatamise kineetika sõltuvalt säga lihaskoe paksusest (eelnev külmutamine):

a — kuivatamiskõverad; *b* — kuivatamiskiiruse kõverad; *1* — 2 mm paksusega lihaskoe puhul; *2* — 4 mm; *3* — 9 mm; *4* — 12 mm; *5* — 16 mm.

kõverate analüüsil tuleb pöörata tähelepanu nende kujule, mis näitab, et kala lihaskoetüki paksuse vähenemisel suureneb nii kuivatamiskiirus kui ka konstantse kuivatamiskiiruse perioodi kestus.

Eelnevas osas tegime kindlaks, et kuivatamiskiirus sõltub veeauru rõhkude vahest auramispinna juures ning sublimaatoris $(P_1 - P_2)$. Kala kuivatamisprotsess allub seega Fieck'i seadusele, mida iseloomustab järgmine võrrand:

$$m = DS \frac{dp}{da} \tau, \qquad (69)$$

kus: m — gaasihulk, mis difundeerub ajavahemikus τ partsiaalrõhuga P_1 kihist a_1 partsiaalrõhuga P_2 kihisse a_2;

S — auramispinna suurus;

D — difusioonikoefitsient;

$\frac{dp}{da}$ — rõhugradient.

Kala kuivatamisel vakuumis sublimatsioonimeetodil tekib uus faas (veeaurud), mis liigub kuivatatava keha (kala) sees. Võrrandis (69) iseloomustab difusioonikoefitsient ainult veeaurude liikumist. Mõlema nähtuse iseloomustamiseks tuleb tarvitada teist koefitsienti ja nimelt proportsionaalsuse koefitsienti, mis sai kuivatustehnikas auramiskoefitsiendi K nimetuse; siis on võimalik võrrand (69) kirjutada sellisel kujul:

$$W = KS \frac{dp}{da} \tau, \tag{70}$$

kus: W — veeaurude hulk, mis difundeerub ajavahemikus τ partsiaalrõhuga P_2 kihist a_1 partsiaalrõhuga P_2 kihisse a_2;
K — sügava vaakuumi tingimustes kala lihaskoest pärineva vee (jää) auramiskoefitsient;
S — auramispinna suurus;
$\frac{dp}{da}$ — veeaurude rõhugradient kala lihaskoe proovis;
a — kalaproovi (kihi) paksus.

Kuivatamiskiirust võib väljendada järgmise võrrandiga:

$$\frac{dW}{d\tau} = KS \frac{dp}{da}. \tag{71}$$

Võrrand (71) seob kolm põhitegurit, milledest sõltub kuivatamiskiirus, ja nimelt: auramispinna S, kalatüki paksuse a ning veeauru rõhkude vahe auramispinna juures ja sublimaatoris (maksimaalne rõhugradient $\frac{dp}{da}$ antud kuivatamishetkel).

Et otsustavaks teguriks, mis avaldab mõju sügavas vaakuumis teostatava kuivatamise kiirusele, on, nagu me seda oleme kindlaks teinud, kuivatamistemperatuur, siis võib protsessi iseloomustamiseks tarvitada järgmist valemit:

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{K(t_2 - t_1)}{a}, \tag{72}$$

kus: K — auramiskoefitsient;
t_2 — kuivatamistemperatuur;
t_1 — jää sublimeerimistemperatuur;
a — kalakihi paksus.

Valemisse (72) kuulub kaudselt ka aparaadis valitsev jääkrõhk, kuna $t_1 = f(P_2)$. Väljendust $\frac{t_2 - t_1}{a}$ võib vaadelda temperatuuride gradiendina, kui oletada, et kala pinna temperatuur võrdub kuivatamistemperatuuriga.

Nagu seda näidatakse edaspidi, on koefitsient K muutuv suurus ja kuivatamisprotsessi arenemisel selle arvuline tähendus väheneb.

Kuivatamisprotsessi dünaamika all me mõistame kuivatamisprotsessis toimuvaid ainete kvantitatiivseid ja kvalitatiivseid muutusi kuivatatud keha (lahuse) erinevates kohtades protsessi kulgemise kindlates tingimustes.

Peamiseks on kuivatamisprotsessi uurimisel iseärasuste kindlaksmääramine, või, nagu seda A. V. Lõkov nimetab, vee liikumise mehhanismi kuivatatavas kehas kindlaksmääramine. Niisiis, kui keha (lahust) kuivatamise protsessi kineetika uurimisel vaadeldakse nagu ühtset tervikut, siis protsessi dünaamika uurimisel keha (lahus) lahutatakse üksikuteks osadeks, kus samaaegselt fikseeritakse uuritava keha (lahuse) koostisse kuuluvate ainete kvalitatiivsed ja kvantitatiivsed muutused.

Kuivatamisprotsessi staadiumid

Kuivatamisprotsessi sublimatsiooniga vaakuumitingimustes liigitab Lõkov (109) kolme perioodi ehk staadiumi:

1) kuivatamise algperiood niiskuse külmutamisel (isekülmumise periood);

2) sublimatsiooniperiood — produktis külmutatud niiskuse auramine, möödudes vedelast faasist;

3) produkti kuivatamise lõpp-periood — külmumata jääkniiskuse eemaldamine auramisega (jääkvedeliku auramise periood).

Greaves (190) jagab kuivatamisprotsessi samuti kolme staadiumi: külmutamine, põhiline kuivatamine (Primary drying) ja teistkordne kuivatamine ning pakkimine.

Seda skeemi pooldavad sisuliselt ka Belopolski (7) ja Flosdorf (182).

Viimane skeem annab enam-vähem üldkujul ettekujutuse kuivatamisprotsessist sublimatsioonimeetodil. Esimesel staadiumil (külmutamine) pole näidatud viisi, mille kohaselt see protsess teostub. Niiviisi on ta rakendatav nii eelnevalt külmutatud kui ka külmutamata materjali kuivatamiseks. Greaves (190) annab suure tähtsuse produkti pakkimisele, sellepärast lülitab selle isegi kuivatamisprotsessi skeemi.

Kahes ülaltoodud kuivatamisprotsessi skeemis sublimatsioonimeetodil ei peegeldu täielikult need nähtused, mis kulgevad kuivatatavas materjalis ja vaakuum-kuivatusaparaadis.

Nagu meie vaatlused näitasid, võib värske kala (ja samuti igasuguse teise toiduprodukti) kuivatamisprotsessi sublimatsioonimeetodil vaakuumtingimustes jaotada järgmisse nelja staadiumi.

Esimene staadium — kala lihaskudede degaseerimine. Aparaadis vaakuumi tekkimise ajal(eriti siis, kui see toimub kiiresti) on rakumahlas lahustunud gaaside sisemine rõhk suurem kui aparaadis. Selle tagajärjel kala lihaskude oma mahult suureneb (paisub). Muist gaase kala lihaskoest seejuures eemaldub (imetakse välja).

Toimub samuti vee intensiivne eemaldumine (auramine) kala lihaskoe välimisest (pinna-) kihist ühes kalaviiluka (filee) pinnale veevaba ja tiheda kihi (kuivamiskoorukese) tekkimisega. Vee intensiivse auramise tagajärjel temperatuur kala lihaskoes langeb kiiresti kuni 0°; vee auramise protsess kulgeb peamiselt soojuse arvel, mis on kalas akumuleerunud.

Teine staadium — vee külmutamine (isekülmumine) kala lihaskoes. See staadium algab siis, kui aparaadis on rõhk alla 4,5 mm elavhõbedasammast. Vee auramiseks kalast kasutatakse soojust, mida kala sisaldab ja mis väljastpoolt juurde antakse.

Lihaskoe temperatuur langeb seni kuni auru rõhk auramispiirkonnas antud kuivatamisrežiimi jaoks ei ole saavutanud piirtähendust. Kala mahu suurenemist selles staadiumis võib ka mitte esineda, kui kalas vee külmamise arvel maht suureneb vähem kui degaseerimisel. Kala lihaskoe degaseerimine jätkub, kuid juba mitte nii suurel määral; kuivatamisprotsessi algperiood lõpeb siis, kui vee auramine toimub tunduval määral materjalis sisalduva soojuse arvel. Pinnale tekib õhuke kuivanud tihe koekiht, millest veeaurud halvasti läbi tungivad. Selle staadiumi lõpus hakkab kuivamise kiirus kiiresti langema.

Kolmas staadium — tegelik kuivatamine. Selles staadiumis kulgeb vee (jää) auramine kalast ainult kalale väljastpoolt antava soojuse arvel.

Tuleb ütelda, et seni Lõkovi, meie ja teiste autorite poolt soovitatud ja kasutatud toiduproduktide kuivatamise režiim ei vasta vee täielikule külmutamisele (7, 29, 72, 183, 186, 199).

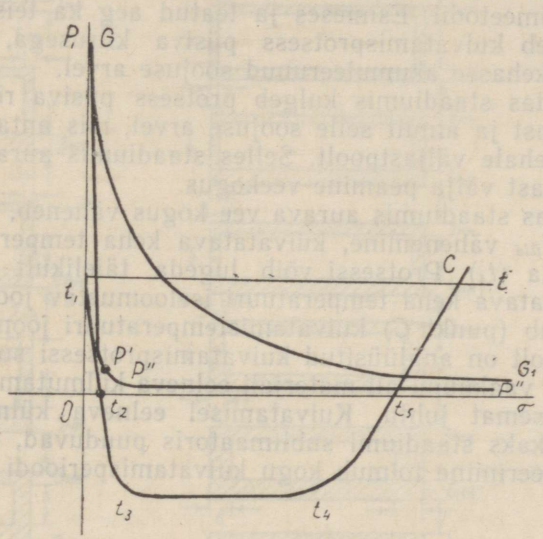
Niisiis, selles staadiumis toimub vee auramine kahest olekust: tahkest (jää) ja vedelast. Kuna aga peamine veekogus on külmutatud seisukorras, siis sublimatsioonitegur avaldab otsustavat mõju kuivatamisprotsessile ja iseäranis soojuse vahetuse nähtusele. Õige kuivatamisrežiimi valiku juures peab kogu immobiliseeritud vesi selles staadiumis olema külmutatud olekus ja täielikult eemalduma.

Seotud vee auramist võib teatud määral sublimatsiooniga samastada, kuna vee tekkimine sel kujul toimub vesinikuseoste arvel. Nagu teame, on ka jää struktuur tekkinud vesinikuseoste arvel (155). Niiviisi erineb seotud vesi jääst peamiselt sideenergia suurusega. Kui jää sublimatsioonil tuleb kulutada maksimaalselt 12,2 kcal/mooli, et lõhkuda kõik sidemed (155), siis

seotud vee auramiseks kala lihaskoest läheb tarvis 15—17 kcal/mooli.

Lähtudes ülaltoodud kaalutlustest, võib kolmandat staadiumi nimetada sublimatsioonistaadiumiks ehk sublimatsiooniperioodiks, kui kala kuivatamisprotsessi teostada sublimatsioonitemperatuuri juures —20° ja alla.

Neljas staadium — järelkuivatamine. Kolmanda staadiumi lõpuks võib kala lihaskoesse jääda ainult seotud ja osa immobiliseeritud vett, mille auramiseks on vajalik kõrgemat temperatuuri [1]. Neljandas staadiumis teostataksegi vee nende vormide eemaldamine võimalikult suuremas koguses. Selleks et saada



Joon. 92. Sublimatsioonimeetodil kuivatamise protsessi skeem (P vastab $P_{üld}$).

hoidmisel püsivaid kuivatatud meditsiinilisi produkte, soovitab Flosdorf (183) neid kuivatada veesisalduseni mitte üle 2%. See saavutatakse kuivatamistemperatuuri tunduva tõstmisega või vaakuumi suurendamisega. Veesisaldus kuivatatud kalas, nagu K. V. Martemjanova poolt teostatud katsed näitasid, avaldab väga suurt mõju produkti võimalikule säilitamiskestusele.

Joonisel 92 on kujutatud kuivatamisprotsessi skeem sügavvaakuumi tingimustes, kasutades kuivatatava keha (lahuse) isekülmumist. Kuivatamisprotsessi iseloomustatakse kolme põhinäitajaga: auru-õhusegu rõhuga $P_{üld}$, temperatuuriga t aparaa-

[1] Õige režiimi valikul peab kõik vaba vesi, sealhulgas ka immobiliseeritud vesi olema külmutatud.

dis (sublimaatoris) ja keha (lahuse) temperatuuriga auramise piirkonnas t_1, t_2, t_3, t_4, t_5. Peale selle on joonisel toodud kõver, mis iseloomustab kuivatatava keha kaalu G muutumist.

Nagu näeme joonisel 92, toimub esimeses staadiumis vaakuum-kuivatusaparaadis rõhu langus kuni 4,5 mm el. sam. (P'_{ald}) ja vastavalt sellele kuivatatava keha temperatuuri langus kuni 0° (t_2).

Teises staadiumis jätkub rõhu langus vaakuum-kuivatusaparaadis kuni püstitatud tähtsuseni P''_{ald}, kusjuures kuivatatav keha omandab miinustemperatuuri t_3, milline vastab rõhule sublimaatoris. Selles staadiumis algab kuivatamisprotsess sublimatsioonimeetodil. Esimeses ja teatud aeg ka teises staadiumis kulgeb kuivatamisprotsess püsiva kiirusega, seejuures peamiselt kehasse akumuleerunud soojuse arvel.

Kolmandas staadiumis kulgeb protsess püsiva rõhu juures P''_{ald} = const ja ainult selle soojuse arvel, mis antakse kuivatatavale kehale väljastpoolt. Selles staadiumis aurab kuivatatavast kehast välja peamine veekogus.

Neljandas staadiumis aurava vee kogus väheneb, sellepärast toimub P''_{ald} vähenemine, kuivatatava keha temperatuur hakkab tõusma (t_4). Protsessi võib lugeda täielikult lõppenuks, kui kuivatatava keha temperatuuri iseloomustav joon t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 ulatub (punkt C) kuivatamistemperatuuri jooneni t.

Meie poolt on analüüsitud kuivatamisprotsessi sublimatsioonimeetodil vaakuumi all materjali eelneva külmutamiseta, nagu kõige üldisemat juhtu. Kuivatamisel eelneva külmutamisega esimesed kaks staadiumi sublimaatoris puuduvad, aga materjali degaseerimine toimub kogu kuivatamisperioodi vältel.

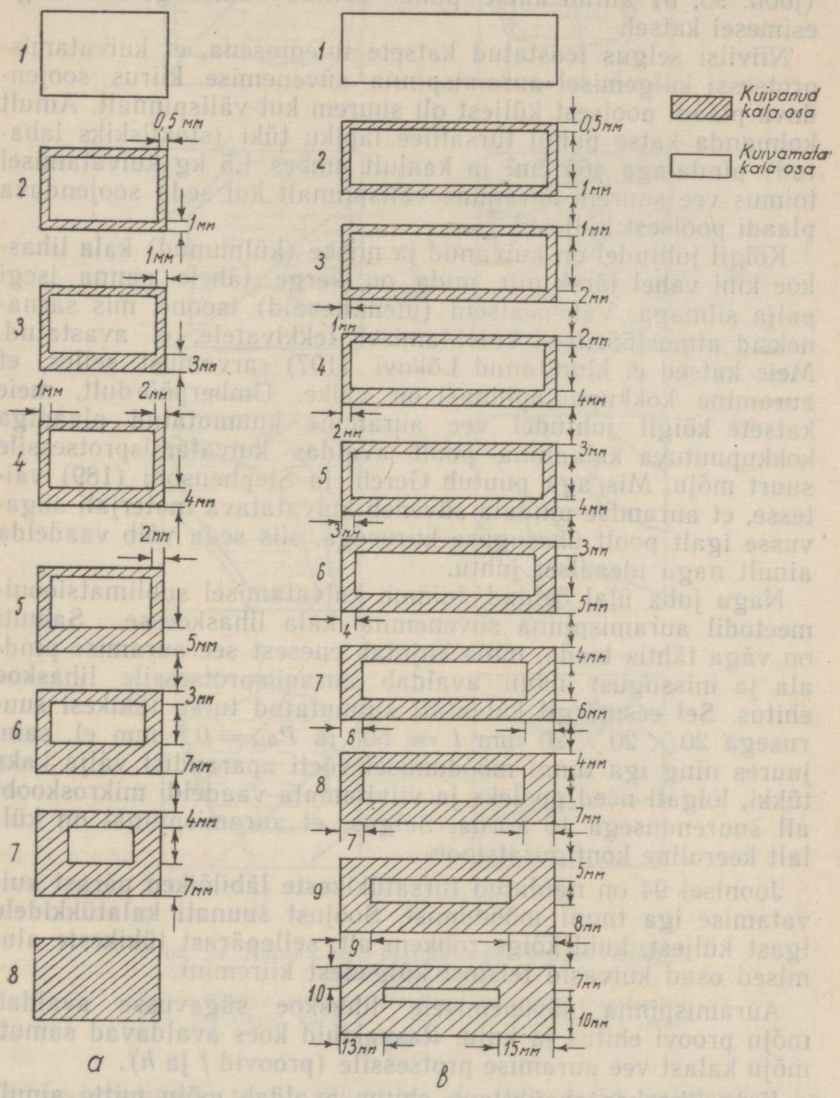
Protsessi iseärasused vee auramisel kala lihaskudedest sügavvaakuumi tingimustes

Kuivatatavast materjalist vee auramise iseärasuste uurimine on võtmeks kuivatamisprotsessi mõistmisele. Nende iseärasuste selgitamiseks teostati järgmised katsed.

Esimese katse puhul kuivatati üheaegselt kaheksa tursa lihaskoetükki mõõtmetega 20 × 40 × 60 mm, millised kaalusid umbes 40 g, jääkrõhu 0,8 mm el. sam. ja 50° temperatuuri juures. Iga tunni möödumisel võeti aparaadist üks tükk välja ja lõigati pooleks ning vaadeldi luubi all suurendusega 4 korda, et kindlaks teha niiske ja kuiva piirkonna paiknemist kalatüki ristlõikes (joon. 93, a).

Tulemusena avastati, et vee (jää) kõige intensiivsem auramine toimub tüki sellelt pinnalt, mis puutub kokku kuumutatud riiulikesega. Seda teatud määral ootamatut tulemust võib sele-

tada tükikeste väikeste mõõtmetega, mistõttu veeaurude äraimemine tükkide alumise pinna alt toimus ilma eriliste takistusteta.



Joon. 93. Tursa kuivatamisprotsessi dünaamika näitlik skeem sublimatsioonimeetodil kuivatamisel temperatuuri juures 50°, sublimatsioonil —18° ja $P_{ülA} = 0{,}8$ mm elavhõbedasammast. Tükkide suurus:

а — 20 × 40 × 60 mm; *b* — 20 × 60 × 100 mm; *1* — tükkide ilme enne kuivatamist; *2* — *10* — pärast iga tunniajalist kuivatamist

Sellepärast tehti teine kuivatamise katse suuremate tursalihatükkidega ja nimelt mõõtmetega 20 × 60 × 100 mm ja kaalult umbes 80 g. Kuivatamisprotsessi kulgemise iseloom (joon. 93, b) antud katse puhul osutus samasuguseks nagu esimesel katsel.

Niiviisi selgus teostatud katsete tulemusena, et kuivatamisprotsessi kulgemisel auramispinna süvenemise kiirus soojendava plaadi poolsest küljest oli suurem kui välispinnalt. Ainult kolmanda katse puhul tursafilee lapiku tüki (stokfiskiks lahatud) pindalaga 465 cm^2 ja kaalult umbes 1,5 kg kuivatamisel toimus vee suurem auramine välispinnalt kui seda soojendava plaadi poolsest küljest [1].

Kõigil juhtudel on kuivanud ja niiske (külmunud) kala lihaskoe kihi vahel järsk piir, mida on kerge tähele panna isegi palja silmaga. Vahepealseid (üleminevaid) tsoone, mis sarnaneksid atmosfäärilisel kuivatamisel tekkivatele, ei avastatud. Meie katsed ei kinnitanud Lõkovi (107) arvamust selles, et auramine kokkupuutepinnast on väike. Ümberpöördult, meie katsete kõigil juhtudel vee auramine kuumutatud plaadiga kokkupuutuva kalapinna poolt avaldas kuivatamisprotsessile suurt mõju. Mis aga puutub Gerchi ja Stephensoni (189) väitesse, et auramise pindala süveneb kuivatatava materjali sügavusse igalt poolt ühesuguse kiirusega, siis seda võib vaadelda ainult nagu ideaalset juhtu.

Nagu juba ülal öeldud, toimub kuivatamisel sublimatsioonimeetodil auramispinna süvenemine kala lihaskoesse. Samuti on väga tähtis teada, mida kujutab enesest see auramise pindala ja missugust mõju avaldab auramisprotsessile lihaskoe ehitus. Sel eesmärgil kuivatati külmutatud tursa tükikesi suurusega 20 × 20 × 20 mm $t = 50°$ ja $P_{\text{õld}} = 0{,}8$ mm el. sam. juures ning iga tunni möödumisel võeti aparaadist välja kaks tükki, lõigati need pooleks ja viivitamata vaadeldi mikroskoobi all suurendusega 10 korda. Selgus, et auramispinnal on küllalt keeruline konfiguratsioon.

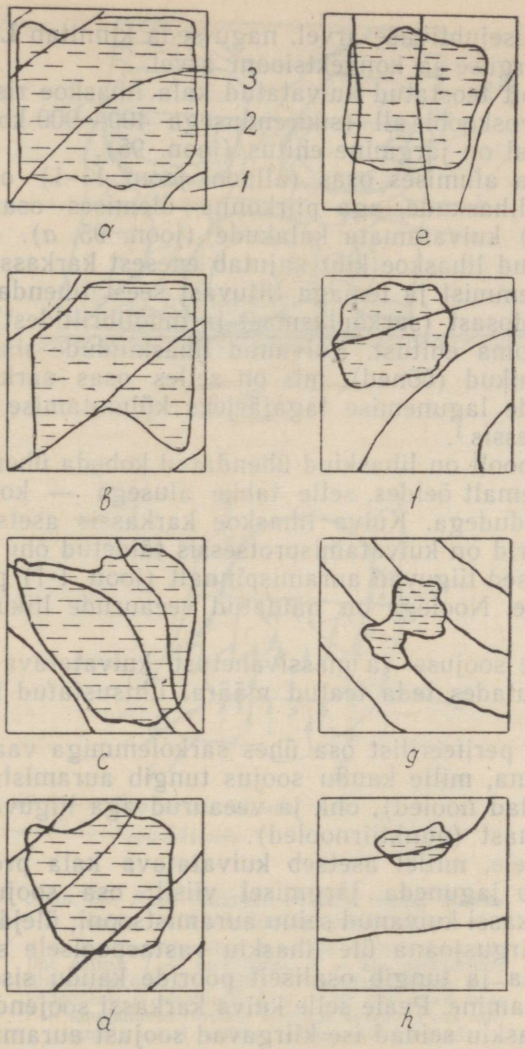
Joonisel 94 on näidatud tursatükikeste läbilõiked pärast kuivatamise iga tunni möödumist. Soojust suunati kalatükkidele igast küljest, kuid kõige rohkem alt, sellepärast tükikeste alumised osad kuivasid teistest külgedest kiiremini.

Auramispinna süvenemisele lihaskoe sügavusse avaldab mõju proovi ehitus ja kuju. Rasvakihid koes avaldavad samuti mõju kalast vee auramise protsessile (proovid *f* ja *h*).

Kala lihaskoe ebaühtlane ehitus avaldab mõju mitte ainult

---

[1] Välispinna all me mõistame pinda, mis ei puutu kokku soojendava plaadiga.



Joon. 94. Kuivatatava tursalihaskoe proovi ristlõige mikroskoobi all:

a — h tükkide seisukord pärast iga tunniajalist kuivatamist; *1* — kuivatatud kude; *2* — kuivatamata kude; *3* — septi suund.

temas veeaurude voolu liikumise kiirusele, vaid arvatavasti ka soojusevoolu liikumisele koe sisemuses.

Kuna soojusevool kulgeb läbi kuivatatud koekihi, on põhjust arvata, et soojuse üleandmine auramispinnale toimub mitte

ainult soojusejuhtivuse arvel, nagu seda kinnitab Lõkov (107), vaid ka kiirguse ja konvektsiooni arvel.

Meie poolt teostatud kuivatatud kala lihaskoe ristlõike uurimused mikroskoobi all (suurendusega 400—900 korda) näitasid, et temal on järgmine ehitus (joon. 95).

Piirkonna alumises osas (allpool joont 1—1) on näidatud kala kuiv lihaskude, aga piirkonna ülemises osas (ülalpool joont 1—1) kuivatamata kalakude (joon. 95, *a*).

Kuivatatud lihaskoe kiht kujutab enesest karkassi, mis koosneb sarkolemmist ja temaga liituvast seest tihendatud perifeerilisest kiudosast (sarkoplasmast ja müofibrillidest), säilitades tunduvalt oma ehitust. Kuivanud lihaskiudude sisemuses tekkisid tühimikud (õõned), mis on selles osas sarkoplasma ja müofibrillide lagunemise tagajärjeks külmutamise ja kuivatamise protsessis [1].

Väljastpoolt on lihaskiud ühendatud kobeda ühendkoe jääkidega, täpsemalt öeldes, selle tahke alusega — kollageeni- ja elastiinikiududega. Kuiva lihaskoe karkassis asetsevad poorid ja kapillaarid on kuivatamisprotsessis täidetud õhu ja veeaurudega, millised liiguvad auramispinnalt (joon. 1-1) proovi välispinna poole. Noolega on näidatud veeaurude liikumise suund (joon. 95).

Vaatleme soojuse- ja massivahetust kuivatatava proovi eri kohas, kujutades teda teatud määral lihtsustatud kujul (joon. 95, b).

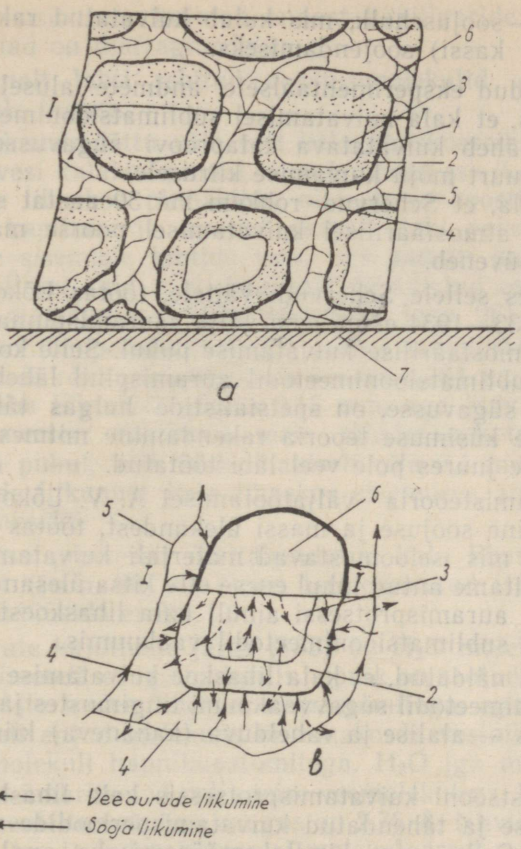
Lihaskiu perifeerilist osa ühes sarkolemmiga vaatleme nagu poorset seina, mille kaudu soojus tungib auramistsooni (joon. 95, b, tihedad nooled), õhk ja veeaurud aga liiguvad auramispinna suunast (punktiirnooled).

Riiulikesele, millel asetseb kuivatatava kala proov, juhitav soojus võib jaguneda järgmisel viisil: osa soojusest liigub mööda karkassi kuivanud seinu auramistsooni; ülejäänud soojus antakse kiirgusjoana üle lihaskiu vastaspoolsele seinale, soojendab seda ja tungib osaliselt pooride kaudu sisemusse, kus toimub auramine. Peale selle kuiva karkassi soojendatud seinad ja eriti lihaskiu seinad ise kiirgavad soojust auramispinna suunas (joon. 1-1).

Kiu sisemuses toimub intensiivne soojuse liikumine veemolekulide toimel, mis pommitavad kiu soojendatud seinu ja auramispinda ning võtavad selliselt osa soojusevahetusest. Muist veemolekule tungib läbi kiuseinte pooride kiudu ümbritsevasse piirkonda ja imetakse sealt läbi pooride sublimaatoriruumi, kus juures ühes veemolekulidega eemaldatakse osa soojust.

---

[1] Seda küsimust käsitletakse põhjalikumalt jaos «Kala lihaskoe esialgsete omaduste muutused kuivatamise protsessis».



Joon. 95. Kala lihaskoe ehituse mudel kuivatatud ja kuivatamata piirkonnas:

a — lihaskoetüki ehitus; *b* — koe eri osa skemaatiline ehitus; *1* — sarkolemm; *2* — kiu perifeeriline tihendatud osa; *3* — õõs; *4* — endomüüsium; *5* — kollogeeni- ja elastiinikiud; *6* — kiu kuivamata osa; *7* — kuumutatud riiulike; *I—I* koe kuivanud osa kuivamata osast eraldav tsoon (auramispind).

Kala kuivatamise soojusebilanssi võib kujutada järgmise valemi näol:

$$Q - [q_1 + q_2 + q_3] = 0, \qquad (73)$$

kus: Q — kuivatatavale kalale suunatav soojusehulk;

q_1 — gaasi ja veeaurude molekulidega kalast eemaldatav soojusehulk;

q_2 — soojusehulk, mis kulub sidemete nõrgendamiseks ja purustamiseks jää ja seotud vee auramise puhul;

q_3 — soojusehulk, mis kulub kuivatatud rakuseinte (karkassi) soojendamiseks.

Ülaltoodud eksperimentaalsete andmete alusel võib pidada tõestatuks, et kala kuivatamisel sublimatsioonimeetodiga auramispind läheb kuivatatava kalaproovi sügavusse. See tegur avaldab suurt mõju kuivamise kiirusele.

On teada, et Schervud rohkem kui 30 aastat tagasi esitas mõtte, et atmosfäärilisel kuivatamisel poorse materjali auramispind süveneb.

Toetudes sellele Schervudi väitele, töötas Lõkov (104, 105) aastail 1933—1934 esimesena välja «auramispinna süvenemise» teooria atmosfäärilise kuivatamise puhul. Selle kohta, et kuivatamisel sublimatsioonimeetodil auramispind läheb kuivatatava materjali sügavusse, on spetsialistide hulgas täielik üksmeel. Kuid selle küsimuse teooria rakendamine mitmesuguste toiduproduktide juures pole veel läbi töötatud.

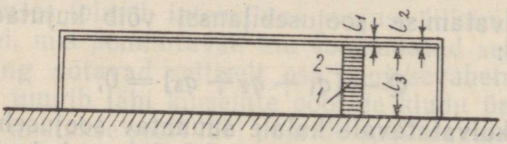
Kuivatamisteooria väljatöötamisel A. V. Lõkov, kasutades õpetust aine soojuse ja massi ülekandest, töötas välja üldised seadused, mis iseloomustavad materjali kuivatamise protsessi. Meie püstitame antud juhul enese ette kitsa ülesande analüüsida vee (jää) auramisprotsessi ainult kala lihaskoest viimase kuivatamisel sublimatsioonimeetodil vaakuumis.

Ülal oli näidatud, et kala lihaskoe kuivatamise protsess sublimatsioonimeetodil sügavvaakuumi tingimustes jaguneb kaheks perioodiks — alalise ja vahelduva (kahaneva) kiirusega kuivatamiseks.

Auramistsooni kuivatamisprotsessis kala lihaskoe sisemusse süvenemise ja tähendatud kuivatamisperioodide vahel on teatud seos. Selle seose kindlaksmääramiseks analüüsime lahja kala (näiteks tursk) lihaskoest vee auramise protsessi käiku. Kala on lõigatud seibiks, mille külgede pind võrreldes pealispinnaga on väga väike. Seejuures teeme neli oletust:

vesi kala lihaskoes paikneb ühtlaselt, aga tema rasva väike hulk ei avalda kuivamisprotsessile mõju;

vee auramise protsess kulgeb ainult seibi välimiselt pinnalt;



Joon. 96. Vee paiknemise skeem kala lihaskoeseibis:
l_1 — veekiht seibi pinnal; l_2 — veekiht kala lihaskoe pinnakihis; l_3 — vesi sisemises koekihis; *1* — kapillaari diafragma; *2* — kapillaar.

lihaskoe rakusüsteem kujutab endast kapillaaride süsteemi, kus raku seinad on diafragmadeks;

auramispinnalt lahti rebitud veeaurumolekulid ei pöördu auramispinnale tagasi.

Nende tingimuste tõttu võib vett kala lihaskoeseibis jaotada kolme kihti: vesi kalakoe pinnal — märgamisvesi (kihi paksus l_1), vesi kala lihaskoe pinnakihis, olles tema koostisosaks ja paigutatuna kapillaaride avatud osasse (kihi paksus l_2) ja kala lihaskoe sisemiste kihtide vesi, mis samuti kuulub kala lihaskoe koostisse, kuid asub kapillaaride suletud osas, millel on suur hulk diafragmasid (kihi paksus l_3, joon. 96).

Sublimatsioonitemperatuuri —20° juures moodustab küllastunud veeaurude rõhk auramispinna juures 0,784 mm el. sam., molekulide vaba liikumise pikkus 0,15 mm, aga kuiva lihaskiu läbilõike diameeter, vastavalt meie tähelepanekutele 2 kg raskuse tursa puhul, võib maksimaalselt olla 0,1 mm. Niiviisi võib veeaurude liikumist kala lihaskoe sisemuses antud juhul lugeda efusioonseks.

Jää auramise protsessil ülaltähendatud kala lihaskoe seibi kolmest kihist (joon. 96) on omad iseloomulikud iseärasused, mida tuleb analüüsida eraldi.

Olemasolevate kujutluste järgi (155) on H_2O molekulid jääs paigutatud niimoodi, et iga molekuli hapnik on seotud vesinikusidemetega teiste molekulide vesinikuaatomitega, aga mõlemal vesinikuaatomil antud molekulis on omakorda vesinikusidemed kahe naabermolekuli hapnikuaatomitega. H_2O iga molekul on tetraeedriliselt ümbritsetud nelja teise veemolekuliga. Kahe naabermolekuli tsentrite vaheline kaugus on 2,76 Å. Niiviisi on jääl väga mure ehitus ja kujutab enesest molekulaarset resti, milles olulist osa etendavad vesinikusidemed.

Jää auramisprotsessi mehhanism viib selleni, et pealmise kihi veemolekulid rebitakse naabermolekulidest lahti ja kanduvad ümbritsevasse ruumi.

Jää auramisprotsessi kala lihaskoeseibi pinnalt sügavvaakuumi tingimustes veeaurude efusioonsel liikumisel tuleb vaadelda nagu jää auramist (sublimatsiooni) vabalt pinnalt. Selle protsessi kiirus allub järgmisele valemile (107):

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{8}{3} \Gamma \sqrt{\frac{m}{2\pi R t_1}} (p_1 - p_2), \qquad (74)$$

kus: $\frac{dW}{d\tau}$ — kala lihaskoe pinnalt aurava vee (jää) hulk ajaühiku jooksul;

m — veeauru molekulkaal;

R — gaasikonstant;

t_1 — jää temperatuur auramistsoonis (sublimatsioonitemperatuur);

p_1 — veeauru rõhk auramispinnal sublimatsioonitemperatuuri t_1 juures;

p_2 — veeauru rõhk sublimaatoris;

Γ — proovi kuju iseloomustav konstant.

Niiviisi sõltub jää kala pinnalt auramise kiirus veeauru rõhkude $P_1 - P_2$ vahest ja kala temperatuurist t_1 jää auramistsoonis. Rõhuvahe suurendamisega ja esmajärjekorras rõhu sublimaatoris vähendamisega tõuseb protsessi kiirus, mis oli märgitud juba varem. Kuid rõhu vähendamisel sublimaatoris langeb samaaegselt kala (jää) temperatuur auramistsoonis t_1, mis teatud määral vähendab protsessi kiirust.

Rõhu $p_1 - p_2$ muutumise ja temperatuuri $\frac{1}{\sqrt{t_1}}$ vahelist sõltuvust võib mõista protsessi järgmistest iseärasustest. Rõhu vähendamisel sublimaatoris tõuseb auramiskiirus ning ühes sellega ka soojuse eraldumine kalast. Selle tagajärjel sublimatsioonitemperatuur langeb ja küllastunud veeauru rõhk auramispinna juures väheneb. Meie arutlused on õiged sel puhul, kui kuivamistemperatuur on püsiv.

Selleks et vältida sublimatsioonitemperatuuri langust rõhu vähendamisel aparaadis, tuleb tõsta kuivatamistemperatuuri; kuid me tegime kindlaks, et optimaalseks kuivatamistemperatuuriks on 50—60° ja seda võib tõsta maksimaalselt kuni 90°-ni. Need tingimused piiravad sublimaatoris rõhu tunduva alandamise võimalust ja seoses sellega ka kuivatamiskiiruse tõstmist.

Praktiliselt võib veeaurude rõhku alandada sublimaatoris seni kuni sublimatsioonitemperatuur ei ulatu kuivatatavas materjalis soolade lahuse krüohüdraatpunktini. Meie poolt on kindlaks tehtud (30), et soolade lahuse krüohüdraatpunkt kala puhul moodustab —20°. Nagu teame, on vee auramise kiirus lahtisel pinnal proportsionaalne vahega veepinna juures oleva aururõhu ja õhus oleva auru partsiaalse rõhu vahel (Daltoni seadus). Selle seaduse alusel võib korrutajaid $p_1 - p_2$ ees valemis (74) vaadelda nagu proportsionaalsuse koefitsienti; nimetame seda, nagu nimetas Dalton, auramiskoefitsiendiks, tähistades seda tähega K. Siis võtab valem (74) järgmise kuju:

$$\frac{dW}{d\tau} = K(p_1 - p_2). \qquad (75)$$

Kõrvutades valemid (74) ja (75) võime teha järelduse, et auramiskoefitsient sügavvaakuumis kuivatamise tingimustes

oleneb auramispinna vormist, veeauru molekulkaalust ja sublimatsioonitemperatuurist:

$$K = \frac{8}{3} r \sqrt{\frac{m}{2\pi R t_1}}. \qquad (76)$$

Kuivatamisel sublimatsioonimeetodil sügava vaakuumi tingimustes on auramiskoefitsient tunduvalt suurem kui atmosfäärilisel külmkuivatamisel, kuna teisel juhul piirdekiht takistab veeauru liikumist auramispinnalt ümbritsevasse ruumi.

Jää auramise protsess esimesest kihist kulgeb püsiva kiirusega, kuna veeaurud liikumisel ei kohta takistusi kapillaaride seinte või diafragmade näol (vt. joon. 96).

Võrrand (74) on õige ainult siis, kui kondensaatori pind asub proovi pinnast molekuli vaba läbijooksu kaugusel. Selles tsoonis, niisugustest kuivatamistingimustest kinnipidamisel, võib toimuda gaaside efusioonne liikumine. Tjagunovi klassifikatsiooni järgi esineb kapi tüüpi sublimaatorites gaaside molekulaar-viskoosne voolus (163).

Pärast seda, kui auramistsoon läheb kala lihaskoeseibi sisemusse (teine ja kolmas kiht), kulgeb auramisprotsess palju keerulisemates tingimustes, kuna kapillaaride diafragmade seinad takistavad veeaurude liikumist (vt. joon. 96).

Me tegime kindlaks, et kuiva lihaskiu läbilõike diameeter, mida me vaatleme nagu kõige suuremat kapillaari kuivas lihaskoes, on lühem kui gaasi molekulide vaba läbijooksu pikkus võetud kuivatamisrežiimide juures. Sellepärast võib aurumolekulide liikumist kala lihaskoe kuivatatud kihis vaadelda nagu efusioonset liikumist, mis allub Knudseni võrrandile (194):

$$Q = 2{,}125 \frac{1}{\sqrt{\varphi_1}} \cdot \frac{p_1 - p_2}{\int_0^l \frac{H}{A^2}\, dl}, \qquad (77)$$

kus: Q — ajaühikus läbi toru (kapillaari) kulgeva gaasi hulk;
ϱ — gaasi tihedus rõhu 1 bar ja temperatuuri t_1 juures;
p_1 — gaasi rõhk toru (kapillaari) eesosas;
p_2 — gaasi rõhk toru (kapillaari) lõpposas;
H — toru (kapillaari) perimeeter;
A — toru (kapillaari) ristlõike pindala;
l — kapillaari kuivatatud osa pikkus.

Kala lihaskoeseibi teises kihis toimub jää auramine kapillaaride lahtisest osast, mille seinad on takistuseks veeaurude liikumisele. Sellepärast ei saa vaadelda jää auramist teisest kihist nagu auramist vabalt pinnalt.

Auramiskoefitsient antud juhul sõltub mitte ainult auramis-

pinna kujust, veeauru molekulkaalust ja sublimatsioonitemperatuurist, vaid samuti ka kuiva lihaskoe kihi paksusest ja ehituse iseärasustest, mille kaudu veeaurud liiguvad auramispinnalt kalaseibi pinna poole. Selle juhu jaoks võib auramiskoefitsienti iseloomustada järgmise valemiga, kasutades samasugust arutlusmeetodit, mida kasutati valemi (77) kasutamise põhjendamisel:

$$K_1 = \frac{K}{\alpha \int_0^{l'_{ks}} \frac{H_2}{A^2}\, dl'_{ks}}, \qquad (78)$$

kus: K_1 — vee (jää) sügavas vaakuumis kapillaaride lahtisest osast auramise koefitsient;
K — vee (jää) sügavus vaakuumis vabalt pinnalt auramise koefitsient;
H — kapillaari perimeeter;
A — kapillaari ristlõike pindala;
l'_{ks} — kapillaari vaba osa keskmine pikkus;
α — kapillaari pinna iseärasusi iseloomustav proportsionaalsuse koefitsient.

Valem (78) iseloomustab jää kala lihaskoe pinna-(teisest) kihist auramise koefitsienti, mis sõltub jää vabast pinnast sügavas vaakuumis auramise koefitsiendist, kapillaari vaba pinna geomeetrilistest mõõtmetest, aga samuti ka mõningal määral proportsionaalsuse koefitsiendist α, milline arvestab kapillaari pinna ehituse iseärasusi. Kapillaari vaba osa all meie mõistame kapillaari pikkust kala lihaskoe proovi pinna juures, millel puuduvad vaheseinad (diafragmad).

Valemis (78) võetakse arvesse kapillaari vaba osa keskmist pikkust l'_{ks}, kuna kala lihaskoe seibiks (fileeks) lõikamisel kapillaaride vaba pikkus seibi pinnal osutub ebaühtlaseks.

Auramiskoefitsient K_1 on muutlik suurus ja väheneb vastavalt auramispinna süvenemisele (kui $l'_{ks} \to \max$). Niiviisi ei saa jää kala lihaskoe pinnakihist auramise protsess teoreetiliselt kulgeda püsiva kiirusega.

Kui valemisse (75) lülitada proportsionaalsuse koefitsient K_1, siis võib jää kala lihaskoe teisest kihist auramise protsessi kiirust, kui $t_1 = \text{const}$, iseloomustada järgmise võrrandiga:

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{K(p_1 - p_2)}{\alpha \int_0^{l'_{ks}} \frac{H}{A^2}\, dl'_{ks}} \qquad (79)$$

ehk

$$\frac{dW}{d\tau} = K_1(p_1 - p_2), \tag{80}$$

kus: $\frac{dW}{d\tau}$ — vee kala lihaskoe pinna-(teisest) kihist auramise kiirus;

K_1 — vee kala lihaskoe pinna-(teisest) kihist auramise koefitsient;

p_1 — veeauru rõhk auramispinna juures sublimatsioonitemperatuuri t_1 juures;

p_2 — veeauru rõhk sublimaatoris.

Nagu valemitest (79) ja (80) näeme, sõltub kala lihaskoe pinnakihist auramise protsessi kiirus temperatuuri $t_1 = \text{const}$ juures auramiskoefitsiendist K_1 ning veeauru rõhkude vahest auramispinna P_1 juures ja sublimaatoris P_2.

Kõige keerulisemalt kulgeb jää auramise protsess kala lihaskoe sisemisest (kolmandast) kihist, mida tuleb nimetada sisemiseks auramistsooniks.

Jää kala lihaskoe sisemisest tsoonist auramise koefitsiendi suurus sõltub mitte ainult kapillaari pikkusest, kujust ja diameetrist, vaid ka diafragmade arvust n kapillaaris. Kasutades eelmist arutlusmeetodit, väljendame kala lihaskoe sisemisest tsoonist auramise koefitsiendi järgmise valemiga:

$$K_2 = \frac{K}{\alpha \int_0^l \frac{H}{A^2}\, dl/\lambda \int_0^n dn}, \tag{81}$$

kus: K_2 — kala lihaskoe sisemisest piirkonnast auramise koefitsient;

K — vabalt pinnalt auramise koefitsient;

l — kapillaari kuivanud osa pikkus;

λ — kuivanud diafragma takistuse koefitsient;

n — diafragmade arv kapillaari kuivanud osas;

α — proportsionaalsuse koefitsient, mis iseloomustab kapillaari pinna ehituse iseärasusi.

Nagu valemist (81) näeme, ei ole koefitsient K_2 püsiv suurus, kuna kapillaaride kuju ja suurus ning diafragmade arv kapillaaris muutuvad. Kasutades eelmist arutlusmeetodit, võib kirjutada jää kala lihaskoe sisemisest (kolmandast) piirkonnast auramise protsessi kiiruse võrrandi üldiselt järgmisel kujul:

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{K(p_1 - p_2)}{\alpha \int_0^l \frac{H}{A^2}\, dl \int_0^n dn} \tag{82}$$

ehk

$$\frac{dW}{d\tau} = K_2(p_1 - p_2), \tag{83}$$

kus: $\frac{dW}{d\tau}$ — vee (jää) kala lihaskoe sisemistest kihtides auramise kiirus;

K_2 — vee (jää) kala lihaskoe sisemistest kihtidest auramise koefitsient;

p_1 — veeauru rõhk auramispinna juures sublimatsioonitemperatuuril t_1;

p_2 — veeauru rõhk sublimaatoris.

Valemitesse (79) ja (82) kuulub ka sublimatsioonitemperatuur, kuna koefitsienti K kuulub ϱ_1:

$$\varrho_1 = \frac{m}{Rt_1}, \tag{84}$$

kus: m — auru molekulkaal;

R — gaasikonstant;

t_1 — sublimatsioonitemperatuur.

Nagu valemist (82) näeme, on jää kala lihaskoe sisemisest tsoonist auramise protsessi kiirus temperatuuri $t_1 = \text{const}$ juures proportsionaalne aururõhkude vahega auramispinna juures ja sublimaatoris ning vastuproportsionaalne geomeetriliste suurustega H, l ja diafragmade arvuga n kapillaari kuivatatud osas.

Valem (82) iseloomustab kuivatamiskiiruse langemise perioodi ja näitab, et kui $t_1 = \text{const}$ ja $p_1 - p_2 = \text{const}$, siis

$$\frac{dW}{d\tau} = f(K_2). \tag{85}$$

Valemist (82) on kerge mõista protsessi kiiruse järsku langemist. Vastavalt auramispinna süvenemisele (kui $P_2 = \text{const}$) kala seibi (filee) sisemusse suureneb kapillaari kuivanud osa pikkus dl ja kuivanud diafragmade arv dn kapillaaris. Auramispinna järkjärgulise kala lihaskoe sisemusse süvenemise tõttu on veeaurude liikumine kala välispinna poole raskendatud, kuna kapillaarid ja eriti diafragmad nendes on veeaurude liikumisele tugevaks takistuseks.

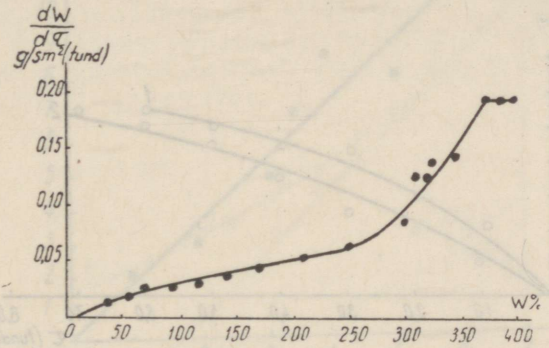
Joonisel 97 on näidatud tursa lihaskoetükikese kuivatamisprotsessi kiiruse kõver. Kõveral on näidatud kuivatamiskiiruse püsiv ja langev periood. Kuivatamiskiirus hakkab järsult langema, kui auramistsoon on vaevalt jõudnud ümber paikneda seibi (filee) sügavusse, s. t. kui veeaurud oma liikumisel kohtavad takistusi ühe või mitme kuivanud diafragma näol. Veeaurude aeglustatud liikumise tõttu kapillaarides kogunevad kapillaari kestakestesse, kus toimub auramine, veeaurud ja nende

rõhk p'_2 on kapillaari selles osas suurem kui sublimaatoris ($p'_2 > p_2$). Sellepärast auramise protsess antud juhul enam ei sõltu ($p' - p_2$), vaid sõltub ($p_1 - p'_2$)*.

Vastavalt sellele, kuivõrd auramispind paikneb ümber kala lihaskoe sügavusse, väljendus $p_1 - p'_2$ hakkab liginema nullile ja sellepärast $\frac{dW}{dv} \to 0$. Selleks et vältida seda mittesoovitavat nähtust, soovitatakse kasutada järgmisi abinõusid:

võimaluste piirideni vähendada kuivatamiseks suunatavate kalatükkide paksust, s. t. vähendada l;

võimaluste piirini vähendada aparaadis (sublimaatoris) jääkrõhku, et kiirendada kapillaaridest veeaurude väljaimemist;



Joon. 97. Eelnevalt külmutatud kala lihaskoe proovi kuivatamiskiiruse kõver.

võimaluste piirini tõsta kuivatamistemperatuuri, et tõsta auramise intensiivsust ja veeaurude liikumise kiirust kapillaarides.

Ülaltoodud arutlused on kehtivad sel juhul, kui kuivatamisel on tegemist eelnevalt külmutatud kalaga. Eelnevalt külmutamata kala kuivatamise puhul jääb protsessi skeem samaks, välja arvatud see, et kala lihaskoe degaseerimise ja isekülmumise ajal vesi teatud aeg aurab vedelast olekust plusstemperatuuri juures. Selle erinevuse tõttu toimub kala lihaskoe pinnakihi tihenemine (kokkutõmbumine), mis teeb selle veeaurudele raskesti läbitavaks.**

Sel põhjusel väheneb kuivatamiskiiruse püsiva perioodi kestus ja protsessi kiirus kuivatamise langeva kiiruse perioodil väheneb rohkem kui kuivatamisel eelneva külmutamisega.

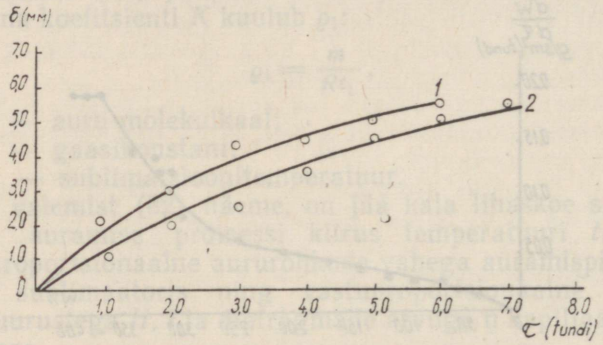
---

* p'_2 sõltub muidugi omakorda p_2.

** Antud juhul läheneb protsess atmosfäärilisele külmkuivatamisele, mille juures, nagu teame, esineb kala lihaskoe pinnakihi tihenemine ja isegi sarvestumine.

Auramistsooni kala lihaskudedesse süvenemise kiirus kuivatamise protsessis

Mõnede eriteadlaste töödes ei iseloomustata kuivatamise protsessi kiirust mitte kuivatamiskõverate diferentseerimise teel, vaid auramistsooni süvenemise kiirusega kuivatatavas materjalis (190, 182, 178). See meetod on üsna sobiv kuivatamise kestuse kindlaksmääramisel tööstuslike seadeldiste ekspluatatsiooni seisukohalt ja sel viisil on tal praktiline tähtsus. Joonisel 98 on graafiliselt väljendatud kuivatamise kestuse ja auramispinna süvenemise suuruse vaheline sõltuvus, mida täheldati 20 mm paksuse ja ligi 100 g raskuse tursa lihaskoe-



Joon. 98. Kõverad, mis iseloomustavad auramise pinnatsooni süvenemist kuivatatavas tursaliha proovis:

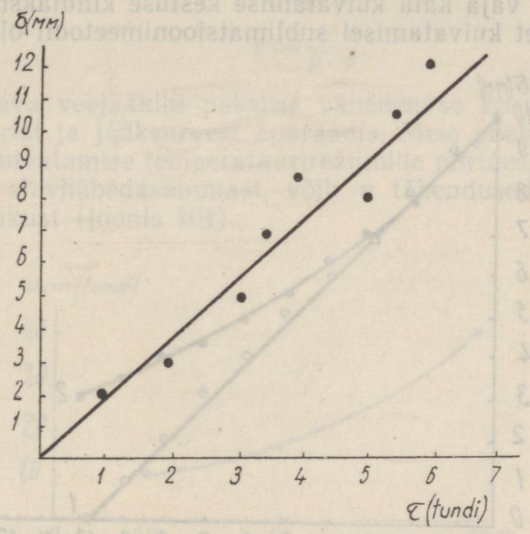
1 — auramistsooni süvenemise kõver viilaka alumise pinna poolt; *2* — auramistsooni süvenemise kõver kala viilaka ülemise pinna poolt.

viiluka kuivatamisel, kusjuures $P_{üld} = 0{,}8$ mm elavhõbedasammast ja $t = 50°$. Nagu on näha kuivatamiskõverate konfiguratsioonist, väheneb protsessi kiirus olenevalt auramistsooni süvenemisest, mis on täiesti kooskõlas eelmises osas toodud väidetega — kuivatatud kihi mõjust vee auramise kiirusele, järelikult ka kuivamise kiirusele. Flosdorfi (190), Greavesi (182) ja Bradishi (178) väiteid selle kohta, et auramistsooni süvenemise kiirus kuivatatavas materjalis on püsiv suurus, ei ole alust laiendada kala peale. Bradishi ja Greavesi arutlustes kuivatamise kiiruse kohta on olulisi lahkuminekuid.

Bradisch (178) on arvamusel, et kuivatamise kiirus piirdub veeaurude üleandmise kiirusega külmutatud tootelt kondensaatori pinnale, Greaves (182) aga annab selles küsimuses peaosa

soojustegurile või, kasutades tema terminoloogiat, «sublimatsiooni varjatud soojuse üleviimisele auramispinnale» [1].

Et kindlaks määrata kala kuivatamise kestust sügava vaakuumi tingimustes, on vaja teada jääviilaka paksuse vähenemise kiirust samasuguse kuivatamise tingimustes. Joonisel 99 on toodud vaatlustulemused 12 mm paksuse ja 20 g raskuse veejääviilaka kuivamise kohta, kui $P_{külg} = 0{,}8$ mm elavhõbeda sammast ja $t = 50°$. Nagu näha joonisest 99, allub veeviilaka paksuse vähe-



Joon. 99. Veejääviilaka paksuse vähenemise kiirus kuivatamisel sublimatsioonimeetodil vaakuumis.

nemine kuivamisel sirgjooneseadusele. Järelikult võib veejääviilaka paksuse vähenemise kiirust väljendada järgmise valemiga:

$$v = \frac{\delta}{\tau}, \tag{86}$$

kus: v — kuivatatava jääviilaka paksuse vähenemise kiirus;
δ — kuivatatava jääviilaka paksus;
τ — kuivatamise kestus.

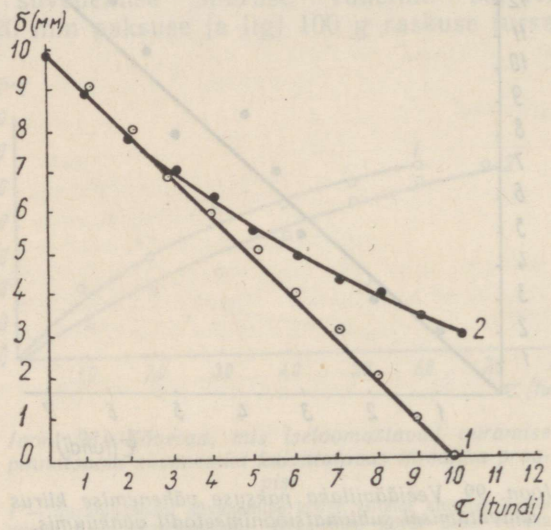
Siit määratakse veejää kuivatamise kestus kindlaks järgmise valemiga:

$$\tau = \frac{\delta}{v}. \tag{87}$$

[1] Praktiliselt on vaja 1 g vee ümberpaigutamiseks kondensaatori juurde suunata kuivatatavale materjalile 901,5 cal [182].

Külmutatud kala lihaskoes või mis tahes teises struktureeritud materjalis on jää jaotatud tihkeolluste kihtide vahele, mis moodustavad võrgu (karkassi). Nagu oli näidatud eelmises osas, on kala lihaskoe struktuurivõrk takistuseks veeaurude liikumisel. Kuna ta moodustub tihkeollustest, tuleb arvata, et mida rohkem kuivatatav materjal sisaldab tihkeolluseid, s. o. mida massiivsem on see võrk, seda suuremaks takistuseks osutub ta kuivatatud seisundis veeaurude liikumisele.

Seega on vaja kala kuivatamise kestuse kindlaksmääramisel arvestada, et kuivatamisel sublimatsioonimeetodil oleneb aura-



Joon. 100. Eelnevalt külmutatud 10%-lise plasmaproteiini lahuse ja tursa lihaskoeviilaka auramispinna süvenemise kiirus kuivatamisel:
1 — plasma; *2* — tursa lihaskude.

mispinna süvenemise kiirus kuivatatavas materjalis tihkeolluste kogusest materjalis.

Selle väite tõestuseks toome graafiku, mis iseloomustab auramispinna süvenemise kiirust eelnevalt külmutatud 10%-lise plasmaproteiini lahuse ja tursa lihaskoeviilaka kuivatamisel (joonis 100) [1].

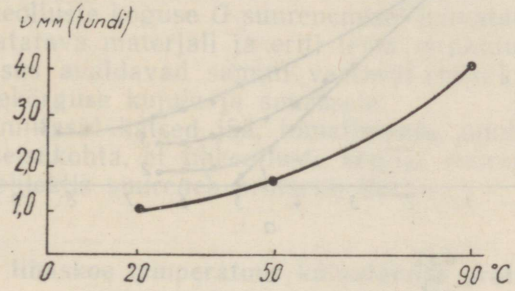
Nagu on näha joonisest 100, allub kuivatatava 10%-lise plasma proteiini lahuse kihi paksuse vähenemise kiirus sirgjooneseadusele, mis tõestab, et tihke jääk ei avalda mõju külmu-

[1] Kuivtamiskõver plasma jaoks Flosdorfi nadmetel [182], tursa jaoks aga meie andmetel.

nud plasmalahusest jää auramise kiiruse vähenemisele. Tihkeolluste 20%-lise sisaldusega tursa lihaskoe kuivatamisel on nende olluste mõju auramise kiirusele küllalt suur, mis peegeldub auramistsooni süvenemise kõvera iseloomus. Seepärast tuleb kala külmutatud lihaskoe ja nähtavasti mis tahes teise struktureeritud materjali kuivatamisel sisse viia kuivatamise kestuse arvutamiseks valemisse (87) paranduskoefitsient β, mis iseloomustab tihkeolluste (karkassi) takistust veeaurude liikumisele. Siis võtab valem (87) järgmise kuju:

$$\tau = \frac{\delta}{\beta \cdot v}. \qquad (88)$$

Kuivatatava veejääkihi paksuse vähenemise kiirus v sõltub temperatuurist ja jääksurvest aparaadis. Meie poolt soovitatavate kala kuivatamise temperatuurirežiimide piirides, kus $p_{ald} = 0{,}8$ mm elavhõbedasammast, võib v tähendused jää jaoks leida graafikust (joonis 101).



Joon. 101. Veejää proovi paksuse vähenemise kiirus olenevalt kuivatamise temperatuurist.

Koefitsiendil β on sama füüsikaline tähendus, mis K_2 valemis (81). Nagu me juba veendusime, on koefitsient K_2 muutuv suurus, mis muutub kuivatamise protsessis keeruka seaduse järgi. Selleks et teha valemit (88) praktiliselt kasutatavaks kala ja teiste toodete kuivatamise kestuse ligikaudseteks arvutusteks, me oletame, et auramistsooni süvenemine kuivatatava materjali proovis kulgeb püsiva kiirusega, mistõttu ka koefitsient β on püsiv suurus.

Siis võib koefitsienti β mis tahes keha (lahuse) jaoks, mida kuivatatakse külmutatud seisundis, kindlaks määrata järgmisest valemist:

$$\beta = 1 - \frac{\lambda G}{100}, \qquad (89)$$

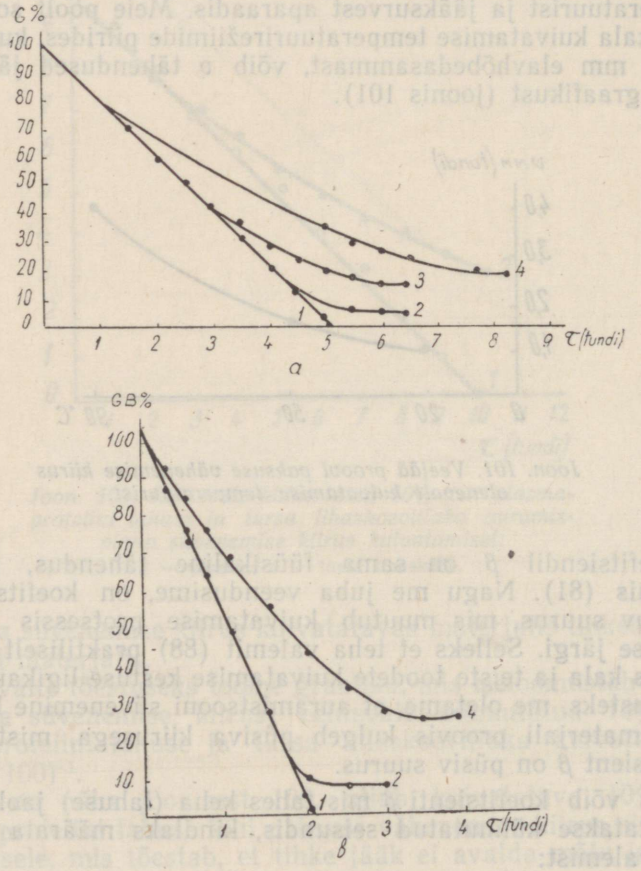
kus: λ — koefitsient, mis arvestab materjali ehituse iseärasusi kuivatatud seisundis;

G — tihkeolluste sisaldus materjalis %-des enne kuivatamist.

Kuna puhtas veejääs ei ole tihket jääki, siis $\lambda = 0$, seepärast aga $\beta = 1$.

Mis tahes teise struktureeritud keha (lahuse) jaoks, mida kuivatatakse külmutatud seisundis, on koefitsient β ühest väiksem. Mida rohkem on kuivatatavas materjalis tihkeolluseid G, seda kauem kestab teiste ühtlaste tingimuste juures kuivatamine.

Selle väite õigsust kinnitavad kuivatamise katsed eelnevalt külmutatud õunte, tursaliha, tomatimahla ja veejäätükkidega,



Joon. 102. Kuivatamiskõverad:

a — 60° temperatuuri juures; *b* — 100° temperatuuri juures; *1* — jää; *2* — tomatimahl; *3* — õunad; *4* — tursk.

mille paksus oli 10 mm, laius 55 mm, pikkus 45—50 mm ja raskus 18—20 g. Nimetatud produktide kuivatamist teostati üheaegselt, kusjuures $p_{\text{üld}} = 0{,}8$ mm elavhõbedasammast ja $t = 60°$ ja 100°.

Tihkeolluste ja vee sisaldus materjalides enne kuivatamist on näidatud tabelis 96. Materjalide kuivatamiskõverad on toodud joonisel 102.

Tabel 96

Materjalide nimetus	Keemiline koostis enne kuivatamist %-des	
	vesi	tihkeollused
Jää	100,0	0,00
Tomatimahl	95,33	4,67
Õunad	83,13	16,87
Tursa lihaskude	78,10	21,90

Nagu näha joon. 102, suureneb kuivatamiskõverate paindekõrgus tihkeolluste koguse G suurenemisel kuivatatavas materjalis. Kuivatatava materjali ja eriti tema struktuurivõrgu ehituse iseärasus avaldavad samuti vastavat mõju kuivatamiskõvera paindekõrguse kujule ja suurusele.

Seega kinnitasid katsed jää, tomatimahla, õunte ja kalaga meie lähteseisukohta, et tihkeolluste koguse suurenemisel kuivatatavas objektis suureneb protsessi kestus.

Kala lihaskoe temperatuur kuivatamise protsessis

Sel näitajal on suur tähtsus kuivatamise protsessi iseloomustamisel ja seda tuleb tingimata arvestada protsessi kulgemise kontrollimisel. Kuivatatava materjali temperatuuri muutumine sõltub mitte ainult kuivatamise režiimist, vaid ka veesisalduse muutumisest materjalis kuivatamise protsessis.

Kuivatamise protsessi analüüsimiseks tegi Lõkov (107) ettepaneku kasutada temperatuurikõveraid, mis näitavad sõltuvust materjali mõne punkti temperatuuri ja tema niiskuse vahel.

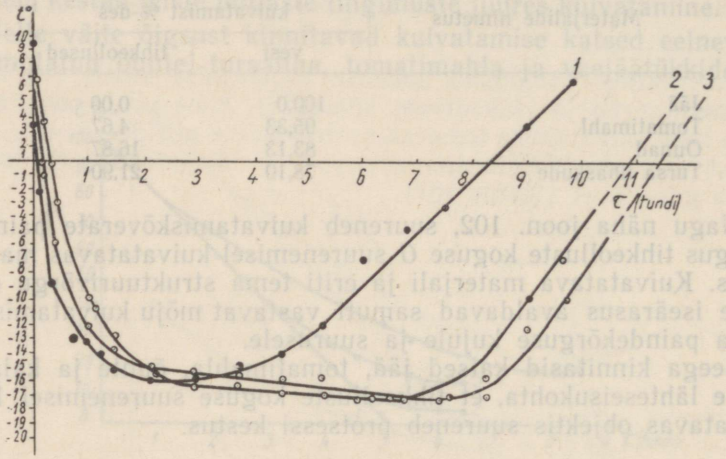
Rakendades kuivatamist atmosfäärirõhu juures, uuris Lõkov küllaltki üksikasjaliselt seda küsimust, kusjuures tegi väga tähtsa järelduse, et kuivatamise püsiva kiiruse perioodi iseloomustab materjali püsiv temperatuur, kuivatamise kiiruse languse perioodi aga materjali temperatuuri tõus.

Uurides omalt poolt kuivatamise protsessi sublimatsiooniga sügavas vaakuumis, me viisime läbi järgmise katse. Defrosteeritud tursaliha tükikesed mõõtmetega $20 \times 40 \times 40$ mm asetasime vormikestesse (joonis 88) ja kuivatasime $p_{\text{üld}} = 1{,}0$ mm

elavhõbedasammast ja $t = 50°$ juures. Kalatükikeste temperatuuri kuivatamise kestel mõõtsime vaskkonstantaan-termopaaridega, millised asetasime kalatüki sisse 2, 6 ja 7 mm sügavusse pealispinnast.

Joonisel 103 on toodud kõverad, mis iseloomustavad temperatuuri muutumist kuivatamise protsessis kalatüki kolmes punktis.

Nagu näha joon. 103, hakkas kala lihaskoe temperatuur 2 mm sügavuses tõusma 2 tunni pärast peale kuivatamise algust,



Joon. 103. Kuivatatava kala proovide temperatuurikõverad sügavuses:
1 — 2 mm; 2 — 6 mm; 3 — 7 mm.

6 mm sügavuses 6,5 tunni pärast ja 7 mm sügavuses 7,5 tunni pärast.

Temperatuuri aeglast tõusu proovi pealiskihis tuleb seletada sellega, et auramistsoonist tulevad madala temperatuuriga veeaurud jahutavad termopaare. Temperatuur kala lihaskoetüki lõikepinnal muutub erineva kiirusega ja saavutab ebaühtlase suuruse. Protsessi algul langeb kalatüki pealiskihis temperatuur kiiresti nullini ja siis hakkab tõusma. Vee auramine selles tsoonis toimub osaliselt lihaskoe sisemiste kihtide soojuse arvel, mis asuvad auramispinna taga. Kalatükkide sisemistes kihtides temperatuur pidevalt langeb, seni kui jõuab piirini, mis vastab kuivatamise režiimile.

Auramispinnast sügavamal asetseva kalalihaskoe temperatuur jääb kuivatamise protsessis püsivaks, kuivatatavas kihis aga tõuseb järk-järgult. Temperatuuri muutumist kuivatatavas kalalihaskoe kihis võib seostada vaba ja seotud vee auramisega.

Vaba vee auramisel jääb kala lihaskoe temperatuur auramistsoonis negatiivseks, vastab kuivatamise režiimile ja ainult siis kui immobiliseeritud vee jäägid ära auravad, hakkab temperatuur auramistsoonis tõusma.

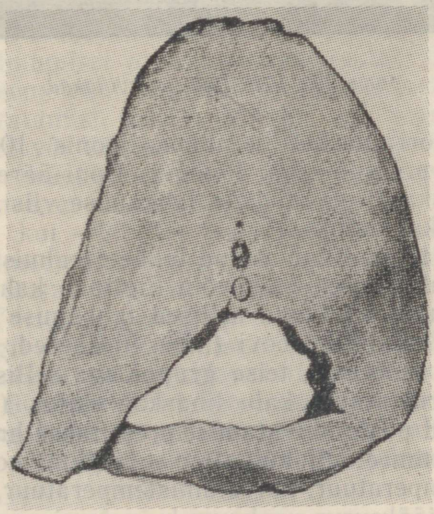
Seotud vee auramisel muutub lihaskoe temperatuur positiivseks, kui aga auramisprotsess lõpeb, jõuab kuivatamise temperatuurini.

SUBLIMATSIOONIMEETODIL VAAKUUMI ALL KALA KUIVATAMISE OPTIMAALNE REŽIIM

Kuivatamisel sublimatsioonimeetodil sügavas vaakuumis avaldab kuivatamise režiimi õige valik suurt mõju mitte ainult toote kvaliteedile, vaid ka kogu seadeldise tööle, kuna selle koosseisu kuulub mitu üksteisest sõltuvat aparaati. Nii näiteks sõltub vaakuumpumba normaalne töö täielikult soojusaparaatide (sublimaatori ja kondensaatori) konstruktsiooni arvestuse täpsusest.

Suurem osa kaasaegseid vaakum-sublimatsiooni kuivatamisseadeldisi koosnevad järgmistest põhilistest aparaatidest ja masinatest: vee soojendamise reservuaarist, vaakuumsublimatsioonikapist, kondensaatorist, külmutusmasinast ja vaakuumpumbast.

On olemas ka teist tüüpi vaakuum-sublimatsiooniseadeldis

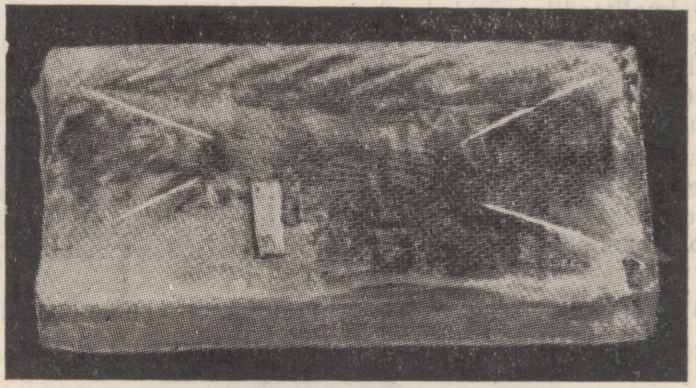


Joon. 104. Tursafileekesed.

auru-injektorpumbaga, kuid meie seda ei käsitle, kuna katsetusandmed on saadud esimest tüüpi seadeldisega.

Eelmistes osades anti sublimatsioonimeetodil vaakuumi all kala kuivatamise protsessi analüüs. Saadud andmed võivad olla lähtepositsiooniks tööstuslikes vaakuum-sublimatsiooniseadeldistes kala kuivatamiseks optimaalse režiimi valikul ja põhjendamisel. Allpool toodavad arutlused ja soovitused käivad ainult vähese rasvasisaldusega (haug, tursk, koha jt.) kalade kohta.

Kuivatamise režiim sõltub teataval määral kala lahkamise viisist. Meie poolt on ette pandud järgmised kala lahkamise viisid kuivatamiseks sublimatsioonimeetodil: filee kondiga ja kondita; filee kondita — klipfisklahkamisest; ameerika steak-tüüpi fileekesed (joonis 104); viilakad järgneva pressimisega peale



Joon. 105. Pressitud tursaviilakad.

kuivatamist (norra brikettide tüüpi, joonis 105); tükikesed; farss järgneva pressimisega. Rostovis Doni ääres kasutatakse tehases «Smõtška» iselaadi kala lahkamise viisi, mille lõikeid võib nimetada kalaastuks.

Kõik eespool toodud kuivatatud toodete valmistamiseks kasutatavad kala lahkamise viisid võib liigitada kahte gruppi:

Esimesse gruppi kuuluvad sellised lahkamise viisid, millede juures säilivad kalaliha proovi (filee, fileekesed, tükikesed) esialgne ehitus ja mõõtmed, teise gruppi aga sellised viisid, millede juures purustatakse kala lihaskoe ehitus (viilakad, farss ja jahu, millised peale kuivatamist pressitakse brikettideks).

Sublimatsioonimeetodil kuivatamise režiimi koostisse kuuluvad kala algtemperatuur, kuivatamistemperatuur, sublimatsioonitemperatuur, jääksurve vaakuum-kuivatamisaparaadis ja kondensatsioonitemperatuur.

Kala algtemperatuur

Kuivatatava materjali algtemperatuuril on väga suur tähtsus. Sellest tegurist sõltub soojusekulu, kuivatamise kestus ja kuivatatud toote kvaliteet. Küsimus, kas on vaja toiduained asetada sublimaatorisse külmutatult või peavad nad külmuma vahetult kuivatamise protsessis, on praeguse ajani veel vaieldav.

Me jagame täiesti Lõkovi (107, 108) arvamust selle kohta, et eelneva külmutamise küsimus peab olema otsustatud igal juhul eraldi, tingitult kuivatatava materjali omadustest.

Soojustehnika, majanduse ja tootmise seisukohast on soovitav, et materjali enne kuivatamist ei külmutataks järgmistel põhjustel:

1) isekülmumise ajal kõik materjalis akumuleeritud soojus kasutatakse ära temast vee auramiseks ja seega väljastpoolt antava soojuse kulu väheneb;

2) kuivatatud toote valmistamise tootmiskeemist jäetakse välja lähtematerjali külmutamise operatsioon, mis kiirendab ja lihtsustab tootmisprotsessi;

3) saavutatakse vahendite sääst, kuna jääb ära külmutamis- ja energeetikaseadmete vajadus materjali eelneva külmutamise jaoks.

Kuid kõiki neid kaalutlusi on vaja arvestada ainult sel juhul, kui kuivatamine ilma eelneva külmutamiseta kindlustab kõrge kvaliteediga kuivatatud toote saamist.

Eelmistes osades oli näidatud, et kala kuivatamisel ilma eelneva külmutamiseta kuivatatud toote kvaliteet tunduvalt halveneb. Peale selle suureneb kuivatamise kestus, kuna degaseerimisel ja isekülmumisel proovi pinnale tekkiv kooruke on halvasti läbitav veemolekulide poolt. Nendel põhjustel ei või soovitada kala kuivatamist, eriti tervikuna või tükkideks lahatuna (filee, fileekesed või tükikesed) ilma eelneva külmutamiseta.

Soolalahuste krüohüdraatpunkt kala lihaskoes vastab —20° (30). Siit järgneb, et kala eelnev külmutamine on vaja teostada mitte kõrgema kui —20°-lise temperatuurini, kasutades selleks kiirkülmutamismeetodit. Arvestades seda, et sublimaatori täitmiseks kulub teatav aeg, on otstarbekohane külmutada kala kuni —22—25°-lise temperatuurini, et vältida tema sulamist. Samal eesmärgil ei tule sublimaatori riiulikesi täitmise eel soojendada, vaid täita sublimaator võimalikult kiiremini (mitte üle 10 min.). Sublimaatorid tuleb valmistada mahutavusega mitte üle 100 kg, kuna sel juhul neid võib küllaltki kiiresti täita tootega ja siis kiiresti luua neis vajalik vaakuum.

Kala kuivatamine vaakuumi all, samuti nagu atmosfäärirõhu juures, nõuab soojuse juurdeviimist, kuna vee agregaatse seisundi (jää-aur) muutmine kala lihas, samuti nagu mõnes teiseski materjalis, võib toimuda ainult soojusenergia kulutamisel. Auramise intensiivsus sõltub teiste võrdsete tingimuste juures esmajärjekorras soojuse juurdevoolust kehale väljastpoolt, kui ainult auramine ei toimu soojuse arvel, mis oli enne kogunenud kehas eneses.

Atmosfäärirõhu juures peab kuivatamisega kaasnema pidev soojuse juurdevool kalale koguses, mis on küllaldane kalas vajaliku püsiva temperatuuri hoidmiseks kogu kuivatamise protsessi kestel.

Kuivatamisel vaakuumi all sublimatsioonimeetodiga muutub kala temperatuur tema läbilõike järgi pidevalt, isegi kui temale teatavate ajavahemikkude järel antakse juurde ühesugune kogus sooja. Seletatakse seda sellega, et sisemist veedifusiooni vedelas seisundis kuivatamisel sublimatsioonimeetodiga ei täheldata ja seepärast auramispind tungib järk-järgult sügavamale kuivatatava proovi sisse.

Kuivatamise protsess sublimatsioonimeetodiga (vee auramine) toimub tsonaalselt (kihtide järgi), mis pidevalt muudab temperatuuri jaotuse iseloomu kala proovi läbilõikes.

Seoses sellega, et vesi (jää) aurab esmajärjekorras kala liha pealispinnakihtidest, tõuseb temperatuur selles kihis võrdlemisi kiiresti ja jõuab temperatuurini, mis on aparaadis. Sel põhjusel ei tohi kasutada kuivatamisel liiga kõrgeid temperatuure, et vältida kala kvaliteedi (välispinna kolletumine) halvenemist.

Kuivatamistemperatuuri valikul on vaja samuti arvestada jääkvee-sisaldust tootes, kuna ta omab teatava mõju kuivatatud kala säilitamise kestusele. Et pikemat aega säilitada biopreparaatide ja mikroobide (näiteks pärmi) kõrget aktiivsust, soovitavad Flosdorf (182) ja Titov (157) kuivatada neid kuni veesisalduseni mitte üle 1—2%.

Teoreetiliselt põhjendatud jääkvee-sisalduse norme vaakuumiga kuivatatud toiduainete kohta ei ole. Eelnevas osas oli meie poolt tehtud kindlaks sõltuvus kuivatamistemperatuuri ja lõppveesisalduse vahel kalas, kusjuures oli näidatud, et kala kuivatamiseks kuni veesisalduseni mitte üle 2% on vaja hoida temperatuur mitte üle 80°. Seda temperatuuri võib lugeda ülemiseks piiriks, millest kõrgema temperatuuri juures kuivatamist isegi lühikese aja kestel teostada ei tohi.

Juhul kui sublimaator täidetakse eelnevalt külmutatud kalaga, kutsub kuivatamise kõrge algtemperatuur esile kala ülessulamise, kuna aparaadis on võimatu saavutada silmapilkselt süga-

vat vaakuumi. Näiteks aparaadis, millega meie töötasime, vajati selleks minimaalselt 5 min., tootmistüüpi aparaatides, mis on suuremad, on selleks vaja veel rohkem aega. Arvestades neid erinevusi, on võimalik kala kuivatada kolmeastmelise režiimi järgi: alguses temperatuuris 18—20°, siis temperatuuris 50—60° ja protsessi lõpus temperatuuris 80°.

Esimese perioodi kestus sõltub sublimaatori mahutavusest ja kuivatamisseadeldise kõikide aparaatide töö iseärasustest. Hoolimata sellest ei tule selle perioodi kestust liiga venitada, et mitte vähendada seadeldise tootlikkust; hästi töötavate seadeldiste puhul ei tohi esimese perioodi kestus ületada 1 tundi. Teise perioodi kestus sõltub peamiselt kuivatatava kala proovide paksusest. See periood peab lõppema siis, kui kalasse jääb ainult seotud vesi, mille üle mõninga ligikaudsusega võib otsustada proovi kaalu muutumise järgi. Peale seda algab kuivatamise kolmas periood temperatuuris 80°, mille kestus ei tohi ületada 2 tundi.

80°-lise temperatuuri juures võib viia jääkvee-sisalduse kalas kuni 10—12%-ni, arvestatult kuivaine kohta, või 2—3%-ni, arvestatult tooraine kohta, mis on täiesti küllaldane toote säilitamiseks eripakendis ja hoiab ära tema niiskumise. Kui tootele on lubatud kõrgem niiskus, siis kala täiendavat kuivatamist 80°-lise temperatuuri juures ei ole soovitav kasutada, kuna meie poolt on kindlaks tehtud, et kuivatamine kõrgema kui 60°-lise temperatuuri juures halvendab kala konsistentsi, mis muutub kõvemaks.

Nähtavasti soodustab seotud vee eemaldamine kala lihaskoe struktuurivõrgus täiendavate molekulidevaheliste sidemete tekkimist, millised Mihhailovi (119) kinnitamisel ei rebene toote leotamisel vees. Seega tuleb kuivatamise optimaalseks temperatuuriks lugeda 18—20° algperioodil ja 50—60° teisel — põhimisel — kuivatamise perioodil.

Sublimatsioonitemperatuur

Kuni viimase ajani pooldasid paljud eriteadlased toiduainete kuivatamist üsna madalate sublimatsioonitemperatuuride juures, kuna olid arvamusel, et ainult nende temperatuuride juures kõige enam säilivad kuivatatava objekti sünnipärased omadused. See arvamus kujunes farmatseutilises tööstuses biopreparaatide kuivatamisel ja hiljem viidi mehaaniliselt üle toiduainete kuivatamisele.

Peale selle arvati, et toiduainete krüohüdraatpunktid asuvad üsna madalate temperatuuride tsoonis. Seda arvamust poolda-

sime ka meie kuni meie poolt ei olnud veel uuritud kala lihaskoe hüdrofiilseid omadusi.

Toiduainete, sealhulgas ka värske kala kuivatamiseks sublimatsioonimeetodil vaakuumi all sublimatsioonitemperatuuri kindlaksmääramisel on vaja arvestada toiduainetes oleva vee seose iseloomu, vaakuumi suurenemise kui sublimatsioonitemperatuuri alandamise vahendi mõju toote konsistentsile (kala kuivatamiseks see on väga tähtis) ja kuivatamise protsessi kiirust, tehnilist otstarbekohasust ja majanduslikku efektiivsust.

Sublimatsioonitemperatuuri valikul meie lähtume asjaolust, et kala kuivatamine peab toimuma sellises seisundis, kus kõik vaba vesi kalas oleks külmunud, s. o. et lahusti kala lihaskoes oleks vedelast faasist täielikult viidud tahkesse faasi. Sel juhul välditakse valgu-, vee- ja eriti soolaosakeste ümbergrupeerumine difusiooniprotsesside arvel. Külmutamise protsess peab tingimata toimuma küllaltki kiiresti.

Nagu meie kindlaks tegime, sisaldab lahjade kalade lihaskude kuni 75% (tooraine kohta) vaba vett. Et seda veekogust üle viia tahkesse faasi, on vaja külmutada kala kuni —20°-lise temperatuurini, mida ongi vaja lugeda sublimatsioonitemperatuuriks lahjade kalade puhul (igal juhul ei tohi ta olla sellest temperatuurist kõrgem). Kuivatamisel sublimatsioonimeetodil peab kõik vaba vesi, sealhulgas ka immobiliseeritud vesi aurama kalast ära ainult tahkest (külmutatud) seisundist.

Osa ja seda enam kogu veekoguse auramisel vedelast seisundist toimub kuivatamise protsessis kala kokkukuivamine; tema kaubaline välimus ja maitse halvenevad; selline kala leotub vees aeglaselt, kusjuures ei taasta täielikult oma esialgset kaalu.

Üksikute kuivatamisviiside mõju värske kala kaubanduslike ja keemiliste omaduste muudatustele on käsitletud meie töös (29) ja sellepärast me sellel küsimusel siin ei peatu.

Jääkrõhk sublimaatoris

Kuivatamise dünaamika ja kineetika kirjeldamisel tehti kindlaks, et sublimatsioonimeetodi puhul sõltub kuivatamise protsessi intensiivsus mitte ainult kalale antava soojuse kogusest, vaid ka veeauru molekulide ümberpaigutumise kiirusest läbi kuiva koekihi.

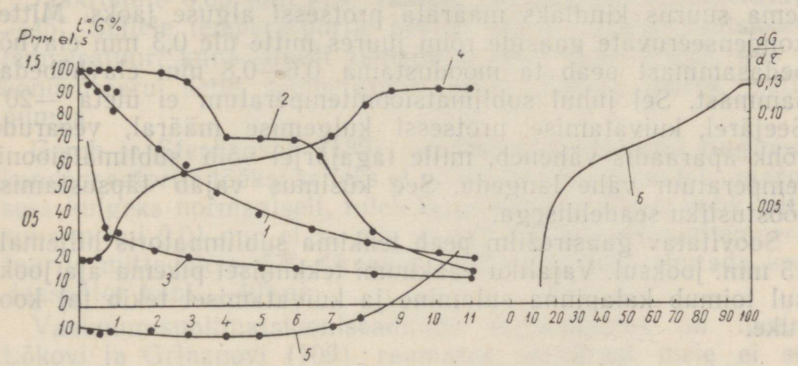
Vastavalt auramispinna süvenemisele kala lihaskoesse ületavad veeaurud, enne kui väljuda kala välispinnale, takistuse kuivanud rakkude seinte ja sidekoe näol.

Peale selle sõltub veemolekulide ümberpaigutumise kiirus läbi kuivanud (urbse) kala lihaskoekihi veeaurude rõhkude vahest auramispinna juures ja sublimaatoris.

Selleks et kiirendada veeaurude liikumist kala kuivatatud lihaskoe osas, tuleb suurendada veeaurude rõhkude vahet sublimatsioonipinna juures ja sublimaatoris. Seda võib teha sublimatsioonitemperatuuri tõstmise teel või jääksurve vähendamise teel sublimaatoris.

Sublimatsioonitemperatuuri ülempiiriks oli meie poolt määratud —20°. Selle temperatuuri juures on auramispinna juures veeaurude surve 0,72 mm elavhõbedasammast. Seepärast on vaja sublimaatoris kindlustada selline veeaurude jääkrõhk, et antud kuivatamistemperatuuri juures ei muutuks (ei tõuseks) sublimatsioonitemperatuur ning seetõttu ka veeaurude rõhk auramispinna juures.

Teoreetiliselt peab selleks, et täita seda tingimust, jääkrõhk sublimaatoris kuivatamise protsessi kulgemisel pidevalt vähe-



Joon. 106. Kõverad, mis iseloomustavad sublimatsioonimeetodil kala kuivatamise protsessi:

1 — kuivatamise kõver (*G* — kaal %-des); *2* — üldrõhu muutumine aparaadis *Püld* mm-tes el. s.); *3* — mittekondenseeruvate gaaside rõhu muutumine (*p*ı mm-tes el. s); *4* — kuivatamistemperatuur; *5* — sublimatsioonitemperatuur; *6* — kuivatamise kiirus.

nema, kuna ainult sel juhul võib kompenseerida kuiva koekihi takistust veeaurude liikumisele. Praktilises töös võib seda tingimust mitte täita, kuna kuivatatud lihakiht vähendab soojuse üleandmist soojendatud riiulilt auramistsooni. Peale selle väheneb protsessi kulgemise määral kuivatamise kiirus, millega seoses väheneb ka rõhk aparaadis, s. o. justkui automaatselt luuakse selles tingimused protsessi normaalseks kulgemiseks.

Vaatluste andmetest, mis saadi eelnevalt külmutatud tursa kuivatamisel kombineeritud (kolmeastmelise) temperatuurirežiimi juures (joonis 106), on näha, et mittekondenseeruvate gaaside rõhk aparaadis muutub kuivatamise protsessis vähe. See on täiesti seaduspärane, kui arvestada, et ta sõltub peamiselt

gaasikogusest, mis tungib seadeldisse ebatihedate ühenduste kaudu.

Üldrõhu vähenemine sublimaatoris kuivatamise protsessis kandis murdkõvera iseloomu, kuna kuivatamistemperatuuri tõusmisel õnnestus ära hoida kuivatamise kiiruse järsku langemist. Seepärast ainult kuivatamise protsessi lõpul, kui kalasse jäi vähe vett ja auramistsoon läks sügavale kalatükkidesse, hakkas üldine rõhk aparaadis kiiresti vähenema, mittekondenseeruvate gaaside rõhk aga enam ei muutunud. Protsessi lõpul lähenes aparaadis üldrõhk mittekondenseeruvate gaaside rõhule ($P_{üld} \rightarrow \rightarrow P_2$).

Väga iseloomulik on, et sublimatsioonitemperatuur kõikus kuivatamise protsessis mitte suurtes piirides. See kinnitab juba varem meie poolt antud seletuse õigsust. Kuivõrd üldrõhk aparaadis on suuruseks, mis langeb kuivatamise protsessis, tuleb tema suurus kindlaks määrata protsessi alguse jaoks. Mittekondenseeruvate gaaside rõhu juures mitte üle 0,3 mm elavhõbedasammast peab ta moodustama 0,6—0,8 mm elavhõbedasammast. Sel juhul sublimatsioonitemperatuur ei ületa —20°. Seejärel, kuivatamise protsessi kulgemise määral, veearude rõhk aparaadis väheneb, mille tagajärjel võib sublimatsioonitemperatuur vähe langeda. See küsimus vajab täpsustamist tööstusliku seadeldisega.

Soovitatav gaasirežiim peab tekkima sublimaatoris hiljemalt 15 min. jooksul. Vajaliku vaakuumi tekkimisel pikema aja jooksul toimub kalapinna sulamine ja kuivatamisel tekib tal kooruke.

Kondensatsioonitemperatuur

Kuivatamisseadeldistes, mida kasutatakse käesoleval ajal kuivatamistehnikas, peavad olema eriaparaadid, mis täielikult püüavad kinni veeaurud sublimaatorist vaakuumpumbasse liikuvast auru-õhusegust. Tavaliselt kasutatakse selleks otstarbeks kondensaatoreid, mis täidavad vaakuum-kuivatamisseadeldistes veeaurude ja aparaatide jaoks pumpade osa, kaitstes vaakuumpumpasid nendesse veeaurude sattumise eest. Veeaurude kondensatsioonitemperatuuri põhjendamise ja täpse arvestuse metoodikat ei ole meile tuntud kirjanduses avaldatud. On ainult märkusi, et veeaurude kondensatsioonitemperatuur peab olema umbes 10—15° võrra sublimatsioonitemperatuurist madalam (107, 108).

Panna kodensatsioonitemperatuur sõltuvusse ainult sublimatsioonitemperatuurist ei tohi kas või sel põhjusel, et auru-õhusegu tuleb kondensaatorisse tunduvalt kõrgema temperatuuriga kui sublimatsioonitemperatuur. Kondensatsioonitemperatuuri

valikul on vaja arvestada samuti vaakuumpumba konstruktsiooni iseärasusi. Näiteks väljalastavatel VN marki pumpadel ei ole separaatoreid ja nende töö halveneb märgatavalt isegi väikeste veekoguste sattumisel õlisse.

Õigem on kondensatsioonitemperatuuri valik panna esmajärjekorras sõltuvusse gaaside jääkrõhust, mida võib hoida vaakuumpump kuivatamisseadeldises tema töötamisel tühikäigul. VN marki pumbad võivad kindlustada aparaadis jääkrõhu 0,01 mm el. s., kuid mittehermeetilisuse tõttu, mida ei ole võimalik täielikult kõrvaldada kuivatamisseadeldises, on jääkrõhk kuivatatava materjaliga täitmata sublimaatoris mitte alla 0,05 mm el. s. Seda jääkrõhku tulebki lugeda selleks alumiseks piiriks, mis on vaja võtta aluseks veeaurude kondensatsioonitemperatuuri valikul.

Jääkrõhule 0,05 mm el.s. vastab sublimatsioonitemperatuur —45°. Sellele temperatuurile peabki vastama kondensatsioonitemperatuur, kuna ainult tähtsusetu veeaurude kogus, mis ei kondenseeru selle temperatuuri (kastepunkti) juures, satub pumpa.

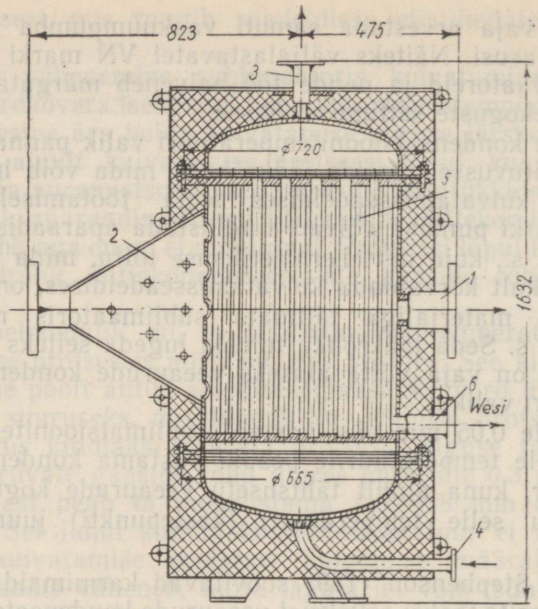
Gerch ja Stephenson (189) soovitavad karmimaid tingimusi kondensaatorite tööks: selleks et veeaurude kondensatsiooniprotsess kulgeks normaalselt, tuleb kondensaatoris luua rõhk mitte suurem kui 0,01 mm el. s., mis vastab kondensatsioonitemperatuurile mitte üle —57°. Greaves (182) soovitab jahutada kondensaator kuni —40°-ni.

Vaakuum-sublimatsiooniseadmete iseloomustus on toodud Lõkovi ja Grjaznovi (109) raamatus, seepärast meie ei sea siin endale ülesannet valida kondensaatori tüüpi, kuid loeme vajalikuks märkida, et nii liist- kui ka torukondensaatoritel on oma eelised ja puudused.

Liistkondensaatorite väärtuseks on nende pidev töö ning jahutatava pinna ja seepärast ka külmutusagendi ärakasutamise kõrge koefitsient. Puuduseks võib lugeda suured gabariidid ja vajadus perioodiliselt eemaldada kogujast jääd ja lund.

Torukondensaatorite väärtuseks on nende võrdlemisi väikesed mõõtmed ja võimalus luua suurt kondensatsioonipinda, puuduseks aga perioodilisus nende töös ning jahutava pinna ja seepärast ka külmutusagendi madal kasutamise koefitsient.

Meie arvates tuleb kondensaatori tüüp valida lähtudes seadeldise tootlikkusest ja ühe või teise produkti kuivatamise iseärasustest. On võimalik ka mõlemat tüüpi kondensaatorite paariskasutamine. Autor pooldab viimast varianti. Üsna õnnestunud konstruktsiooniga kondensaatori töötas välja Giprorõbprom sublimatsiooniseadeldise projektis kalade jaoks. Selles kondensaatoris liigub auru-õhusegu torude välispinnalt ja rist-



Joon. 107. Giprorõbpromi kondensaator:
1 — harutoru õhu eemaldamiseks; *2* — auru-õhusegu vastuvõtuseadeldis; *3* — harutoru kloorkaltsiumilahuse eemaldamiseks; *4* — harutoru külma kloorkaltsiumi lahuse andmiseks; *5* — spiraaltoru; *6* — harutoru vee äravooluks kondensaatorist.

joones nendega (joonis 107). Selles projektis on samuti ette nähtud veeaurude kondenseerumine järjestikku asetatud liist- ja torukondensaatorites (joonis 108). See seadeldis on planeeritud üles seada ühes Balti Riikliku Kalatrusti tehases.

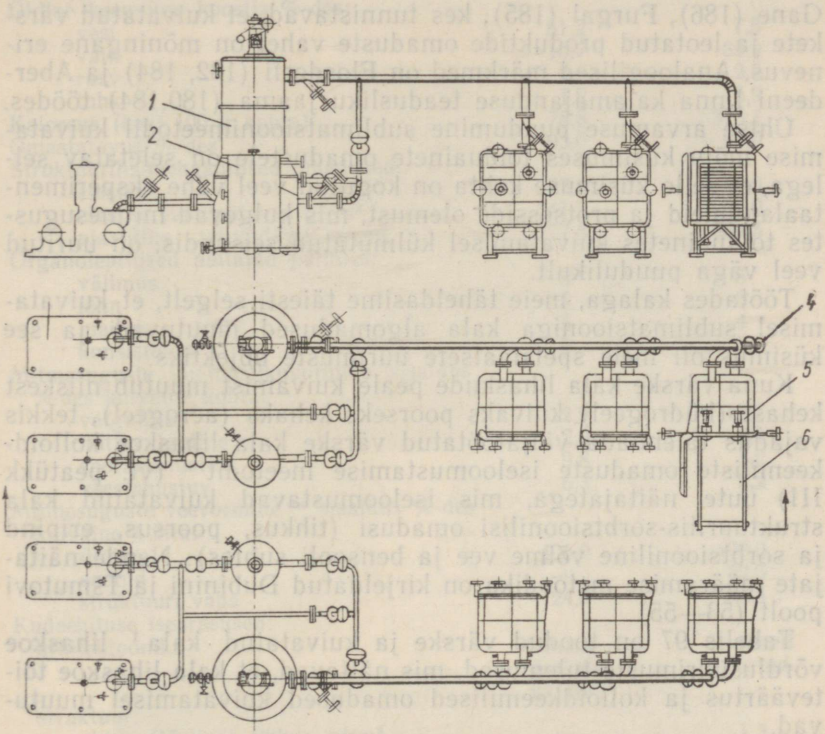
Nagu näha joonisest 108, koosneb seadeldis kahest vaakuumkappide sektsioonist mahutavusega 100 kg tursafileed igaüks. Kapid on torudesüsteemi abil ühendatud kondensaatoritega, siis aga vaakuumpumbaga. Kondensaatorid võivad töötada eraldi või järjestikku. Viimasel juhul satub auru-õhusegu algul liistkondensaatorisse, seejärel aga juba veeaurude jäägid püütakse kinni torukondensaatoris. Seadeldis on arvestatud 1 tonni kala töötlemiseks ööpäevas.

Meie poolt soovitatavat optimaalset režiimi kala kuivatamiseks sublimatsioonimeetodil iseloomustavad järgmised näitajad:

Kala algtemperatuur	—20°
Kuivatamistemperatuur	+50°
Kondensatsioonitemperatuur	—40°

Sublimatsioonitemperatuur	—20°
Üldine jääkrõhk sublimaatoris	1,0—0,7 mm el. s.
Veeaurude rõhk sublimaatoris	0,8—0,5 mm el. s.

Lõplik veesisaldus kuivatatud kalas ei tohi ületada 30% absoluutselt kuiva aine kohta.



Joon. 108. Sublimatsiooniseadeldis:
1 — liistkondensaator; *2* — torukondensaator; *3* — vaakuumpump VN-4; *4* — ventiil; *5* — kapp; *6* — alus.

KALA LIHASKOE ALGOMADUSTE MUUTUMINE KUIVATAMISE PROTSESSIS

Kodu- ja välismaises kirjanduses on avaldatud palju töid, mis iseloomustavad sublimatsioonimeetodit kui kõige täiuslikumat kuivatamise viisi, kusjuures rida teadlasi — Lõkov (107), Belopolski (7), Grjaznov ja teised märgivad, et kuivatamisel sublimatsioonimeetodil säilitavad toiduained täielikult oma algomadused.

Oma viimases töös Lõkov ja Grjaznov (109) pooldavad mõne-

võrra teistsugust seisukohta; tunnistades mõningate muudatuste olemasolu produktis sublimatsiooniga kuivatamise tagajärjel, ei näita nad siiski nende muudatuste iseloomu.

Ettevaatlikumalt avaldavad oma arvamust sublimatsioonimeetodil kuivatatud produktide väärtuste kohta Nord (199), Gane (186), Furgal (185), kes tunnistavad, et kuivatatud värskete ja leotatud produktide omaduste vahel on mõningane erinevus. Analoogilised märkmed on Flosdorfi (182, 184) ja Aberdeeni linna kalamajanduse teadusliku jaama (180,184) töödes.

Ühtse arvamuse puudumine sublimatsioonimeetodil kuivatamise mõju küsimuses toiduainete omadustele on seletatav sellega, et selle küsimuse kohta on kogutud veel vähe eksperimentaalandmeid ja protsesside olemust, mis kulgevad mitmesugustes toiduainetes kuivatamisel külmutatud seisundis, on uuritud veel väga puudulikult.

Töötades kalaga, meie täheldasime täiesti selgelt, et kuivatamisel sublimatsiooniga kala algomadused muutuvad ja see küsimus oli meie spetsiaalsete uurimuste objektiks.

Kuna värske kala lihaskude peale kuivamist muutub niiskest kehast (hüdrogeel) kuivaks poorseks kehaks (aerogeel), tekkis vajadus täiendada väljatöötatud värske kala lihaskoe kolloidkeemiliste omaduste iseloomustamise meetodit (vt. peatükk III) uute näitajatega, mis iseloomustavad kuivatatud kala struktuurilis-sorbtsioonilisi omadusi (tihkus, poorsus, eripind ja sorbtsiooniline võime vee ja bensooli suhtes). Nende näitajate määramise metoodika on kirjeldatud Dubinini ja Tšmutovi poolt (53—55).

Tabelis 97 on toodud värske ja kuivatatud kala[1] lihaskoe võrdlusuurimuste tulemused, mis näitavad, et kala lihaskoe toiteväärtus ja kolloidkeemilised omadused kuivatamisel muutuvad.

Nagu näha tabeli 97 andmetest, muutuvad külmutamise ja järgneva sublimatsiooniga kuivatamise tagajärjel värske kala lihaskoe kolloidkeemilised omadused tunduvalt. Eriti suured muudatused toimuvad kala lihaskoe ehituses valkude denatureerimise ja mehaaniliste purustuste tagajärjel, mis on seotud vee kristalliseerimisega ning struktuurvõrede fikseerimisega pinguletõmmatud ja kokkusurutud seisundis. Valgumolekulid, mis moodustavad kala lihaskoe struktuurvõre, kaotavad kuivatatult tunduval määral painduvuse ja võime «töötada» tõmbele ja survele. Seejuures toimuvad suurimad muudatused sarkoplasmas ja müofibrillides, milledes toimub valgumolekulide suurim denatureerimine.

[1] Kala kuivatamist teostasime $P_{üld} = 0{,}8$ mm el. s. juures kaheastmelise temperatuurirežiimiga (20 ja 50°) ja esialgse külmutamisega kuni —20°.

Tabel 97*

Näitajate nimetus	Värske kala	Kuivatatud kala
Üldine keemiline koostis %-des:		
vesi	81,2	7,5
valk	16,7	85,9
rasv	0,6	2,6
tuhk	1,2	5,9
Kalorsus (kcal 100 g kohta)	78,8	375,1
Omastatavus %-des	93,0	93,0
Struktuurilis-mehaanilised omadused:		
elastsus	53,8	70,0
elastne vastupidavus g/cm²	341,5	2067,0
plastiline vastupidavus g/cm²	177,5	834,5
Organoleptilised näitajad pallides:		
välimus	5	5
lõhn	5	5
maitse	5	4
konsistents	5	3
Mitmesuguste lämmastikuvormide sisaldus %-des kuivaine kohta:		
valguline	12,9	12,7
mittevalguline	2,0	2,1
soolaslahustuv	9,8	3,2
veeslahustuv	6,3	2,2
Mitmesuguste veevormide ** sisaldus %-des kuivaine kohta:		
üldine	406,0	400,0
seotud	—	32,5
struktuuri vaba	24,0	88,4
Kudeehituse iseärasused:		
arhitektoonika	Omane värskele kalale	Osaliselt rikutud
struktuur:		
ehtne (tõeline) tihkus g/sm³	—	1,3
näiv tihkus g/sm³	—	0,6
pooride maht %-des proovi üldmahust	—	57,7
eripind m²/g	—	854,4

Kuiva kala vees leotamisel toimunud muudatuste tagajärjel struktuurvõred, mis on iseloomulikud värske kala lihaskoele, ei taastu. Niimoodi täheldatakse kuivatamisel valkude ümberpöörramatut denatureerimist ja kala lihaskoe sool-geeli kolloidsüsteemi purunemist, mis juba enam ei kujuta endast lihaskiudude — septide — endomüüsiumi ühtset süsteemi.

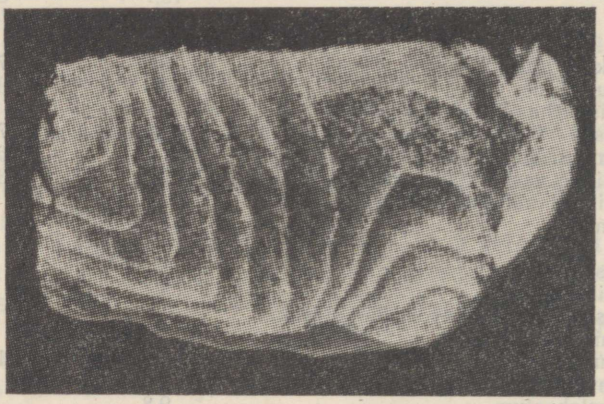
---

* Katsetööde läbiviimisest võtsid koos autoriga osa Z. V. Melkova ja K. V. Martemjanova.

** Mitmesuguste veevormide kindlaksmääramisel leotati kuivatatud kala peale degaseerimist vaakuumi all $P_{üld} = 0{,}1$ mm el. s. juures vees, samuti vaakuumi all.

Kala lihaskoe denatureerimine algab veel tema külmutamise protsessis (30). Seejuures toimub vee kristalliseerimise tulemusena struktuurvõrede fikseerimine pingulevenitatud või kokkusurutud seisundis.

Joonisel 109 ja 110 on näidatud haugi ja säga lihaskoe proovid, mis on kuivatatud eelneva külmutamisega. Kala kuiv lihas-



Joon. 109. Haugi kuivatatud lihaskoetüki lõige.

kude kujutab endast kapillaar-poorset keha väikeste pragude ja rebenditega üksikutes kohtades; selgesti on näha septid, kooruke pinnal puudub.

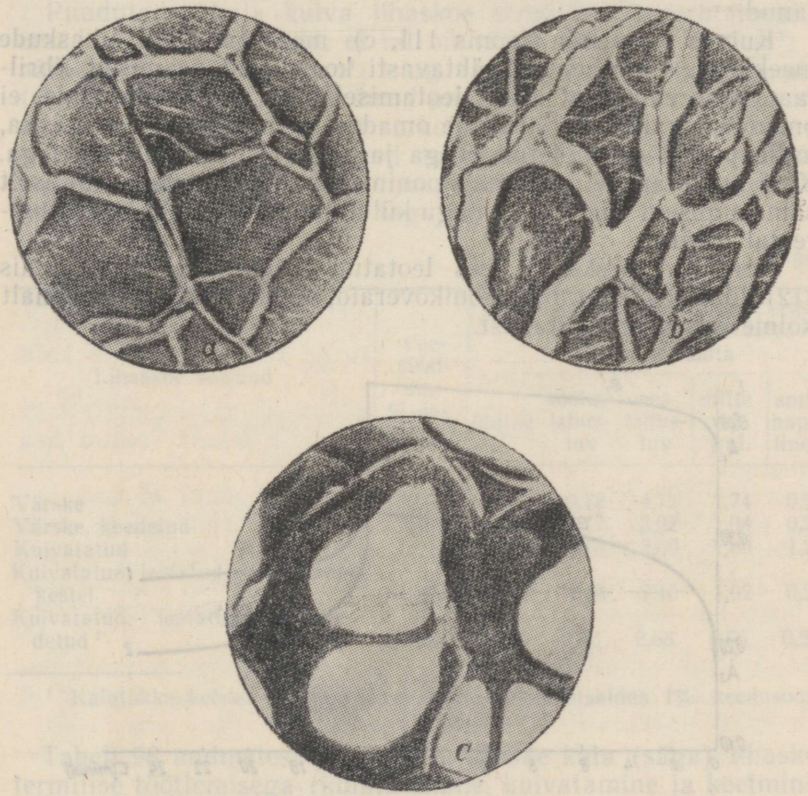


Joon. 110. Säga kuivatatud lihaskoetüki lõige.

Haugi lihaskude lagunes kuivatamisel suuremal määral kui säga lihaskude, mida tuleb seletada säga koe ehituse iseärasustega ja rasva mõjuga. Arenenud kobe sidekude ja rasvakiht säga lihaskoes täidab amortisaatori ülesannet, mis teataval määral hoiab ära kuivatamise protsessis selle kala lihaskoe deformeerumise. Haugi lihaskude sisaldab tähtsusetu koguse rasva, kobe sidekude aga on temal vähem arenenud kui sägal.

Vaatluste teel õnnestus mikroskoobi all kindlaks teha kala lihaskoe üksikute koostisosade purunemise iseärasused (joonis 111).

Võrreldes lihaskoe ehitust enne ja pärast külmutamist ja peale kuivatamist, võib näha üsna tunduvaid histoloogilisi muudatusi. Lihaskoe külmutamisel (joonis 111, b) toimuvad vee kristalliseerumise tulemusena suurimad muudatused lihaskius



Joon. 111. Haugi lihaskoe ristlõige:
a — värske; *b* — külmutatud; *c* — kuivatatud.

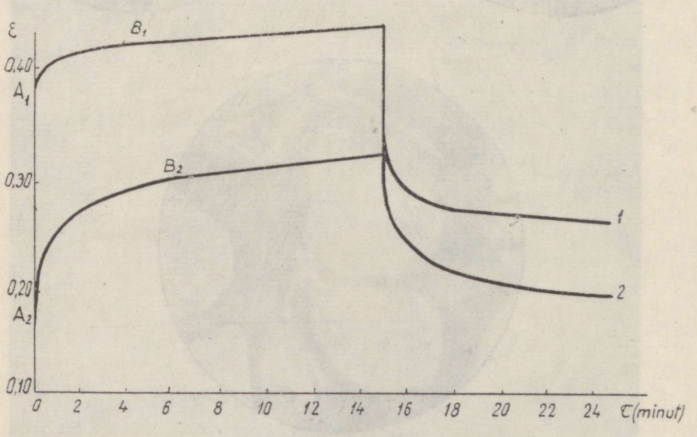
(sarkoplasmas ja müofibrillides). Lihaskiud surutakse kokku, endomüüsium aga selle arvel laieneb. Molekulaar- ja mütsellaarvõrgu laienemise tagajärjel vee külmumisel fikseerub lihaskude pinguldatud — pinguletõmmatud või kokkusurutud — seisundis. Hoolimata sellest ei kaota nimetatud võrgud külmutatud koes veel nendele omast painduvust, «töötavad» hästi tõmbele ja survele ning seepärast purunevad ainult suurte jääkristallide tekkimise kohtades.

Sootuks midagi muud me täheldame külmutatud koe kuivatamisel. Kuivamise käigus need struktuurvõrgud, mis olid pingulevenitatud seisundis, rebenevad kõige nõrgemate sidemete kohtades.

Lihaskoest vee eemaldamise ja sellega seotud valkude denatureerimise protsessis sarkoplasma, müofübrillide ja endomüüsiumi struktuurvõred ei talu tekkivaid pingeid ja purunevad suurel määral; sarkolemmis ja septides me purunemisi ei avastanud.

Kuivas seisundis (joonis 111, c) meenutab kala lihaskude meekärge, mille seinad nähtavasti koosnevad peamiselt fibrillaarsetest valkudest. Vees leotamisel kuiv kala lihaskude ei omanda värske kala lihaskoe omadusi ja meenutab merekäsna, mille poorid on täidetud veega ja selles lahustunud ainetega. Kala kuivatamisel sublimatsioonimeetodil täheldatakse üldiselt samasuguseid muudatusi, nagu külmutamiselgi, kuid ainult suuremal määral.

Võrreldes värske ja vees leotatud kuivatatud kala (joonis 112) lihaskoe deformatsioonikõveraid, tuleb märkida vähemalt kolme eristavat iseärasust.



Joon. 112. Haugi lihaskoe deformatsioonikõverad:
1 — värske; *2* — kuivatatud ja leotatud.

Esiteks on vees leotatud kuivatatud lihaskoel tunduvalt väiksem hetk-elastne deformatsioon kui värskel lihaskoel. See fakt kinnitab kaudselt, et kuivatamise protsessis sarkolemmi, septide ja nähtavasti ka kobeda sidekoe lagunemata osa struktuur muutub vastupidavamaks.

Teiseks on leotatud kuivatatud kala lihaskoe elastne deformatsioon tunduvalt suurem kui värskel. See fakt kinnitab, et kuivatamise protsessis toimub sarkoplasma ja müofibrillide ning samuti ka kobeda sidekoe struktuuri tunduv purunemine.

Sarkolemm ja septid, ehkki nad omavad kõrgendatud vastupidavuse, kuid on ilma tugedeta sarkoplasma, müofibrillide ja endomüüsiumi struktuurvõrede näol, aeglaselt deformeeruvad.

Kolmandaks on leotatud kuivatatud kala lihaskoe jääkdeformatsioon suurem kui värskel kalal. See fakt on kaudseks tõenduseks sellele, et kuivatamise tulemusena muutub lihaskude hapramaks, ei ole enam nii elastne ja painduv.

Puudutades kala kuiva lihaskoe struktuurilis-sorbtsioonilisi omadusi, tuleb märkida, et tal on väike tõeline (1,3 g/cm^3) ja näilik tihkus (0,559 g/cm^3) ning väga arenenud sisemine pind (vaata tabel 97). Need andmed puudutavad kala lihaskoe purunemata osa ning peamiselt sarkolemmi ja septe.

Tabelis 98 tuuakse andmed, mis iseloomustavad lämmastiku mõnede vormide sisalduse muudatusi säga lihaskoes kuivatamise ja kulinaartöötlemise tagajärjel.

Tabel 98

Lihaskoe seisund	Vee-sisaldus %-des	Mitmesuguste lämmastikuvormide sisaldus %-des absoluutse kuivaine kohta				
		üldine	soolas-lahus-tuv	vees-lahus-tuv	mitte val-gul.	amiin-happe-line
Värske	82,85	15,33	10,72	4,72	1,74	0,27
Värske, keedetud	76,86	14,91	6,17	3,22	1,04	0,25
Kuivatatud	5,07	14,54	4,13	3,00	1,89	1,25
Kuivatatud, leotatud vees 3 tunni kestel	75,05	14,59	4,49	2,45	1,02	0,21
Kuivatatud, leotatud ja keedetud [1]	69,59	14,48	2,56	2,68	0,66	0,26

[1] Kalatükke keedeti 20 min. keevas vees, mis sisaldas 1% keedusoola.

Tabeli 98 andmetest järgneb, et värske kala (säga) lihaskoe termilise töötlemisega (külmutamine, kuivatamine ja keetmine) kaasneb temas soolaslahustuvate ja veeslahustuvate lämmastikainete sisalduse tunduv vähenemine.

Kuivatatud kala (säga) lihaskoe leotamisel tema keemilised omadused ei taastu täielikult ning vee-, samuti ka lahustuvate lämmastikainete sisalduse poolest ei vasta leotatud kala värskele. Keedetud kuivatatud lihaskude sisaldab võrreldes keedetud värske kalaga samuti tunduvalt vähem lahustuvaid lämmastikaineid.

Keedetud värske kala sisaldab tunduvalt rohkem vett (76,86%) kui keedetud kuivatatud kala (69,59%). See fakt on täiendavaks kinnituseks lihaskoe denatureerumisest kuivatamise protsessis, mis väljendub tema immobilisatsioonivõime vähenemises vee suhtes.

Nimetatud erinevus keedetult kuivatatud ja värske lihaskoe keemilises koostises on täiesti seaduspärane, kui arvestada, et esimesel juhul töödeldakse lihaskude kolm korda termiliselt (külmutamine, kuivatamine, keetmine), millele vastavalt toimub ka kolmeastmeline valkude denatureerumine. Tabeli 98 andmed näitavad, et keedetud kuivatatud kala sisaldab soolaslahustuvat lämmastikku 4,2 korda, veeslahustuvat aga 1,8 korda vähem kui sama liiki värske kala. Samal ajal väheneb toore (kuivatamata) kala keetmisel soolaslahustuva lämmastiku sisaldus ainult 1,7, veeslahustuv aga 1,5 korda.

Kolloidkeemilised muudatused, mis toimuvad kala lihaskoes kuivatamisel sublimatsioonimeetodil, mõjuvad peamiselt tema konsistentsile. Peale keetmist ja praadimist on leotatud kuivatatud lihaskoel vintskem ja vähem mahlakas konsistents kui värskel lihaskoel.

Siiski tuleb lugeda kala kuivatamist külmutatud seisundis vaakuumi all, võrreldes teiste kuivatamisviisidega, kõige täiuslikumaks, kuna selle viisi juures täiesti säilivad värske kala värvus, lõhn ja omastatavus.

Eridegustatsiooni nõupidamistel said sublimatsioonimeetodil kuivatatud kalast valmistatud esimesed ja teised toidud hea hinnangu.

Tehnoloogilisest ja majanduslikust seisukohast ei saa see kala kuivatamise meetod konkureerida külmutamisega ja peab piirduma kasutamisega eriotstarbeks: ekspeditsioonide, üksikute väeliikide ja kaugelasuvate asulate varustamiseks. Selleks otstarbeks me soovitame juurutada seda kala kuivatamise viisi tööstusse.

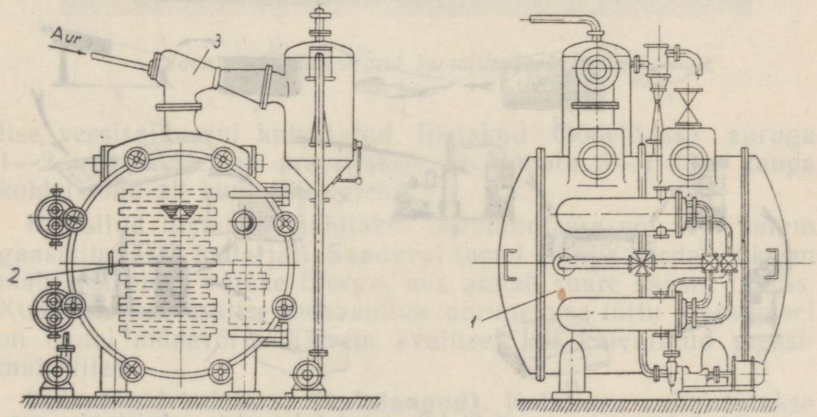
Sublimatsioonimeetodil kuivatatud kala, näiteks tursa omaduste muutumise uurimine pikaajalisel säilitamisel näitas, et kala tuleb pakkida hermeetilisse taarasse.

Peatüki algul oli öeldud, et on teada toiduainete kuivatamiseks vaakuumi all kaks viisi — kuivatatavate objektide positiivse ja negatiivse temperatuuri juures.

Kuiva kalafilee valmistamine vaakuumi all kuivatamise kasutamisega positiivse temperatuuri juures

Selle tooteliigi valmistamise tehnoloogia on välja töötatud taani firma Atlas poolt. See firma konstrueeris ja valmistas ka vajalikud seadmed.

Kuivatatud tursafilee valmistamise tehnoloogiline protsess seisneb järgnevas. Kala lahatakse fileeks kontideta ja nahata, pannakse alumiiniumist pannidele ning need asetatakse vaakuumkuivatuskappi, mis oma konstruktsioonilt meenutab paljutahvlilist külmutusaparaati (joonis 113). Tahvlid ühes nendele asetatud kalapannidega surutakse kokku hüdraulilise seadeldisega ja siis lülitatakse sisse vaakuumpump. Tahvlites tsirkuleerib kuni 80° soojendatud vesi, mille abil aparaat soojeneb. Kuivatamine kestab 6 tundi, kusjuures $p_{ääl} = 20$ mm el. s. ja $t = 80°$. Kuivatatud fileed pisut niisutatakse ja pressitakse plokkidesse, pressides surve all 320 kg/cm^2; seejärel saetakse plokid vastava suurusega tükkideks. Kuivatamise kõrge temperatuuri ja pressimise mõjul värske kala liha algomadused tunduvalt muutuvad. Toote peamiseks väärtuslikeks omadusteks tuleb



Joon. 113. Vaakuumkuivatamisaparaat kontaktkuivatamiseks injektorpumbaga:
1 — vaakuumkuivatamiskapp; *2* — tahvlite sektsioon; *3* — aurujoapump.

lugeda tema võimet vastu pidada pikaajalisele säilitamisele tavalistes (jahutamata) ladudes ja transporditavust.

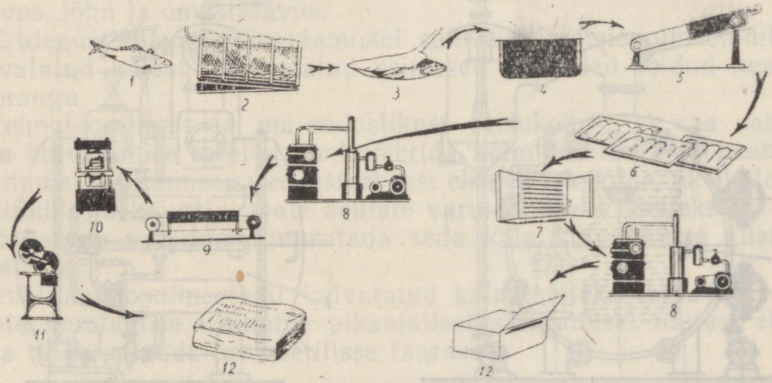
Inglismaal on välja töötatud täiuslikum tehnoloogia. Filee kuivatatakse kuni 15%-lise niiskusesisalduseni jääkrõhu 10 kuni 2 mm el. s. ja temperatuuri 60—80° juures. Peale kolmepäevast hoidmist eriruumis vee ümberjaotumise eesmärgil kala pressitakse, lõigatakse tükkideks ja kuivatatakse kuni 5%-lise veesisalduseni.

Kuivatatud kala valmistamine sublimatsioonimeetodil vaakuumi all

VNIRO poolt on välja töötatud kolme liiki toote valmistamise tehnoloogia sublimatsiooniga kuivatamise abil.

Kuiv kalafilee ja lõigukesed. Toote valmistamiseks kasutatakse turska, koha ja muud kala rasvasisaldusega mitte üle 2% ja kaalult vähemalt 2 kg. Kala puhastatakse soomusest, siis kõrvaldatakse pea ja sisikond, kere pestakse hoolikalt ja siis lahatakse fileeks või lõikudeks. Lahkamisel fileeks on soovitav nahk maha võtta. Lahkamisel lõikudeks lõigatakse kere põiki tükikesteks paksusega 10—12 mm. Seda operatsiooni on kerge mehhaniseerida, kasutades ketas-kalatükeldajat. Lõigukesed ja filee asetatakse pannidele ja külmutatakse —22—25°-lise temperatuurini, mispeale kiiresti pannakse sublimaatorisse ja kuivatatakse kahe- või kolmeastmelise temperatuurirežiimi järgi $p_{üld}$ = 0,8—1,0 mm el. s. juures.

Joonisel 114 on näidatud lahjadest kaladest kuivatatud filee



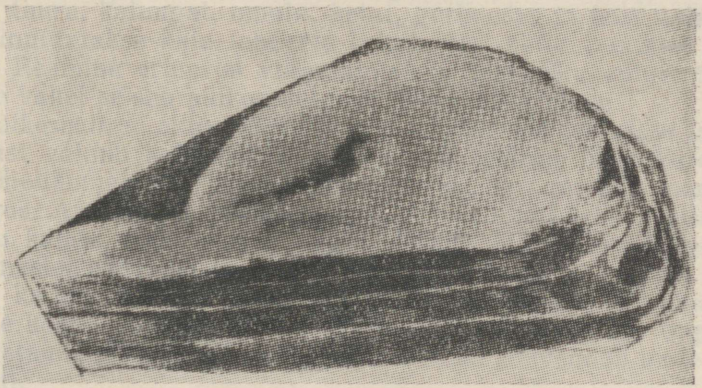
Joon. 114. Sublimatsioonimeetodil kuivatatud kalatoodete valmistamise aparatuuri skeem:

1 — tooraine saabumine; *2* — pesemine; *3* — fileteerimine; *4* — pesemine; *5* — nõrgumine ja tahenemine; *6* — pannidele asetamine; *7* — külmutamine; *8* — kuivatamine; *9* — niisutamine; *10* — pressimine; *11* — brikettide lõikamine portsjoniteks; *12* — pakkimine.

valmistamise skeem. Kuivatatud kala, mis kuulub kiirele realiseerimisele (mitte üle 2-kuulist säilitamist), pakitakse lakeeritud tsellofaanist või mõnest teisest analoogilisest materjalist pakendisse (joonis 115).

Toote pikemaajalise säilitamise puhul tuleb toode pakkida vaakuumi all hermeetilisse taarasse või täita taara inertse gaasiga.

Kuivatatud pressitud kalaliistakud. Tursk, pikša, koha ja muu suurkala, rasvasisaldusega mitte üle 2%, lahatakse fileeks. Siis lõigatakse fileest välja ühesuguse 10—12 mm paksusega (olenevalt kala suurusest) ühtlased tükid, mis asetatakse pannidele ja külmutatakse kuni —22—25°, mispeale nad kiiresti paigutatakse sublimaatorisse ja kuivatatakse kolmeastmelise temperatuurirežiimi järgi $p_{üld} = 0{,}8—1{,}0$ mm el. s. juures. Kuni 4—5%-



Joon. 115. Kuivatatud tursafileekeste brikett.

lise veesisalduseni kuivatatud liistakud töödeldakse auruga 1—2 min. kestel ja pressitakse viivitamata 3—4 tüki kaupa kokku rõhu all kuni 100 kg/cm^2.

Pressitud liistakud mähitakse aurukindlasse või veel parem gaasikindlasse materjali. Saadaval tootel on viis korda väiksem maht võrreldes värske fileega, mis annab suure säästu taaras. Kuid lihaskoe osalise mehaanilise purunemise tõttu pressimisel on tootel mõnevõrra halvem kvaliteet kui kuivatatud pressimata fileel.

Kuivatatud kalafarss (kalatangud). Kalafarss valmistatakse väikesest kalast ja kala lahkamisel fileeks või tükkideks saadavatest jäätmetest (lihalõiked). Pärast peenendamist hakkmasinas asetatakse farss 12—15 mm paksuse kihina pannidele,

mis paigutatakse sublimaatorisse. Kuivatamine toimub 60°-lise temperatuuri ja $p_{äär} = 0{,}8—1{,}0$ mm el. s. juures.

Tootele meeldivama ilme andmiseks tuleb farss peale 2—3-tunnilist kuivatamist teist korda lasta läbi hakkmasina ja siis lõplikult kuivatada. See operatsioon kiirendab samuti kuivatamise protsessi, kuna toimub vee ümberjaotumine farsiosakestes.

Kuivatatud farss pakitakse hermeetilistesse karpidesse või aurukindlast materjalist pakendisse. Pikaajaliseks säilitamiseks tuleb toode degaseerida. Võib kasutada ka teist ökonoomsemat pakkimisviisi — kuiva farsi pressimist plokkidesse kaaluga 100 või 50 g ühes järgneva pakkimisega vastavasse pakendisse.

XII PEATÜKK.

KALA VINNUTAMINE

Soolase poolrasvase või rasvase kala aeglast veetustamist nimetatakse vinnutamiseks. Selleks otstarbeks tavaliselt kasutatakse voblat, latikat, särge, valget lõhe, nelmat, tširi, beluugat, tuura, kaluugat, omulit, ketat, gorbuušat ja teisi kalaliike.

Vinnutatakse kala lahtisele kohale õhu kätte asetatud nagidel. Peamine erinevus vinnutamise ja kunstliku külmkuivatamise vahel seisab päikesevalguse mõjus kala lihale.

Päikesekiired aktiviseerivad fermentatiivseid protsesse ja seepärast valmib kala vinnutamise kestel lahtises õhus kiiremini ja täielikumalt kui kuivatamiskambrites, kus puudub loomulik valgus. Arvestades päikesespektri ultraviolettkiirte positiivset mõju kalale, soovitatakse nagid ehitada äravõetava katusega. Vihmastel päevadel on nagid vaja pealt katta; sedasama tuleb teha ka päeva teisel poolel, kui päikesespektris ultraviolettkiirte kogus väheneb, päike aga hakkab sel ajal väga tugevalt kõrvetama. Kauakestev päikesekiirte toime halvendab toote kvaliteeti.

Vinnutamise eitavaks küljeks on selle täielik sõltuvus ilmastikust. Protsessi edukaks teostamiseks on vaja kuiv, sademeteta, mõõduka tuulega ilmastik.

Lõuna veebasseinide rajoonides vinnutatakse kala peamiselt kevadel. Kaug-Idas on vinnutamise soodsamaks ajaks sügis, kui mandrilt puhuvad kuivad jahedad tuuled.

KALA VALMIMINE VINNUTAMISEL

Vinnutatud kala valmimisel on rasval nähtavasti olulisem tähtsus kui soolakala valmimisel. Värskes ja mittevalminud soolakalas paikneb rasv peamiselt nahaalustes rakukudedes ja sidekoes ning on sulundatud erirakukestesse — kiudollustesse, kus ta on nagu seotud seisundis.

Vinnutamisel rasv vabaneb rakkudest ja immutab kogu kala lihaskoe, mis ühenduses kalast osalise niiskuse kõrvaldamisega

viib selleni, et liha omandab merevaiguvärvi ja muutub poolläbipaistvaks, samuti ka tihendub ja omandab erilised maitseomadused. Need tunnused iseloomustavadki vinnutatud kalatoodete valmimist.

Edukaks kala valmimiseks vinnutamisel on vajalik päevavalgus ja mõõdukas, kuid tingimata õhu plusstemperatuur. Väike miinustemperatuur (näiteks hommikukülmad kala vinnutamisel varakevadel Siberis) ei halvenda toote kvaliteeti.

Teatud kogus rasva tõuseb pinnale ja tekitab õhukese kile, kaitstes tema peamist osa rääsimisest. Selle kile tekkimine arvatavasti on seotud rasva kuivamise nähtusega valguse ja õhuhapniku mõju all. Vinnutamisel (eriti selliste rasvaste kalade, nagu tuurlased, valge lõhi, nelma) on väga tähtis katkestada protsess parajal ajal, sellepärast et kala isegi tähtsusetu ülehoidmine vinnutamisnagidel halvendab valmistoote kvaliteeti.

Rasva muutuste iseloomu valitud kaspia heeringa balõkkide vinnutamisel uuris I. P. Levanidov.

Tema kirjelduse järgi kala vinnutati 15—20° temperatuuri juures, kusjuures protsess kulges väga kiiresti. Juba ööpäeva möödumisel peale ülesriputamist hakkas rasv kalalt maha valguma; maksimumini jõudis see protsess neljandal-viiendal päeval, mispeale lõikel tekkis rääsinud rasva erilise lõhnaga kuivanud kile. Eraldunud rasval ei olnud muutuste teravaid tunnuseid, ta säilitas voolavuse ja värske heeringa rasva lõhna.

Kuuendal päeval jaotus rasv ühtlaselt heeringas ja balõkki võis lugeda valminuks. Edaspidisel vinnutamisel liha tahenes, kaotas mahlakuse ja muutus lõdvaks.

Tabelis 99 on toodud andmed, mis iseloomustavad heeringa-balõki liha kihtide sisemise ja pinnarasva keemilisi muutusi vinnutamisel (I. P. Levanidovi järgi).

Tabel 99

Kala õhu käes hoidmise kestus ööpäevas	Kala pinnakihist võetud rasva iseloomustus				Kala sisekihist võetud rasva iseloomustus				Märkus
	happesuse arv	seebistumise arv	joodi arv	oksüüdhapped (Farioni) järgi	happesuse arv	seebistumise arv	joodi arv	oksüüdhapped (Farioni) järgi	
1	7,73	190,54	158,39	0,56	10,10	193,40	156,22	0,42	Rasva ei ole näha
4	9,85	191,61	149,12	0,67	12,86	192,06	148,86	0,76	—
6	11,06	193,71	145,35	1,06	13,25	193,68	148,05	0,42	Rasv väljub kudedest
9	11,44	192,10	148,22	1,02	19,88	197,78	150,08	0,38	Heeringas pehme, lõtv

Tabelist 99 on näha, et vinnutamisel toimub heeringaliha rasva hüdrolüütiline lõhestumine, mida tõendab tema happesuse arvu tunduv tõus. Oksüdeerimisprotsessid arvatavasti ei arene tootes märgatavalt, sest oksüüdhapete kogus isegi lihaskihi pinnarasvas oli väike.

Rasvauurimise tulemused vobla vinnutamisel veidi erinesid heeringa puhul saadud tulemustest (tabel 100).

Tabel 100

Toote nimetus	Rasva iseloomustus			
	happesuse arv	seebistumise arv	joodi arv	oksüüdhapped (Farioni järgi)
Vobla — värske	1,4	178,9	136,3	1,8
Vobla — vinnutatud	29,5	198,9	115,2	4,1

Nagu näha tab. 100, suurenes vobla vinnutamisel tunduvalt mitte ainult happesuse arv, vaid ka seebistumise arv, mis tõendab rasva lagunemist ühes madala molekulkaaluga hapete tekkimisega; joodi arvu järsk langemine oksüüdhapete koguste üheaegse suurenemisega näitab selgelt oksüdeerimisprotsesside olemasolu rasvas.

VOBLA VINNUTAMINE

Vinnutatud vobla valmistamine toimub järgmisel viisil.

Tööstusse vastuvõetud kala hoitakse selleks, et temast erituks lima ja liha veidi pehmeneks [1], vastuvõturuumis surmakangestuse lõppemiseni. Peale sortimist kala lükitakse kanepist nöörile; sõltuvalt nöörile asetatava kala kogusest nimetatakse teda kahekaupa, neljakaupa jne. (tabel 101) lükkimiseks.

Kala lükitakse kanepist nöörile 35 cm pikkusega ja 0,4 cm läbimõõduga vaskse (ei roosteta ja omab suurema libisemiskoefitsiendi kui rauast nõel) nõela abil. Nöör pistetakse nõelasilma ja torgatakse nõela otsa teatud arv kalu (2—15 tk.); siis ühe käeliigutusega lükitakse kala üle nõelasilma nöörile, seotakse nööri otsad kokku ja visatakse kimp kanderaamile. Välispinnalt lima kõrvaldamiseks pestakse nöörile lükitud kala magedas vees ja siis suunatakse soolamisele. Soolatakse kala sega-

[1] Kui soolata voblat enne surmakangestuse lõppemist, siis jätkuks lima eritumine teatava aja jooksul veel ka sooldumise kestel; lima tardub soolvee mõjul ja kleepub tihedalt soomuse külge, tekitades raskelt eemaldatava ebameeldivat värvi kelme. Peale selle soodustab kala hoidmine enne soolamist tema paremat valmimist vinnutamisel.

Tabel 101

Kala nimetus	Kala mõõde cm	1000 kala kaal kg
Valitud — kahekaupa	21 ja rohkem	—
Suur — neljakaupa	18—21	353—360
Suur — kuuekaupa	16,5—18	250—260
Keskmine — kaheksakaupa	15,8—16,5	200—215
Keskmine — kümnekaupa	13,5—15,8	140—150
Väike — viieteistkaupa	kuni 13,5	alla 140

viisil, kasutades heakvaliteedilist töötanud loomulikku soolvett ja rasvasoola.

Volga-Kaspia rajoonis loetakse paremaks soolveeks heeringasoolvett, säga-soolvett ei kasutata, kuna ta sisaldab palju lima.

Vobla soolamine loomuliku soolvee ja rasvasoola kasutamisega soodustab tema valmimist, kuid seejuures sooldub kala veidi aeglasemalt; sellepärast õhutemperatuuri juures üle 10° kasutatakse harilikult rasvasoola segus valge soolaga.

Sõltuvalt kala suurusest kestab sooldumine 3 kuni 5 ööpäeva. Sooldunud kala võetakse basseinist välja ja toimetatakse nagide juurde, kus asetatakse kõrkjast alusele hunnikusse ja hoitakse seal enne pesemist ja ülesriputamist mõnest tunnist kuni ühe ööpäevani.

Nagid kujutavad endast rööbiti asetatud puulatte, mis seisavad maapinnast kõrgemal ja on kinnitatud 4 m kõrguste puupostide külge. Neid asetatakse üksikute kvartalite — salamakkide viisi, millede vahele jäetakse laiad läbikäigud kala juurdeveoks ja vajalike tööde tegemiseks. Kvartalid — salamakid on harilikult kas täis- või nelinurksed.

Nagide juurde toimetatud kala pestakse hoolikalt magedas vees kuni tema pinnalt on täielikult kõrvaldatud soolajäägid ja mustus, siis riputatakse nagidele selliselt, et tuul temale ühtlaselt ümberringi peale puhuks ja et kalad oleks pööratud seljaga väljapoole. Lati 1 jooksvale meetrile riputatakse kaheksa kimpu.

Vinnutamise keskmine kestus (ööpäevades) on:

kahe- ja neljakaupa	23—30
kuuekaupa	19—22
kaheksakaupa	16—18
kümnekaupa	15—16
viieteistkaupa	13—15

Allpool on toodud andmed, mis iseloomustavad kala kaalu muutumist vinnutamisel ööpäevade järgi (Volga-Kaspia Trusti tööstuslike laboratooriumide andmed).

Vinnutamise kestus päevades	1	2	3	4	5	10	15
Kala kaalu vähenemine %-des vinnutamisele saabunud kala kaalust	10	7,2	6,2	2,4	2,4	2,1	0,6

Nendest andmetest on näha, et soodsa ilmastiku juures peamise veekoguse kala kaotab vinnutamise esimestel päevadel.

Valmis vobla võetakse nagidelt ja hoitakse ligi ööpäev hunnikus. Selle aja jooksul kala omandab omapärase lõhna, rasv aga jaotub temas ümber (kala kattub rasvaga). Siis kala sorteeritakse mõõtmete ja sordi järgi, seotakse kimpu 40—50 tk. kaupa ja pakitakse roguskist kottidesse mahutavusega kuni 50 kg või kastidesse.

Kvaliteetse vinnutatud vobla liha omab tiheda konsistentsi ja punakaskollase (merevaigu) värvuse; liha niiskusesisaldus ei tohi olla mitte üle 38% ja soola peab olema 12—14%.

Vobla liha keskmine keemiline koostis ja kalorsus töötlemise põhiliste järkude järgi on toodud tab. 102 (VNIRO andmed).

Tabel 102

Töötlemisviis	Liha keemiline koostis %-des				100 g liha kalorsus kcal
	vesi	rasv	valk	tuhk	
Värske	77,5	2,6	18,8	1,8	101
Soolane	69,4	3,1	21,7	6,2	117
Vinnutatud	29,0	7,4	49,4	14,4	270

Nagu on näha tab. 102 andmetest, saadakse vinnutamise tulemusena kõrge kalorsusega ja suure valgusisaldusega toode.

Suvel vobla ei vinnutata, sest väga kõrge õhutemperatuuri juures rasv kiiresti rääsub, mis mõjub eitavalt toote kvaliteedile. Andmed, mis iseloomustavad kadu vobla vinnutamisel olenevalt tema mõõtudest (Volga-Kaspia Trusti tööstuslike laboratooriumide andmed), on toodud tab. 103.

Tabel 103

Vobla suurus	Kadu normi järgi %	Vinnutamise kestus ööpäevades	Sisaldus valmistootes %-des	
			vesi	sool
Suur	50	22	32	10
Keskmine	52	20	32	10
Väike	54	15	32	10

Kaod vinnutamisel, samuti nagu soolamisel, suurenevad kala mõõtmete vähenemisega.

Viimasel ajal praktiseeritakse Volga-Kaspia basseinis (Krups-

kaja-nim. tehas) vinnutatud vobla valmistamist kunstliku kuivatamise teel (soolase pooltoote esialgse leotamisega) tunnelkuivatis 10 päeva kestel. Välimuselt erineb saadud toode vähe tavalisest vinnutatud voblast, kuid maitselt on temast tunduvalt halvem.

LATIKA JA TEISTE KALADE VINNUTAMINE

Peale vobla kasutatakse vinnutamiseks latikat (eriti doni), šemajat, kutumi, pardkala (eriti araali), särge, vimba, tširi, sasaani ja amuuri säinast. Nende töötlemise tehnoloogiline protsess erineb vähe vinnutatud vobla valmistamisest. Väikeste ja keskmiste mõõtmetega kala (kuni 30 cm) suunatakse vinnutamisele tervelt; suur kala (üle 30 cm) suunatakse vinnutamisele ainult lahatult, veel suurem (üle 40 cm) kala lahatakse lapikuks ja harvemini balõkiks.

Suure kala lahkamist kasutatakse selleks, et ära hoida tema riknemist nagidel; üldse aga lahata kala vinnutamiseks ei ole soovitav, sest kala kõhuõõnes on toitumise perioodil palju rasva, mis vinnutamisel imbub lihasse ja mistõttu tõuseb valmistoote kalorsus ja maitse.

Nöörile 2 või 4 kaupa (olenevalt suurusest) asetatud kala riputatakse peale sooldumist ja pesemist nagidele. Kala riputatakse üles harvemalt kui vobla. Vinnutamise kestus on 25—30 ööpäeva. Toote valmidus tehakse kindlaks organoleptiliste näitajate järgi.

BALÕKK-TOODETE VALMISTAMINE VALGEST LÕHEST JA NELMAST

Seljaks ja kõhutükiks lahatud kala puhastatakse, kõrvaldatakse hoolikalt neerud, kelme ja veretükid ning peale seda pestakse hoolikalt ja soolatakse.

Kala soolamine koosneb järgmistest operatsioonidest: kala pinna hõõrumine soolaga, kala asetamine vanni ja soolaga üle puistamine, kala hoidmine peale sooldumist 3—4 ööpäeva kestel vannis soolsuse ühtlustamiseks lihas.

Kala soolatakse kuivsoolamisviisil, kõhutükid eraldi balõkkidest ja sõltuvalt tsehhi temperatuurist jahutatakse soolamise ajal jääga või külmutatakse eelnevalt.

Selja sooldumine (kaasa arvatud soolsuse ühtlustamise aeg) kestab 15—25 ööpäeva, kõhutükkidel sõltuvalt kala mõõtmetest ja soolamise temperatuurist 8—13 ööpäeva.

Soola üldkulu moodustab ligi 40% kala kaalust. Sellest kogusest kulutatakse otseselt soolamiseks 15—20% soola, ülejäänud kogus kasutatakse soola õigeks jaotamiseks kogu kala pinnal,

et saavutada ühtlast sooldumist. Soolakogus kalas peale sooldumist ei tohi ületada 12%; on soovitav, et ta oleks 8—10% piirides, kuna sel juhul saadakse tunduvalt parema kvaliteediga toode.

Vannist välja võetud sooldunud kala pestakse tekkinud loomulikus soolvees, sorteeritakse kvaliteedi ja mõõtmete järgi ning leotatakse siis teatud aeg väliskihtide magestamiseks.

Leotamiseks asetatakse kala 2—3 rea paksuselt madalatesse vannidesse ja valatakse üle mageda veega, mille temperatuur on 5—6°; protsessi kestus on 1—2 ööpäeva. Kala soolsus ei tohi peale leotamist ületada 7%.

Peale 3-tunnilist nõrgumist riputatakse leotatud kala nagidele vinnutamiseks, mis sõltuvalt õhu temperatuurist ja niiskusest kestab seljal 9—16 ööpäeva, kõhutükil mitte üle 12 ööpäeva. Vindumisel on kadu kõhutükil ligi 20%, seljal 15% esialgsest kaalust.

Tabelis 104 on toodud valge lõhe selja ja kõhutüki keemiline koostis (VNIRO andmed).

Tabel 104

Toote liik	Keemiline koostis %-des				
	vesi	rasv	valk	sool	tuhk
Selg	58	8	25	8	1
Kõhutükk	38	37	18	6	1

BALÕKK-TOODETE VALMISTAMINE TUURLASTEST

Balõkk-tooted valmistatakse peamiselt tuurast ja šipist kaaluga üle 12 kg; beluugat, kaluugat ja sevrjuugat on otstarbekohasem suunata suitsutamisele, sest beluuga ja kaluuga liha omab võrdlemisi vintske konsistentsi ja valmib vinnutamisel aeglaselt ja puudulikult, sevrjuuga aga on harilikult väikesemõõduline ja seepärast ebasobiv lahkamiseks.

Tuurlased saabuvad püügikohtadest töötlemisele elusana või jahutatult, viimasel juhul tingimata roogitult.

Kala kvaliteedile, transportimistingimustele ja hoolikale töötlemisele pööratakse erilist tähelepanu, kuna tuurlased võrreldes teiste kaladega kõige enam nakatuvad ohtlikust mikroorganismist — botulinusest, kes eritab mürki. Botulinus omab tähtsusetu proteolüütilise aktiivsuse, seepärast tootes (näiteks vinnutatud kalas) ta ennast väliselt ei avalda, kuna ei tekita riknemist (toote roiskumist). Botulinus on anaeroob ja seepärast on muld (eriti jõe põhi) temale soodsaks keskkonnaks. Tuurlased on põhjakalad. Õngekonksuga püütud kalal on haavandid, mis

on botulinuse bakteritest nakatumise teedeks. Botulinus esineb ka tuurlaste soolestikus, kuhu satub koos toiduga.

See mikroorganism esineb ka maapinnal ja seepärast on vaja balõkk-toodete tsehhides eriti hoolikalt täita sanitaarnõudeid. Botulinuse eosed ja eriti tema poolt erituv toksiin on väga termopüsivad (soojuskindlad).

Erismani-nimelise Sanitaar- ja Hügieeniinstituudi katsete (1934—1937) alusel on N. T. Berezini osavõtul välja töötatud tuurlastest balõkk-toodete valmistamise eeskirjad, millega on püstitatud järgmised põhilised nõuded.

1. Balõkk-toodeteks tuleb kasutada ainult täiesti erksat, elusat kala; kala roogitakse vastuvõtja poolt laeval või kalatööstuses. Rookimisel on vaja jälgida, et ei vigastataks soolestikku ja tingimata eemaldataks see koos pärakuavausega.

Balõkk-toodeteks on keelatud kasutada surnud rookimata kala, kuna sel puhul on võimalik botulinuse bakterite tungimine kala soolestikust läbi selle seinte lihaskudedesse.

2. Haavandite puhul selja lihaosades ei tohi kala kasutada balõkk-toodeteks. Kala kõhuosa haavandite puhul võib balõkk-toodeteks kasutada ainult selga. Balõkk-toodete valmistamiseks määratud kala tuleb peale rookimist ja pesemist viivitamatult asetada jää sisse ja võimalikult kiiresti toimetada töötlemistsehhi.

Tuurakala vinnutamise tehnoloogilise protsessi skeem erineb vähe balõkk-toodete valmistamisest valgest lõhest ja nelmast, kuid üksikutel töötlemisstaadiumidel on oma erinevused.

Balõkk-toodete tsehhi saabunud roogitud kala lahatakse võimalikult kiiresti, kusjuures raiutakse ära pea ja uimed, puhastatakse kõhuõõs ja lõigatakse kere seljaks ja kõhutükiks. Kõhutüki lõige lõpeb ligi 5 cm kaugusel pärakuuime eesotsast.

Hoolikalt pestud kala külmutatakse peale lahkamist jää-soolaseguga kuni temperatuurini 5—8° ja siis soolatakse vannides, mis asuvad külmades tsehhides või jääkeldrites. Enne vanni asetamist hõõrutakse kala soolaga kokku; iga kalarida puistatakse üle soolakihiga, kusjuures selgade soolamisel lisatakse soolale salpeetrit 0,1—0,2% kala kaalust. Salpeeter annab lihale roosa värvi. Soolakulu moodustab 22—25% kala kaalust.

Soolamise kestus on: kõhutükil 3—5 ööpäeva, selgadel 12—15 ööpäeva; kala soolasisaldus ei pea ületama 7%.

Peale sooldumist muutub tuurakala liha elastseks, nahk tõmbub kortsu. Peale soolamise lõppu kala laotakse virna kõrgusega kuni 70 cm ja hoitakse virnas soolsuse ühtlustamiseks lihas: kõhutükke 3—4 ööpäeva, selgi 4—6 ööpäeva. Selliselt valmistatud soolast pooltoodet leotatakse vees või nõrgas soolvees (erikaal 1,08—1,10). Esimesel juhul kestab leotamine 8 tundi;

teisel juhul kuni 2 ööpäeva, kusjuures leotamine katkestatakse 3 korda 1—2 tunniks.

Seljad seotakse sabapidi 40—50 cm pikkusele nöörile; kõhutükk — läbilõike kaudu sabaosas. Peale pesemist ja sorteerimist kala riputatakse nagidele ja vinnutatakse: kõhutükke 10 ööpäeva kestel; selgi kuni 30 ööpäeva.

Heal tuurakala-balõkil on tume selg, nahk veidi kortsus; liha mahlakas, rasvane ja õrn, kahvatukollast või oranži värvi. Tabelis 105 on toodud tuura (balõkk-toodete) liha keemiline koostis töötlemise põhijärkude järgi (Volga-Kaspia Trusti tööstuslike laboratooriumide andmed).

Tabel 105

Tuurakala töötlemise viis	Liha keemiline koostis %-des tooraine kohta			
	vesi	rasv	valk	sool
Värske	70	10	20	—
Soolane	50	17	21	12
Leotatud	60	15	17	5
Vinnutatud	49	18	23	9

Tab. 105 andmed näitavad, et tuurakalast vinnutatud balõkk-toode on kõrge kvaliteediga toiduaine, mis sisaldab suure koguse rasva ja valku.

Balõkk-tooted valmistatakse harilikult soolasisaldusega kõrgema sordi tootes mitte üle 7%, esimesel sordil 9% ja teisel sordil 11%.

TÜLKA VINNUTAMINE

Vinnutamiseks kasutatakse märtsi-, aprilli- ja maikuus püütud tülkat, kusjuures teist liiki kala ei tohi olla üle 20%. Kuna suvel püütud tülka on madala rasvasisaldusega, siis saadakse väga madala kvaliteediga toode.

Pestud tülka soolatakse küllastatud soolvees (erikaal 1,2). Basseini mahutavusega 25 ts asetatakse üheaegselt 300—400 kg kala ja 3—4 korda rohkem soolvett. Üle koormata basseine kalaga ei ole soovitav, kuna sel juhul kala sooldub ebaühtlaselt.

Soolamise kestus 10—15° temperatuuriga soolvees on 1,5—2 tundi, kõrgema temperatuuri juures 1—1,5 tundi.

Soolasisaldus on peale soolamist kalakeste lihas 2—3% ja pinnal 3—4%.

Et kala ei soolduks täiendavalt tema pinnale jäänud soolvee arvel, asetatakse ta soolamisbasseinist kohe teise basseini ja pestakse külmas vees, segades hoolikalt.

Peale pesemist asetatakse tülka 15—20 minutiks vee nõrgumiseks [1] punutud korvidesse; siis pannakse kala puuvillase võrgulinaga raamidele, millised asetatakse 0,5—0,6 m kõrgustele pukkidele. Raami 1 m^2-le pannakse 2,5—3 kg tülkat.

Vinnutamise kestus olenevalt ilmastikust on 2 kuni 4 ööpäeva. Peale ühe või kahe ööpäeva võetakse tülka raamidelt ära ja hoitakse roguski peal väikestes hunnikutes. Hoidmise ajal toimub tülkas rasva ümberjaotus, tema nagu kattuks rasvaga ja omandab sealjuures meeldiva lõhna. Valmis vinnutatud tülka pakitakse roguskist või paberist kottidesse, kastidesse või korvidesse.

Vinnutatud tülka on maitsev toiduaine. Väljatulek moodustab kuni 35% värske kala kaalust.

Pestrjanova andmetel sisaldab vinnutatud tülka 10,4% soola, 34% vett, 15% rasva.

Vinnutatud tülka kauakestvat hoidmist ei kannata, sest tema rasv hapendub kiiresti, kusjuures kala välispind kattub kollaka kirmega (rasva hapendumine), liha aga omandab kibeda kõrvalmaitse. Vinnutatud tülka hoidmine pimedates ruumides võimalikult madalama temperatuuri juures pidurdab rasva hapendumist.

---

[1] Basseinides pesemise asemel võib tülkat loputada veega korvides.

XIII PEATÜKK

KALA TAVALINE SUITSUTAMINE

Kala suitsutamist kaubandusotstarbeks hakkasid meie maal arvatavasti esimestena kasutama novgorodlased XIII—XIV sajandil.

XVI ja eriti XVII s. toodeti Arhangelskis külmsuitsulõhet (sjomga) suurtes kogustes ja veeti suitsulõhena Hollandisse ja teistesse riikidesse (32, 93, 125, 131, 170).

XIX ja XX s. muutub suitsutamine meie maal paljude kalaliikide, eriti soomkala väga levinud konservimisviisiks.

Revolutsioonieelsel Venemaal asusid suitsutamistööstused peamiselt kalapüügikohtadel — Volga-Kaspia ja Aasovi-Musta mere basseinides. Nõukogude võimu ajal on suur arv suitsutamistööstusi ehitatud teistes basseinides ja samuti tarbimisrajoonides, kuhu kala suunatakse külmutatult või soolatult eri jäävagunites.

Käesoleval ajal toodetakse aastas kuni 800 000 ts suitsukala, kasutades soomuskalu (vobla, latikas, vimb, nurg (taran), nugakala, säga jt.), samuti heeringat, meriärna, skumbriat, angerjat, siiglasi (maksun, omul, siig jt.), tuurlasi (tuur, sevrjuuga, beluuga), lõhilasi (keta, gorbuuša, nerka), tursklasi, mereahvenat ja rida teisi kalu.

Peale selle on üksikute konserviliikide (sprotid õlis jt.) ja balõkk-toodete valmistamisel suitsutamine väga tähtis täiendav protsess, mis paremustab valmistoote maitset, lõhna ja välimust.

On kasutamisel kaks peamist suitsutamisviisi: kuum- ja külmsuitsutamine.

Kuumsuitsutamisel suitsutatakse kala kuuma suitsuga (üle 80°), külmsuitsutamisel aga mitte üle 40°.

Kuumsuitsutooted sisaldavad vähe soola; kalaliha keeb selle suitsutamisviisi juures täiesti pehmeks ja omab õrna, mahlaka konsistentsi, sisaldades palju vett. Tavalistes tingimustes need tooted ei säili pikemat aega ja seepärast neid realiseeritakse valmistamise momendist arvates kolme päeva jooksul. Hoidmis-

aja pikendamiseks kasutatakse külmutamist, kuid selle juures aga liha maitse ja konsistents halvenevad.

Viimasel ajal on A. P. Makašev pooltööstuslikus ulatuses edukalt läbi viinud kuumsuitsukala transportimise ja säilitamise katseid süsihapugaasiga täidetud konteinerites. Ühenduses kala jahutamisega kuni 5—7° õnnestus tal pikendada toote hoidmise aega ilma kvaliteedi alanemiseta kuni 20 ööpäevani. Kuid siiski kaotab toode oma ühe peamise omaduse — värskuse.

Külmsuitsutooted, erinevalt kuumsuitsutoodetest, sisaldavad rohkem soola ja vähem vett, kalaliha konsistents on tihke, kuna suitsutamisel ta kaotab suure koguse vett. Need tooted võivad tavalistes tingimustes säilida pikemat aega. Nad omavad omapärase meeldiva maitse ja lõhna ning tarbijaskonnas on nende peale suur nõudmine.

Kuum- ja külmsuitsutoodete iseloomustus ja nende valmistamise üksikud erinevused on toodud tab. 106.

Tabel 106

Näitajad	Kuumsuitsutamine	Külmsuitsutamine
Tooraine või pooltoode	Värske ja külmutatud	Soolane
Suitsu temperatuur suitsutamisel °C	80—170	Mitte üle 40
Suitsutamise kestus	Kuni 5 tundi	Kuni 5 ööpäeva
Soolasisaldus %	Kuni 4	7—15
Veesisaldus %	60—70	48—55
Kalaliha konsistents	Mahlakas, õrn	Tavaliselt tihke, üksikutel kaladel (tuurlastel, heeringlastel) õrn

Teistes riikides ei ole kala kuum- ja külmsuitsutamine levinud nii nagu meil.

Välismaal toodetakse suurtes kogustes niinimetatud poolsuitsutooteid, mida valmistatakse tursast ja heeringast; enne tarvitamist nad vajavad täiendavat kulinaartöötlemist. Ka meil tuleb see suitsutatud toote liik tootmisele.

Seoses toiduainete suitsutamise uute viiside leiutamisega (märgsuitsutamine ja elektrisuitsutamine) on vajalik anda olemasolevatele suitsutamisviisidele vastav klassifikatsioon.

Kala ja teiste toiduainete suitsutamisel puidu lagunemisproduktide kasutamise viisi järgi tuleb jaotada:

gaasiga (suitsuga) suitsutamine, s. t. puidu lagunemisproduktidega, mida kasutatakse gaasitaolises (suitsu) seisukorras;

märg-(suitsuta) suitsutamine, s. t. puidu lagunemisproduktidega, mida kasutatakse lahustena (suitsutamisvedelik, suitsuõli, suitsutamislahus jt.);

segasuitsutamine, s. t. puidu lagunemisproduktidega gaasitaolises ja vedelas seisukorras.

Viimase suitsutamisviisi juures järk-järgult immutatakse kala vedelate ja gaasitaoliste puidu lagunemisproduktidega, s. o. toimub gaasi- ja märgsuitsutamise ühendamine.

Protsessi teostamise erinevuste järgi tuleb suitsutamine klassifitseerida:

loomulik suitsutamine — puidu lagunemisproduktide sadestumine kala pinnale ja nende tungimine kalalihasse toimub loomulikul teel, s. o. ilma eriliste tehniliste võtete kasutamiseta, mis võiksid aktiviseerida protsessi;

kunstlik suitsutamine — puidu lagunemisproduktide sadestumine kala pinnale ja nende tungimine kala lihasse toimub eriliste tehniliste võtete kasutamisega, mis aktiviseerivad neid protsesse;

kombineeritud suitsutamine — suitsutamisprotsessi üksikud järgud toimuvad eriliste tehniliste võtete kasutamisega, mis aktiviseerivad neid protsesse.

Eriliste tehniliste võtete hulka, mis aktiviseerivad kala suitsutamisprotsessi, kuuluvad kõrgepinge- ja kõrgsagedusvoolud, infrapunased ja ultraviolettkiired ja teised tehnilised abinõud.

KÜTUS

Suitsutamisel on kütus suitsu ja soojuse allikaks. Suitsutamiseks kasutatakse peamiselt kõva liiki puid, mis ei sisalda tõrvaaineid. Viimased annavad suitsutatud tootele kibeda maitse ja tumeda värvi.

Paremaks kütuseks kalade suitsutamisel on tamm, sarapuu, vaher, lepp, pöökpuu, kooreta kask, saar, pappel, vajaduse korral võib kasutada ka kuuske, mändi, ehkki nad sisaldavad kõrgendatud koguse vaikaineid.

Suitsutamis- ja kuivatamistööstustes kasutatakse kütust saepuru, laastude ja küttepuude kujul.

Erinevate puiduliikide elementaarne keemiline koostis on väga lähedane, mis on näha tabelist 107 (I. Bondarevi järgi).

Kütuse kui soojusallika tähtsamaks iseloomustuseks on tema soojusetekitamise võime, s. o. soojuse kogus, mida eraldab 1 kg kütust täielikul põlemisel.

Kütuse peamiseks põlevaks elemendiks on süsinik. 1 kg süsiniku põletamisel kuni süsihappeni (CO_2) eraldub 8140 kcal. Kütuse puudulikul põlemisel, s. o. õhu puudulikul juurdepääsul,

Tabel 107

Puu liik	Keemiline koostis %-des kuivaine kohta			
	süsinik	vesinik	hapnik	lämmastik
Kask	49,4	6,3	43,2	1,0
Tamm	49,7	6,0	42,7	1,6
Kuusk	51,2	6,3	41,6	0,9
Lepp	49,7	6,1	43,5	0,7
Mänd	50,5	6,2	—	—

süsinik hapendub kuni süsinikoksüüdini (CO), eraldades kõigest 2440 kcal (164),

Küttepuude madalam soojusetekitamise võime määratakse järgmiste valemite järgi:

küttepuud (kuivad)

$Q_p^m = 4370 - 49{,}7\ W$ cal/kg;

küttepuud (parvetus)

$Q_p^m = 3870 - 44{,}5\ W$ cal/kg,

kus W — puidu niiskus %-des.

Äsjaraiutud puu sisaldab harilikult 45—55% niiskust, poole aasta pärast 25—30%, aasta pärast ligi 20%; edaspidine kuivatamine võib toimuda ainult kunstlikul teel. Küttepuud, laastud ja saepuru loetakse kuivaks, kui niiskusesisaldus neis on alla 25%, poolkuivaks — niiskuse juures kuni 35% ja niiskeks — niiskuse sisaldamisel üle 35%. Suitsutamiseks on vaja kasutada küttepuid, laaste ja saepuru niiskusega kuni 30%.

Absoluutselt kuivade puude (puuhalu pikkus 54 cm) mahukaal (kg/m^3) on järgmine:

Tamm	0,40
Kask	0,35
Mänd	0,28
Kuusk	0,25
Haab	0,26

Haab põleb läbipaistva sinaka leegiga, kase ja männi leek on vähem läbipaistev; väikseim leegi pikkus on lepal, suurim — männil.

SUITS JA SELLE OMADUSED

Suitsu tekkimine suitsutamiskambris pärissuitsutamise perioodil on väga lähedane oma iseärasustelt puidu kuivdestillatsioonile. Puidu kuivdestillatsioonil tekib ligi 70 mitmesugust keemilist ainet, milledest suitsutamisel on väga suure tähtsusega formaldehüüd ja kõrgemad aldehüüdid, ketoonid, sipelg- ja äädikhape, tõrvad, piiritused, fenoolid ja vesi. Pöökpuulaas-

tude ja saepuru põletamisel saadud suits sisaldab järgmisi aineid (%-des kuivale puidule):

Tõrv	12,2	Sipelghape	1,0
Formaldehüüd . .	0,8	Äädikhape	4,9
Aldehüüdid	0,3	Vesi ja piiritus . .	60,0
Ketoonid	0,9	Muud ained	19,9

Suuremal osal kuivdestillatsiooniainetel on antiseptilised ja maitseomadused.

Suitsu koostisse kuuluvad fenoolid ja happed omavad tugeva lõhna ja terava maitse. Suitsu lenduvate komponentide hulgas paistab eriti tugeva antiseptilise toimega silma formaldehüüd, millel peale selle on veel parkaine omadused.

Suitsu kuivatamisvõime sõltub tema temperatuurist ja tema koostisse kuuluva õhu suhtelisest niiskusest ja ei sõltu tema keemilisest koostisest.

Värvus, mille omandab kala välispind suitsutamisel, on suurel määral tingitud suitsu tihedusest ja tõrvainete kogusest suitsus, samuti ka suitsutamise temperatuurist ja kalapinnal olevast niiskusest. Tihe suits, mis tekib kütuse aeglasel põlemisel, sisaldab palju tõrva, mis annab kalale ebameeldiva värvuse ja kibeda maitse. Suitsu kõrge temperatuuri puhul kala omandab helepruuni värvi, madala temperatuuri puhul — tumepruuni. Kuiva pinnaga kalal on heledad värvitoonid, sest sel puhul suits ainult adsorbeerub, samal ajal aga, sadestudes niiskele pinnale, suitsu koostisosad lahustuvad vees.

Küsimust, kui sügavasse ja millistes kogustes tungivad suitsuproduktid kalakudedesse, on uuritud nõukogude teadlaste poolt.

Uurimise aluseks oli võetud kuumsuitsutamisel kalakudedesse tunginud fenoolide, aldehüüdide ja hapete määramine. Fenoolide sisaldus määratakse kindlaks broomi meetoodika abil destillaadis, mis saadakse kalafarsist lenduvate ainete auruga utmise teel.

Kuna auruga peale fenoolide aetakse välja ka teised lenduvad ained, mis reageerivad broomile, näiteks aldehüüdid, iseloomustavad suitsuomadusi kaks näitajat: suitsutamisarv ja fenooliarv.

Kalast auruga väljaaetud kõigi lenduvate ainete summaarset kogust, mis reageerivad broomile ja on määratavad puhastamata destillaadis, nimetatakse suitsutamisarvuks.

Fenooliarv iseloomustab fenoolide tegelikku kogust, millede kindlaksmääramiseks destillaat eelnevalt puhastatakse kõrvalainetest.

Suitsutamisarvu ja fenooliarvu minimaalsed ja maksimaalsed tähendused, mis saadud A. Grištšinskaja poolt (41) heeringa külmsuitsutamisel, on toodud tabelis 108.

Tabel 108

Suitsutamise kestus tundides	Suitsutamisarv mg-des 1 kg kuiva kala kohta	Fenooliarv mg-des 1 kg kuiva kala kohta
10	77—104	28—47
34	145—180	68—96
58	188—237	98—137
82	246—378	158—242
106	254—526	126—331

Suitsutamis- ja fenooliarvud, nagu on näha tab. 108 andmetest, kasvavad proportsionaalselt suitsutamise kestusega.

Tabelis 109 on toodud andmed, mis iseloomustavad suitsutamis- ja fenooliarve kala nahas ja lihas külmsuitsutamisel.

Tabel 109

Suitsutamisarv mg-des 1 kg kuiva kala kohta		Fenooliarv mg-des 1 kg kuiva kala kohta	
liha	nahk	liha	nahk
31—229	386—629	12—147	205—534
48—131	462—661	22—65	148—438
33—125	205—398	12—97	44—294

Nagu on näha tab. 109 andmetest, imbub kala liha tunduvalt vähemal määral kui nahk läbi fenoolide, aldehüüdide ja teiste ainetega, mis kuuluvad suitsu koostisse.

Suitsutamis- ja fenooliarvuga ei saa täielikult iseloomustada kala suitsutamisastet, kuna fenoolid ja nendega sugulaslikud ained on värvita ning ei anna kalale iseloomustavat värvi ja lõhna, mis on omased suitsutatud tootele.

Arvatavasti on suitsutamisel olulisem tähtsus tõrvainetel ja aldehüüdidel, kuid seda küsimust on veel uuritud täiesti puudulikult. Fenoolid kui antiseptikud annavad suitsule bakteritsiidsed omadused, millede üle võib otsustada värske ja suitsutatud pikša pinna mikrobioloogiliste analüüside (191) tulemuste järgi, mis on toodud tabelis 110.

Nagu on näha tabeli 110 andmetest, hävineb 80% kuumsuitsutamisel, külmsuitsutamisel aga 47% mikroorganismide esialgsest arvust. Tuleb siiski arvestada, et kuumsuitsutamisel avaldab kalale steriliseerivat mõju peamiselt kõrge temperatuur.

Seega ei ole suitsu bakteritsiidne mõju väga suur. Seda kinnitab ka see, et suitsukala hoidmisel kergesti nakatub hallitusmikroobidest, kuna kala pinnal olevad suitsu üksikud koostisosad arvatavasti on nendele isegi soodsaks keskkonnaks.

Tabel 110

Konservimise viis	Mikroorganismide arv 1 kg tursas		Suitsutamise temperatuur °C
	värske kala	suitsutatud kala	
Kuumsuitsutamine	108 000	1 100	90—110
Külmsuitsutamine	41 000	23 000	30—35

Suitsu bakteritsiidne mõju veidi tõuseb tema kontsentratsiooni suurenemisega, mille üle võib otsustada suitsu mõju järgi elektrilambi valguse heledusele. Suits loetakse mittepaksuks, kui ruumi asetatud 40 W elektrilamp on näha 6—7 m kaugusele, ja väga paksuks, kui lampi ei ole näha 60—80 cm kaugusele.

On kasutamisel kaks viisi suitsu paksuse reguleerimiseks:

1. Loomulik reguleerimine — kütuse põlemise intensiivsust ja järelikult ka saadava suitsu paksust reguleeritakse siibri avamisega torudes, millede kaudu suunatakse õhk kambrisse ja kõrvaldatakse liigne õhk koos suitsuga, samuti ka saepuru kogusega, millega kaetakse põlevad puud. Kõrgendatud saepuru koguse puhul õhu juurdepääs põlevatele puudele on puudulik, mis kutsub esile intensiivse suitsu tekkimise.

2. Kunstlik reguleerimine — kasutatakse kaasaegsetes mehhaniseeritud suitsutamistööstustes, kus on eri aparaadid (suitsugeneraatorid), milledes tekib suits. Aparaadid asetatakse väljapoole suitsutamiskambrist; nendes saadud suits suunatakse ventilaatorite abil kanalite kaudu suitsutamiskambritesse; vajaduse korral lisatakse suitsule juurde teatud kogus õhku, lahjendades sellega suitsu ja muutes tema koostisse kuuluva õhu temperatuuri ja suhteliselt niiskust.

APARAADID KALA SUITSUTAMISEKS

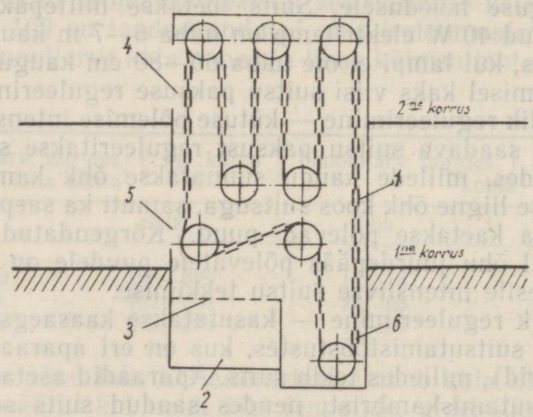
Käesoleval ajal olemasolevad suitsutamisaparaadid jagunevad tegevuse printsiibilt kahte gruppi: perioodiliselt ja pidevalt tegutsevad.

Perioodiliselt tegutsevates suitsutamisaparaatides kalade sisse- ja väljalaadimine toimub perioodidega (tsükliline töö), ühe kalapartii väljalaadimise ja teise sisselaadimise vaheajal aparaati ei kasutata. Pidevalt tegutsevatel suitsutamisaparaatidel toimub pooltoote sisselaadimine ja valmiskauba väljalaadimine suitsutamisprotsessi kestel väikeste annuste kaupa, mistõttu aparaatide töö ei katke.

Olenevalt tööruumi konstruktiivsetest iseärasustest kasutatakse kambri, torni ja tunneli tüüpi suitsutamisaparaate.

Kambersuitsutamisahjud. Kambri tüüpi suitsutamisahjud on veel tänapäevani levinud tööstuses. Nad ehitatakse tellistest, peamiselt savist põrandaga. Kambri laes on mitu ventilatsiooniakent, millede jätkuks on tõmbekorstnad. Kambri uste alumises osas on avad siibritega kambri õhujuurdevoolu reguleerimiseks; suurtes kambrites tehakse need avad seina alumisse ossa mõlemale poole uksi.

Külmsuitsutamiseks tehakse võrdlemisi suured kambrid põrandapinnaga kuni 50 m², kuna suitsutamise madalad temperatuurid võimaldavad teenindaval personalil suitsutamise ajal



Joon. 116. Lühendatud torni tüüpi suitsutamisahi:
1 — konveierikett; *2* — kütuseruum; *3* — võre; *4* — sisselaadimise aken; *5* — väljalaadimise aken; *6* — konveier.

minna kambrisse kala vaatamiseks ja saepuru ühtlase põlemise eest hoolitsemiseks.

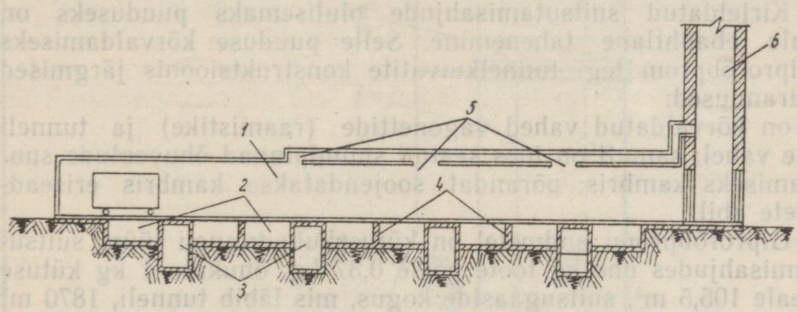
Latid kaladega asetatakse kambri seinte külge kinnitatud liistudele; liiste on kolm või neli rida. Latid kinnitatakse sellise arvestusega, et alumise rea kala otsad oleks põrandast vähemalt 1,7 m kõrgusel. Seega on alumised liistud kinnitatud põrandast 1,7 m pluss kala pikkuse kõrgusel, järgmine korrus on eelmisest kõrgemal veidi rohkem kui kala pikkus. Kala asetatakse lattidele nii, et üksikud kalad kokku ei puutuks, muidu jäävad kala pinnale suitsutamata plekid.

Torni tüüpi suitsutamisahjud. Torni tüüpi suitsutamisahjud kujutavad endast mitmekorruselisi kambreid; tavaliselt on nad asetatud kesk hoonet. Iga korruse kambrid on varustatud ukseavadega, üks kummalgi pool ust. Kala riputatakse kambrites üles käsitsi šarniiridel seisvalt platvormilt.

Torni tüüpi suitsutamisahjud on väga ebasobivad töös, kuna toote sisse- ja väljalaadimise kestus on võrdne suitsutamisprotsessi kestusega, töötingimused aga on väga rasked. Sellised suitsutamisahjud on levinud Inglismaal, NSV Liidus neid ei ole ehitatud.

Mehhaniseeritud torni tüüpi suitsutamisahjuks võib lugeda Moskva Kalakombinaadis üles monteeritud nn. automaatsuitsutamisahju (joonis 116)*.

See suitsutamisahi kujutab endast šahti, mille kõrgus on 3 korrust ja temas liigub vertikaalsuunas kett-transportöör selle külge kinnitatud lattidega (plaatidega), millel on liistud kalaga varraste asetamiseks. Keldrikorrusel asub kütmisruum, mis on suitsutamiskambri tööruumist küljepealt eraldatud seinaga, ülevalt aga metallvõrega, millele koguneb lattidelt varisenud



Joon. 117. Tunneli tüüpi suitsutamiskamber:
1 — suitsutamiskamber; *2* — ahjud; *3* — küttekoridor; *4* — vahesein, mis eraldab naaberahjusid; *5* — ava suitsu väljumiseks; *6* — kesk-väljatõmbekorsten.

kala. Teisel korrusel on aken kala laadimiseks transportöörile. Laes on avad, millede kohal on väljatõmbekorstnad. Suitsutamisahju mahutavus on 7,5 t kala, sisse- ja väljalaadimise kestus 4—6 tundi.

Transportööri pideval liikumisel toimub kala kuivatamise ja suitsutamise protsess ühtlasemalt.

Suitsutamisahju sisse- ja väljalaadimise aknad peavad olema tööajal tihedalt suletud.

Tunneli tüüpi suitsutamisahjud. Pidevalt töötavaid tunnelsuitsutamisahjusid on kahte tüüpi: suitsutamisahjude all asuvate küttekolletega ja välispidiste küttekolletega.

Esimest tüüpi suitsutamisahjud ehitati esmakordselt Astrahani Kalakombinaadis (joonis 117).

Tunnelite mõõtmed on $25 \times 2{,}2 \times 2{,}5$ m. Seinad ja lagi on

* Nimetatud suitsutamisahi ei tööta automaatselt ja sellepärast tema nimetus ei ole õige.

krohvitud, põrand on asfalteeritud ja selle peale asetatud rööbasteed. Tunnelite põranda alla on ehitatud küttekolded kõrgusega 80 cm, põrandapindalaga 1,5 × 2 m ja teenindamiskoridoridega.

Ahjud on varustatud lahtikäivate ustega, ustel on neli ava saepuru põlemise reguleerimiseks. Tunneli tulev suits uhub vagonettidel rippuvat kala ja väljub loomuliku tõmbe tõttu laes oleva kolme ava kaudu üldlõõri ja sealt edasi väljatõmbekorstnasse. Vagonetid liiguvad tunnelis perioodiliselt. Mõnikord neid asendatakse rippraudteel liikuvate raamistikega.

Tunnelsuitsutamisahjud on jaotatud tavaliselt kaheks iseseisvaks sektsiooniks; esimeses sektsioonis toimub kala tahendamine, teises — kala suitsutamine. Mõlema sektsiooni konstruktsioonis on palju ühist.

Kirjeldatud suitsutamisahjude olulisemaks puuduseks on kala ebaühtlane tahenemine. Selle puuduse kõrvaldamiseks Giprorõbprom tegi tunnelkuivatite konstruktsioonis järgmised parandused:

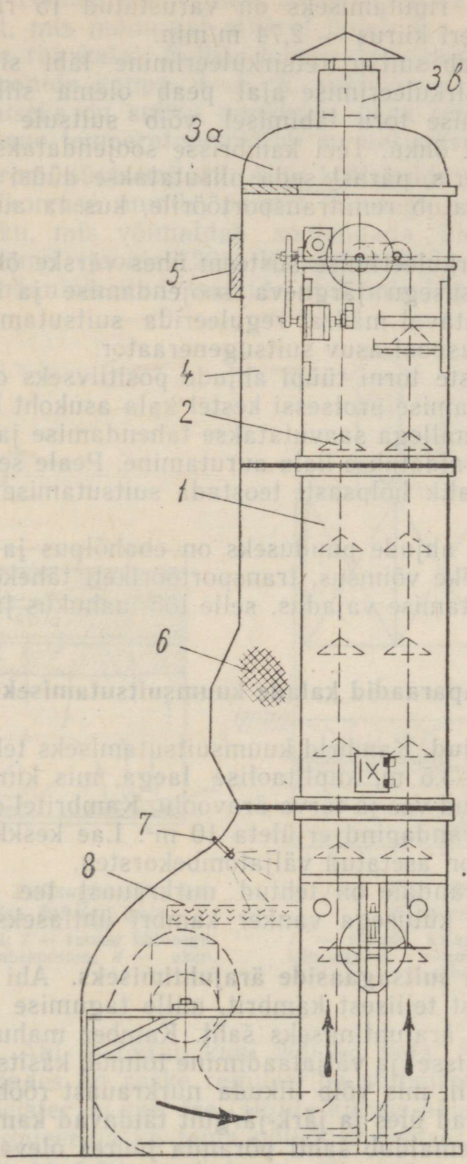
on kõrvaldatud vahed vagonettide (raamistike) ja tunneli lae vahel, samuti on üles seatud suundpinnad õhuvoolude suunamiseks kambris; põrandat soojendatakse kambris eriseadmete abil.

Giprorõbpromi andmetel on kütusekulu tunneli tüüpi suitsutamisahjudes ühe kg toote peale 0,37 kg, õhukulu 1 kg kütuse peale 105,5 m^3, suitsugaaside kogus, mis läbib tunneli, 1870 m^3 tunnis. Tunnelsuitsutamisahju võimsus on 57 kg tunnis.

Suitsu- ja õhukadude kõrvaldamiseks tunnelahjudes sisse- ja väljalaadimisel ehitatakse tunneli otstesse tambuurid. Õhu ja suitsu liikumine toimub vastuvoolumeetodil, s. o. vagonettide liikumisele vastu, kusjuures iga vagonetti tema liikumisel tunnelis suits uhub ülevalt alla ja alt üles. Tunnelites on selleks otstarbeks lagi ja põrand tehtud künnistega; peale selle on igal vagonetil üks umbsein kuni künniseni langeva kilbiga, mis takistab õhul ainult ühes horisontaalsuunas liikuda; gaasid tsirkuleerivad kanalis ainult läbi vagoneti. Ühtlase temperatuuri hoidmiseks kogu kanali pikkuses seatakse temas üles vahepealseks õhu soojendamiseks ribitorudest valmistatud patareid.

Vaatamata viimaste konstruktsioonide mõningale paranemisele, ei saa tunneli tüüpi suitsutamisahjusid lugeda täiuslikeks, kuna tahendamise režiimi ja seda enam kala suitsutamist tunneli kogu pikkuses kontrollida ja reguleerida on praktiliselt väga raske, hoopis võimatu aga on luua tunneli pikkuses ja kõrguses õhu ja suitsu ühtlast kiirust. Suitsutamise kestel võib jälgida kala ainult tunneli üksikutest kohtadest.

Kanada tüüpi tornahi (joonis 118). Ahju kõrgus on 9,6 m, alus 3,0 × 2,4 m. Ahju kere on valmistatud lehtrauast. Ahju



Joon. 118. Kanada tüüpi tornahi:

1 — ahju konveier; *2* — raamid kalade riputamiseks; *3a*, *3b* — siibrid; *4* — retsirkuleerimise toru; *5* — siiber; *6* — kalorifeer; *7* — düüs; *8* — veekoguja.

konveier kala riputamiseks on varustatud 15 raamiga (korviga); konveieri kiirus — 2,74 m/min.

Ahjus toimub suitsu retsirkuleerimine läbi siibri 3a (joonis 118); retsirkuleerimise ajal peab olema siiber 3b kinni Retsirkuleerimise toru läbimisel võib suitsule siibri kaudu lisada värsket õhku. Teel kambrisse soojendatakse õhu-suitsusegu kalorifeeris, pärast seda niisutatakse düüsi kaudu tuleva veega. Vesi satub renntransportöörile, kus ta aurab ja niisutab suitsu.

Suitsu retsirkuleerimise süsteem ühes värske õhu lisamisega ning õhu-suitsusegu järgneva soojendamise ja niisutamisega võimaldab teataval määral reguleerida suitsutamise protsessi. Ahjul on väljaspool asuv suitsugeneraator.

Selle ja teiste torni tüüpi ahjude positiivseks omaduseks on see, et suitsutamise protsessi kestel kala asukoht kambris pidevalt muutub, millega saavutatakse tahendamise ja suitsutamise ühtlus ja kõrvaldatakse kala aurutamine. Peale selle on nendes ahjudes võimalik hõlpsasti teostada suitsutamise protsessi üle kontrolli.

Torni tüüpi ahjude puuduseks on ebahõlpus ja kestev sisselaadimine, väike võimsus, transportööriketi tähekeste sagedase tõrvast puhastamise vajadus, selle töö mahukus ja ahju suured mõõtmed.

Aparaadid kalade kuumsuitsutamiseks

Kamberahjud. Kambrid kuumsuitsutamiseks tehakse tellisest kõrgusega 3—3,5 m, kuplitaolise laega, mis kindlustab laele kondenseerunud vee ja tõrva äravoolu. Kambritel on rauduksed. Tavaliselt põrandapind ei ületa 10 m². Lae keskkohas on ava, mille kohale on asetatud väljatõmbekorsten.

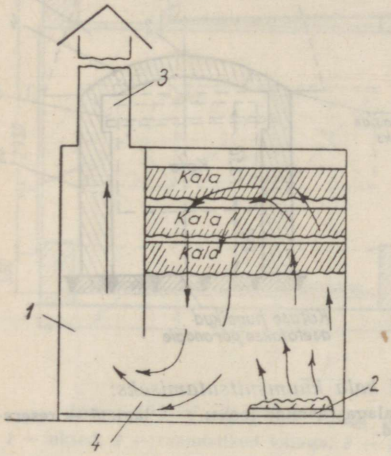
Kambri põrandale on tehtud nurkrauast tee. Seda mööda liigub põleva kütusega vanker kambri ühtlaseks soojendamiseks.

Ahi šahtiga suitsugaaside ärajuhtimiseks. Ahi (joonis 119) kujutab endast tellisest kambrit, mille tagumise seina taga on suitsugaaside ärajuhtimiseks šaht. Kamber mahutab mitte üle 200 kg kala; sisse- ja väljalaadimine toimub käsitsi. Kütus põletatakse vankril, mis võib liikuda nurkrauast rööbastel. Suitsugaasid tõusevad üles ja järk-järgult täidavad kambri tööruumi; liigne suits eemaldub šahti põranda juures oleva akna kaudu; osa suitsu ja niisket õhku võib eemaldada kambrist uste ülemiste avade kaudu.

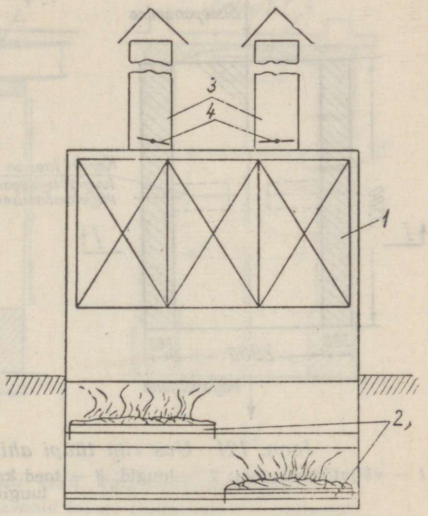
Šahti kaudu juhitakse kambrist suits ära; vajaduse korral võib tema kaudu lükata kambrisse vankri põlevate küttepuudega. Suitsutamise ajal on šahti aken täiesti kinni või suletakse

raudsiibriga. Tõmme akna kaudu seina alumises osas lühendab leegi pikkust, mis mõningal määral hoiab ära põletiste tekkimise alumise rea kalal. Sellise konstruktsiooniga ahjud ehitatakse sektsioonide kaupa, 4—6 tk. sektsioonis. Nende ahjude heaks omaduseks on suitsu omaduste üsna täielik ärakasutamine ja ühtlane temperatuurirežiim suitsutamisel.

Giprorõbpromi süsteemi ahi. Ahju küttekolde ruum asub alumises, keldrikorruse ruumis; pannid kütusega asetatakse kahte ritta ülestikku, mis võimaldab soojendada üheaegselt kogu kambri tööruumi (joonis 120). Kambri täitmine ja väljalaadimine on mehhaniseeritud raamide abil, mis liiguvad rippraud-



Joon. 119. Suitsugaaside ärajuhtimise šahtiga ahi:
1 — suitsušaht; *2* — vanker kütusega; *3* — väljatõmbekorsten; *4* — aken.



Joon. 120. Giprorõbpromi süsteemi ahi:
1 — raamid kalaga; *2* — vanker kütusega; *3* — väljatõmbekorsten; *4* — siiber.

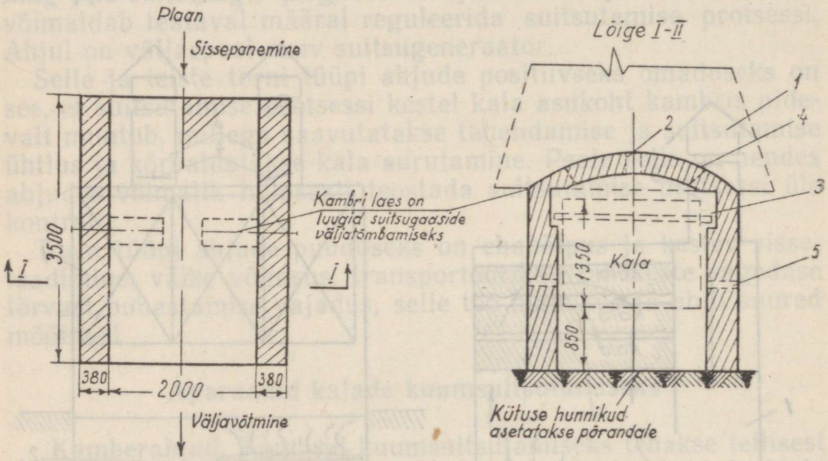
teed mööda. Ahi mahutab kuni 200 kg kala. Selle konstruktsiooniga ahjudes on raske reguleerida suitsutamisrežiimi, sest suitsutaja-meister ei saa ise jälgida kütuse põlemise käiku ega järelikult reguleerida ka tema põlemise protsessi.

Riia tüüpi ahi. Lätis on kaks nn. riia tüüpi ahju — vana ja uus tüüp. Erinevus seisneb ventilatsioonisüsteemis ja lae kujus. Vana tüüpi riia ahjudes puudub juurdevoolu-väljatõmbeventilatsioon, lael on aga lameda plaadi kuju. Uut tüüpi ahjude lagi on ovaalse kujuga; peale selle on küljeseintes eri avad õhu-

andmiseks, laes aga luugid ahjudest veeauru ja suitsu eemaldamiseks.

Uus riia tüüpi ahi on täiuslikum kui vana tüüpi. Ta kujutab endast läbitavat kambrit (joonis 121), millel on võlvlagi; ahi suletakse mõlemast otsast kahepoolsete metallustega. Ahi asub väljatõmbekummi all, väljatõmbekorstnaid ei ole. Tekkivad suitsugaasid ja soe õhk satuvad laes asuvate luukide kaudu väljatõmbekummi ja sealt korstna kaudu eemaldatakse atmosfääri.

Ahjul on mõlemal pool toed, milledele asetatakse raamid kalaga. Kala sisselaadimine toimub käsitsi. Metallvardad kalaga



Joon. 121. Uus riia tüüpi ahi kala kuumsuitsutamiseks:
1 — väljatõmbekumm; *2* — luugid; *3* — toed kalaga raamide jaoks; *4* — lagi; *5* — reservluugid.

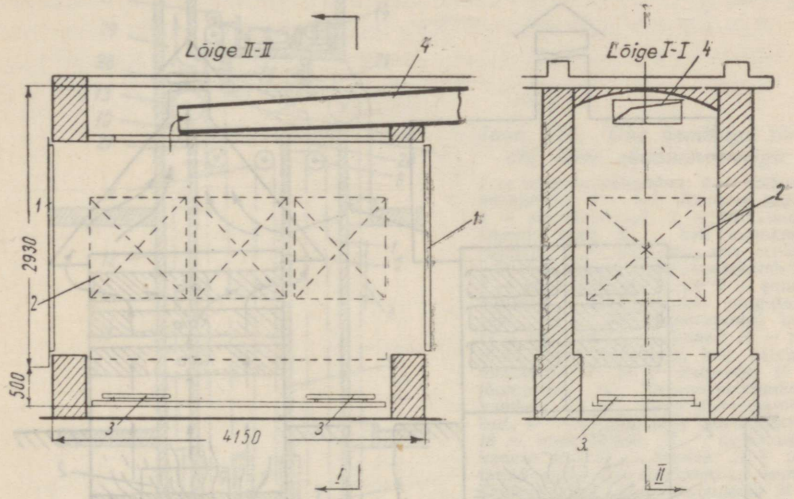
asetatakse raamidele, mis omakorda asetatakse ühte üldraami õnarustest. Raam on vankri teisend, mis lükatakse ahju tugede külge kinnitatud rööbastel. Peale suitsutamist ta lükatakse välja ahju vastasotsast.

Tursk asetatakse ahju kahes reas ülestikku, räim aga neljas reas sellise arvestusega, et alumine kalarida oleks 80—90 cm kaugusel tulest.

Puid põletatakse hunnikutes, mis on asetatud kolmekaupa ritta piki kambri külgseina. Seega süüdatakse ahjus kuus tulepesa.

Suitsutamine toimub järgmiselt. Alguses puud põlevad heleda leegiga ja hästi kuumendatud ahju pannakse raam kalaga. Seega kala tahenemine toimub kõrge, 140°—150° temperatuuri juures.

Sel ajal ventilatsiooniluugid, millede kaudu tuleb sisse ja eemaldatakse veeauruga küllastatud soe õhk, ja samuti ka kambri uksed on täiesti lahti. Kala küpsetamise ajal on uksed poolkinni, ventilatsiooniluugid aga täiesti lahti, kusjuures temperatuur kambris küpsetamise ajal tõuseb. Järgmisel perioodil — pärissuitsutamisel uksed suletakse täiesti, väljatõmbeluugid aga suletakse mitte täielikult. Õhu juurdevoolu lakkamise tõttu puude põlemise intensiivsus järk-järgult langeb ja suitsutamisprotsessi lõpuks lakkab põlemine täiesti. Ahjus tekib palju suitsu, mille arvel toimubki kala suitsutamine. Saepuru kasu-



Joon. 122. Leningradi tüüpi ahi kala kuumsuitsutamiseks:
1 — uksed; *2* — raamistikud kalaga; *3* — pannid tulega (tulepesa); *4* — suitsulõõr.

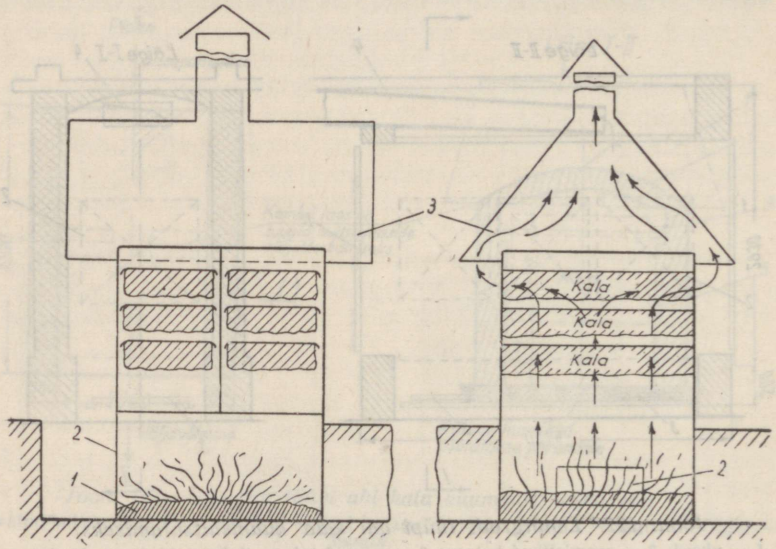
tatakse suitsutamisel väga vähe. Põlevaid puid ainult kaetakse nendega, et summutada leeki.

Riia tüüpi ahjude heaks omaduseks on kala sisse- ja väljalaadimise mehhaniseerimine, kütuse hõlpus asetamine kambrisse ja ahjude võrdlemisi lihtne teenindamine. Ahjude puuduseks on võimatus täpselt reguleerida protsessi, mille tõttu temperatuurirežiim ahju ristlõikes on ebaühtlane. Kohtades, kus kala on otseselt põlevate puude kohal, on temperatuur kõrgem kui kütusehunnikute vahekohal. Ahi nõuab suurt kütusekulu (52 kg puid 100 kg tursa peale); tsehhi koguneb palju suitsu ja seetõttu on töötingimused rasked. Nende puuduste pärast ei või soovitada seda ahju edaspidiseks juurutamiseks tööstuses.

Leningradi tüüpi ahi. On olemas mitu leningradi tüüpi ahju konstruktsiooni, mis väga vähe erinevad üksteisest. Allpool

kirjeldatakse viimase konstruktsiooniga ahju, mis on ehitatud Ventspilsi Kalakombinaadis (joonis 122). Ahi on läbitav, mõlemas otsas on kahepoolega rauduksed, millede kaudu lükatakse ahju raamistikud kalaga. Kambrisse mahub kolm raamistikku. Kala sisseasetamise poolel asuvad kambri alumises osas ühepoolega kütteuksed, mille kaudu suunatakse kütus ahju ja reguleeritakse põlemise intensiivsust. Ahjul on kaks liikuvat küttekollet, kuhu pannakse kütus.

Ahju suitsulõõri sissekäigud on lae tagumises osas, kambri väljalaadimisuste läheduses.



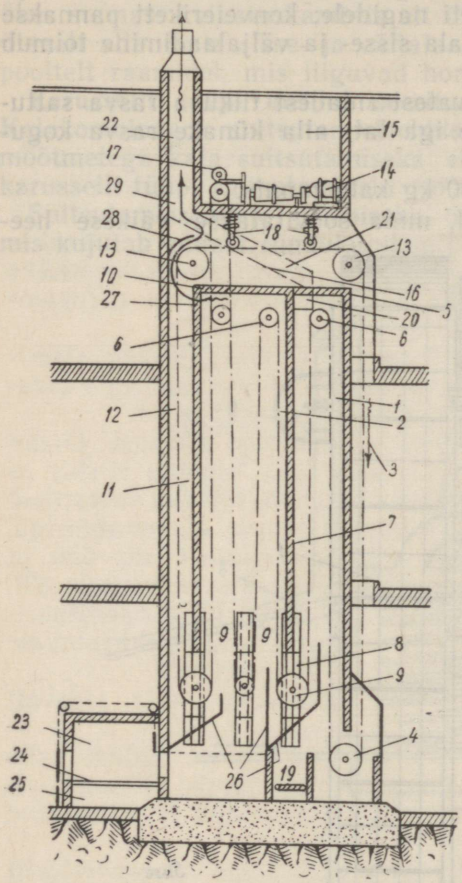
Joon. 123. Kapi tüüpi ahi:
1 — küttepuud saepuruga; *2* — küttekolde uksed; *3* — tõmbekumm.

Igal ahjupaaril on üks ühine lõõr. Üheaegselt võib ahju mahutada kuni 120 kg räime.

Leningradi tüüpi ahjude peamisteks puudusteks on rasked töötingimused ja kala suitsutamise protsessi täpse reguleerimise võimaluse puudumine. Kaks hunnikut põlevaid puid ei kindlusta ahjus temperatuuri kiiret tõusu ja ühtlast temperatuuri kambri läbilõikes. Veel hiljuti loeti leningradi tüüpi ahjusid kõige täiuslikumateks, nüüd aga jäävad nad maha Tsukursi ja Krombergsi konstruktsiooniga ahjudest.

Kapi tüüpi ahi. Ahjul (joonis 123) on põrandasse süvendatud küttekolle ja kumm kambrist suitsu ärajuhtimiseks; kambris asetatakse kala lattidele; kala sisse- ja väljalaadimine toimub

käsitsi ahju ühelt poolt; lagi on puust, kahe poolega; uksepooli võib lahti lükata ja sel viisil eemaldada ahjust suits ja niiske õhk. Selliseid mitmesuguse konstruktsiooniga ahjusid on veel jäänud Balti vabariikidesse (Läti, Eesti, Leedu) ja rohkem neid ei ehitata, kuna nad on ebasobivad töös. Eestis on kapi tüüpi



Joon. 124. Ühe kambriga tornahi ühes sõlmkonveieriga:

1 — tahendamiskamber; *2* — suitsutamiskamber; *3* — keti liikumise suund; *4* — suundrullikud; *5* — kuivatamiskambri lagi; *6* — keti suunamise rullikud; *7* — vahesein, mis eraldab kuivatuskambri suitsutamiskambrist; *8* — avad rullikute jaoks; *9* — suundrullikud vedrudega keti pingutamiseks; 10 — suitsutamiskambri lagi; *11* — välissein; *12* — kanal; *13* — rullikud, mis tagastavad keti kuivatamiskambrisse; *14* — jõuseade; *15* — jõumasina ja ülekandemehhanismi kamber; *16* — ülekandemehhanismi kett; *17* — kettülekande hammasratas; *18* — tugirullikud; *19* — kuivatamiskambri ahi; *20* — õhuauk; *21* — töötanud gaasi kuivatuskambrist eemaldamise kanal; *22* — suitsulõõr; *23* — suitsutekitaja; *24* — tuharestid; *25* — tõmbeauk; *26* — kuivatamis- ja suitsutamisgaaside suunamise vaheseinad; *27* — suitsu väljumise ava; *28* — suitsusuunajad; *29* — suitsu liikumise suund.

ahjud asetatud sektsioonide kaupa, 4—9 tk. koos. Iga ahi mahutab 50 kuni 100 kg kala.

Tornahjud. Joonisel 124 on näidatud ühekambriga tornahju põiklõige (Elbe ahi).

Suitsutamisseade koosneb kahest alumises osas ühenduses olevast kambrist — ühes toimub tahendamine, teises suitsutamine. Igal kambril on iseseisev küttekolle, mis asub tema all [1].

[1] Tahendamise ja suitsutekitamise küttekolded võivad olla ahjust eraldi.

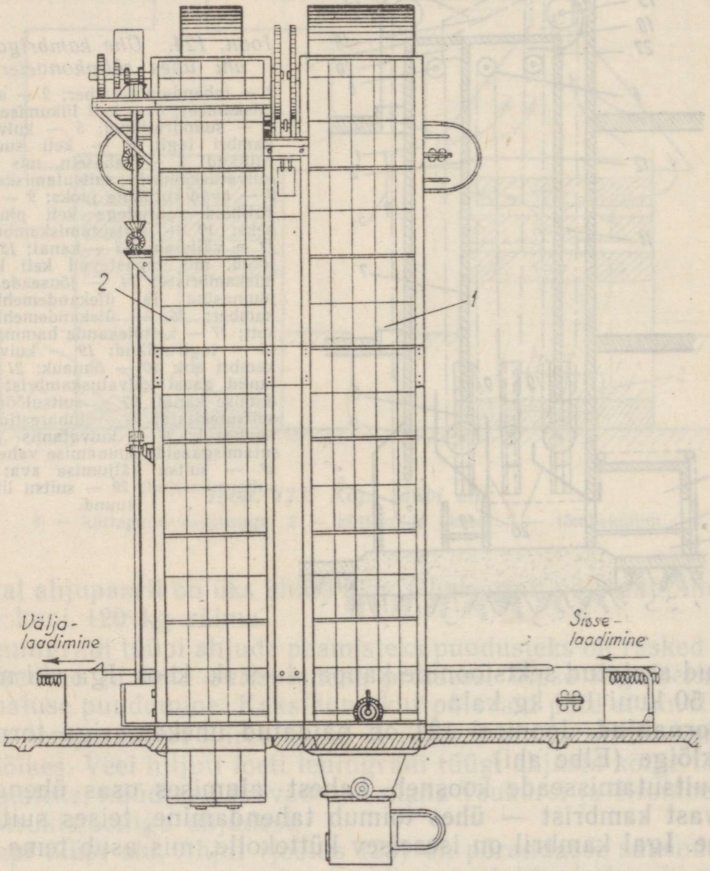
Põlevad gaasid eemaldatakse õhuaugu läbi kanalisse, mis on ühendatud suitsulõõriga. Et vältida sooja õhu sattumist kuivatuskambrist suitsutamiskambrisse, on tehtud suundvaheseinad. Suits eemaldatakse ahjust korstna kaudu.

Kala lükitakse 1,2 m pikkusega lattidele või varrastele ja need asetatakse konveieriketi nagidele; konveierikett pannakse liikuma elektrimootoriga. Kala sisse- ja väljalaadimine toimub eri korrusel.

Et vältida kõrgemal seisvatest ridadest tilkuva rasva sattumist kala peale, asetatakse iga lati alla künake rasva kogumiseks.

Ahju võimsus on 400—800 kg kala tunnis.

Kahe kambriga tornahjul, mida soovitatakse väikese hee-



Joon. 125. Kahe kambriga tornahi:
1 — kuivatamiskamber; *2* — suitsutamiskamber.

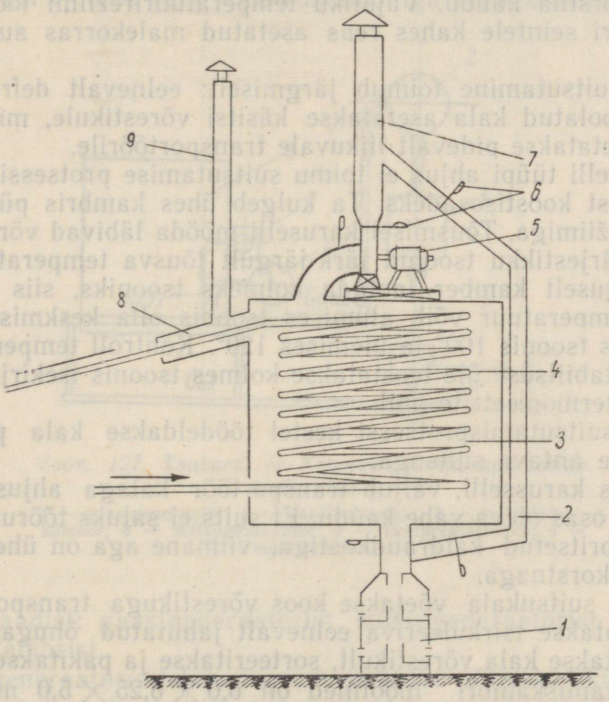
ringa suitsutamiseks, on täiuslikum konstruktsioon (joonis 125).

Seade koosneb kahest tornist — kuivatamiseks ja suitsutamiseks, kuid võib olla ka veel kolmas torn — suitsukala jahutamiseks.

Selles seadmes, erinevalt Elbe seadmest, liigub kala ainult ühes suunas: kuivatuskambris alt üles, suitsutamiskambris aga ülevalt alla. Kala sisse- ja väljalaadimine toimub ahju vastaspooltelt raamidel, mis liiguvad horisontaalsuunas.

Karusselli tüüpi mehhaniseeritud suitsutamisahi.[1] Moskva Kalakombinaadi suitsutamistsehhis on väikeste ja keskmiste mõõtmetega kala suitsutamiseks ehitatud pideva tegevusega karusselli tüüpi suitsutamisahi (joonis 126).

Suitsutamisseadme peamiseks osaks on suitsutamiskamber, mis kujutab endast ruudukujulise pinnaga torni ja milles asub



Joon. 126. Karusselli tüüpi mehhaniseeritud suitsutamisahi:

1 — suitsugeneraator; *2* — süütetoru; *3* — suitsutamiskamber; *4* — kett-transportöör; *5* — elektrimootor ühes ventilaatoriga; *6* — siiber; *7* — peamine väljatõmbekorsten; *8* — kate; *9* — abitõmbekorsten.

[1] Selle osa kirjutas L. V. Frantsusova.

kett-transportöör. Viimane liigub kallakut kruviliini mööda, mis teeb kambris 22 keerdu. Transportöör on varustatud seadistega, milledesse asetatakse võrestikud kalaga. Et kalast väljuv mahl ei satuks järel tuleva kala pinnale, asetatakse võrestike alla metallpannid. Kett-transportöör pannakse liikuma elektrimootori poolt kiirusevariaatori ja reduktori kaudu. Reguleerides transportööri liikumise kiirust, võib muuta kala viibimise aega suitsutamiskambris 50 min. kuni 3 tunni 45 min. piirides.

Suitsutamisahi on väljaspool asuva suitsugeneraatoriga. Suitsugeneraatoris tekkinud suits tuleb kambri alumisse ossa ja loomuliku tõmbe mõjul tõuseb üles. Suitsu ühtlaseks jaotumiseks kogu mahus on kambri tsentrumis üles seatud labaventilaator, mis hajutab suitsu, ajades seda tsentrumist ääre poole, mistõttu kambris olev kala ühtlaselt uhtub suitsuga. Suits eemaldatakse ahjust korstna kaudu. Vajaliku temperatuurirežiimi loomiseks on kambri seintele kahes reas asetatud malekorras aurukalorifeerid.

Kala suitsutamine toimub järgmiselt: eelnevalt defrosteeritud ja soolatud kala asetatakse käsitsi võrestikule, mis omakorda asetatakse pidevalt liikuvale transportöörile.

Karusselli tüüpi ahjus ei toimu suitsutamise protsessi järsku piiritlemist koostisosadeks. Ta kulgeb ühes kambris püsiva ja teatud režiimiga. Tõusmisel karuselli mööda läbivad võrestikud kalaga järjestikku tsoonid järk-järgult tõusva temperatuuriga. Kui kõrguselt kamber jaotada kolmeks tsooniks, siis õhu ja suitsu temperatuur võib alumises tsoonis olla keskmiselt 80°, keskmises tsoonis 100° ja ülemises 120°. Kontroll temperatuurirežiimi stabiilsuse üle teostatakse kolmes tsoonis isekirjutavate distants-termomeetrite abil.

Kogu suitsutamisprotsessi kestel töödeldakse kala pidevalt kambrisse antava suitsuga.

Läbides karusselli, väljub transportöör kalaga ahjust selle ülemises osas oleva vahe kaudu. Et suits ei satuks tööruumi, on vahe ümbritsetud kaldraudkastiga, viimane aga on ühendatud abitõmbekorstnaga.

Valmis suitsukala võetakse koos võrestikuga transportöörilt ja jahutatakse tsirkuleeriva eelnevalt jahutatud õhuga; peale seda võetakse kala võrestikult, sorteeritakse ja pakitakse.

Suitsutamiskambri mõõtmed on 6,6 × 6,25 × 5,0 m; tema tootlikkus keskmiselt 0,5 t toorkala tunnis; kütusekulu ühe kg valmistoote peale on keskmiselt 0,13 kg (I. M. Maršaki, S. N. Suržini jt. proovitööde andmed 1956. a.). Seade vajab pindala 125 m^2; tootlikkus arvestusega 1 m^2 pindala peale moodustab 4 kg/m^2 t, s. o. palju vähem kui teistel ahjudel.

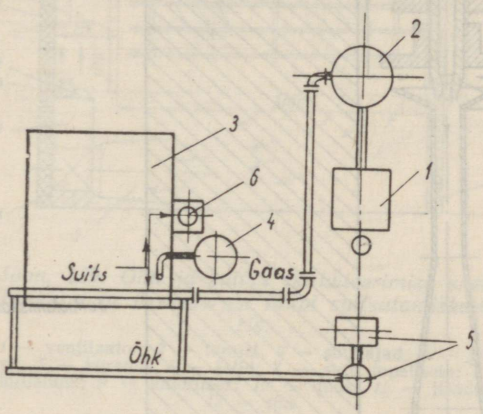
Selle ahju eeliseks on suitsutamise pidev protsess, mis võimaldab luua kuumsuitsutamisel voolsüsteemi. Antavat suitsukogust

võib reguleerida, kuna suitsu tekkimise protsess toimub väljaspool suitsutamisahju. Kambri erinevates tsoonides on aurukalorifeerid, mis võimaldavad hoida stabiilset temperatuurirežiimi.

Karusselli tüüpi suitsutamisahi ei ole universaalne. Kasutada seda ahju suure kala suitsutamiseks ei ole ratsionaalne, kuna tema tootlikkus järsult langeb. Kui vobla suitsutamise kestus on 2 tundi, ahju tootlikkus aga 400 kg tunnis, siis latika suitsutamise kestus on 4 tundi 15 min., tootlikkus aga langeb kuni 250 kg tunnis.

Karusselli tüüpi ahi on töös kapriisne: tihti juhtub, et töötavad detailid kiilduvad konveieriketi üleminekukohal karusselli peale. Võrreldes oma tootlikkusega on ahi liiga kogukas.

Tsukursi ja Krombergsi gaasigeneraatoriga ahi. Tsukursi ja Krombergsi (joonis 127) konstruktsiooniga ahi koosneb kolmest



Joon. 127. Tsukursi ja Krombergsiahju aparaatide asetusplaan:

1 — gaasigeneraator; *2* — gaasipuhastaja; *3* — suitsutamiskamber; *4* — suitsugeneraator; *5* — kompressorseade; *6* — suitsukorsten.

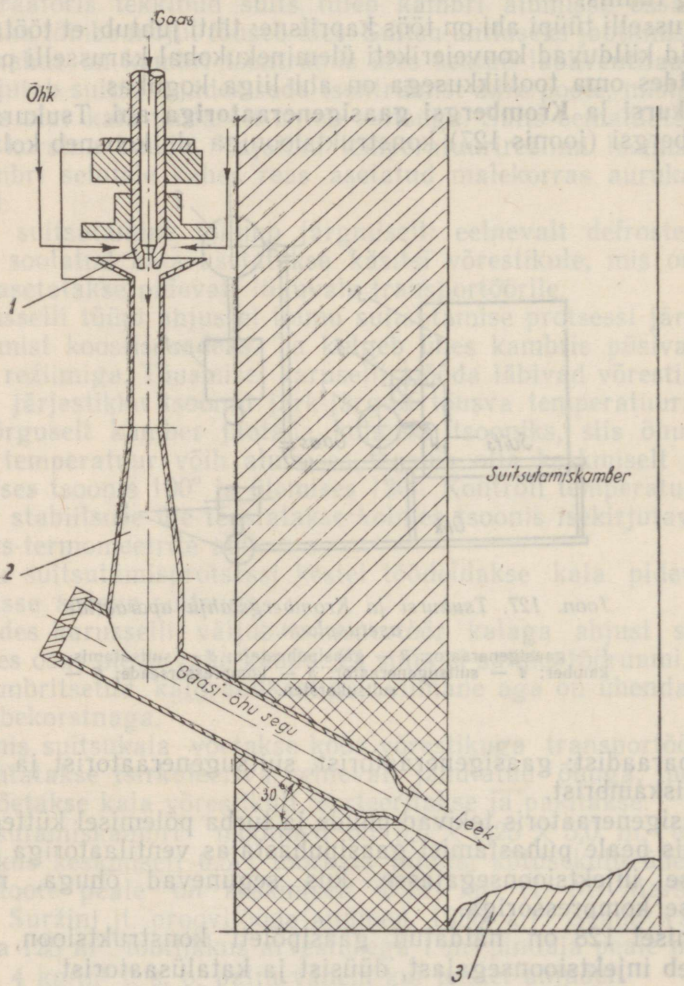
põhiaparaadist: gaasigeneraatorist, suitsugeneraatorist ja suitsutamiskambrist.

Gaasigeneraatoris tekivad puude ja turba põlemisel küttegaasid, mis peale puhastamist gaasipuhastajas ventilaatoriga suunatakse injektsioonsegajasse, kus segunevad õhuga, mida antakse kompressoriga.

Joonisel 128 on näidatud gaasipõleti konstruktsioon, mis koosneb injektsioonsegajast, düüsist ja katalüsaatorist.

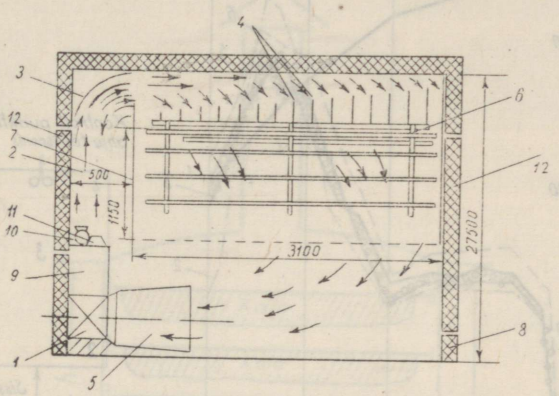
Ahjus on kaks paari injektsioonsegajaid; üks paar on väikeste gaasikoguste, teine aga suurte gaasikoguste andmiseks.

Peale gaasigeneraatori käikulaskmist süüdatakse küttegaas, mis tuleb suitsutamiskambrisse, tõrvikuga ja edasi ta põleb põleti düüsi väljumisava juures pidevalt leegiga, mille intensiivsus sõltub katalüsaatori mõjust. Põleva gaasi leek lööb vastu tellisbarjääri, mis asub suitsutamiskambri tagumises osas ja täidab kalorifeeri ülesannet. Kuum gaas soojendab kambri kiiresti; osa liigset kuuma õhku segus suitsuga on suitsutamisprotsessis soojusekandjaks.



Joon. 128. Suitsutamisahju gaasipõleti:
1 — injektsioonsegaja; *2* — düüs; *3* — katalisaator.

Joonisel 129 on näidatud suitsutamiskambri pikilõige ja õhu tsirkuleerimise skeem. Gaasi põlemisel tekkiv soe õhk suunatakse pidevalt suruventilaatoriga kambri ülemisse ossa ning valgub siis ukse ja teise ahju vaheseina vahel oleva tunneli kaudu, läbides valelae sees olevad suunajad ja žalusii, ühtlaselt kogu kambri läbilõike pinnal riiulitele asetatud kala juurde. Soe õhk, puutudes kokku kalaga, tahendab seda ja soojendab, peale seda osa õhku eemaldub atmosfääri, teine osa aga tuleb toru kaudu kalorifeeri juurde tagasi, soojeneb ja suunatakse uuesti kambrisse. Temperatuuri alandamiseks kambris lisa-



Joon. 129. Õhu ja suitsu tsirkuleerimise skeem Tsukursi ja Krombergsi tüüpi suitsutamiskambris:

1 — ventilaator; *2* — tunnel; *3* — suunajad; *4* — žalusii; *5* — korsten; *6* — latid; *7* — ahju topeltsein; *8* — küljeluuk; *9* — kalorifeer; *10* — düüs; *11* — lisadüüs; *12* — uks.

takse alumises osas oleva kahe küljeluugi kaudu tsirkuleeriva sooja õhu voolule annus värsket külma õhku.

Suits tekib silindri tüüpi suitsugeneraatoris ja imetakse läbi eridüüsi kambrisse. Ventilaatori ja suunajate abil seguneb suits soojendatud gaasiga ja tsirkuleerib kambris.

Töötanud gaaside eemaldamiseks on korstna väljumisava ristlõikepind arvestatud selliselt, et kui siiber on täiesti lahti, siis $^1/_3$ gaasisegu väljub atmosfääri, $^2/_3$ aga jätkab tsirkuleerimist ahjus.

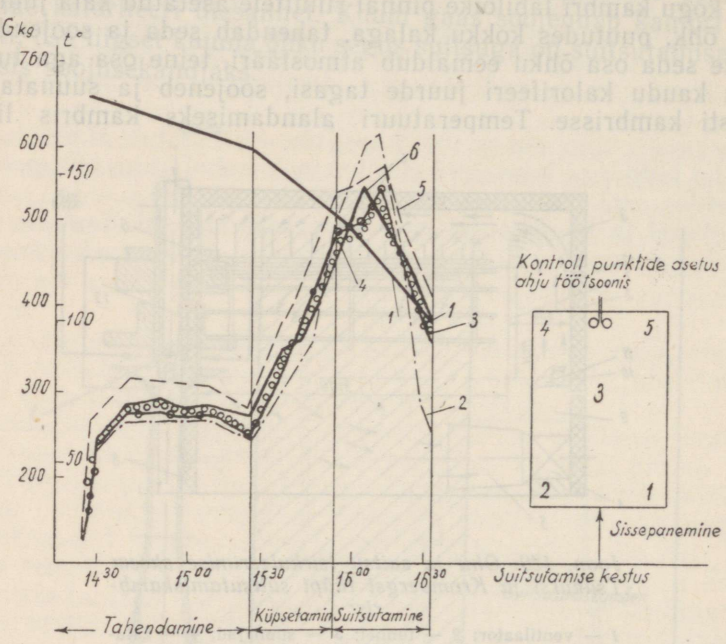
Seega on küttegaasi põlemise intensiivsuse reguleerimisega ja juurdevoolu-väljatõmbeventilatsiooni kasutamisega võimalik kiiresti ja täpselt muuta ahjus temperatuuri ja gaaside niiskust.

Suur kala (tursk) asetatakse kambris kolmes reas ülestikku koguses kuni 1000 kg, väike kala (räim) — viies reas üldkogusega kuni 450 kg.

Kalaga täidetud ahjus tõuseb temperatuur kuni 170° ja kõrgemale 5—7 min. jooksul.

Temperatuurirežiim on selles ahjus väga ühtlane (joonis 130).

Hästi läbimõeldud ventilatsioonisüsteemi ja võimaluse juures reguleerida kütuse põletamise intensiivsust võib suitsutamist



Joon. 130. Temperatuurirežiim Tsukursi ja Krombergsi tüüpi ahjus:

1 — kala kaal; *2* — punkt nr. 1; *3* — punkt nr. 2; *4* — punkt nr. 3; *5* — punkt nr. 4; *6* — punkt nr. 5.

ahjus teostada mis tahes režiimil, mis teeb selle konstruktsiooni kõige täiuslikumaks, võrreldes kõigi teiste olemasolevate kuumsuitsutamisahjudega.

Ahju võib kasutada ka kala külmsuitsutamiseks ja kuivatamiseks.

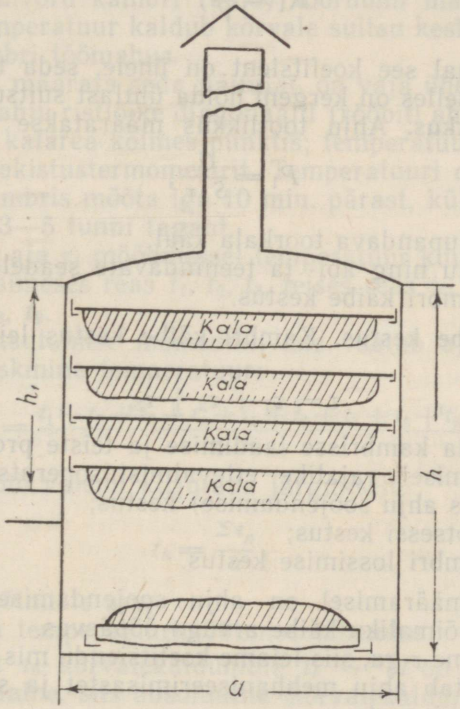
Suure tootlikkuse juures ei nõua ahi suurt kütusekulu (36 kg puid 100 kg tursa peale), kindlustab kõrge kvaliteediga toote valmistamist ja seepärast võib seda soovitada juurutamiseks tööstusse tüüpahjuna.

Eriti ökonoomne on see ahi rajoonides, kus on olemas valgustusgaas. Sel juhul langeb ära gaasigeneraatorseadeldise ehitamise vajadus, mis teeb ahju konstruktsiooni üsna keerukaks ja tõstab tema maksumust.

SUITSUTAMISAHJUDE KONSTRUKTSIOONI TÄIUSLIKKUSE TEHNILISE ISELOOMUSTAMISE MEETOD

Käesoleval ajal võetakse suitsutamisahjude konstruktsiooni täiuslikkuse hindamisel arvesse järgmisi näitajaid: saadava toote kvaliteet, kütusekulu, suitsutamise kestus, kala sisse- ja väljalaadimise mehhaniseerimine, suitsutamisprotsessi jälgimise ja reguleerimise hõlpsus.

Kõik need näitajad siiski iseloomustavad puudulikult ahju



Joon. 131. Kuumsuitsutamise ahju läbilõige:

a — ahju laius; *h'* — ahju töömahu kõrgus; *h* — ahju kõrgus.

ekspluatatsioonilisi omadusi ja ei anna konstruktsiooni enda iseloomustust. Meie arvates on kuumsuitsutamiskambrite (ahjude) konstruktsiooni hindamisel vaja arvestada järgmisi näitajaid: geomeetrilist ja töömahtu, tootlikkust, õhu-suitsusegu parameetreid, protsessi kestust, kambri käivet, kütusekulu, aparaatide olemasolu, mis võimaldavad kontrollida ja reguleerida protsessi.

Kambri geomeetriline ja töömaht. Oletame, et meil on suitsutamiskamber kala külmsuitsutamiseks (joonis 131) mõõtmetega *abh*, geomeetrilise mahuga V ja töömahuga V_1*.

Siis

$$V = abh;$$
$$V_1 = abh_1.$$

Seega kambri geomeetrilise mahu kasutamise koefitsient

$$K_1 = \frac{V_1}{V}. \qquad (90)$$

Mida lähemal see koefitsient on ühele, seda täiuslikum on aparaat, sest selles on kergem hoida ühtlast suitsutamisrežiimi.

Ahju tootlikkus. Ahju tootlikkus määratakse valemi järgi:

$$P_1 = \frac{G}{S \cdot \tau}, \qquad (91)$$

kus: G — ahjupandava toorkala kaal;
S — ahju ning abi- ja teenindavate seadeldiste pindala;
τ — kambri käibe kestus.

Kambri käibe kestus. Kambri käibe kestus leitakse järgmisest valemist:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3, \qquad (92)$$

kus: τ_1 — kala kambrisse laadimise ja teiste protsesside läbiviimisel vajalike ettevalmistusoperatsioonide (näiteks ahju soojendamise) kestus;
τ_2 — protsessi kestus;
τ_3 — kambri lossimise kestus.

τ_1 kindlaksmääramisel on ahju soojendamise kestus vaja jagada ahju võimaliku käibe arvuga ööpäevas.

Kui τ_2 jagame τ-ga, siis leiame koefitsiendi, mis teataval määral iseloomustab ahju mehhaniseerimisastet ja selle mehhaniseerimise efektiivsust:

$$K_2 = \frac{\tau_2}{\tau}. \qquad (93)$$

Siiski ei iseloomusta valem (93) täpselt kambri mehhaniseerimise tehnilisi omadusi, kuna erineva ja isegi sama konstruktsiooniga ahjudel võivad olla erinevad töömahud ja seepärast mahutavad ka erineva koguse kala. Selle tõttu isegi ühesuguste mehhaniseerimisvahendite juures on ahjude väljalaadimise aeg erinev. Mehhaniseerimise tootlikkuse iseloomustamiseks või,

* Kambri töömahuks nimetatakse tema mahu see osa, millesse võib asetada kala.

selle puudumisel, ahju käsitsiteenindamisel soovitatakse järgmist valemit:

$$P_2 = \frac{G}{\tau_1 + \tau_3}, \qquad (94)$$

kus: G — ahjuasetatud kala kaal.

Temperatuurirežiimi ühtlus. See näitaja on väga tähtis, temast sõltub suurel määral toote väljatulek ja kvaliteet. Suitsutamise temperatuurirežiimi ühtluseks me nimetame näitajat, mis iseloomustab, kuivõrd kambri (ahju) tööruumi mahu eri punktides suitsu temperatuur kaldub kõrvale suitsu keskmisest temperatuurist kambri töömahus.

Et kindlaks määrata seda näitajat, on vaja üheaegselt mõõta temperatuuri ahju ristlõike diagonaalil (rööbiti ahju põrandaga) vähemalt iga kalarea kolmes punktis; temperatuuri mõõtmiseks kasutatakse takistustermomeetrit. Temperatuuri on vaja kuumsuitsutamiskambris mõõta iga 10 min. pärast, külmsuitsutamiskambris aga 3—5 tunni tagant.

Oletame, et aja τ_1 möödumisel temperatuur kuumsuitsutamiskambris oli esimeses reas t_1, t_2, t_3, teises reas t_4, t_5, t_6, kolmandas reas t_7, t_8, t_9.

Siis on suitsutamise momendil, mis vastab ajale τ_1 kambri tööruumis keskmine temperatuur:

$$t_k = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9}{9}.$$

Üldkujul võib valemi kirjutada järgmiselt:

$$t_k = \frac{\Sigma t_n}{n}, \qquad (95)$$

kus: n — mõõtmiste arv;

t_n — iga temperatuurimõõtmise tähendus.

Oletame, et t_6 kõrvalekaldumine t_k — st on maksimaalne, t_2 aga minimaalne, siis absoluutne kõrvalekaldumine temperatuuri keskmisest tähendusest t_k on:

maksimaalne: $t^1 = t_6 - t_k$

või

$$t^1 = t_k - t_6;$$

minimaalne

$$t^{11} = t_2 - t_k$$

või

$$t^{11} = t_k - t_2.$$

Siin me toome kaks juhtu, kuna maksimaalne ja minimaalne kõrvalekaldumine võib olla suurem või väiksem keskmisest temperatuurist.

Siiski veel ei iseloomusta absoluutsete kõrvalekaldumiste suurus temperatuurirežiimi üldiselt, kuna sel juhul arvestatakse ainult seitset tehtud üheksast temperatuurimõõtmisest. Seepärast on vaja suitsutamise temperatuurirežiimi iseloomustada veel mõne suitsutamisrežiimi ühtluse suhtelise näitajaga koefitsiendi K_3 näol, mida võib kindlaks määrata valemi järgi:

$$K_3 = 1 - \frac{1}{t_k}\left[(t_k - t^1{}_k) + (t_k'' - t_k)\right]. \qquad (96)$$

Tähendus $t^1{}_k$ ja t_k'' leitakse:

$$t^1{}_k = \frac{\Sigma t_n}{n},$$

kus iga tähendus $t_n \leqslant t_k$;

$$t^{11} = \frac{\Sigma t_n}{n},$$

kus iga tähendus $t_n > t_k$.

Mida lähemal koefitsient K_3 on ühele, seda ühtlasem on suitsutamise protsessis temperatuurirežiim.

Õhu suhtelise niiskuse režiimi ühtlus. O. P. Gretskaja uurimused näitasid, et kuumsuitsutamisel ei ole suitsus õhu suhtelise niiskuse tähtsus väiksem kui külmsuitsutamisel.

O. P. Gretskaja tööd muudavad suurel määral meie kujutlust kuumsuitsutamisest kui soojuslikust protsessist, mida võib iseloomustada ainult temperatuuriga. Tegelikult on kuumsuitsutoodete valmistamisel kala tahendamiseks ja küpsetamiseks õhuniiskusel väga suur tähtsus.

Tahendamisel soodustab õhu madal suhteline niiskus kalaliha välispinna veetustamist (kooriku tekkimist). Küpsetamisel, vastupidi, peab olema õhu kõrgendatud suhteline niiskus, et suurendada soojuse äraandmist õhult kalale ja vältida tema edaspidist tahenemist.

Meie arutluste järjekord niiskusereżiimi kindlaksmääramise meetodi suhtes jääb samaks, mis oli temperatuurirežiimi puhul. Õhu suhtelist niiskust suitsus on vaja mõõta kambri töömahu samades punktides, kus mõõdeti temperatuuri ja samal ajal.

Oletame, et peale aja τ_1 möödumist suhteline niiskus suitsus oli kuumsuitsutamiskambri esimeses reas φ_1, φ_2, φ_3; teises reas; φ_4, φ_5, φ_6; kolmandas reas φ_7, φ_8, φ_9. Siis suitsutamise momendil, mis vastab ajale τ_1, õhu suhtelise niiskuse keskmine tähendus kambri tööruumis on

$$\varphi_k = \frac{\Sigma \varphi_n}{n}. \qquad (96a)$$

Oletame, et φ_3-l on maksimaalne kõrvalekaldumine φ_k-st, φ_5-l aga minimaalne; siis absoluutne kõrvalekaldumine φ_k-st moodustab:

maksimaalne

$$\varphi_k' = \varphi_3 - \varphi_k$$

või

$$\varphi_k' = \varphi_k - \varphi_3;$$

minimaalne

$$\varphi_k'' = \varphi_5 - \varphi_k$$

või

$$\varphi_k'' = \varphi_k - \varphi_5.$$

Õhu suhtelise niiskuse ühtluse koefitsient kambris (K_4) määratakse valemi järgi:

$$K_4 = 1 - \frac{1}{\varphi_k}\left[(\varphi_k - \varphi_k') + (\varphi_k'' - \varphi_k)\right]. \quad (97)$$

Tähendused φ_k' ja φ_k'' leitakse:

$$\varphi_k' = \frac{\Sigma \varphi_n}{n},$$

kus $\varphi_n \leqslant \varphi_k$;

$$\varphi_k'' = \frac{\Sigma \varphi_n}{n},$$

kus $\varphi_n > \varphi_k$.

Mida lähemal koefitsient K_4 on ühele, seda ühtlasem on suitsutamise protsessis niiskuserežiim.

Kütusekulu. Harilikult määratakse kütusekulu kaaluühikutes, kaaludes suitsutamiskambrisse pandud puid, saepuru, laaste ja samuti jääke peale suitsutamist. Sel juhul määratakse kütusekulu valemiga:

$$A = A_1 - A_2, \quad (98)$$

kus: A_1 — ahju pandud kütuse kaal (puud, saepuru, laastud);
A_2 — peale suitsutamise protsessi põlemata jäänud kütuse jääk (puud, saepuru, laastud).

Täpseks arvestuseks on see valem vastuvõtmatu, kuna ta ei arvesta kütuse soojusetekitamise võimet. Seepärast tuleb suitsutamisel kütusekulu iseloomustamiseks kasutada järgmist valemit:

$$B = A_1 Q_{1p} - A_2 Q_{2p}, \quad (99)$$

kus: Q_{1p} — ahju pandud kütuse madalam soojusetekitamise võime;
Q_{2p} — ahjust väljavõetud kütuse madalam soojusetekitamise võime.

Tähendus Q_p leitakse valemi järgi:

$$Q_p = 4370 - 49{,}7\, W_1, \quad (100)$$

kus: W_1 — niiskusesisaldus kütuses.

Puude niiskuseks W_1 võib suitsutamise protsessi algul võtta keskmiselt 40%, protsessi lõpul (põlemata jäänud puud) 20%.

Kütusekulu tuleb suitsutamisel arvestada valmistoote ühiku kohta. Siis võtab valem (99) järgmise kuju:

$$B = \frac{A_1 Q_{1p} - A_2 Q_{2p}}{G}, \qquad (101)$$

kus G — ahju pandud kala kogus.

Suitsutamisahju konstruktsiooni täiuslikkuse hindamisel tuleb arvestada kõiki ülaltoodud tehnilisi näitajaid.

Siiski on tähtsamateks kambris temperatuurirežiimi ja õhu suhtelise niiskuse ühtluse koefitsiendid, kuna suitsutamise režiimist ja selle reguleerimisest sõltub toodangu väljatulek ja kvaliteet.

Näiteks on vaja kindlaks määrata leningradi ja eesti (kapi) tüüpi suitsutamisahjude tehniline täiuslikkus järgmiste andmete alusel, mis on saadud katsetel Ust-Luuga ja Pärnu tööstustes räime suitsutamisel (O. P. Gretskaja andmed).

Temperatuur kambrites on võetud küpsetamise perioodil, mis kestis 15 min. Mõõdeti iga 5 minuti tagant. Seega temperatuuri iga tähendus on keskmine kolmest mõõtmisest.

Leningradi tüüpi ahi

1) $h = 2{,}86\ m$; $b = 1{,}32\ m$; $a = 2{,}92\ m$; $h_1 = 1{,}46\ m$; $S = 3{,}85\ m^2$.
2) $G = 100\ kg$.
3) $\tau = 1{,}33$ tundi; $\tau_1 + \tau_3 = 0{,}25$ tundi; $\tau_2 = 1{,}08$ tundi.
4) Kala temperatuur (°C) ridades

Esimene	$t_1 = 70$;	$t_2 = 82$;	$t_3 = 80$
Teine	$t_4 = 60$;	$t_5 = 88$;	$t_6 = 90$
Kolmas	$t_7 = 65$;	$t_8 = 90$;	$t_9 = 105$
Neljas	$t_{10} = 116$;	$t_{11} = 126$;	$t_{12} = 120$

Arvutus

1) Ahju geomeetriline ja töömaht

$$V = 2{,}86 \cdot 2{,}92 \cdot 1{,}32 = 11{,}02\ m^3;$$
$$V_1 = 1{,}46 \cdot 2{,}92 \cdot 1{,}32 = 5{,}62\ m^3;$$

$$K_1 = \frac{V_1}{V} = \frac{5{,}6}{11{,}0} = 0{,}51.$$

2) Ahju tootlikkus

$$P_1 = \frac{100}{3{,}85 \cdot 1{,}35} = 19{,}23\ kg/m^2 \text{ tunnis.}$$

3) Ahju käibe kestus

$$\tau = 0{,}25 + 1{,}08 = 1{,}33 \text{ tundi;}$$

$$K_2 = \frac{1{,}08}{1{,}33} = 0{,}81;$$

$$P_2 = \frac{100}{0{,}25} = 400\ kg \text{ tunnis.}$$

4) Temperatuurirežiimi ühtlus

$$t_k = \frac{70+82+80+60+88+90+65+90+105+116+126+120}{12} = 91°;$$

$$t'_k = \frac{70+82+80+60+88+90+65+90}{8} = 78°;$$

$$t''_k = \frac{105+116+126+120}{4} = 117°;$$

$$K_3 = 1 - \frac{1}{98}\,[(96-85)+(117-96)] = 0{,}68;$$

Eesti kapi tüüpi ahi

1) $h = 2{,}47\ m$; $b = 1{,}0\ m$; $a = 1{,}0\ m$; $h_1 = 0{,}97\ m$; $S = 1\ m^2$.
2) $G = 30\ kg$.
3) $\tau = 1{,}0$ tundi; $\tau_1 + \tau_3 = 0{,}25$ tundi; $\tau_2 = 0{,}75$ tundi.
4) Temperatuur (° C) ridade järgi

Esimene	$t_1 = 60$;	$t_2 = 69$;	$t_3 = 65$;
Teine	$t_4 = 55$;	$t_5 = 75$;	$t_6 = 80$;
Kolmas	$t_7 = 68$;	$t_8 = 88$;	$t_9 = 100$;
Neljas	$t_{10} = 108$;	$t_{11} = 128$;	$t_{12} = 135$.

Arvutus

1) Ahju geomeetriline ja töömaht

$$V = 2{,}47 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 = 2{,}47\ m^3;$$
$$V_1 = 0{,}97 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}00 = 0{,}97\ m^3;$$
$$K_1 = \frac{0{,}97}{2{,}47} = 0{,}39.$$

2) Ahju tootlikkus:

$$P_1 = \frac{30}{1 \cdot 1} = 30\ kg/m^2 \text{ tunnis.}$$

3) Ahju käibe kestus

$$\tau = 0{,}25 + 0{,}75 = 1 \text{ tund};$$
$$K_2 = \frac{0{,}75}{1{,}00} = 0{,}75;$$
$$P_2 = \frac{30}{0{,}25} = 120 \text{ kg/tunnis.}$$

4) Temperatuurirežiimi ühtlus

$$t_k = \frac{60+69+65+55+75+80+68+88+100+105+128+135}{12} = 85°;$$

$$t'_k = \frac{60+69+65+55+75+80+68}{7} = 67°;$$

$$t''_k = \frac{88+100+105+128+135}{5} = 111°;$$

$$K_3 = 1 - \frac{1}{85}\,[(85-75)+(111-85)] = 0{,}58.$$

Arvestuste tulemused näitavad, et kuuest näitajast, mis iseloomustavad ahju ekspluatatsioonilisi omadusi, neli näitajat (K_1, K_2, P_2 ja K_3) ja sealhulgas väga tähtis näitaja K_3 tõendavad leningradi tüüpi ahju eeliseid ja kaks (P_1 ja τ) eesti kapi tüüpi ahjude eeliseid. Seega on arvutuste tulemused täiesti kooskõlas tööstuses kujunenud arvamusega leningradi tüüpi ahjude eelistusest.

Tabelis 111 on toodud Baltimaades kasutatavate kala kuumsuitsutamisahjude võrdlevad iseloomustused.

Tabel 111

Ahju nimetus	Ahju pindala m²	Ahju pandava kala kogus kg	Suitsutamiskambri maht m³		Suitsutamiskambri geomeetrilise mahu kasutamise koefitsient K_1	Kestus min.		Ahju tootlikkus kg/m² tunnis	Koefitsient		Kütusekulu kg-des 100 kg kala kohta
			geomeetriline	töö-		suitsutamise	ahju käibe		ahju kasuliku kasutamise K_2	ahju temperatuurirežiimi ühtluse K_3	
Riia uut tüüpi (Liepaja)	10,0	400	14,4	5,0	0,35	120	140	17,6	0,86	—	52,0[1]
Riia vana tüüpi (Ventspils)	9,7	450	23,2	6,0	0,26	135	205	15,3	0,73	0,45	39,7[1]
Leningradi tüüpi (Ventspils)	8,7	500	24,5	7,0	0,28	120	145	25,0	0,86	0,63	—[1]
Kapi tüüpi	1,0	60	2,5	1,0	0,39	120	160	21,5	0,75	0,56	—[1]
Tsukursi ja Krombergsi (Liepaja)	15,0	1000	15,6	6,8	0,44	120	145	26,8	0,83	0,88	36,6[2]
Melzobsi (Ventspils)	9,8	500	14,9	4,8	0,32	160	180	16,4	0,89	0,69	70,0[3]

1) Suitsutamise režiimi on raske kontrollida ja reguleerida.
2) Suitsutamise režiimi võib kergesti kontrollida ja reguleerida.
3) Suitsutamise režiimi võib kergesti kontrollida, reguleerida aga on raske.

Märkused: 1. Kogu arvestus on tehtud tursa kohta.

2. Koefitsient K_3 leningradi ja kapi tüüpi ahjude jaoks on arvestatud O. P. Gretskaja andmete alusel.

3. Suitsutamise kestus leningradi tüüpi ahjus on võetud tinglikult nagu riia tüüpi ahjus.

Nagu näha tabeli 111 andmetest, võib suurema osa näitajate järgi perioodiliselt töötavatest ahjudest lugeda täiuslikumaks Tsukursi ja Krombergsi ahju.

KALA KÜLMSUITSUTAMISE TEHNOLOOGILINE PROTSESS

Külmsuitsutamiseks nimetatakse konservimisviisi, mille juures kala termiline töötlemine ja tema immutamine puu puuduliku põlemise ainetega (suitsuga) toimub madala temperatuuri (kuni 40°) juures.

Värskest ja soolakalast külmsuitsutatud toodete valmistamise protsessi tehnoloogiline skeem on toodud joonisel 132.

Analüüsime eraldi iga operatsiooni olemust.

Kala lahkamine

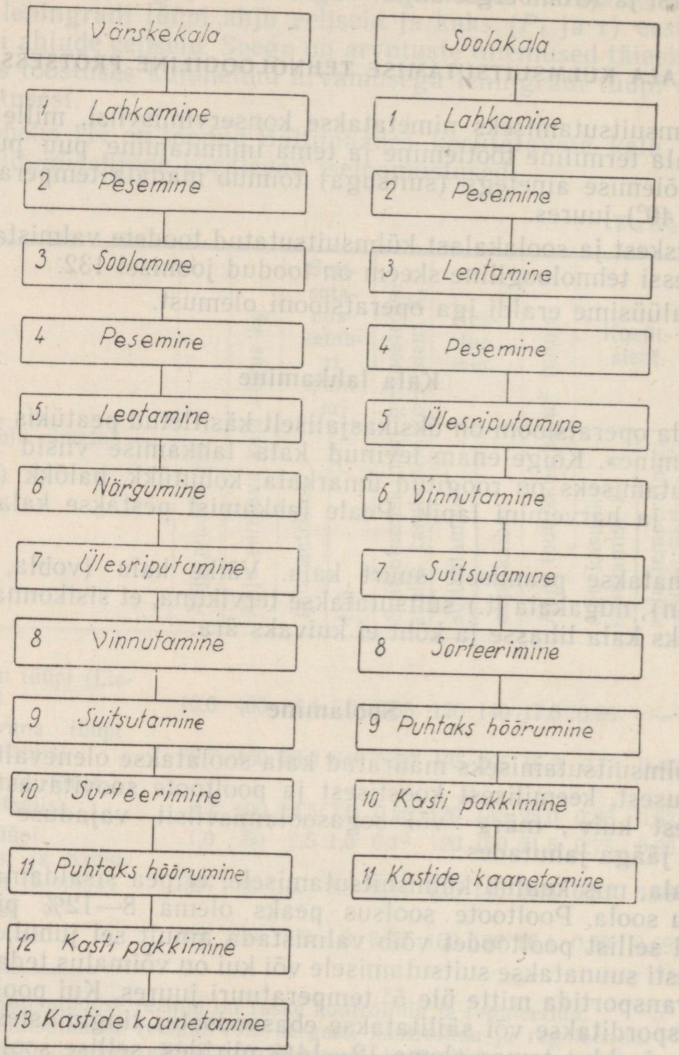
Seda operatsiooni on üksikasjaliselt käsitletud peatükis «Kala soolamine». Kõige enam levinud kala lahkamise viisid külmsuitsutamiseks on roogitud ümarkala, kõhutükk, balõkk (seljatükk) ja harvemini lapik. Peale lahkamist pestakse kala hoolikalt.

Lahatakse peamiselt suurt kala. Väike kala (vobla, nurg (taran), nugakala jt.) suitsutatakse tervikuna, et sisikonna rasv imbuks kala lihasse ja kõht ei kuivaks ära.

Soolamine

Külmsuitsutamiseks määratud kala soolatakse olenevalt tema suurusest, keemilisest koostisest ja pooltoote soovitavast soolsuisest kuiv-, märg- või segasoolamisviisil, vajaduse korral kala jääga jahutades.

Kala, mis kuulub külmsuitsutamisele, ei pea sisaldama liiga palju soola. Pooltoote soolsus peaks olema 8—12% piirides. Kuid sellist pooltoodet võib valmistada ainult sel juhul, kui ta kiiresti suunatakse suitsutamisele või kui on võimalus teda hoida ja transportida mitte üle 5° temperatuuri juures. Kui pooltoodet transporditakse või säilitatakse ebasoodsates tingimustes, peab soolasisaldus temas olema 12—14% piirides; sellise soolsusega pooltootest saab rahuldava kvaliteediga valmistoote; tugevalt-soolatud kalast, soolsusega üle 14%, saadakse madala kvaliteediga valmistoode.



Joon. 132. Värskest ja soolakalast külmsuitsutatud toodete valmistamise tehnoloogilised skeemid.

Leotamine

Kalade leotamine enne külmsuitsutamist on üheks vastutusrikkamaks operatsiooniks, millest suurel määral sõltuvad valmistoote maitseomadused ja sort.

Kala leotatakse selleks, et alandada pooltoote soolsust miinimumini, mis kindlustaks pooltoote kvaliteedi säilitamist edaspidisel töötlemisel. Mida madalam on pooltoote algsoolsus, seda lühiajalisem on leotamine ja seda suurem on kõrge kvaliteediga toote saamise garantii.

Leotatud pooltoote lõppsoolsusele on vaja pöörata erilist tähelepanu, arvestades tulevase valmistoote eriomadusi, temperatuuritingimusi selle säilitamisel, kuivatamis- ja suitsutamisaparaatide täiuslikkust ja teisi tegureid. Optimaalseks soolasisalduseks leotatud pooltootes võib lugeda 6—8%.

Liigselt leotatud pooltoode (näiteks kuni 2—3% soolasisalduseni) võib järgneva töötlemise protsessis rikneda, kuna niiske pind ja veest tursunud kalaliha on soodsaks keskkonnaks mikroobide arenemisele.

Mitteküllaldaselt leotatud pooltootest (näiteks soolasisaldusega kuni 12%) saadakse peale külmsuitsutamist väga soolane ja seega mittemaitsev valmistoode.

Soolakala leotamine on soolamisele vastupidine protsess. Nagu soolamine, nii tugineb ka leotamine osmoosi ja difusiooni nähtustele, ainult selle erinevusega, et sel juhul tungib kala lihasse vesi, sool aga eraldub kala kudedest, mistõttu soolalahuse kontsentratsioon kala kudedes väheneb.

Soolakala leotamiseks kasutatakse väikseid vanne, kõrgusega mitte üle 1 m. 20—25 cm kõrgusele vanni põhjast asetatakse teine restpõhi, mis on valmistatud puulattidest ja mille alla koguneb kalalt maha pestud mustus ja osa rohkemkontsentreeritud, suurema erikaaluga soolalahusest.

Enne leotamist sorteeritakse soolakala mõõtmete ja soolsuse järgi. Leotamiseks asetatakse kala vannidesse lahtiselt või ülesriputatult lattidele.

Vannides vahetatakse magestamisvedelikku (vett või soolalahust) leotamise kestel korduvalt, milleks vanni küljel põhja juures on eri väljavooluava. Kalade lahtiselt leotamisel ja eriti magestaja harva vahetamise korral tuleb leotatud kala ebaühtlase soolsusega: alumised kalaread on tavaliselt soolasemad kui ülemised. Selle põhjuseks on, et kalast difundeeruv sool tekitab soolalahuse, mille erikaal on suurem kui magestajal. See lahus langeb kala alumistesse kihtidesse. Vannis kala peal asetsev magestaja kiht ei ole aktiivne ega avalda tunduvat mõju leotamise protsessile.

Et saavutada kala ühtlasemat magestumist, tehakse leotamise

protsessi käigus vaheajad. Selleks kallatakse vannist vesi ära ja kala jäetakse teatavaks ajaks ilma magestajata. Leotamise vaheaegadel toimub kala lihas soola ümberjaotus ja seega langeb kala sisemiste kihtide soolsus ilma väliskihtide liigse magestumiseta. Seda operatsiooni tuleb üksikutel juhtudel (kui pooltoode on kõrge soolsusega) korrata mitu korda.

Leotamise protsessis toimub kala lihas järkjärguline soolalahuse kontsentratsiooni langemine kala pinnalt tema sisemiste kihtide poole ja kala lihast orgaaniliste ainete eraldumine (peamiselt valkained). Minejevi ja Jurkini [117] järgi moodustavad lämmastikainete kaod 3,5—14% nende esialgsest sisaldusest kalas. Kadude suurus oleneb soolatava toorkala kvaliteedist, soolase pooltoote kvaliteedist ja selle soolasisaldusest. Kalal, mis on soolatud sügava autolüüsi staadiumis, on lämmastikainete kaod suuremad kui kalal, mis on soolatud surmakangestuse staadiumis.

Peale selle toimub leotamise protsessis kalaliha tursumine ja tema kaalu suurenemine. Teiste võrdsete tingimuste juures ta on pöördvõrdeline rasva sisaldusega lihas. Rasvastel kaladel moodustab kaalu juurdekasv 2—7%, keskmise rasvasusega kaladel 5—12% ja lahjadel kaladel 7—18%.

Kala leotamisel toimub kahe keskkonna vastastikune mõjutus — vesi ja soolalahus, mis on lahutatud kala naha- ja sidekoega. Bromley [15] tööde kohaselt tungib vesi septide ja koheda sidekoe kaudu lihaskoe sügavatesse kihtidesse. Toimub valkude tursumine ja esmajärjekorras sidekoe (endomüüsiumi täitumine veega. Tunginud septide ja endomüüsiumi kiudude kaudu, vesi järk-järgult küllastub soolast. Sool difundeerub sügavatest kihtidest kala pinna poole samade teede kaudu.

Joonisel 133 (G. F. Bromley järgi) on näidatud vobla lihaskoe histoloogilised lõiked, mis on võetud erinevast sügavusest ja võimaldavad otsustada leotamise kiiruse üle. Nelja tunni pärast tungis vesi lihaskoe kihtidesse, mis asuvad 5—9 mm sügavuses, 6 tunni pärast juba 9—13 mm sügavusse. Leotamise vaheaja momendiks tekivad pinnapealse lihaskoe osas laienenud valendikud. Seejuures võivad sügavamal asetsevad rakud, olenevalt leotamise kestusest, olla valendikuga või ka ilma. Leotamise vaheajal valendikud järk-järgult vähenevad, mis näitab, et niiskus tungib kala kere sügavamatesse kihtidesse või sarkolemmi kaudu lihaskiududesse.

Soolakala leotamist võib magestaja liigi järgi jaotada: vees, soolvees ja segaleotamiseks, magestaja kasutamise viisi järgi aga läbivoolavas magestajas, mitteläbivoolavas magestajas ja kombineeritud leotamiseks.

Vees leotamine. Soolakala leotamine vees on kõige lihtsam ja tööstuses levinum leotamisviis. Tema olemus seisab selles,

et vanni asetatud teatud kogus soolakala valatakse üle mageda veega.

Leotamisprotsessi kestel vee magestamise võime langeb kalast soola veesse ülemineku arvel, mille tõttu vett on vaja perioodiliselt vahetada.

Selle leotamisviisi puuduseks on kalaliha väliskihtide väga intensiivne magestumine leotamise esimestel tundidel, mis soodustab lämmastikainete kadude suurenemist.

Soolvees leotamine. Selle leotamisviisi juures valatakse soolakala vannis üle nõrga soolveega (erikaal 1,05—1,10), mida leotamise protsessi kestel perioodiliselt vahetatakse uuega, sama või nõrgema kangusega. Soolvees leotamise juures kalaliha väliskihtide järsku magestumist ei toimu, s. o. kõrvaldatakse peamine puudus, mis on vees leotamise viisil. Soolvees leotamist tuleb kasutada soojal aastaajal, et vältida kala võimalikku hapendumist.

Segaleotamisviis. Sellel leotamisviisil on kaks teisendit:

1. Soolakala leotatakse alguses nõrgas soolvees, seejärel aga vees. Sel juhul ei toimu kalaliha väliskihtide järsku magestumist, millel on väga suur tähtsus, kui protsess kulgeb võrdlemisi kõrge temperatuuri juures ja kala võib kergesti rikneda.
2. Soolakala leotatakse alguses vees, siis aga soolvees. Sel juhul magestuvad leotamise algusel järsult liha välimised kihid, mis soodustavad soolalahuste osmootsete rõhkude vahe suurenemist kala välis- ja sisekihtides ja vastavalt kiireneb soola liikumine kala pinna poole.

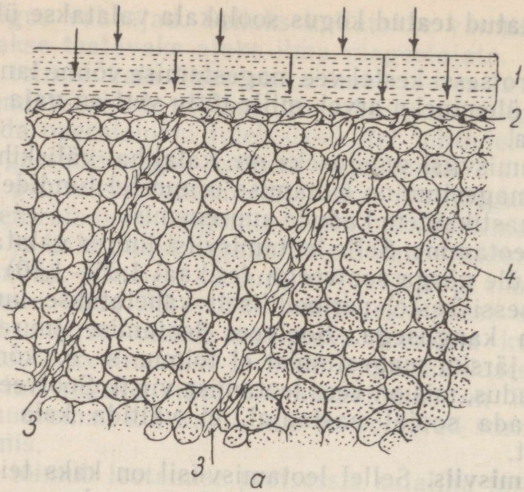
Järgnev leotamine sõltub peamiselt soolalahuse difusioonist lihas ja seepärast kasutatakse leotamise lõpul nõrka soolvett, et vältida kala väliskihtide edaspidist magestumist.

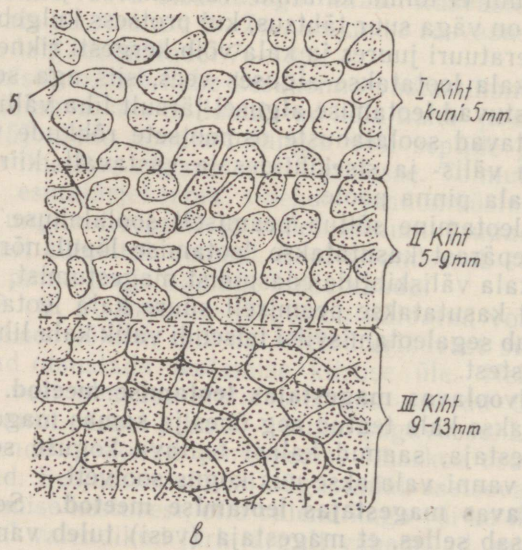
Segaviisi kasutatakse peamiselt suure kala leotamisel. Seejuures sõltub segaleotamisviisi teisendi valik kala liha soolsusest ja iseärasustest.

Mitteläbivoolavas magestajas leotamise meetod. Selle viisi juures hoitakse kala teatud aeg ühes ja samas magestajas, mispeale magestaja, saanud kalast teatava koguse soola, eemaldatakse ja vanni valatakse uus kogus soolvett.

Läbivoolavas magestajas leotamise meetod. Selle meetodi olemus seisab selles, et magestaja (vesi) tuleb vanni ja väljub sealt pidevalt. Leotamist läbivoolavas vees kasutatakse harva, harilikult tugevaltsoolatud pooltoote leotamiseks. Läbivoolav magestaja veidi kiirendab leotamise protsessi, kuid samaaegselt suurenevad orgaaniliste ainete kaod.

Kala leotamise kestus. Soolatud kala leotamise kestus sõltub kala mõõtmetest, tema rasva- ja soolasisaldusest, kala lahkamise viisist, magestaja temperatuurist ning magestaja ja kala kaalu vahekorrast.





Joon. 133. Leotamise mõju koe histoloogilisele struktuurile:

a — vee lihakihtidesse tungimise skeem; *b* — lihaskude peale 4-tunnilist leotamist; *1* — nahk; *2* — nahaalune rakukude; *3* — septid; *4* — lihaskiud; *5* — valendikud.

Kala suurus. Leotamise kestusele avaldab mõju peamiselt kala paksus.

Tab. 112 on Volga-Kaspia Trusti tööstuslike laboratooriumide

andmetel näidatud soolase dolgini heeringa ja kaspia pusanoki keemilise koostise muutumine leotamisel.

Tabel 112

Heeringa liik	Heeringa iseloomustus enne leotamist				Heeringa iseloomustus peale leotamist			Muutused leotatud soolakalas		
	keskmine kaal g	Keemiline koostis %			keskmine kaal g	Keemiline koostis %		kloornaatriumi kadu %	veekoguse suurenemine %	kaalu juurdekasv %
		rasv	sool	vesi		sool	vesi			
Dolgini heeringas	494	6,5	17,4	53,8	538	7,2	74,0	10,8	21,2	8,7
Kaspia pusanok	149	7,8	17,6	52,4	168	4,7	80,2	12,9	27,8	12,7

Tabel 112 andmetest on näha, et dolgini heeringas, mille rasvasus on võrdne kaspia pusanoki rasvasusega, kuid on temast suurem, kaotab leotamisel ühe ja sama aja kestel vähem soola ja suureneb vähem kaalus.

K a l a r a s v a s u s. Ühesuguste tingimuste juures kulgeb sama soolasisaldusega ja mõõtmetega lahja kala leotamise protsess kiiremini kui rasvase kala leotamisel.

K a l a a l g s o o l a s u s. Mida kõrgem on kala soolsus, seda rohkem, kõigi teiste ühesuguste tingimuste juures, on vaja aega tema leotamiseks ja seda rohkem ta suureneb kaalus.

K a l a l a h k a m i s e v i i s. Lahatud kala leotamise protsess, eriti kui temal on suur palja liha pind, teiste ühesuguste tingimuste juures, kulgeb kiiremini kui ümarkalal. Soomus ja nahk aeglustavad kala leotamise protsessi.

M a g e s t u s v e d e l i k u t e m p e r a t u u r. Magestaja temperatuuri tõusmisel suureneb soola kalast eemaldumise kiirus, kuna osmootne rõhk on proportsionaalne absoluutse temperatuuriga (vaata peatükk V). Praktilises töös ei ole sellel momendil olulist tähtsust, kuna kala leotamine toimub harilikult 5 kuni 12° temperatuuriga vees; kõrgema temperatuuri juures kala kvaliteet langeb.

M a g e s t u s v e d e l i k u k a a l u j a k a l a k a a l u v a h e k o r d. Mida rohkem on magestajat, seda aeglasemalt tõuseb temas soola kontsentratsioon ja seda kauem säilib tema aktiivsus. Praktilises töös see moment ei oma olulist tähtsust, kuna on võimalik magestajat alati vahetada. Tunduvalt suurendada magestaja kaalu võrreldes kala kaaluga ei ole otstarbekohane, kuna see toob endaga kaasa vanni mahu ebaratsionaalse kasu-

tamise, kusjuures leotamise kiirus eriti ei suurene. Kõige vastuvõetavamaks kala kaalu ja magestaja kaalu vahekorraks võib lugeda 1 : 1, äärmisel juhul 1,5 : 1.

Suurte ja väikeste kalade leotamise erinevused. Sõltuvalt soolasisaldusest ning kudede histoloogilistest ja keemilistest iseärasustest teostatakse suurte kalade leotamist mitmel viisil.

Leotamisel mitteläbivoolavas magestajas pannakse suur soolakala vanni kuni 70 cm kõrguse kihina. Tugevaltsoolatud pooltooteid on parem leotada algul 4—5 tundi nõrgas soolvees, siis aga peale vaheaega (mitte üle 2 tunni) jätkata leotamist vees, vaheaegadega ja vee vahetamisega 6—10 tunni järel.

Kala leotamisel kombineeritud viisil pannakse kala vanni, mis siis täidetakse veega; vett vanni andva toru ventiil suletakse, kanalisatsiooniava siiber tünni põhjas aga pisut avatakse. Veekogus, mis läbib vanni ristlõike, ei pea ületama 1 m^3 tunnis, kusjuures vee tase vannis peab jääma püsivaks. Leotamise kestus läbivoolavas vees ei pea ületama 6 tundi. Siis kallatakse vesi vannist ära ja peale vaheaega jätkatakse leotamist mitteläbivoolaval viisil. Kombineeritud leotamisviisi on vaja kasutada üle 12% soolasisaldusega pooltoote leotamiseks.

Leotamiseks võib kala üles riputada lattidele, nii et üksikud kalad ei puutuks kokku. Latid asetatakse vanni äärtele; lattidele riputatud kala peab täiesti ulatuma vette.

Võrreldes lahtiselt leotamisega on suure kala leotamine ülesriputatult täiuslikum, kuid töömahukus ja vanni mahu tähtsusetu kasutamine teevad selle viisi vähekasutatavaks tööstuses. Seda tuleb kasutada suurte kalade (tuurlased, nelma, keta jt.) leotamisel, mis suunatakse delikatess-suitsukalatoodete (balõkktoodete) valmistamiseks.

Selle leotamisviisi eeliseks on see, et sool väljub kalast kiiremini ja ühtlasemalt, kuna kala on igast küljest ümbritsetud veega. Peale selle on olemas võimalus reguleerida kalakere üksikute osade leotamise astet.

Kalal on pikkuselt ebaühtlane ristlõikepind, seepärast leotuvad peenemad osad kiiremini kui paksud. Et saavutada ühtlast leotamist, riputatakse kala (tuura, nelma, keta jt. seljad) sabapidi sellise arvestusega, et mõni tund enne leotamise lõppu lastakse vannist osa vett välja ja sellega katkestatakse soola eraldumine (ehk väljumine) saba peenemast osast.

Väikest soolakala on tunduvalt raskem leotada kui suurt. See on seletatav sellega, et väike kala saabub töötlemisele tervikuna, kusjuures kala kõhuõõs leotamise kestel imab palju vett ja kõht muutub nõrgaks.

Isegi lühiaegsel üleajahoidmisel magestajas rebeneb kala kõht, mida tihti võib näha rasvaheeringal, latikal, voblal ja teistel kaladel. Peale selle suureneb kestva leotamise juures soo-

musekadu, mis on ebasoovitav paljude kalade suitsutamisel, kuna halvendab valmistoote välimust.

Väikest kala leotatakse harilikult lahtiselt vees või nõrgas soolvees, leotada teda ülesriputatult lattidel on kahjulik ja tehnoloogiliselt mitteotstarbekohane, kuna reguleerida leotamisastet kala pikkuselt tema väikeste mõõtmete tõttu ei ole vajalik ja on praktiliselt võimatu.

Peamine tingimus, millest on vaja kinni pidada väikese kala leotamisel, on tema ümberlaadimiste kõrvaldamine mehaaniliste vigastuste vältimiseks. Sellepärast leotamise kestel vannis kala ümberladumist (kantovkat) ei tehta.

Kala alumiste ridade muljumise ärahoidmiseks ei tohi leotatava kalakihi kõrgus ületada 50 cm.

Vee valamisel kalaga täidetud vanni tuleb vesi juhtida kala kihile asetatud lauale või kasutada mõnda muud abinõu, mis hoiaks ära kala mehaanilised vigastused. Väikeste ja keskmiste mõõtmetega kala leotamisel tuleb teha vaheaeg võimalikult tihti, umbes iga 3—4 tunni tagant kuni kaheks tunniks.

Keskmise mõõtmetega kala harilikult leotatakse samuti nagu väikest kala, kuid sellise kala kihi kõrgust vannis võib suurendada kuni 70 cm.

Viimastel aastatel on Glavmjässorõbtorgi paljudes tööstustes levinud keskmiste mõõtmetega kala leotamine terasvarrastel (šompolitel). Enne leotamist lükitakse kala läbi silmade terasvardale läbimõõduga 4 mm, mille üks ots on terav ja teises otsas on silm. Seejärel asetatakse kala vannidesse seljaga allapoole ja leotatakse. Terasvarraste kasutamine kiirendab tunduvalt kala vannipanemist ja väljavõtmist, samuti lühendab leotamiskestust, kuna kalaplokk terasvarrastel kujutab endast vannis küllalt kohedat massi.

Kala leotamise lõpp tehakse kindlaks organoleptilisel teel või keemilise analüüsi abil kala soolsuse kindlaksmääramisega. Leotatud kala on käega katsumisel pehme, jälg näpuga vajutamisest kala seljale ei kao kaua.

Kalade ülesriputamine

Et saavutada ühtlast veetustamist ja suitsuga immutamist, suitsutatakse kala ülesriputatud asendis. Kala õigel ülesriputamisel on suur tähtsus tema edaspidisel töötlemisel. On olemas mitu viisi külmsuitsutamiseks määratud kalade ülesriputamiseks (joonis 134).

Ülesriputamine konksudele. Selleks kasutatakse latte ristlõikega 30—40 mm ja pikkusega 1000—1200 mm, millede vastaskülgedele on asetatud peenest terastraadist teravate otstega konksud, kusjuures konksude kaugus üksteisest on 40—70 mm.

Kala ülesriputamine seisab selles, et peale leotamist riputatakse kala konksude otsa läbi silmade, kuklaluud- või sabaotsapidi. Kala riputamine kuklaluudpidi on täiuslikum viis; selle juures väheneb kala kokkupuutepind latiga, mis on väga tähtis, kuna kokkupuutumise koht ei suitsu läbi.

Kala riputamisel tuleb teda võtta peadpidi. Kui pea on kergelt eraldatav kere küljest, siis kala riputatakse sabapidi. Seda viisi soovitatakse kasutada kalade juures, mida suitsutatakse tervikuna (eriti kui on toituv kala), samuti ka selleks, et vähendada rasvakadusid ja et mõnedel kaladel (vimb jt.) soomus ei tõmbuks turri.

Sabapidi riputamise puuduseks on aeglane vee eemaldumine lõpustest, mis soojal ajal suurendab kala nakatumise ohtu munevate kärbeste vastsetest, kes panevad oma munakesi niisketesse lõpustesse.

Mõnedes tööstustes riputatakse kala konksudele järgmiselt (N. T. Beresini järgi). Kala leotamise vanni otstesse pannakse eri alused ja nende peale asetatakse latid. Töölised seisavad kummalgi pool vanni ja riputavad kala üheaegselt lati mõlemale poolele. Et töölistel ei tuleks kummarduda, kinnitatakse vanni valepõhi neljast nurgast nööri abil vastukaaluga ja selle abil tõstetakse põhi koos kalaga järk-järgult üles, vastavalt pealmiste kalakihtide väljavõtmisele. Vett ei ole vaja vannist välja lasta, kuna kala ja resti on sel juhul kergem tõsta. Protsessi selline organiseerimine tõstab tunduvalt töötootlikkust ja parandab toote kvaliteeti — õrna, pehmenenud kala ei ole vaja peale leotamist ümber paigutada.

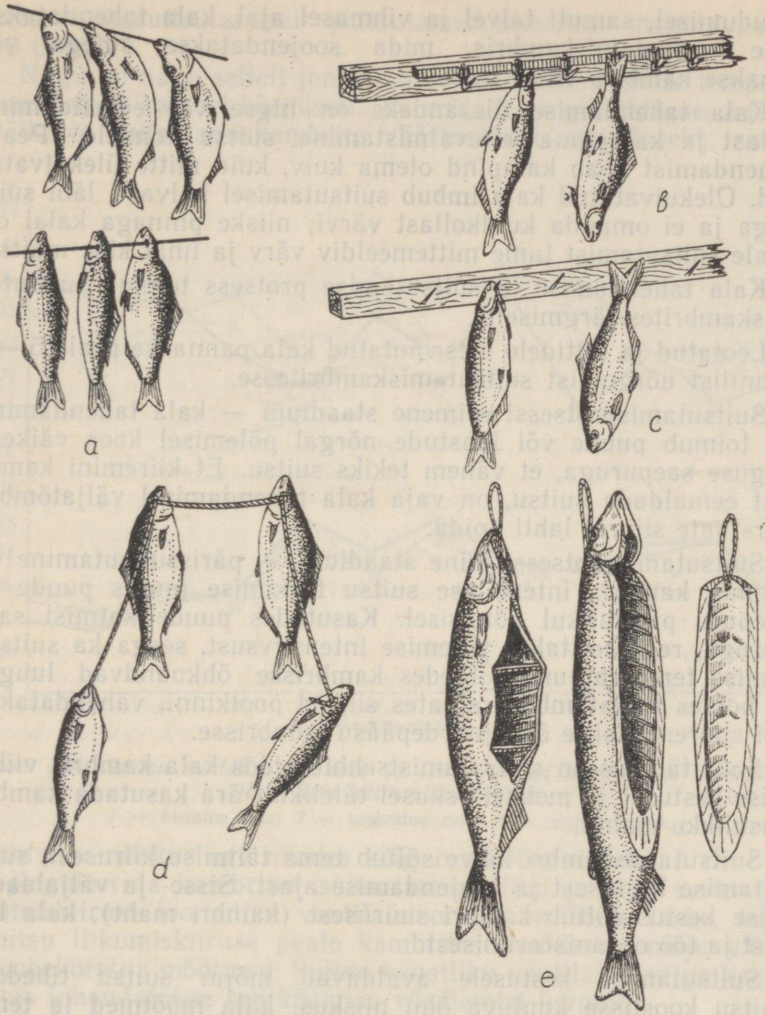
Ülesriputamine nöörile. Seda ülesriputamise viisi kasutatakse suurte ja keskmiste mõõtmetega kalade ülesriputamisel. Praagi (soomuse vigastamine, lõpuskaante purunemine, pea eraldumine kerest) ärahoidmiseks riputatakse kalad üles enne leotamist.

Ülesriputamisel tõmmatakse nöör läbi silmade või kalaliha sabaosa. Kindlam on kala üles riputada sabavartpidi, õmmeldes teda läbi nööriga 2—3 cm kaugusel enne soomuskatte lõppu.

Suur kala riputatakse üles ühekaupa lati konksule nööri aasa pidi. Keskmiste mõõtmetega kala, pikkusega kuni 35 cm, riputatakse üles kahekaupa niisuguse arvestusega, et kummalegi poole latti jääb üks kala.

Väikesi kalu, pikkusega kuni 10 cm, võib riputada üles 4—6 kaupa ja rohkem, jättes üksikute eksemplaride vahele teatud vahe.

Ülesriputamine metallvarrastele. Seda viisi kasutatakse väikeste kalade ülesriputamisel. Kala lükitakse 3—4 mm läbimõõduga ja 600—800 mm pikkusega metallvarrastele läbi silmade



Joon. 134. Külmsuitsutamiseks kalade ülesriputamise viisid:
a — ülesriputamine varrastele; *b* — ülesriputamine konksudele; *c* — ülesriputamine naeltele; *d* — ülesriputamine nöörile; *e* — suurte kalade sidumine.

või lõpuspilude ja suu ning asetatakse siis raamidele ja suunatakse suitsutamiskambrisse.

Suitsutamine

Enne suitsutamist tahendatakse kala nagidel või erilistes kuivatusahjudes temperatuuris mitte üle 30°. Kuivatusahjude

puudumisel, samuti talvel ja vihmasel ajal, kala tahendatakse otse suitsutamiskambris, mida soojendatakse sütega või tehakse kambris väike tulelõke.

Kala tahendamise ülesandeks on liigse vee eemaldamine kalast ja kalapinna ettevalmistamine suitsu toimele. Peale tahendamist peab kalapind olema kuiv, kuid mitte ülekuivatatud. Ülekuivatatud kala imbub suitsutamisel halvasti läbi suitsuga ja ei omanda kuldkollast värvi; niiske pinnaga kalal on peale suitsutamist tume mittemeeldiv värv ja lihal kibe maitse.

Kala tahendamise ja suitsutamise protsess toimub suitsutamiskambrites järgmiselt.

Leotatud ja lattidele ülesriputatud kala pannakse peale 5—6-tunnilist nõrgumist suitsutamiskambritesse.

Suitsutamisprotsessi esimene staadium — kala tahendamine — toimub puude või laastude nõrgal põlemisel koos väikese koguse saepuruga, et vähem tekiks suitsu. Et kiiremini kambrist eemaldada suitsu, on vaja kala tahendamisel väljatõmbekorstnate siibrid lahti hoida.

Suitsutamisprotsessi teine staadium — pärissuitsutamine — toimub kambris intensiivse suitsu tekkimise juures puude ja saepuru puudulikul põlemisel. Kasutades puude katmist saepuruga, reguleeritakse põlemise intensiivsust, seega ka suitsutamise temperatuuri; sulgedes kambrisse õhkuandvad luugid ja hoides väljatõmbekorstnates siibrid poolkinni, vähendatakse või suurendatakse õhu juurdepääsu kambrisse.

Suur tähtsus on suitsutamistsehhide töös kala kambris viibimise kestusel ja meistri oskusel täielikult ära kasutada kambri kasulikku mahtu.

Suitsutamiskambri käive sõltub tema täitmise kiirusest, suitsutamise kestusest ja tühjendamise ajast. Sisse- ja väljalaadimise kestus sõltub kambri suurusest (kambri maht), kala liigist ja töö organiseerimisest.

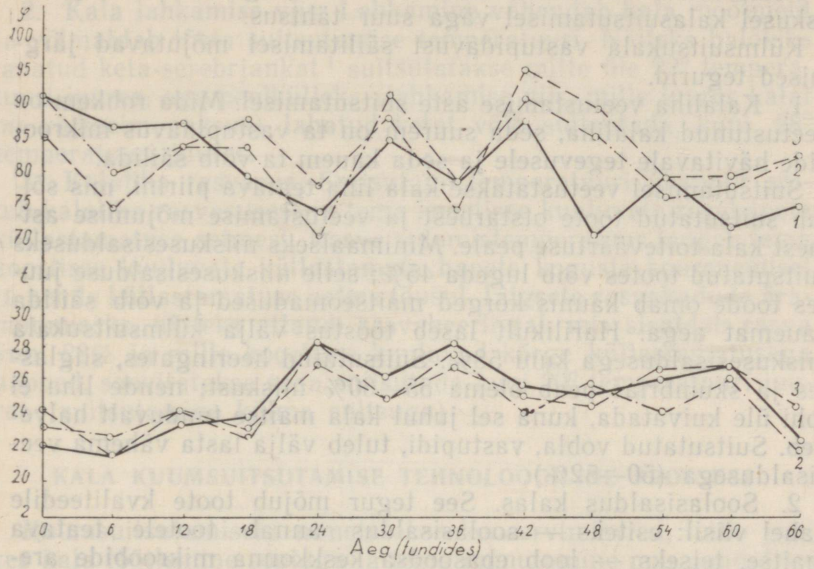
Suitsutamise kestusele avaldavad mõju: suitsu tihedus; suitsu koostisse kuuluva õhu niiskus; kala mõõtmed ja tema pinna seisund; kambri konstruktsioon ja suitsutamisprotsessi organiseerimine.

Suitsutamiskambri maht jaotatakse järgmisteks osadeks: suitsutekkimise tsoon, kambri põranda ja alumiste kalaridade vaheline ruum, milles puude ja saepuru hõõgumisel tekkiv suits enne ülestõusmist seguneb õhuga, ja suitsutamistsoon, s. o. kambri ruum, kuhu pannakse kala; seda tsooni võib nimetada kambri tööruumiks, kuna temas toimub kala suitsutamine.

Joonisel 135 on näidatud õhu (suitsu) suhtelise niiskuse ja temperatuuri muutused kalaridade järgi (suitsuimamise tsoon)

keta külmsuitsutamisel suitsutamiskambrites mahutavusega 10 ts kala [1].

Nagu on näha sellelt jooniselt, on keta suitsutamise temperatuurirežiim kambri kõrguselt (kalaridade järgi) ühtlane, mis on väikeste suitsutamiskambrite väärtuslikuks omaduseks, suitsu



Joon. 135. Suitsu suhtelise niiskuse ja temperatuuri muutumine kalaridade järgi keta külmsuitsutamisel:

1 — ülemine rida; *2* — keskmine rida; *3* — alumine rida.

suhteline niiskus aga nendes kõigub suurtes piirides.

Reguleerida kambrites suitsutamisrežiimi ja eriti suitsu liikumiskiirust loomuliku ventilatsiooniga on üsna raske, kuna suitsu liikumiskiiruse peale kambrites avaldavad mõju väljatõmbekorstna mõõtmed. Suitsu kunstliku ventilatsiooniga kambrites lahendatakse see küsimus võrdlemisi kergelt.

Suitsu (õhu) niiskus sõltub välisõhu niiskusest ja temperatuurist, suitsutamistemperatuurist ja kütuse niiskusest. Kõrgendatud veesisaldusega puude ja saepuru põletamisel tõuseb puust aurava vee arvel suitsu (õhu) niiskus kambrites. Suitsu kõrgendatud niiskuse juures aeglustub, mõnikord aga ka katkeb täiesti kala tahendamise protsess. Sel juhul kala ainult suitsub, aga ei kuiva, mis halvendab toote kvaliteeti, mõnikord aga toode isegi rikneb.

[1] Katsete läbiviimisest võtsid osa sm-d. Poljakova, Nikolskaja, Novikova ja Kozlova (Ozerpahhi Kalakombinaat).

Kõrgendatud niiskusega puude põletamisel on eriti tähtis, et kambrissepanemisel oleks kalal kuiv (tahenenud) pind. Kala lahkamine kiirendab suitsutamisprotsessi.

Väga suur tähtsus on kambri konstruktsioonil, eriti õhu sisse- andmis- ja väljatõmbeseadeldiste asetusel ja ehitusel.

Peale selle on suitsutamismeistri töökogemustele rajatud oskusel kalasuitsutamisel väga suur tähtsus.

Külmsuitsukala vastupidavust säilitamisel mõjutavad järgmised tegurid.

1. Kalaliha veetustamise aste suitsutamisel. Mida rohkem on veetustunud kalaliha, seda suurem on ta vastupidavus mikroobide hävitavale tegevusele ja seda kauem ta võib säilida.

Suitsutamisel veetustatakse kala liha teatava piirini, mis sõltub suitsutatud toote otstarbest ja veetustamise mõjumise astmest kala toiteväärtuse peale. Minimaalseks niiskusesisalduseks suitsutatud tootes võib lugeda 45%; selle niiskusesisalduse juures toode omab kaunis kõrged maitseomadused ja võib säilida kauemat aega. Harilikult laseb tööstus välja külmsuitsukala niiskusesisaldusega kuni 58%. Suitsutatud heeringates, siiglastes ja skumbrias peab olema 55—60% niiskust; nende liha ei tohi üle kuivatada, kuna sel juhul kala maitse tunduvalt halveneb. Suitsutatud vobla, vastupidi, tuleb välja lasta vähema veesisaldusega (50—52%).

2. Soolasisaldus kalas. See tegur mõjub toote kvaliteedile kahel viisil: esiteks — soolasisaldus annab tootele teatava maitse, teiseks — loob ebasoodsa keskkonna mikroobide aremiseks, mis pikendab toote säilitamise aega.

Normaalselt valmistatud külmsuitsukalas kõigub soolasisaldus 6 kuni 12% piirides. Külmsuitsutamise kehtiva tehnoloogilise protsessi juures on raske saada produkti soolasisaldusega alla 6%, kuna pooltoode rikneb töötlemise ajal. Suitsukala soolasisaldusega üle 12% ei ole vaja valmistada, kuna sel puhul halveneb tema maitse ja kaubaline välimus.

3. Kala kudede immutamine gaasitaoliste suitsuainetega. Puu puudulikul põlemisel tekkiva suitsu koostisse kuuluvad keemilised ained on nõrkade antiseptikumide omadustega ja peale selle annavad tootele erilised maitseomadused.

Suitsutamisprotsessis osa fenoole ja suitsu teisi aineid difundeeruvad kala pinnalt liha sügavamatesse kihtidesse.

Suitsutamise temperatuurirežiimi valik sõltub järgmistest teguritest.

1. Kala liha histoloogilise ehituse iseärasused. Lõhilasi suitsutatakse harilikult 18—28° temperatuuri juures, kuna suitsutamine kõrgema temperatuuri juures kutsub esile kvaliteedi languse (hapnemine, aurutamine). Õrn kihiline lõhilaste liha, suure nahaaluse rasvakihiga ja tähtsusetu lihastevaheliste luude-

kogusega, on eriti tundlik kõrgendatud temperatuuride mõjutusele.

Soomkala (latikas, sasaan, nurg [taran], vobla jt.) peavad vastu suitsutamisel kõrgemale temperatuurile kui lõhilased, kuna nende liha, mis on kinnitatud lihastevaheliste luudega, ei ole nii õrn, nahaalust rasva aga peaaegu ei olegi.

2. Kala lahkamise viis. Lahkamine vähendab kala mõõtmeid ja võimaldab tõsta suitsutamise temperatuuri. Näiteks balõkiks lahatud keta-serebrjankat [1] suitsutatakse mitte üle 22° temperatuuri juures, aga poolküljeks (lahkamise viis, mille juures kalal on väikseim paksus) lahatud ketat võib suitsutada kuni 28° temperatuuri juures.

3. Kalaliha rasvasus. Suitsutamistemperatuuri ülempiir sõltub kalaliha rasvasusest ja tema koostisse kuuluvate rasvhapete küllastamatuse astmest. Rasva sulamistemperatuur langeb tema koostisse kuuluvate küllastamata hapete koguste suurenemisel ja nende küllastamatuse astme tõusul. Liigsete rasvakadude ärahoidmiseks, näiteks atlandi rasvaheeringal, mis sisaldab rasva kuni 28% ja mille koostisse kuuluvad kõrge küllastamatusega happed, soovitatakse seda suitsutada kuni 20° temperatuuri juures (suitsutamine külma suitsuga).

KALA KUUMSUITSUTAMISE TEHNOLOOGILINE PROTSESS

Kuumsuitsutamiseks nimetatakse konservimisviisi, mille juures kala töötlemine soojaga ja tema immutamine puu puuduliku põlemise produktidega toimub kõrge temperatuuri juures — üle 60°. Kuumsuitsutamisel on ainsaks konservimisagendiks kuni 60—170° soojendatud õhk, mis avaldabki steriliseerivat mõju. Teised tegurid (tähtsusetu sooldumine ja tahendamine) praktiliselt ei ole konservandid.

Kuumsuitsukala valmistamise tehnoloogilise protsessi skeem on toodud joonisel 136.

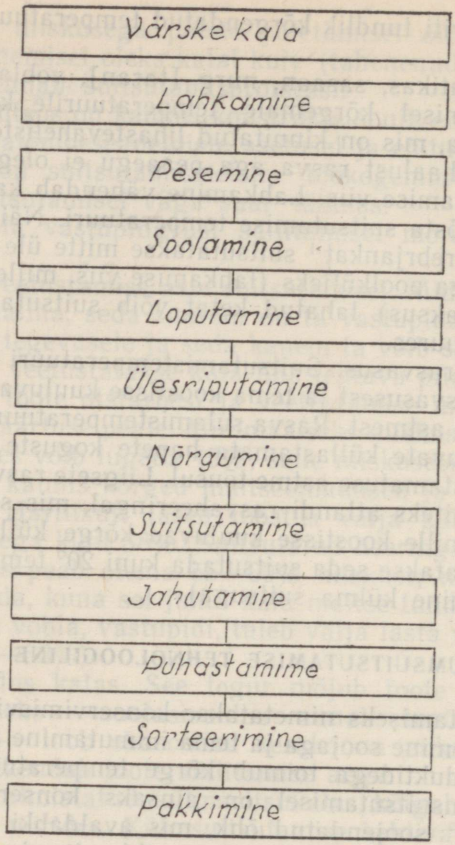
Üksikute operatsioonide täitmise vajadus sõltub kala liigist, aastaajast ja teistest põhjustest. Näiteks väikeste ja keskmiste mõõtmetega kala (kefaal, nugakala, omul, siig, latikas jt.) ei ole otstarbekohane lahata kuumsuitsutamiseks.

Kala lahkamine

Selle operatsiooni olemust on üksikasjaliselt käsitletud peatükis «Kala soolamine». Kuumsuitsutamisel keskmist ja väikest kala võimaluse korral ei lahata, kuna sel juhul suitsutatud kala

---

[1] Keta-serebrjanka — kala ilma nn. «pulmarüüta» keha pinnal.



Joon. 136. Värskest kalast kuumsuitsutoodete valmistamise tehnoloogiline skeem.

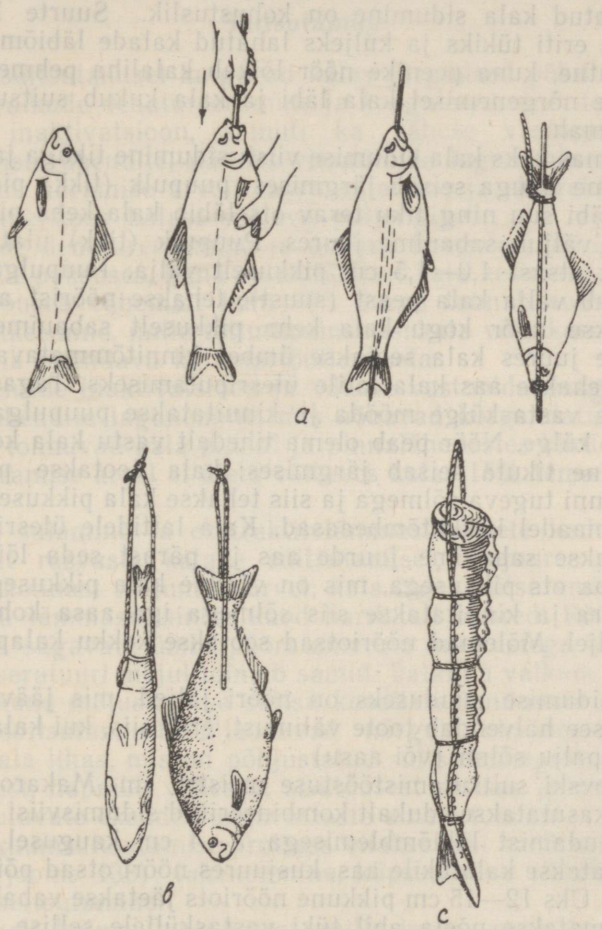
liha on mahlakam (eemaldatakse vähem niiskust). Suur kala — tuurlased (beluuga, kaluuga), säga, zubatka lahatakse küljeks, tükiks jne. Lahkamata ja lahatud kala pestakse hoolikalt.

Kala soolamine

Kuumsuitsutamiseks määratud kala soolatakse ainult selleks, et anda kalale vastavaid maitseomadusi. Soolasisaldus kalas peale soolamist ei pea ületama 3%; optimaalseks soolasisalduseks võib lugeda 2%. Kuumsuitsutamiseks ettenähtud kala soolamist teostatakse peamiselt soolvees erikaaluga 1,14—1,18. Kalaliha pinnakihtide ülesoolamise ärahoidmiseks ei ole soovi-

tav kasutada kangemat soolvett. Kala ja soolvee suhe on 1 : 1. Soolvee kasutamine üle kahe korra ei ole soovitav.

Kala sooldumisprotsessi kiirustamiseks ja soomuse kinnita-



Joon. 137. Kuumsuitsutamiseks kasutatava kala ülesriputamise viisid:
a — tikuga sidumine; *b* — läbiõmblemine; *c* — sevrjuuga sidumine.

miseks kasutatakse tööstustes siiglaste soolamisel kuivsoolamist, latika soolamisel aga segasoolamist.

Mustuse ja soolvee kõrvaldamiseks kala pinnalt peab kala pärast sooldumist tingimata pesema.

Kala sidumine

Suitsutamiskambrisse ülesriputamiseks kala seotakse vastavalt või õmmeldakse läbi nööriga (joonis 137). Tükiks ja küljeks lahatud kala sidumine on kohustuslik. Suurte lihavate kalade ja eriti tükiks ja küljeks lahatud kalade läbiõmblemine on riskantne, kuna peenike nöör lõikab kalaliha pehmenemisel ja kudede nõrgenemisel kala läbi ja kala kukub suitsutamisel lattidelt maha.

On olemas kaks kala sidumise viisi: sidumine tikuga ja tikuta.

Sidumine tikuga seisab järgmises: puupulk (tikk) pistetakse kalasse läbi suu ning tiku terav ots läbib kala keha piki selgroogu ja väljub sabauime juures. Puupulk (tikk) ulatub kala mõlemast otsast 1,0—1,5 cm pikkuselt välja. Puupulga otsas, mis ulatub välja kala peast (suust), tehakse nöörist aas. Siis tõmmatakse nöör kogu kala keha pikkuselt sabauimeni, kus sabavarre juures kala seotakse ümber kinnitõmmatava silmusega ja tehakse aas kala latile ülesriputamiseks. Tagasi läheb nöör kala vastaskülge mööda ja kinnitatakse puupulga (tiku) nüri otsa külge. Nöör peab olema tihedalt vastu kala keha.

Sidumine tikuta seisab järgmises: kala seotakse pealõikekohast kinni tugeva sõlmega ja siis tehakse kala pikkuselt 5—10 cm vahemaadel kokkutõmbeaasad. Kala lattidele ülesriputamiseks tehakse sabauime juurde aas ja pärast seda lõigatakse nööri vaba ots pikkusega, mis on võrdne kala pikkusega, kere küljest ära ja kinnitatakse siis sõlmega iga aasa kohal keha vastasküljel. Mõlemad nööriotsad seotakse kokku kalapea otsa juures.

Kala sidumise puuduseks on nööri jäljed, mis jäävad kala pinnale; see halvendab toote välimust, eriti siis, kui kala pinnal on väga palju sõlmi (või aasu).

Habarovski suitsutamistööstuse meistri sm. Makarovi ettepanekul kasutatakse edukalt kombineeritud sidumisviisi — sidumise ühendamist läbiõmblemisega. 3—4 cm kaugusel otsalõikest asetatakse kalatükile aas, kusjuures nööri otsad põimitakse üks kord. Üks 12—15 cm pikkune nööriots jäetakse vabaks, teine aga tõmmatakse nõela abil tüki vastasküljele sellise arvestusega, et ta väljuks sõlme juures, kus nööriotsad seotakse kokku tüki otsalõike peal. Selle sidumisviisi juures nöör, millega kalaliha on läbi õmmeldud, ei saa suuremal osal kaladest liha läbi lõigata, kuna seda takistab sõlm.

Makarovi meetodit võib kasutada kuumsuitsutoodete valmistamisel tihke lihaga kalast. Seda meetodit ei soovitata kasutada kuumsuitsutoodete valmistamisel eriti õrna liha konsistentsiga kaladest (siig jt.), kuna nöör lõikab liha läbi.

Tihti tuleb suitsutada suurt peata kala (säga jt.). Sel juhul

lõigatakse pea ära, rinnauimed aga jäetakse kere külge; kala riputatakse üles läbiõmblemata, sidudes keret uimede juures ainult ühe sõlmega.

Suitsutamine

Kuumsuitsutamisel kulgevad kalas järgmised põhilised protsessid: valkude denatureerumine ja koaguleerumine; fermentide osaline inaktivatsioon, samuti ka vähese vastupidavusega orgaaniliste ühendite, näiteks vitamiinide lagunemine; osa vee kaotamine auramise arvel; rasva sulamine ja ekstraktiivainete eraldumine koos kalast väljuva puljongiga.

Valkude denatureerumine ja osaline koaguleerumine toimub kogu kala paksuses, kuna suitsutamisel kala keskpaigas temperatuur tõuseb vähemalt kuni 70°. Seega toimub suitsutamisel kala läbikeemine, mille tõttu kuumsuitsukala võib kasutada toiduks ilma täiendava kulinaartöötlemiseta.

Fermentide inaktivatsioon ja vähese vastupidavusega orgaaniliste ühendite lagunemine, mis nõuavad kõrgendatud temperatuure, toimuvad kala pinnal ja pinnalähedastes kihtides. Veekadu auramise arvel ei ületa väikeses kalas 15% tema algsisaldusest.

Rasva sulamine ja ekstraktiivlämmastikainete kadu toimub peamiselt rasvaste kalade suitsutamisel, seejuures peamiselt kala sisikonnast väljumise arvel; kala õigel suitsutamisel ei ole rasva- ja lämmastikainete kaod harilikult suured. Rööbiti liha valguosa sügavate ümberpööratamatute muutustega kõrgendatud temperatuuri mõjul toimub samuti kalaliha valkude ja rasva vastastikune mõjustamine suitsu koostisse kuuluvate ainetega.

Kuumsuitsutamisel väljenduvad nõrgalt oksüdeerumisprotsessid kala lihas, mis on põhjustatud suitsutamisprotsessi lühiajalisusest, hapniku vähesest sisaldusest suitsus ja tema koostisse kuuluvate oksüdeerumisvastaste ainete toimest.

Kala kuumsuitsutamise protsess viiakse läbi harilikult kolmes tsüklis (joonis 138): tahendamine, küpsetamine (läbikeetmine) ja pärissuitsutamine.

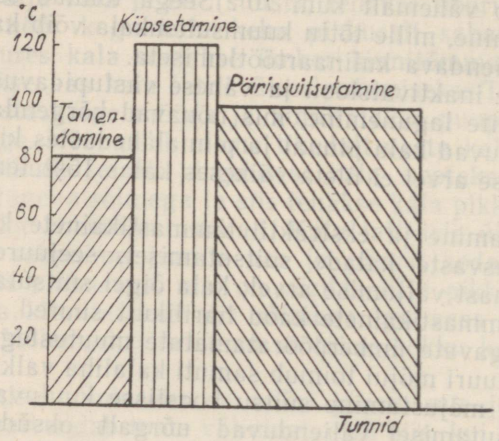
Erinevalt külmsuitsutamisest, mille juures on võimalik kala tahendada õhus või erikuivatusseadeldistes, kulgevad kuumsuitsutamise juures protsessi kõik staadiumid tingimata suitsutamiskambris.

Tahendamine. Kala tahendamine kuumsuitsutamisel viiakse läbi sihiga luua vajalikud tingimused suitsuosakeste sadestumiseks kala pinnale ja valgu kalgendumiseks kala pindmises lihakihis, et takistada vee auramist kalast, samuti kala liha osaliseks küpsetamiseks ja tahendamiseks, temale tahkema konsistentsi andmiseks ja sellega ka kala lattidelt varisemise vältimiseks.

Kala tahendamise ajal hoitakse kambris temperatuur 60—80° piirides, s. o. madalamal kui pärissuitsutamisel. Tahendamine kõrgema temperatuuri juures kui 80° alandab toote kvaliteeti, kuna kalaliha mahlakus langeb ning peale selle vee- ja rasvakaod suurenevad.

Tahendamine temperatuuri juures alla 60° mõjub samuti eitavalt suitsutatud toote kvaliteedile. Sel juhul ei ole võimalik küllalt kiiresti kalaliha välispinnakihist eemaldada vajalikku kogust vett, mille tagajärjel kala järgneva küpsetamise ja pärissuitsutamise ajal toimub liha liigne ülekeemine, kala välispind aga omandab määrdunud värvi.

Tahendamise protsess lõpetatakse, kui kala nahapind või kala liha (lõikepinnal) on kuiv, lõpused kuivad ja tõmbunud kaardu.



Joon. 138. Kuumsuitsutamise protsessi iseloomustus.

Küpsetamine. Küpsetamise peamine ülesanne on keeta kala liha, kuna järgnev staadium — pärissuitsutamine ei kesta kaua ja kulgeb võrdlemisi madala temperatuuri juures, mis ei ole küllaldane kala liha täielikuks läbikeetmiseks. Küpsetatakse kala kambris 110—140° temperatuuri juures, harilikult avatud uste, siibrite ja ventilatsioonsüsteemi juures. Küpsetamine ei kesta üle 20 min. ning sõltub kala mõõtmetest ja tema liha omadustest, samuti ka õhu suhtelisest niiskusest. Nagu näitasid O. P. Gretskaja tööd, on suhtelisel niiskusel küpsetamise ja pärissuitsutamise ajal suur tähtsus, kuna sellest sõltuvad kala kahanemise ja õhust soojuse kalale üleandmise koefitsiendi suurus.

Tahendamisel ja küpsetamisel on suur tähtsus kui operatsioo-

nidel, mis valmistavad ette kala pinda suitsutavate ainete sadestumiseks. Nende sadestumisel juba keedetud liha pinnale omandab kala suitsukala iseloomustava spetsiifilise lõhna, maitse ja värvi.

Pärissuitsutamine. Pärissuitsutamine järgneb vahetult peale kala küpsetamist ja viiakse läbi harilikult 90—110° temperatuuri juures.

Sel perioodil kõrvuti temperatuuri langusega kambris suurendatakse suitsu andmist kala juurde. Kala pärissuitsutamise põhiliseks ülesandeks on tootele meeldiva välimuse ja lõhna andmine. Ühes sellega lõpeb sel perioodil kalaliha küpsetamine, toode saab täiesti valmis, samuti aga toimub ka kala tähtsusetu konservimine suitsu antiseptilise toime arvel. Kõrge õhutemperatuur suitsutamiskambris ühenduses suitsu antiseptilise toimega soodustavad seda, et suitsutamisprotsessi kestel suurel määral, mõnikord aga täiesti hävitatakse kala pinnal ja lihas olev mikrofloora.

Pärissuitsutamise kestus sõltub kala liigist, tema pinna seisundist, samuti ka suitsu temperatuurist, suhtelisest niiskusest ja tirkulatsioonist suitsutamiskambris.

Suitsukogust suitsutamiskambri töömahu ühikus nimetatakse suitsu kontsentratsiooniks. Mida suurem on suitsu kontsentratsioon, seda rohkem tema koostisosadest sadestub kala pinnale ajaühikus. Siiski ei soovitata suitsutada kala väga paksu suitsuga, kuna sel juhul tema peale sadestuvad suures koguses suitsukomponendid, mis annavad tootele kibeda kõrvalmaitse.

Kala pinna seisukord avaldab mõju mitte ainult suitsutamise kiirusele, vaid ka suitsutatud kala pinna värvusele. Liiga kuivale kalapinnale sadestub suits aeglaselt, kusjuures kalapind omandab kahvatu helekollase värvi. Niiskele pinnale sadestub suits tunduvalt kiiremini, sel juhul aga kalapind omandab liiga tumeda värvi, andes kalale mittemeeldiva, määrdunud välimuse.

Tabelis 113 on toodud suitsutatud räime liha keemilise analüüsi tulemused, mis näitavad kala suitsuainetega immutamise astme ja pärissuitsutamise-eelse kala seisukorra vahelist sõltuvust (O. P. Gretskaja järgi).

Tabeli andmetest on näha, et mida rohkem on kuivatatud kalaliha pinnakihte enne suitsutamist, seda vähem sisaldab suitsutatud kala liha puu põlemissaadusi. Pooltoote normaalseks seisundiks pärissuitsutamise eel (peale küpsetamist) tuleb lugeda teine juht, s. o. kui liha on juba läbikeenud, kalapind aga kergelt kuivanud.

Õhu suhtelist niiskust suitsus hakati suitsutamistööstuses arvestama alles viimastel aastatel (peale O. P. Gretskaja töid). Nagu näitavad tab. 114 andmed, on sel teguril kuumsuitsutamise protsessis väga suur tähtsus.

Tabel 113

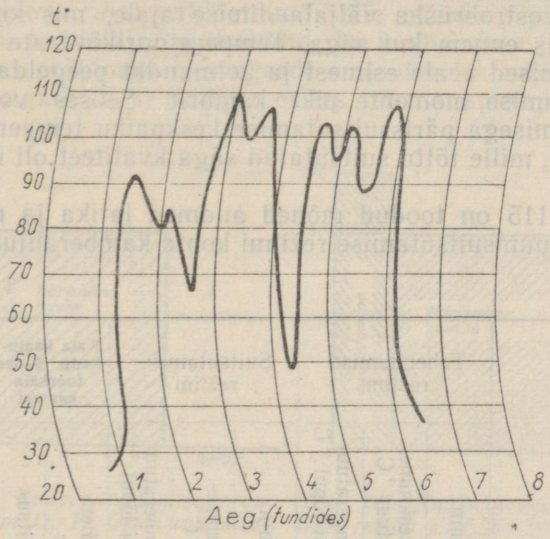
Kala seisukord peale küpsetamist (pärissuitsutamise eel)	Niiskusesisaldus räime lihas %-des		Puu põlemissaaduste sisaldus suitsuräime lihas			
	peale küpsetamist	peale pärissuitsutamist	üldhappesus ümberarvestatult äädikhappele %	lenduvad happed ümberarvestatult äädikhappele %	fenoolid mg-des 100 g kuivaine kohta	aldehüüdid ja ketoonid mg-des 100 g kuivaine kohta
Liha läbikeedetud, kalapind (nahk) kõvasti ülekuivatatud	65,0	64,4	0,21	0,03	4,2	2,2
Liha läbikeedetud, kalapind (nahk) nõrgalt kuivatatud	69,0	68,2	0,24	0,11	16,3	5,0
Liha läbikeedetud, kalapind (nahk) niiske	69,0	68,6	0,24	0,15	23,8	7,1
Kontrollproov — toores kala	74,0	67,0	0,36	0,33	45,5	11,5

Tabel 114

Kala (räim) seisukord pärissuitsutamise eel	Õhu keskmine suhteline niiskus suitsus %-des	Puu põlemisainete sadestumine 1 tunni suitsutamise kestel		Aeg, mille kestel kala omandab vajaliku värvi, min.
		fenoolid mg-des 100 g kuivaine kohta	lenduvad happed ümberarvestatult äädikhappele %-des	
Liha läbikeedetud, nahk kuiv	9,0	3,9	0,03	70
Liha läbikeedetud, nahk nõrgalt kuivatatud	21,0	21,9	0,18	35
Liha läbikeedetud, nahk niiske	32,0	31,7	0,20	45
Kontrollproov — toores kala	24,0	45,5	0,33	60

Nagu on näha tab. 114 andmetest, on fenoolide ja lenduvate hapete kogus, mis sadestub suitsutamisel kala (räime) peale, pärivõrdeline õhu suhtelise niiskusega suitsus ja pöördvõrdeline kalapinna kuivuse astmega. Nii näiteks õhu 21%-lise suhtelise niiskuse juures omandab kala kuldkollase värvi kaks korda kiiremini kui õhu 9%-lise suhtelise niiskuse juures, fenoolide ja lenduvate hapete kogus kala lihas aga ühe ja sama suitsutamisaja kestel (1 tund) esimesel juhul ($\varphi = 21\%$) oli ligikaudu 6 korda suurem kui teisel ($\varphi = 9\%$) juhul.

Suitsutamise juures on suur tähtsus suitsu temperatuuril. Temperatuuri tõusuga adsorptsiooni kiirus, nagu teada, suure-



Joon. 139. Üheaegselt kambrisse pandud amuuri kalade — vostrobrjuška ja säga temperatuurirežiim suitsutamisel.

neb. Suitsutamisel on meil tegemist adsorptsiooni nähtusega kala pinnale suitsuosakeste sadestumise näol. Kuumsuitsutamisel omandab kala värvi tunduvalt kiiremini kui külmsuitsutamisel, kuna protsess kulgeb kõrgema temperatuuri juures.

Kuumsuitsutamise üldkestus (tahendamine, küpsetamine, pärissuitsutamine) ületab harvadel juhtudel 4 tundi. Suitsutamise kestuse pikenemise põhjusteks võivad olla kambri halb eelsoojendamine ja väga niiske (märja) pinnaga kala kasutamine. Viimasel juhul soovitatakse tahendada nõrga tule peal, mitte kõrgema kui 40° temperatuuri juures, ja ainult peale seda, kui kala pind on tahenenud, tuleb asuda pärissuitsutamisele.

Märga kala ei ole soovitav tahendada kõrge temperatuuri juures, kuna sel juhul lihas võib tekkida rebendeid.

Suitsutamiskambrisse võib üldreeglina panna ainult üht liiki ja võimalikult ühe suurusega kala. Selle nõudmise rikkumine mõjub eitavalt suitsutamise temperatuurirežiimile. Joonisel 139 on toodud meie vaatluste tulemused suitsutamisel kambris, kus üheaegselt suitsutati täiesti erinevate mõõtmetega ja liha histoloogilise ehituse omadustega kala (vostrobrjuška ja säga). Algtemperatuuri tõus kuni 92° peegeldab tahendamise protsessi, sellele järgnev langus aga suitsutamiskambri kütusega täitmise perioodi. Teine järsk temperatuuri langus 110° kuni 47° vastab kambrist vostrobrüška väljalaadimise ajale, mis kui väiksem kala valmis ennem kui säga. Temperatuurikõverate perioodilised kõikumised peale esimest ja kolmandat peegeldavad küttekolde liikumise momente piki kambrit. Seoses vostrobrüška väljalaadimisega pärissuitsutamise keskpaiku temperatuur langeb järsku, mille tõttu suitsutatud säga kvaliteet oli mitterahuldav.

Tabelis 115 on toodud mõned andmed latika ja murmanski heeringa kuumsuitsutamise režiimi kohta kamberahjudes.

Tabel 115

Kala nimetus	Tahendamise režiim			Suitsutamise režiim			Kala kaalukadu %-des toorkala kaalust		Puudekulu kg-des	
	kestus min.	suitsu keskmine temperatuur °C	kala temperatuur protsessi lõpul °C	kestus min.	suitsu temperatuur °C	kala temperatuur protsessi lõpul °C	peale tahendamist	peale suitsutamist	100 kg kala kohta	100 kg aurunud vee kohta
Latikas	80	90	58	66	114	80	12	10	22,5	1,0
Murmanski heeringas	67	82	55	63	100	75	10	10	18,4	0,9

Kala läbikeemise periood ei ole suitsutamise protsessis eraldatud. Nagu on näha tabeli 115 andmetest, suitsutatakse suurema mõõtmetega latikat, mille liha on kinnitatud suure hulga lihastevaheliste luudega, kõrgema temperatuuri juures kui heeringat. Erinevalt heeringast puudub latikal nahaalune rasv, mis võimaldab tõsta suitsutamise temperatuuri.

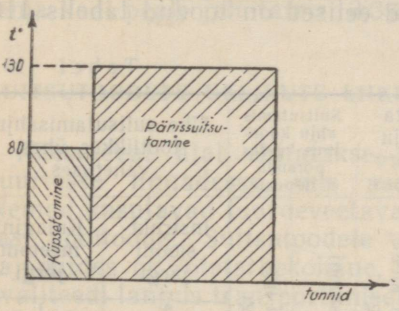
Viimastel aastatel O. P. Gretskaja ja E. I. Kulagini tööde tagajärjel viimase ajani levinud kuumsuitsutamise režiim, mis

näeb ette eespool toodud protsessistaadiumid — tahendamise, küpsetamise ja pärissuitsutamise, muutub tunduvalt.

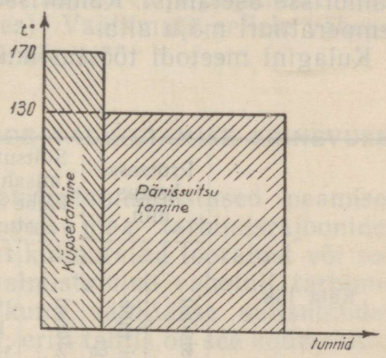
Teaduslik töötaja O. P. Gretskaja töötas 1949. a. välja kalapinna eelneva tahendamiseta kuumsuitsutamise kiirendatud meetodi. Protsess algab otseselt kala küpsetamisest (läbikeetmisest), millele järgneb pärissuitsutamine mitte üle 130° temperatuuri juures 100—110 min. kestel (joonis 140). O. P. Gretskaja meetodi iseloomustavaks iseärasuseks on see, et kala küpsetamist teostatakse kõrgendatud niiskusega suitsuga.

Nimetatud meetodi esitas O. P. Gretskaja sügisese räime suitsutamiseks konservide sprotid õlis pooltoote valmistamiseks; kuid käesoleval ajal valmistavad selle meetodi järgi paljud Leningradi suitsutajad suitsuräime ka kaubanduse jaoks.

Glavmjassoröbtorgi Leningradi suitsutamiskombinaadi suitsutajate brigadir E. I. Kulagin esitas 1951. a. suure kala (mere-



Joon. 140. Kuumsuitsutamise protsessi režiim O. P. Gretskaja meetodi järgi.



Joon. 141. Kuumsuitsutamise protsessi režiim E. I. Kulagini meetodi järgi.

ahvena, tursa, sevrjuuga) samuti esialgse tahendamiseta kuumsuitsutamise kiirendatud meetodi. Protsess (joonis 141) algab otseselt kala küpsetamisest (läbikeetmisest) kõrge, 140—170° temperatuuri juures, millele järgneb pärissuitsutamine kuni 130° (tavaliselt 100—120°) temperatuuri juures.

Erinevalt käesoleval ajal levinud kuumsuitsutamise protsessi skeemist (tahendamine, küpsetamine, pärissuitsutamine) luges E. I. Kulagin võimalikuks tahendamise ja küpsetamise ühendada üheks operatsiooniks, erinevalt O. P. Gretskaja meetodist, mis näeb ette teostada seda kõrge temperatuuri (140—170°) juures. VNIRO Leningradi osakonna teaduslike töötajate poolt läbiviidud Kulagini meetodi uurimisel tehti kindlaks, et temperatuuri tõstmise perioodil ahjus kala küpsetamiseks taheneb kala vajalikul määral, valk aga kalaliha pinnakihis kalgendub

kiiresti, millega hoitakse ära niiskuse liigne eemaldumine kala sisemistest kihtidest, mistõttu kala säilitab mahlaka ja õrna konsistentsi, kuid suitsukala lõhn ja värvus väljenduvad nõrgemini kui klassikalise režiimi järgi suitsutamise juures.

E. I. Kulagini meetodi järgi suitsutatud kalal on hea maitse; valmistoote väljatulek võrreldes kehtivate normidega veidi suureneb (1%), suitsutamise kestus lüheneb 30—40% võrra. Joonisel 142 on näidatud leningradi tüüpi kamberahjudes Kulagini meetodi järgi tursa, mereahvena, siia ja sevrjuuga kuumsuitsutamise termogrammid (39).

Nagu on näha jooniselt 142, E. I. Kulagin ei pea praktiliselt täielikult kinni esitatud režiimist, kuna temperatuuri tõstmisel ahjus siiski on olemas väike tahendamise periood. Läti üksikutes tööstustes on juurutatud suitsutamine täielikult ilma tahendamiseta. Kütus (puud) süüdatakse heleda leegiga enne kala kambrisse asetamist. Kambrisse asetatud kala satub kohe kõrge temperatuuri mõju alla.

Kulagini meetodi tööstuslikud eelised on toodud tabelis 116.

Tabel 116

Kala liik	Protsessi kestus min.		Suitsutamisahju käibe arv vahetuses		Suitsutamisahju koormus kg-des põranda 1 m²peale		Ühe suitsutamisahju tootlikkus ühes vahetuses			
							instruktsiooni järgi		Kulagini meetodi järgi	
	instruktsiooni järgi	Kulagini meetodi järgi	instruktsiooni järgi	Kulagini meetodi järgi	instruktsiooni järgi	Kulagini meetodi järgi	kg-des	%-des	kg-des	%-des
Mereahven	270	115	1,7	4,3	70	83	500	100	1505	300
Tursk	240	160	2,0	3,0	80	97	672	100	1200	183
Siig	145	90	3,3	5,3	55	57	762	100	1272	166

Jahutamine

Kala jahutamine peale kuumsuitsutamist on väga tähtis tehnoloogiline operatsioon, millest oleneb valmistoote maitse ja väljatulek. Peale suitsutamisprotsessi lõppu on kala pinna temperatuur võrdne suitsutamise temperatuuriga või sellele lähedane, kalaliha sisemiste kihtide temperatuur aga olenevalt pärissuitsutamise temperatuurist ja kala paksusest on 60 kuni 90° piirides. Et vältida kala liha edasist läbikeemist ja temast

niiskuse auramist, tuleb kala võimalikult kiiremini kambrist välja laadida ja viivitamatult jahutada võimalikult madalama õhutemperatuuri juures. Valmis (suitsutatud) kala kambrist väljalaadimisega viivitamine või seda enam jahutamine otseselt kambris ei ole lubatud, kuna kambri soojad seinad võrdlemisi kaua võivad olla soojusallikaks, mistõttu kala jahtub väga aeglaselt ja kaotab suure koguse niiskust. See mõjub ka suitsutamiskambrite tootlikkusele.

Allpool toodud andmed iseloomustavad amuuri säga kaalukadu töötlemisprotsessis kuumsuitsutamisel (kala kaal %-des toorkala kaalust):

peale soolamist	98,5
peale suitsutamist	72,7
peale jahutamist	70,3

Valmis kala laaditi viivitamatult ahjust välja ja jahutati võrdlemisi külmas ruumis (12° juures). Vaatamata sellele vähenes tema kaal peale jahutamist 3,3% võrra.

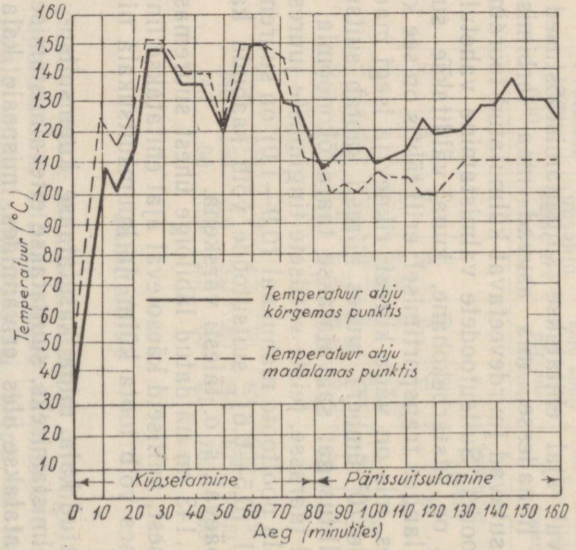
SUITSUTOODETE ÜKSIKUTE LIIKIDE VALMISTAMISE ERINEVUSED

Käesoleval ajal ehitatakse suitsutamistööstused peamiselt suurtesse linnadesse, mis asuvad maa tarbimisrajoonides. Nemad kasutavad juurdeveetavat külmutatud toorainet või soolast pooltoodet. Suitsutoodete valmistamine vahetult tarbimisrajoonides on otstarbekohane, kuna välditakse suitsutoodete kvaliteedi langus transportimisel; eriti tähtis on see kuumsuitsukala juures, mis on väga kiiresti riknev ja isegi madalate temperatuuride (0° ümber) juures kiiresti kaotab suitsuaroomi ja kattub hallitusega; saavutatakse taara ökonoomia, kuna kala pakkimisel taarasse, teiste võrdsete tingimuste juures, pressitud soolase kala pooltoote mahukaal (0,9—1,0) on suurem kui külmsuitsukalal (0,5—0,6); suitsutoode võib saabuda kauplustesse tootmise päeval, s. o. täiesti värskena.

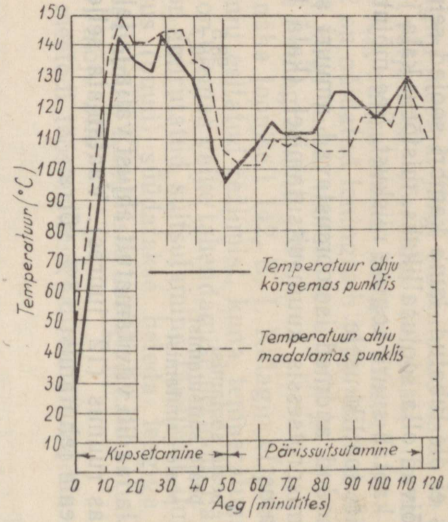
Joonisel 143 on näidatud läbilõige ühest suuremast suitsutamistööstusest, milliseid käesoleval ajal ehitatakse linnades. Selles tööstuses võib toota külm- ja kuumsuitsukala ning balõkktooteid.

Külmutatud kala, mida kasutatakse kuumsuitsu- ja balõkktoodete valmistamiseks, suunatakse ettevalmistamise osakonda, kus ta sulatatakse üles erivannides, mispeale kala lahatakse laudadel, soolatakse väikese mahuga basseinides, riputatakse raamistikule ja suunatakse kuumsuitsutamiskambritesse.

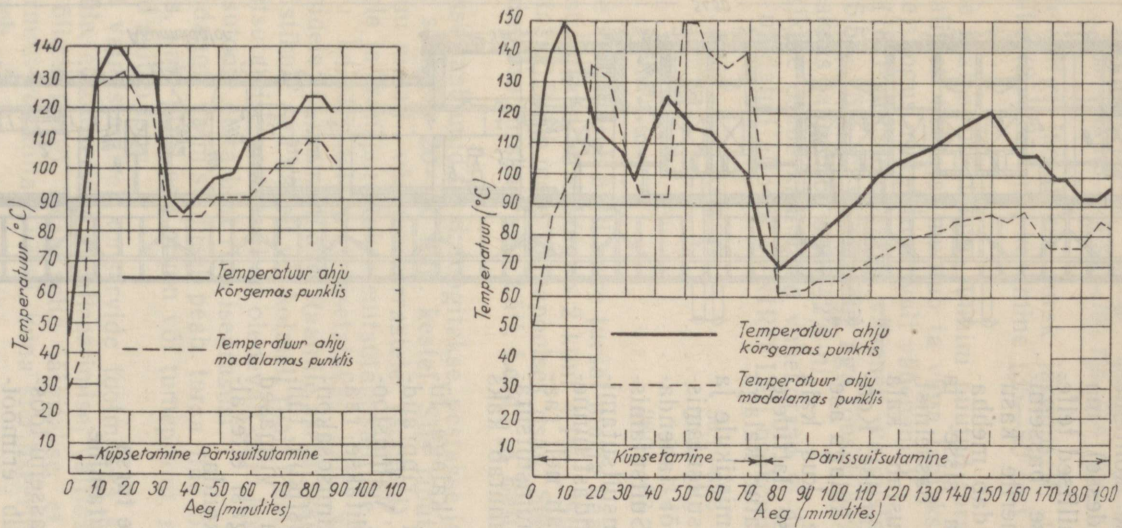
Külmsuitsutamiseks määratud soolakala saabub akumulaatorisse ja sealt leotamisosakonda. Akumulaator kujutab endast


Temperatuur (°C)
Temperatuur ahju kõrgemas punktis
Temperatuur ahju madalamas punktis
Küpsetamine
Pärissuitsutamine
Aeg (minutites)

a


Temperatuur (°C)
Temperatuur ahju kõrgemas punktis
Temperatuur ahju madalamas punktis
Küpsetamine
Pärissuitsutamine
Aeg (minutites)

в



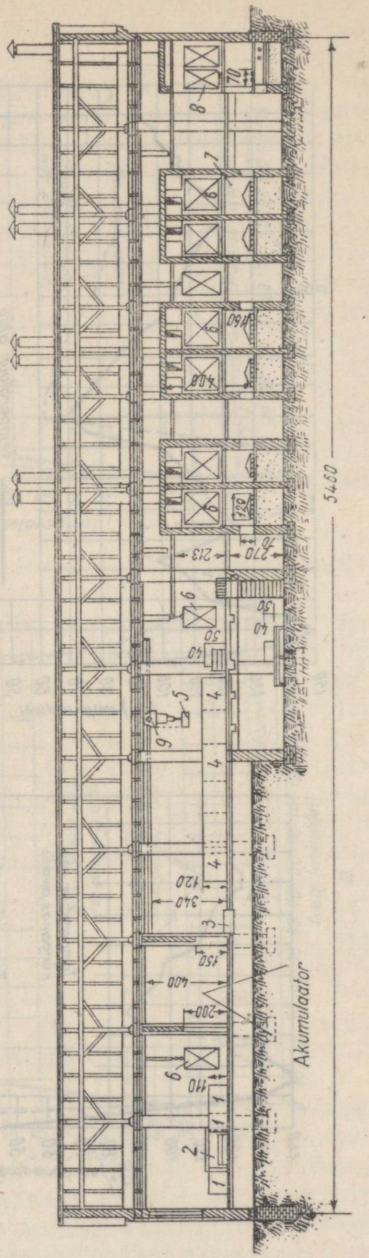
Joon. 142. Kulagini meetodi järgi kuumsuitsutatud kala termogrammid:
a — tursk; *h* — mereahven; *v* — siig; *g* — sevrjuuga.

ruumi pooltoote väikeste partiide lühiajaliseks säilitamiseks. Leotamise eel kala asetatakse konteineritesse (kastidesse) mahuga 50 kg. millised telferiga asetatakse basseinidesse. Konteinerite kasutamine võimaldab mehhaniseerida kala sisse- ja väljalaadimist basseinist, samuti kindlustab kala ühtlasema leotamise. Konteiner leotatud kalaga asetatakse lauale, kus kala üles riputatakse lattidele; latid ülesriputatud kalaga asetatakse raamistikule ja suunatakse suitsutamiskambritesse või tahendamisosakonda. Suitsutamiskamber külmsuitsutamiseks kujutab endast tunnelit, mis mahutab neli raamistikku; kuumsuitsutamiskamber mahutab kaks raamistikku.

Raamistikud kalaga lükatakse edasi rippraudteed mööda. Valmistoodang transporditakse raamistikel pakkimisosakonda, kus raamistikud tühjendatakse ja viimased suunatakse tagasi ettevalmistamise osakonda.

Balti mere tursa kuumsuitsutamine

Balti mere basseini töös-tustesse saabub erimõõtmetega tursk kaalult 130 g kuni 9 kg; siiski on suurem osa turska väikesemõõdu-



Joon. 143. Ühe kaasaegse suitsutamistööstuse pikilõige:

1 — kuumsuitsutamiseks määratud kala pesemise vannid; *2* — kala lahkamise laud; *3* — kala vastuvõtuvannid; *4* — kala leotamise vannid; *5* — konteiner kala leotamiseks; *6* — kalade raamistikud; *7* — külmsuitsutamiskambrid; *8* — kuumsuitsutamiskambrid; *9* — telfer.

line. Allpool toodud andmed näitavad balti mere tursa kaalu ja pikkuse vahelist sõltuvust (G. I. Tokareva andmetel).

Pikkus cm	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70
Kaal g	255—390	310—540	580—700	730—860	1070—1150	1500—1950

Mõõtmete järgi jaotatakse tursk järgmiselt: pertui (kuni 25 cm), väike (25—35 cm), keskmine (35—50 cm) ja suur (üle 50 cm).

Kudemise ajal aprillist kuni juunini püütud tursal on kõige halvem kvaliteet. Sel ajal muutub ta väga lahjaks ja söödava osa (lihaste) kogus on tal tunduvalt vähenenud.

Kordeli (187) andmete järgi väheneb valgusisaldus lihas 17,5 kuni 15,5— 16%-ni, veesisaldus aga tõuseb 83%-ni. Rasvasisaldus maksas langeb 60 kuni 42%-ni.

Kere üksikute osade kaalulised vahekorrad %-des kala üldkaalust on näidatud allpool (VNIRO Läti osakonna andmed):

Kere	50,1—62,5
Pea	20,1—27,5
Uimed	1,9— 3,4
Sisikond	28,0— 6,3

Kudemise ajal tõuseb balti mere tursal marja kaal kuni 7,2% kala kaalust; maksa kaal kõigub 2 kuni 4,1%. Suurim kogus turska püütakse Balti mere lõunapoolses osas. Seepärast võetakse peamine osa turska vastu Läti, Leedu ja Baltgosrõbtresti tööstustes.

Tööstusesse saabunud tursk roogitakse, pestakse ja soolatakse küllastatud soolvees 20—30 min. kestel. Siis riputatakse kala läbi kuklaluu metall- või puuvarrastele (šompol), asetatakse vagonettidele ja transporditakse suitsutamisahjude juurde. Olenevalt ahju konstruktsioonist asetatakse kala vagonettidelt ümber raamidele või raamistikele. Raamile asetatakse tursk ühelt realt, raamistikule aga kahelt või kolmelt realt ülestikku.

Tursa suitsutamise protsessil on olenevalt ahju konstruktsioonist ja suitsutoote otstarbest rida iseärasusi.

Kaubatoodangu valmistamisel peab tursa liha olema niiske ja mahlakas, kala pind aga pruun või tumepruun, märgatavalt väljendunud suitsu lõhn.

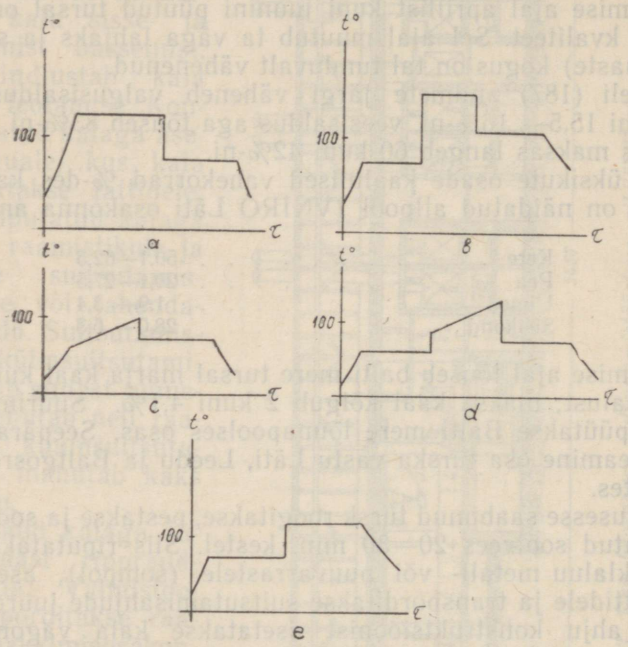
Pooltoote valmistamisel konservide tootmiseks kuivatatakse kala veidi üle, et konservide steriliseerimisel vältida kalast vee eraldumist õlisse (sete). Peale selle jälgitakse, et kala pind oleks helepruuni või kollast värvi, kuna steriliseerimise ajal ta veidi tumeneb.

Joonisel 144 on näidatud balti mere tursa suitsutamisel rakendatavad režiimid.

Režiimid *b* ja *c* tuleb lugeda kõige täiuslikumateks; kuid

turska võib suitsutada nende järgi ainult sellistes ahjudes, milledes võib kiiresti ja täpselt muuta temperatuurirežiimi (näiteks Tsukursi ja Krombergsi konstruktsiooniga ahjud). Kasutades nimetatud režiimi, tuleb turska tahendada mitte üle 80° temperatuuri juures, kusjuures on vaja kiiresti eemaldada suitsutamisahjust veeaurud.

Küpsetamine «b» režiimi juures kindlustab mahlaka suitsutoote saamise, kuna temperatuuri kiire tõstmise juures kuni



Joon. 144. Balti mere tursa kuumsuitsutamise temperatuurirežiimid:
τ — aeg; *t* — suitsu temperatuur.

150—170° kalaliha pinnakiht nagu põletataks ära ja veeaurud tungivad sellest halvasti läbi. Seda režiimi on vaja kasutada kaubasuitsukala tootmisel.

Küpsetamine «*c*» režiimi juures annab vähem mahlaka ja rohkem ülekuivatatud toote, kuna sel juhul temperatuur ahjus tõuseb võrdlemisi aeglaselt, mis soodustab kalast suure veekoguse eemaldumist. Küpsetamise lõpp tehakse kindlaks kuiva, pärgamenti meenutava naha, valgeks muutunud silmade ja kuiva sabauime järgi; liha peab muutuma valgeks ja kergesti eralduma selgroost, kuid temas on veel tunda toores kõrvalmaitse.

Kõikidel juhtudel tuleb kala küpsetamine läbi viia veeaurude pideva ja kiire suitsutamisahjudest eemaldamise juures.

Kala pärissuitsutamine toimub 110—130° temperatuuri ja ahju täitva suure suitsukoguse juures. Sel ajal peavad ahju väljatõmbekorstnate siibrid olema täiesti kinni või, veeaurude eemaldamiseks, veidi avatud.

Balti mere tursa kuumsuitsutamisel kamberahjudes moodustab puudekulu 0,5 kg, saepuru aga 0,1 kg ahjulaaditava 1 kg värske kala kohta.

Soomkala külmsuitsutamine kamberahjudes Volga-Kaspia basseinis [1]

Külmsuitsutamiseks kasutatakse peamiselt soomkalu. Suitsutamistööstustesse saabub pooltoode mitmesuguse soolsusega. Tuleb võimalikult vältida suitsutoodete valmistamist tugevaltsoolatud pooltootest, kuna sellel ei ole hea maitse. Soolakala suitsutamiseks ei lahata ja peale sorteerimist suunatakse otseselt leotamisele.

Kala leotatakse kuni 5—8% soolasisalduseni lihas. Tugevaltsoolatud kala leotamise kestus (tundides) on:

Latikas	20—25
Kutum ja žerehh	25—30
Vobla, nugakala ja nurg (taran)	14—16

Kala soolasisaldusega kuni 12% (erisoolamine) leotatakse mitte üle 8 tunni. Leotamise kestel kala kaal suureneb.

Olenevalt kala liigist, tööstuse tingimustest ja muudest põhjustest riputatakse leotatud kala nöörile, naeltele või varrastele (šompolitele), pärast seda tahendatakse vabas õhus, suitsutamisahjudes või eri kuivatuskambrites. Tahendamisviisi valik oleneb aastaajast, ilmastikust ja tootmistingimustest.

Tabel 117

Kala liik	Kala liha sisaldab %-des				Kaalukadu %-des leotatud kala kaalust	Tahendamise kestus tundides
	enne tahendamist		peale tahendamist			
	soola	vett	soola	vett		
Latikas	7,42	73,8	9,38	66,9	—	92
Vobla, suur	7,01	67,3	9,64	62,5	15,9	62

[1] Selle osa koostamisel on suurel määral kasutatud Volga-Kaspia Riikliku Kalatrusti tööstuslike laboratooriumide eksperimentaaltööde tulemusi (aastaist 1947—1949).

Tahendamise kestus looduslikes tingimustes moodustab 2—4 ööpäeva või rohkem, olenevalt ilmastikust. Latika ja vobla kaalu ning keemilise koostise muutused tahendamisel on toodud tab. 117.

Tahendatud kala suunatakse suitsutamiskambritesse. Kala mahutatavus kambri 1 m² pinnale sõltub kala mõõtmetest ja ülesriputamisviisist (tab. 118).

Tabel 118

Ühe kala kaal g-des	Kambri põranda 1 m² peale kalakoguse (kg-des) asetamise norm ülesriputamisel	
	konksudele	niidiga
70— 100	50	50
100— 200	75—90	75—90
200— 300	—	100
300— 400	110	80
400— 600	125	100
600—1000	150	125
üle 1000	200	150

Kala suitsutamine 25—40° temperatuuri juures olenevalt tema mõõtmetest kestab 40—70 tundi. Tavalistes ranna-suitsutamisahjudes on saepurukulu 1 ts valmistoote peale talvel 78 kg, kevadel 55 kg ja suvel 33 kg.

Kala kaalu ja keemilise koostise muutumine latika ja vobla suitsutamisel on toodud tab. 119 ning andmetest on näha, et vobla oli suitsutamise protsessis üle kuivatatud; normaalseks niiskuseks võib lugeda 53—55%.

Valmis suitsukalatoodang sorteeritakse mõõtmete ja kvaliteedi järgi ning pakitakse kastidesse.

Tabel 119

Kala liik	Kala liha sisaldab %-des tooraine peale				Kala kaalukadu %-des leotatud soolakala kaalust
	enne suitsutamist		peale suitsutamist		
	soola	vett	soola	vett	
Latikas	9,38	66,9	12,04	54,7	—
Vobla, suur	9,64	62,5	15,48	51,2	35,4

Barabulka külm- ja kuumsuitsutamine

Barabulka (sultanka) elutseb Mustas ja Aasovi meres ja seda püütakse ajavahemikus aprillist kuni juunini ja augustist kuni jaanuarini. Suuremad on saagid oktoobris ja novembris. Bara-

bulka tavaline (zooloogiline) pikkus on 11—15 cm, kaal 30—40 g. Barabulka keha on kaetud võrdlemisi suure, kergesti äralangeva soomusega, pea on väga suur, kere pikkus ei ületa 60% zooloogilisest pikkusest.

Üksikute kehaosade vahekord barabulkal on VNIRO andmete järgi keskmiselt järgmine (%-des ümarkala kaalust):

Kere	63,5
Liha	52,7
Luud ja uimed	9,3
Soomus	1,6
Pea	24,5
Sisikond	5,5

Kevadel tõuseb barabulkal sisikonna kaal kuni 11,5%-ni.

Barabulkal on, eriti sügisel, rasvane, õrn ja maitsev liha. VNIRO andmetel sisaldab barabulka liha keskmiselt: vett 64,3%, rasva 17,4%, valku 15,5% ja tuhka 1,5%. Barabulka lihal ei ole lihastevahelisi luid; rasv on tal koondunud peamiselt naha alla ja on oranžkollast värvi. Barabulkast on kõige otstarbekohasem valmistada kuum- ja külmsuitsutooteid ja konserve õlis (sardiini tüüpi).

Barabulka külmsuitsutamine toimub järgmiselt [1]. Värske kala pestakse soolvees erikaaluga 1,10—1,14. Magedas vees ei ole kala soovitav pesta, kuna sel juhul temalt langeb ära soomus ja lõpuskaante alla koguneb vesi, mis edaspidi takistab lõpuste sooldumist.

Siis segatakse kala laudadel kuiva (nr. 2 ja nr. 3) soolaga koguses 20% kala kaalust ja kala puistatakse väikestesse vannidesse või basseinidesse. Olenevalt kala suurusest ja rasvasusest kestab soolamine 2—3 ööpäeva. Soolatud kala pestakse vees ja siis leotatakse väikestes vannides veega. Leotamise kestus ei ületa 24 tundi, kusjuures iga 4 tunni pärast tehakse 3—4-tunnilised vaheajad, kuna kõrgendatud rasvasisaldus kala lihas takistab soola difusiooni sisemistest kihtidest pinna poole. Selle tõttu toimub soolasisalduse ühtlustumine kala paksuselt aeglaselt.

Peale leotamist kala loputatakse vees ja riputatakse kuklaluudpidi lattidele naelte otsa. Kala suitsutamine kestab 30—35 tundi, millest 12—15 tunni kestel 22—25° temperatuuri juures toimub kala tahendamine ja 18—20 tundi 30—35° temperatuuri juures pärissuitsutamine. V. M. Krivenko andmetel kulutatakse 100 kg barabulka külmsuitsutamisel 35 kg saepuru ja 6 kg

[1] Barabulka kuum- ja külmsuitsutamise tehnoloogilise protsessi kirjeldus on toodud meistri K. Didrovi meetodi järgi.

laaste. Külmsuitsubarabulkal on tihe liha, meeldiv lõhn ja maitse; selgroolülid on kergesti peeneksnäritavad.

Kuumsuitsutamiseks määratud barabulkat soolatakse peale pesemist nõrgas soolvees segasoolamisviisil, milleks teda segatakse soolaga (soola kogus on 7% kala kaalust), asetatakse vanni ja valatakse üle kange soolveega. K. Didrovi arvamisel sooldub segasoolamisel barabulka paremini ja ühtlasemalt kui soolamisel soolvees. Olenevalt kala suurusest ja rasvasusest on soolamise kestus 2,5—5 tundi. Soolatud kala loputatakse magedas vees (kala pinnalt soolvee täieliku kõrvaldamiseni), peale seda riputatakse üles kuklaluudpidi lattide naeltele ja siis asetatakse suitsutamiskambrisse. Latid kalaga asetatakse kambris 8—10 realt ülestikku maleasetuses. Suitsutamisrežiim on järgmine: tahendamine 0,5—1 tund 50—60° temperatuuri juures; küpsetamine 1 tund 50—70° temperatuuri juures, pärissuitsutamine 1—1,5 tundi 70—80° temperatuuri juures. V. M. Krivenko andmetel kulub 100 kg barabulka kuumsuitsutamisel 12,5 kg saepuru, 8 kg puid ja 3 kg laaste. Kuumsuitsubarabulkal on väga hea maitse.

Siia, muksuni, omuli ja peljadi kuumsuitsutamine [1]

Olenevalt püügiajast ja -rajoonist erineb nende kalade liha keemiline koostis tunduvalt, mida on vaja arvestada nende töötlemisel; kuumsuitsutamiseks tuleb kasutada peamiselt hästitoitunud kala.

Toode on maitsvam, kui kala saabub töötlemisele lahkamata. Magedas vees pestud kala soolatakse segasoolamisviisil vannides mahutavusega 500—1000 kg. Soolamisel puistatakse iga kalarida üle soolaga (nr. 1 ja nr. 2) 8—10% koguses kala kaalust, seejärel aga valatakse üle küllastatud soolveega kuni soolvesi on näha kala pealmistes ridades. Olenevalt suurusest, lahkamisviisist, kala rammususest ja soolvee temperatuurist kestab soolamine 1—4 tundi; soolasisaldus soolatud kala lihas peab olema 1,5—2,5%.

Soolamisvannist väljavõetud kala pestakse magedas vees, kala kehasse pistetakse puupulk ja seotakse nööriga kinni. Juhul kui kala on roogitud, pannakse kõhuõõnesse selle lahtihoidmiseks tikud, milledest üks asetatakse kõhu keskpaika, teine aga sabaosa ligidale. Seotud kala riputatakse üles lattidele kahekaupa, peadega allapoole ja tahendatakse vabas õhus 4—16 tundi; kala tahendamise lõpp määratakse kindlaks organoleptiliselt kala kuivanud pealispinna järgi.

Tahendatud kala asetatakse kambrisse, kus küpsetatakse

[1] Osa on kirjutatud K. A. Baškirovi materjalide järgi.

100—115° temperatuuri juures 1—2 tunni kestel, siis aga töödeldakse suitsuga 90—100° temperatuuri juures sama kaua.

Suitsukala pakitakse seest pärgamentpaberiga kaetud väikestesse puitkastidesse mahutavusega kuni 20 kg.

Rääbise külmsuitsutamine [1]

Rääbist soolatakse küllastatud soolvees, kala ja soolvee vahekord 1 : 1; vannis lisatakse kala ülemistele ridadele kuiva soola. Olenevalt soolvee temperatuurist kestab soolamine 20—30 tundi; et kala ühtlaselt soolduks, pumbatakse soolvesi vanni kõrguselt 2—3 korda ümber. Soolatud kala ei tohi sisaldada üle 6% soola. Peale soolamist loputatakse kala magedas vees, kusjuures liigse soola eemaldamiseks liha ülemistest kihtidest kala hoitakse 30—45 min. vees ning siis riputatakse üles lattide konksudele kuklaluudpidi ja tahendatakse vabas õhus.

Kui on tuul ja õhutemperatuur üle 20°, kestab tahendamine 16—24 tundi; madalama temperatuuri juures või tuule puudumisel suureneb tahendamise kestus kuni 36 tunnini. Kui ilm on niiske või vihmane, tahendatakse kala kambrites.

Tahendatud kalal peab olema kuiv nahk, mõnevõrra tihenenud liha ja kuiv saba. Tahendamise aste oleneb nõuetest, mida esitatakse valmistoote suhtes. Kui on vaja saada vastupidavamat toodet, tahendatakse kala tugevamalt; kiire realiseerimise korral tahendatakse kala vähem, pöörates peamise tähelepanu naha kuivusele.

Suitsutamiskambris asetatakse kalaga latid malekorras. Suitsutamise protsess kestab 20—36 tundi suitsu temperatuuri juures mitte üle 25°.

Peale suitsutamist kala jahutatakse erilistel nagidel või laudadel; jahutatud kala võetakse lattidelt maha ja sorteeritakse, samaaegselt hõõrutakse taimeõliga või kalarasvaga niisutatud rätiku või käsnaga.

Sorteeritud kala pakitakse seest pärgamendi või pakkimispaberiga kaetud kastidesse või korvidesse mahuga kuni 20 kg. Kala pakitakse ühtlaste ridadena, kõhuga ülespoole, peadega külgseinte poole.

Suitsutatud balõkk-toodete valmistamine tuurlastest ja belorõbitsast [2] (valge lõhi)

Suitsutatud balõkk-tooted valmistatakse belorõbitsast, tuurakalast ja beluugast. Belorõbitsa ja tuurakala lahatakse seljaks

[1] Osa on kirjutatud K. A. Baškirovi materjalide järgi.

[2] Osa kirjutamisel on arvesse võetud Volga-Kaspia Trusti balõkitsehhide töökogemusi.

(balõkk) ja kõhutükiks, beluuga aga küljeks. Eriti töömahukas on beluuga lahkamine. Peale rookimist ja pesemist kala suunatakse kalalahkamise laudadele, kus tal eraldatakse pea, eemaldatakse seljakilbid ja uimed, siis aga lõigatakse põigiti kiiniga ühesuguse (nn. tjulkad) tükkideks (vastavalt standardile peab tüki pikkus olema mitte alla 20 cm). Need tükid lõigatakse omakorda pikuti kaheks osaks, kõrvaldatakse kelmed koos rasvaga ja neerud. Pooltükkidelt (tjulkad) lõigatakse ära kõhu õhukesed osad (fileed), mispeale pooltükid (tjulkad) lõigatakse pikuti mitmeks umbes ühepaksuseks tükiks. Beluuga lahkamisel küljeks moodustavad kaod kuni 53% roogitud kala kaalust. Lõigatud küljed pestakse hoolikalt vees ja siis jahutatakse kuni 2—4° temperatuurini. Pooltükkide jahutamiseks kulutatakse 16—20% soola ja 60% jääd.

Jahutatud kala soolatakse kuiva soolaga. Küljed hõõrutakse igaüks eraldi soolaga jahvatusest nr. 3 ja veeretatakse selles, mispeale laotakse ridadena vanni ning hoolitsetakse selle eest, et nad omavahel ei puutuks kokku. Eelnevalt kaetakse vanni põhi õhukese soolakihiga. Asetatud külgede rida ja nendevaheline ruum täidetakse soolakihiga. Siis laotakse samas järjekorras järgmine kalarida. Tavaliselt laotakse vannidesse kuni viis rida külgi. Ühe ööpäeva pärast, kui külgede pinnakihid annavad ära suure koguse niiskust ja veidi soolduvad, valatakse vanni küllastatud soolvesi temperatuuriga 8—10°.

Soolamise kestus on 5—7 ööpäeva; soolasisaldus külgedes peale soolamist ei pea ületama 12%. Soolatud külgi pestakse soolvees, asetatakse siis soolsuse ühtlustamiseks raamistikule ja hoitakse vabas õhus (soolveeta) 2—3 ööpäeva kestel 8—10° temperatuuri juures.

Peale seda leotatakse külgi 2—3 ööpäeva vees, pestakse, riputatakse üles lattidele ja paigutatakse suitsutamiskambrisse tahendamiseks ja suitsutamiseks.

Tahendamine kestab 2 ööpäeva, suitsutamine aga 3 ööpäeva 28—30° temperatuuri juures. Peale suitsutamist küljed sorteeritakse, kontrollitakse hoolikalt iga eksemplari kvaliteeti, plommitakse mõlemast otsast ja pakitakse kastidesse. Beluuga külmsuitsutatud küljelihal on üsna hea maitse.

Belorõbitsast ja tuurakalast selgade (balõkk) ja kõhutükkide valmistamise tehnoloogia erineb vähe beluuga külgede valmistamisest. Soolamisel peale jahutamist hõõrutakse lima eemaldamiseks ja kala sooldumise kiirustamiseks selgade välispind sabast pea poole soolaga üle. Soola üldkulu moodustab soolamisel 35% kala kaalust. Soolamiseks laotakse balõkid (kõhutükid) lõikepinnaga ülespoole. Selle viisi juures on kergem laduda kala vanni ridadena; peale selle ei varise sool kala lõikepinnalt, tekkinud soolvesi aga ei valgu ära.

Suitsutatakse balõkke madala temperatuuri juures: tuurakala 22—24°, belorõbitsa aga 20—22° temperatuuri juures.

Belorõbitsa lihal on väga õrn, kuid kihiline konsistents, tuurakalal aga tihedam.

Vaikse ookeani lõhilaste külmsuitsutamine [1]

Külmsuitsutamiseks kasutatakse peamiselt ketat ja punast kala, harvem tšavõõtšat, gorbuušat ja kižutši.

Seljaks (balõkiks) soovitatakse lahata kala roogitult (gorbuuša, kižutš), suuremate mõõtmetega kala aga lahatakse küljeks. Suitsutatud toodete valmistamine Vaikse ookeani lõhilastest toimub kalapüügirajoonides asuvates tööstustes järgmiselt.

Tööstusse vastuvõetud kala lahatakse seljaks (balõkiks), kõhutükiks või roogitud ümarkalaks, üksikutel juhtudel — küljeks. Lahkamisel seljaks kasutatakse tööstuslikku lõikamist, pead jäetakse [2], kuid lõpused lõigatakse neist välja. Peale hoolikat pesemist soolatakse kala jahutatud soolamisviisil; vanni asetamise eel iga selja või külje eksemplar hõõrutakse soolaga üle ja veeretatakse selles.

Seljad, kõhutükid ja küljed soolatakse eraldi. Suitsutamiseks kala soolamise tehnika ei erine tavaliste soolatud toodete valmistamisest.

Jää tuleb kala jahutamiseks soolamisel purustada väga peeneks (lumejää), et vältida liha vigastusi, milline lõhilastel on väga õrn ja kihiline (laguneb kergesti). Kala hoitakse soolas kuni soolasisaldus lihas on 8—10%, milleks olenevalt kala suurusest, lahkamise viisist ja soolamise tingimustest kulub 5—15 ööpäeva (tab. 120).

Minimaalseid soolamisaegu, mis on toodud tabelis 120, kasu-

Tabel 120

Kala lahkamisviis	Soolamise kestus ööpäevades	
	jahutatud soolamisel jääkeldris	jahutatud soolamisel tavalises soolamistsehhis
Ümarkala, roogitud	12—15	10—12
Selg (balõkk)	10—12	8—10
Poolselg (poolbalõkk)	7— 9	5— 8
Külg	6— 9	6— 7

[1] Osa on kirjutatud Kaug-Ida tööstuste suitsutamistsehhide töökogemuste alusel.

[2] Aasta soojal ajal pea eemaldatakse, jättes ainult peaäärse kõhre.

tatakse siis, kui on jahe ja kuiv ilm (sügisel), ja ka sel juhul, kui on võimalus säilitada soolast pooltoodet jahutatavates ruumides (jääkelder) või kui ta kohe suunatakse suitsutamisele. Kala, mis suunatakse kohe peale soolamist suitsutamisele, tuleb hoolikalt pesta vees, kui aga pannakse säilitamiseks tünni või vanni, siis kanges soolvees. Enne suitsutamist leotatakse soolakala kuni 10° temperatuuriga vees topeltrestpõhjaga vannides; vett jahutatakse vannides jääga. Vee ja kala kaalu vahekord peab olema 1,5 : 1.

10—12 tundi pärast leotamise algust paigutatakse kala ümber sellise arvestusega, et kala ülemised read peale ümberpaigutamist oleksid alumisteks. Teises vannis leotatakse kala vajaliku soolasisalduseni. Leotamise kestel lastakse iga 3—4 tunni järgi vesi vannist välja ja kala on 30 minutit veeta. Leotamise kestus sõltub kala mõõtmetest ja tema soolsusest, kuid ei ületa 2 ööpäeva. Peale leotamist peab kala soolasisaldus olema 5—7% piirides.

Peale leotamist pestakse kala hoolikalt harjadega, siis aga lükitakse nöörile või torgatakse lattide naeltele. Eelistavam on kasutada kala ülesriputamist nöörile, kuna sel juhul ta taheneb ja suitsub paremini. Kõhutükk torgatakse avatult kahele naelale, et ta tahendamise ja suitsutamise ajal ei tõmbuks kokku. Ülesriputatud kala asetatakse nagidele, mis asuvad katusealuses või suitsutamistööstuse pööninguruumis. Tahendamise kestus soodsa ilmastiku juures on selgadel (balõkkidel) 3 ööpäeva, külgedel 2 ööpäeva, kõhutükil 1 ööpäev. Vihma või udu korral tahendatakse kala tuliste sütega või hõõguvate puude abil suitsutamiskambrites.

Olenevalt kala liigist ja lahkamise viisist tuleb kala suitsutamist teostada tabelis 121 toodud režiimi järgi.

Lõhilaste suitsutamine kõrgemate temperatuuride juures, kui toodud tab. 121, on ohtlik, kuna võib tekkida defekte (ülekee-

Tabel 121

Kala lahkamisviis	Kala liik	Suitsutamisrežiim	
		Temperatuur °C	Kestus ööpäevades
Ümarkala, roogitud	Gorbuuša	26—30	2,0—2,5
Selg (balõkk)	Keta	18—24	3,0—4,0
	Nerka	18—24	3,0—3,5
	Kižutž	24—28	2,5—3,0
Kõhutükk	Keta	26—30	2,0—2,5
	Nerka	26—30	2,0—2,5
Külg	Keta	28—32	2,5—3,0
	Nerka	28—30	2,5—3,0
	Kižutš	30—32	2,0—2,5

mine, hapendumine). Temperatuuri tõusu suhtes on eriti tundlik kala, mis on lahatud seljaks (balõkiks), ja roogitud ümarkala. Valmis suitsutatud toode peab olema pruunikaskuldse värvusega, tihenenud lihaga ning selgelt väljenduva suitsu lõhna ja maitsega; niisukusesisaldus peab olema 50—52% ja soola 8—12%.

Kõrge vastupidavusega toote saamiseks, mis kuulub pikaajalisele transportimisele või säilitamisele, tahendatakse või kuivatatakse toodet peale suitsutamist täiendavalt suitsutamiskambrites kuni 46—48% niiskusesisalduseni, milleks olenevalt kala lahkamise viisist kulub 6—10 ööpäeva.

Suitsutatud pooltooted tursklastest ja heeringlastest

Nende toodete valmistamiseks kasutatakse väikest turska, pikšat ja atlandi heeringat. Kala lahatakse fileeks, pestakse hoolikalt ja soolatakse 10—12 minutit küllastatud soolvees. Soolalahusesse lisatakse sageli värvainet, mis peale suitsutamist annab kalale ilusa sidrunkollase värvi. Peale nõrka sooldumist torgatakse filee lattidele ja tahendatakse 4—6 tundi, mispeale asetatakse suitsutamiskambritesse, kus toimub külmsuitsutamine 6—7 tundi. Soolasisaldus valmistootes on 4—5%. Toode realiseeritakse kohe peale valmistamist, kuna ta ei kannata pikaajalist säilitamist. See toode on levinud mõnedes maades (Inglismaa, Norra jt.) ja selle tootmine on ette nähtud ka meie maal.

PEATÜKK XIV

KALASUITSUTAMISE KIIRMEETODID

Aastate kestel katsed valmistada mehhaniseeritud pidevalt töötavat seadeldist kalade suitsutamiseks ebaõnnestusid, mille peamiseks põhjuseks oli see, et need seadeldised loodi vana suitsutamistehnoloogia (vanade viiside) alusel. Et kindlustada kala (isegi väikese) kuumsuitsutamise pikaajaline tsükkel, tuli valmistada rasked seadeldised keeruka kinemaatikaga, millised oma tööstus-majanduslike näitajatega ei võinud konkureerida tavaliste suitsutamisahjudega.

Alles peale Teist maailmasõda hakati meie maal ja välismaal tegema katseid luua suitsutamisseadeldisi suitsutamise täiesti uutel füüsikalis-keemilistel põhimõtetel. Sealjuures püstitasid insener-tehnilised ja teaduslikud töötajad ülesande lühendada suitsutamisprotsessi kestust kuni mõne minutini, kuna ainult nende tingimuste juures võib luua pidevalt töötavaid suitsutamisseadeldisi.

Uurimusi tehti kahes suunas: suitsu elektrikineetiliste omaduste ja peale puu kuivutmist saadud destillaadi (suitsutamisvedeliku) viskoossuse ärakasutamine. Nende uurimuste tulemuseks oli kahe uue suitsutamise kiirmeetodi — elektrisuitsutamise ja märgsuitsutamise — ilmumine.

Kiievi (M. I. Kalitina ja A. A. Kalitin) ja Moskva (Ivanov ja Skoretski) kalakombinaadis hakati aastail 1948—1949 kala suitsutama elektriga. Moskva Kalakombinaadis katkestati uurimused 1951. a., kuna väljatöötatud tehnoloogia ja aparaadi konstruktsioon ei andnud positiivseid tulemusi.

Kiievi Kalakombinaadis õnnestus sm-tel Kalitinitel Kiievi Polütehnilise Instituudi (V. N. Ogijevski) ja UNSV TA Üldise ja Anorgaanilise Keemia Instituudi abil saada positiivseid tulemusi ja tööd laienesid iga aastaga.

Alates 1951. a. olid Kiievi Kalakombinaadis elektrisuitsutamisega seotud töödele kaasa tõmmatud VNIRO töötajad. Alguses need tööd viidi läbi V. N. Podsevalovi metoodilisel juhtimisel, alates 1953. a. aga käesoleva raamatu autori juhtimisel.

Suurt abi osutas alates 1954. a. leiutajatele Kiievi Toiduainete Tööstuse Tehnoloogiline Instituut (I. S. Pavlov). Alates 1955. a. oli selle probleemi lahendamisele kaasa tõmmatud ka VNIRO Leningradi osakond (V. A. Solinek, O. P. Gretskaja, N. N. Sahharova).

Esimesed tööd suitsutamisvedeliku kasutamise alal suitsukala valmistamiseks tehti 1932. a. Leningradis. Sel ajal väljatöötatud märgsuitsutamise olemus seisis järgmises. Hoolikalt pestud kala asetati soolveega täidetud vanni, kus soolvesi sisaldas 5—6% suitsutamisvedelikku (soolvee kaalust). Sooldumisel kala ühtlaselt imbus läbi puu kuivutmise ainetega. Kui kala soolsus tõusis 6—7%-ni, pesti kala puhtas soolvees, mis ka sisaldas suitsutamisvedelikku, ja suunati tahendamisele. Vajaliku niiskuse (vastavalt GOST-ide nõuetele) saavutamisel kala omas lõhna ja maitse, mis meenutas suitsukala, kuid värvuselt hoopiski ei vastanud suitsukalale.

Seepärast sai märgsuitsutamisega valmistatud kala tööstuses nimetuse valge suitsukala. Sel ajal (1932—1940) see suitsutamisviis ei levinud, kuna isegi lühiajalisel säilitamisel suitsukala lõhn ja maitse sellisel kalal kadus. Peale selle suitsukala iseloomustava pruunikaskuldse värvuse puudumine võttis kalalt ühe peamistest omadustest, millele tarbija pöörab suurt tähelepanu.

1955. a. pöörati kala märgsuitsutamisele uuesti tähelepanu ja selle probleemiga hakkas tegelema grupp spetsialiste Plehhanovi-nim. Rahvamajanduse Instituudist ja Moskva Kalakombinaadist (grupi juhataja I. I. Lapšin).

Kasutades elektrisuitsutamise alal saadud kogemusi, töötas nimetatud spetsialistide grupp välja originaalse kala märgsuitsutamise tehnoloogia.

Kanadas kasutatakse kala ja teiste toiduainete märga (suitsuta) suitsutamist (fumerzia), kasutades selleks otstarbeks nõndanimetatud suitsuõli — fumeooli.

NSV Liidus, Ameerika Ühendriikides, Lääne- ja Ida-Saksamaal, Inglismaal, Rumeenias, Poolas, Kanadas, Jaapanis ja Tšehhoslovakkias tehakse töid kala ja imetajate liha, samuti mitmesuguste kala- ja lihatoodete (vorstid jt.) elektri- ja märgsuitsutamise seadeldiste ja agregaatide loomiseks. Nagu meil on teada, on kõige enam viimistletud tööstuslikud liha ja kala elektrisuitsutamise seadeldise konstruktsioonid NSV Liidus, Lääne-Saksamaal, Ameerika Ühendriikides, Rumeenias, kala märgsuitsutamise seadeldised aga on ainult NSV Liidus (Moskva Kalakombinaat).

Elektri- ja märgsuitsutamise teooria väljatöötamine jääb maha elektrisuitsutamise seadeldiste loomisest ja on juba käesoleval ajal tõsiseks takistuseks selle probleemi lahendamisel. Nagu

meil on teada, on Ameerika Ühendriikides, NSV Liidus, Poolas, Tšehhoslovakkias ja Inglismaal käimas tööd mõningate teoreetiliste aluste väljatöötamiseks kala ja liha elektrisuitsutamise alal.

SUITSUTAMINE ELEKTRIGA

Töötades kala elektriga suitsutamise probleemi lahendamisel, vaatasime läbi tavalise suitsutamise paljud lähtealused.

Kala elektriga suitsutamise teooria kohta on veel puudulikult kogutud eksperimentaalmaterjale, kuid siiski, kasutades Kiievi Kalakombinaadi katsetsehhis ja viimase kahe aasta kestel Leningradi Kalatööstuse Mehhaniseerimise Instituudis saadud andmeid, võime ainult üldjoontes esitada kala elektriga suitsutamise põhilised teoreetilised alused.

Mõningad kala elektriga suitsutamise teoreetilised alused

Suitsutamisel saadakse suits saepuru või puidu puudulikul põlemisel. Puu lagunemisel saadud ained jaotatakse nelja gruppi: süsi, tõrvad, veedestillaat ja gaasid. Kõiki neid aineid selles või teises koguses võib leida suitsus, mis kujutab endast mitmekesiste tahkes, tilkvedelas ja gaasitaolises seisundis olevate ainete kompleksi.

Tahkes seisundis on suitsus süsi ja osa tõrvadest. Söe ja tuha väikesed osakesed annavad suitsule tumehalli värvi; kalale sadestudes muudavad need osakesed kala välispinna mustaks ja määrdinuks (tahm), seepärast on suitsutamisel vaja võtta tarvitusele abinõud, mis takistaksid söeosakeste sattumist suitsusse.

Tõrvad on rohkearvuliste orgaaniliste ühendite segu ja võivad olla suitsus tahkes ja tilkvedelas seisundis. Tõrvade koostis suitsus oleneb puu lagunemise tingimustest ja kala juurde suitsu andmise tingimustest. Tõrva tähtsamateks koostisosadeks on süsivesikud ja fenoolid. Tõrvad annavad kala välispinnale värvuse, läike, samuti osaliselt ka lõhna mõningate ainete arvel, mis on tõrvas lahustunud või adsorbeerunud tema osakeste pinnale. Tõrvadel on otsustav osa suitsu suitsutavatest ainetest kile tekkimisel kala välispinnale.

Ained, mis kuuluvad veedestillaadi koostisse ja on suitsus tilkvedelas seisundis — piiritused, happed, aldehüüdid, ketoonid, süsivesikud, eetrid, fenoolid — annavad kalale erilise lõhna ja maitse. Suurem osa nendest ainetest on värvita, kuid hapendumisel paljud neist omandavad tumeda värvuse.

Mittekondenseeruvate gaaside hulka kuuluvad gaasid, millised kuuluvad õhu koostisse (O_2, H, N) ja tekivad puu põlemi-

sel (CO, CO_2, CH_4, C_2H_4). Mittekondenseeruvad gaasid, mis kuuluvad õhu koostisse, on ionisatsiooni tagajärjel suitsuosakeste elektriseerimise allikateks, millel on suur tähtsus suitsu kala pinnale sadestumise protsessi kulgemisel.

Seega kujutab suits endast keerukat aerodispersset süsteemi, mida teataval määral võib vaadelda kui aerosooli. See süsteem koosneb dispersioonikeskkonnast (mittekondenseeruvad gaasid) ja dispersioonifaasist (tõrvad ja ained, mis kuuluvad destillaadi koostisse). Olenevalt suitsu temperatuurist muutub temas üksikute faaside vahekord.

Temperatuuri järgi võib suitsutamise suitsu jaotada kolme gruppi: madala (kuni 40°), mõõduka (40—70°) ja kõrge temperatuuriga (üle 120°).

Mida kõrgem on suitsu temperatuur, seda tumedama ja tuhmima värvi omandab kala suitsutamisel.

Suitsu koostisele avaldab suurt mõju puidu niiskus (tab. 122).

Tabel 122
(V. A. Solineki järgi)

Koostisosad	Puidu niiskus %-des		
	45	30	16
Tõrv g/m³	8,7	9,3	10,8
Tahm ja tuhk mg/m³	240	—	80
Suhteline niiskus %-des	31	22	20
Kondenseeruvad ained mg/m³	180	150	140
Fenoolid kondensaadis mg/l	2056	2443	2600

Nagu on näha selle tabeli andmetest, sisaldab niiskemate puude põletamisel saadud suits vähem tõrvu ja fenoole, kuid rohkem tahma ja kondenseeruvaid aineid.

Puidu termiline lagunemine algab 110° juures. Selle temperatuuri juures hakkab puidust koos auruva veega eralduma veidi tõrva. 200° ja kõrgema temperatuuri juures toimub kiudaine lagunemine ühes mittekondenseeruvate gaaside ja orgaaniliste ainete aurude eraldumisega. Tõrvade kõige intensiivsem eraldumine toimub 350°—450° temperatuuri juures.

Teostada puidu lagunemist üle 400° temperatuuri juures ei ole soovitav, kuna nendes tingimustes hakkavad tekkima kõrgmolekulaarsed politsüklilised ühendid, mis omavad terava ja kibeda maitse, samuti on kahjulikud inimorganismile (püridiin, terpeenid, benspireenid).

Eespool on näidatud, et suits on paljufaasine kolloidsüsteem (aerosool); peale selle võib teda lugeda ühtlasi ka uduks, kuna ta sisaldab palju aineid aurutaolises ja tilkvedelas seisundis.

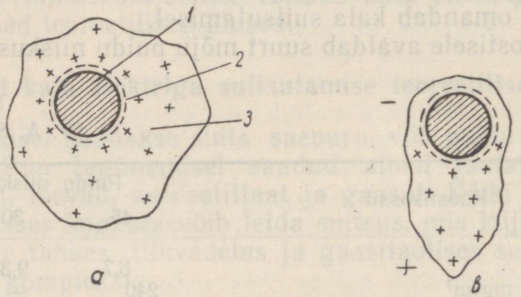
Tekib küsimus, kuidas võib eksisteerida selline keerukas kol-

loidsüsteem nagu suits. Kõige pealt võib seda seletada osakeste termilise Browni liikumise mõjuga. Suitsu püsikindlus sõltub dispersiooniastmest, samuti ka osakeste ümber ioonisfääri ja laengu tekkimisest.

Suitsuosakeste iseloomustavaks elektriliseks suuruseks on osakeste laeng, mis tekib mittekondenseeruvate gaaside ioonide adsorbtsiooni, kahe faasi kontakti, ioniseerivate faktorite toimingu (raadioaktiivsete ainete ultraviolett- ja kosmiliste kiirte jne.) mõju all.

Tekkimise algul sisaldab suits väga vähe laetud osakesi, kuid nende arv kasvab kiiresti.

Ududes ja suitsus on laetud vähemalt 22% osakesi. Vedelate osakeste hulgas on negatiivsete ja positiivsete osakeste vahekord



Joon. 145. Suitsuosakese ehitus:
a — liikumatus seisundis; *b* — liikumises; *1* — tuum; *2* — monomolekulaarne adsorptsioonikiht; *3* — vedelikust kest.

umbes ühesugune. Tahkete osakeste hulgas on rohkem negatiivselt laetuid. Dispergeerimisel, s. o. suitsude lahjendamisel õhuga, tõuseb laetud kolloidsete osakeste arv kuni 69%, tahkete arv aga kuni 98,6%-ni.[1]

Suitsus esinevad tingimata dispergeerimise ja hõõrdumise nähtused. Seepärast kuulub suits osaliselt laetud aerosüsteemide hulka. Siiski on suits üldiselt elektroneutraalne ja see määrab tema elastsuse, eriti suitsuosakeste kalduvuse agregateerimisele, mille tulemuseks on süsteemi tasakaalu rikkumine.

Dumanski (61) kirjeldusel võib elektrilaenguga kolloidne hüdrosooli osake omada kaunis keeruka ehituse ja koosneda tuumast tahkes või vedelas seisundis, monomolekulaarsest adsorbtsioonilisest kihist, vedelikust kestast, tugevalt seotud ioonikihist ja difuussest ioonisfäärist, mis on vastand osakeste laengule. Aerosooli osakestel ei ole nii keerukas ehitus.

[1] Uusi ideid aerosoolide uurimise alal. NSVL TA artiklite kogumik, 1949.

Vaatleme eraldi tinglikult liikumatut suitsuosakest, mis kuulub dispersse faasi koostisse (joonis 145a).

Suitsuosake koosneb laenguga tahkest või vedelast alusest adsorbeeritud atmosfääriliste ioonidega ja vedelikust kestast, milles samuti võivad olla ioonid. Selle osakese sfääris võivad olla vee-, happe- jne. molekulid.

Osakese liikumise tagajärjel «kasukas» (vedelikust kest) tuleb maha ja osake paljastub, mille tõttu tekib dipool, mis võib orienteerida elektriväljas ja reageerida elektri mõjutusele (joonis 145-b). Seega liikumise protsessis suitsuosakesed omandavad elektrilise aktiivsuse, võivad reageerida omavahel ja sadestuda pinnale (näiteks kala), millel on vastandlaeng. Laenguga suitsuosakesed võivad omada elektrilise aktiivsuse ka mittedeformeeritud seisundis.

Kala valgud on dipoolid ja nende vabad otsad, väljudes kala pinnale, tekitavad nagu püstaia, mis koosneb valgumolekulide otstest ja milledel on teatud laeng. Seega on kala pinnal elektri- või õigemini mikroelektritsoon. Suitsuosakesed omandavad liikumise protsessis laengu ja, nagu oli räägitud eespool, deformeeruvad, tekitavad dipoolid ja seega kokkupuutumisel kala laetud pinnaga teatavate tingimuste juures võivad sellele sadestuda.

Suitsuosakesed laetakse ioonide osakeste pinnale sadestumise arvel [1]. Sellised osakesed võivad elektrostaatiliste jõudude mõju all sadestuda ka deformeerumata seisundis.

Suits on üsna ebastabiilne aerosool, mis füüsikalis-keemiliste tegurite mõju all kiiresti muudab oma omadusi. Need muudatused toimuvad suitsu koostisse kuuluvate ainete hapendumise, agregatsiooni, polümerisatsiooni ja kondenseerumise tagajärjel. Näiteks kõrgmolekulaarsed ühendid, väljudes suitsu tekkimise momendil tilkvedelas seisundis, seejärel enda liikumisel ja temperatuuri langemisel kiiresti tarduvad. Suitsu transportimine kaugele halvendab suurel määral tema suitsutamisomadusi. Ideaalseks juhuks tuleb lugeda selline, kus suitsutekkimise tsoon asub vahetult suitsutamisseadeldise tööruumis.

Tavalise suitsutamise juures toimub suitsu kala pinnale sadestumise protsess suitsu ja kala temperatuuri vahe mõju all, mille tulemuseks on vee ja teiste lenduvate ainete kondenseerumine kala pinnale, suitsu tahkete osakeste kleepumine kala kleepivale pinnale ja elektrijõudude toime.

Tavalise suitsutamise juures on suitsu kala pinnale sadestumise protsessis, eriti algul, kondenseerumise teguril suur tähtsus.

Ei etenda tähtsusetut osa samuti ka tahkete osakeste kala

---

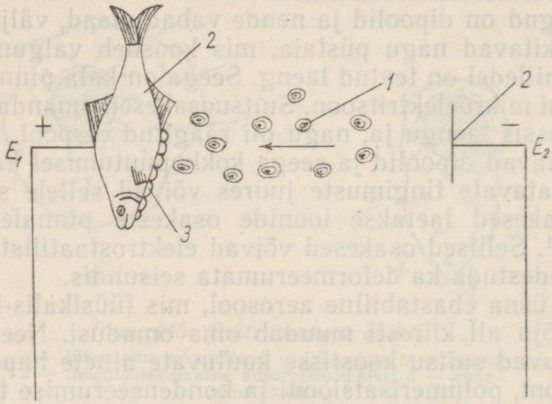
[1] B. L. Šneersoni järgi. Gaaside elektriline puhastamine. Metallurgizdat, 1950.

pinnale kleepumise tegur. Elektrokineetiline tegur arvatavasti ei või omada käesoleval juhul otsustavat tähtsust, kuna suitsuosakeste ja kalapinna laengute suurus on tähtsusetult väike.

Tavalise suitsutamise protsessis sadestub kalale peamiselt suitsu tilkvedel faas, mis annab kalale lõhna ja maitse. Tõrvained sadestuvad kalapinnale aeglasemalt. Sellega tulebki seletada seda fakti, et värvuse tekkimine jääb maha maitse ja lõhna tekkimisest.

Tahked osakesed, samuti nagu tilkvedelad, võtavad kala pinnale sadestumisel osa kondensaadi (liosooli) vedela kile tekkimisest osakestel oleva iooniatmosfääri (kasuka) arvel.

Suitsuosakeste korratule liikumisele kambris võib anda suuna, rangelt kindla liikumise, kasutades selleks suitsu elektrokinee-



Joon. 146. Elektriväljas suitsu kala pinnale sadestumise skeem:

1 — suitsu liikuvad osakesed; *2* — elektroodid; *3* — suitsuosakeste kiht; noolega on näidatud negatiivselt laetud suitsuosakeste liikumise suund.

tilisi omadusi, eriti tema võimet sadestuda materjali pinnale, millel on osakeste laengule vastupidine laeng.

Kui kala laadida laenguga, mis on vastupidine suitsuosakeste laengute (kasutades kala elektroodina) ja temast eemale asetada teine vastupidise märgiga elektrood (joonis 146), siis omandavad suitsuosakesed suundliikumise ja nende sadestumine kala pinnale kiireneb. Käesoleval juhul me põrkame kokku elektroforeesi nähtuse teisendiga, kui seda terminit mõista üldises mõttes, nagu kolloidsete osakeste liikumist elektriväljas (88).

Elektroforeesi põhjustab jõud, mis mõjub liikuva osakese elektrilaengule, välis-elektrivälja rakendamisel.

Elektroforeesi kiirus võib olla väljendatud järgmise valemiga (88):

$$v = \frac{eE}{6\pi\eta a}, \qquad (102)$$

kus: V — elektroforeesi kiirus;
e — osakese elektrilaeng;
E — voolu potentsiaal;
η — keskkonna viskoossus;
a — osakese raadius.

Toodud valem on õige ainult ideaalse juhu korral, kui ühe faasi osakesed liiguvad teise sees, mida loetakse liikumatuks. Osakesed aga, mis kuuluvad suitsu koostisse tahkes, tilkvedelas ja gaasitaolises seisundis, viibivad alalises liikumises, mis on tekitatud soojusvoolu jõuga ja ventilatsiooni tegevusega. Arvestades seda, tuleb valemisse (102) lisada paranduskoefitsient β:

$$v = \frac{\beta eE}{6\pi\eta a}. \qquad (103)$$

Koefitsiendi β tähendus sõltub suitsu liikumise kiirusest ja tema temperatuurist kambris, samuti ka teistest teguritest.

Elektroforeesimeetodi efektiivsus on suitsutamistööstuses veel puudulik kahel põhjusel. Esiteks viibivad suitsuosakesed kambris alalises ja kiires liikumises, seepärast on nende pikaajaline hoidmine võrdlemisi nõrga elektrivälja tsoonis, mida kasutatakse elektroforeesi juures, võimatu. Teiseks on tavaliste suitsuosakeste laeng väga väike, kusjuures suur osa suitsuosakesi võivad ka mitte omada laengut.

Võttes arvesse eeltoodut, kasutati elektroforeesimeetodi rakendamisel kaht täiendavat tegurit, mis aktiviseerivad suitsu kala pinnale sadestumise protsessi: osakese e kunstlikku ja sealjuures tunduvalt suurendatud laengut ning kõrgepinge elektrivälja kasutamist (E suurendamine). Seega suurendati vastavalt valemile (103) kahe korrutaja (e ja E) arvulisi tähendusi, milledest sõltub suitsu dispersse faasi osakeste kala pinnale elektrilise sadestumise kiirus. Nende võtetega õnnestus suurel määral ületada Browni liikumise jõudu elektrivälja tsoonis, anda suitsuosakestele kindel liikumise suund ja saavutada nende kiiret sadestumist kala pinnale.

Seega osakeste liikumise kiirus ja sellepärast ka nende sadestumise kiirus kõrgepinge elektriväljas kala elektrisuitsutamisel allub järgmisele seadusele:

$$v = \frac{\beta neE}{6\pi\eta a}, \qquad (104)$$

kus: v — elektroforeesi kiirus;
β — paranduskoefitsient, mis arvestab soojusliikumise energiat ja ventilatsiooni tegevust;
n — elektrilaengute arv osakesel;
e — osakese elektrilaeng;
E — voolu potentsiaal;
β — keskkonna viskoossus;
a — osakese raadius.

Nagu on näha valemist (104), sõltub suitsu kala pinnale sadestumise kiirus mitte ainult elektri näitajatest, vaid ka suitsu tihedusest ja osakeste mõõtmest (raadiusest). Kui tavalisel suitsutamisel me püüame suitsutada tiheda suitsuga, siis elektrisuitsutamise juures, vastupidi, on vaja kasutada väiksema kontsentratsiooniga suitsu (vähendada η). Sel juhul kergeneb suitsu ioniseerimine, millel on eriti suur tähtsus tilkvedelas seisundis olevate ainete sadestumisel.

On teada kaks gaaside ioniseerimise viisi: eri-ionisaatorite (radioaktiivsete ainete, ultravioletkiirte jt.) abil ja kiiresti liikuva iooni kokkupõrkamise (löögi) arvel suitsuosakesega — löökioniseerimine. Seega luuakse kala elektriga suitsutamisel suitsuosakeste laadimisega tingimused, mis aktiviseerivad nende ümberasetumist elektriväljas, kõrgepinge elektrivälja tekkimine aga annab nendele osakestele suurema kiiruse.

Selle ülesande lahendamiseks lastakse Kiievi Kalakombinaadis ülesseatud elektriga suitsutamise aparaadis läbi kahe peene juhtme (katoodi), mis on asetatud kalaga transportööri kummalegi poole, vool pingega 40 000 V ja enam. Selle ja suurema pinge juures on ioonide kiirus väga suur, nende kineetiline energia aga saab niisuguse tähenduse, mille juures nad, põrgates kokku gaasimolekulidega, löövad neutraalsetest aatomitest välja ühe või mitu orbitaalset elektroni, tekitades positiivse iooni ja vabad elektronid.

Uued tekitatud ioonid võtavad samuti osa gaaside ioniseerimisest; toimub massiline uute ioonide tekkimine. Kuna elektroodide juurde saabuvad pidevalt uued suitsuannused, siis kulgeb gaaside ioniseerimise protsess suitsus samuti pidevalt.

Väljapinge küllaldase kõrguse juures hakkab gaas juhtmete pinna juures nõrgalt särama ühes iseloomustava särina või pragisemisega. See nähtus sai koroonapurge nimetuse, millele vastavalt juhtmed nimetati koroneerivateks elektroodideks.

Gaaside ioniseerimise tagajärjel tekivad dispersses keskkonnas ioonid — laengukandjad, millised asetuvad dispersse faasi osakeste välisorbiidil ja tõstavad suurel määral nende negatiivset elektrilaengut. Tulemusena omandavad suitsu dispersse faasi osakesed elektriväljas potentsiaalide suure vahe mõju all suundliikumise ja sadestuvad suure kiirusega kala

pinnale, millel on vastupidine laeng. Käesoleval juhul kasutatakse põhimõtet juhe vastu tasapinda, kus tasapinnaks on kalaga võrgud.

Seega moodustuvad elektriga suitsutamise aparaadis elektroodide (juhtmete ja kala) vahel kaks järsku teineteisest erinevat piirkonda. Esimeses, võrdlemisi mitte suures säravas piirkonnas (koroona) tekib koroneerivate juhtmete ümber suurel arvul positiivseid ja negatiivseid ioone.

Teine piirkond, mis asub koroona ja kala vahel, täitub ainult kala poole liikuvate negatiivsete ioonidega (elektronidega). Negatiivsed ioonid, kohates omal teel suitsu dispersse faasi osakesi, laadivad neid ja seega viimased lülituvad positiivse elektroodi (kala) poole liikuvate elektronide üldvoolu. Negatiivsed ioonid on liikuvamad kui positiivsed ja seepärast on elektriga suitsutamise seadeldises koroneeriva elektroodina võetud negatiivne elektrood.

Gaaside ioniseerimisel kõrgepingevooluga (löökioniseerimisel) on meie arvates eeliseid eri-ionisaatorite kasutamise ees, kuna sel juhul lahendatakse üheaegselt ka teine ülesanne — kõrgepingevälja tekkimine.

Selleks et linna elektriliinivoolu transformeerida kõrgepingevooluks, s. o. tehnoloogiliseks vooluks, on vaja kaunis keerukat elektriseadmestikku. Kala elektriga suitsutamise vajaduseks elektrivoolu kasutamise ja transformeerimise tehnoloogiline skeem koosneb järgmistest operatsioonidest: elektrivõrguvoolu transformeerimine kõrgepingevooluks; vahelduvvoolu transformeerimine alalisvooluks (voolu alaldamine); suitsuosakeste ioniseerimine; suitsuosakeste üleviimine kõrgepingeväljas kala juurde; laetud suitsuosakeste sadestamine kala pinnale.

Suitsuosakeste sadestumine kala pinnale kõrgepingevoolu väljas on puhtpinnaline protsess ja sel teel ajada suitsuosakesi kalasse või lihasse, nagu seda kinnitavad Rogov ja Fjodorov (165), on võimatu.

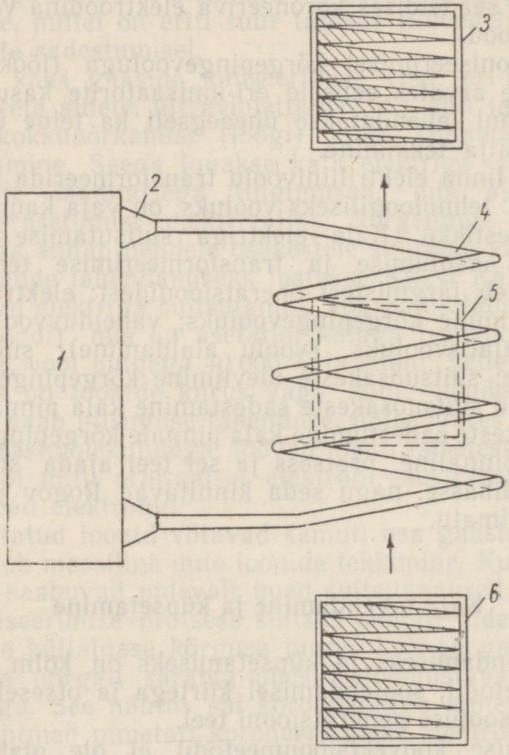
Kala tahendamine ja küpsetamine

Kala tahendamiseks ja küpsetamiseks on kolm viisi: konvektsioonmeetodil, soojendamisel kiirtega ja otseselt töödeldavas objektis soojuse generatsiooni teel.

Soojendamise konvektsioonmeetodit ei ole otstarbekohane kasutada elektriga suitsutamisel, kuna kala tahendamine ja küpsetamine sel juhul toimub liiga aeglaselt. Sel juhul võib kasutada ainult soojendamist kiirtega ja soojendamist vahetult kalas soojuse generatsiooni alusel (näiteks kala soojendamine kõrgsagedusvooluga). Mis tahes suurusega kala pinna tahen-

damist ja küpsetamist on otstarbekohane teostada infrapunaste ja ultraviolettlampide kasutamisega; kuid suurte mõõtmetega kala läbisoojendamine infrapunaste kiirtega ilma ebasoovitavate kudede muutusteta kala pinnal on raske, kõige tähtsam aga on, et küpsetamise protsess kestab kaua (suure tursa puhul üle 30 minuti).

Suurte kalade küpsetamine (läbikeetmine) elektriga suitsutamisel on võimalik ainult kõrgsagedusvooluga, kuna sel juhul protsess läheb kiiresti ja sünkroniseeritakse suitsu kala peale sadestumise elektrostaatilise protsessiga. Kiievi Kalakombinaadi elektriga suitsutamise tsehhi kõrgsagedusaparaadis küpseb sevrjuuga 12—15 minutiga. Selles kombinaadis rakendatud tehnoloogiline skeem linna võrguvoolu transformeerimi-



Joon. 147. Elektriisolatsioonimaterjalist kasti pakitud kala kõrgsagedusvooluga keetmise aparaadi skeem:

1 — kõrgsagedusvoolugeneraator; *2* — läbiv isolaator; *3* — kast keedetud kalaga; *4* — keetmiskontuuri induktor; *5* — kast keedetava kalaga induktoris; *6* — kast värske kalaga.

sel ja kasutamisel kala küpsetamiseks (läbikeetmiseks) kõrgsagedusvooludega näeb ette järgmised operatsioonid: elektrivõrguvoolu transformeerimine tema pinge tõstmiseks; voolu alaldamine; alalisvoolu transformeerimine kõrgsagedusega vahelduvvooluks; kala induktsioonsoojendamine; induktoris kõrgsagedusega magnetvälja moodustamine; kõrgsagedusvoolu loomine kala kehas induktorivälja abil; ioonide ergutamine kala kehas; kõrgsagedusvoolu energia muutmine kala kehas soojusenergiaks.

Vastavalt sellele skeemile transformeeritakse elektrivõrgu vahelduvvool elektrialajaamas kõrgema pinge vooluks (6000—8000 V), siis aga alalisvooluks. Edasi ta suunatakse kõrgsagedusgeneraatori juurde, kus transformeeritakse kõrgsagedusega (15 miljonit võnget sekundis) vahelduvvooluks, mida kasutataksegi kala küpsetamiseks.

Joonisel 147 on näidatud perioodiliselt töötava kõrgsagedusvooluga kala keetmise aparaadi skeem. Suitsutatud kala pakitakse tihedalt kasti, mis asetatakse keetja kontuuri.

Induktoris (kontuuris) moodustatakse kõrgsagedusega magnetväli. Magnetjõujooned läbivad kalaploki kastis ja tekitavad kalas kõrgsagedusvoolud. See väljendub selles, et elektromotoorse jõu mõjul hakkavad ioonid kala kehas liikuma, siis aga suure hulga ioonide kokkupõrkamise ja hõõrdumise tulemusena elektrienergia muundub soojusenergiaks. Selleks et kala kõrgsagedussoojendamine kulgeks kiiresti, on vaja, et kala oleks eelnevalt nõrgalt soolalahuses soolatud.

Soolamisel viiakse kalasse vajalik arv ioone, millised võtavad osa elektrienergia muundumisest soojusenergiaks. Täiesti küllaldane on soolata kala kuni 3—5% soolasisalduseni, nagu see on lubatud kuumsuitsukalal. Käesoleval ajal käivad Kiievi Kalakombinaadi katsetsehhis tööd (G. V. Butenko) pidevalt töötava kõrgsageduskeetja loomiseks.

Kala elektriga kuumsuitsutamise skeemid

On teada neli põhilist kala elektriga kuumsuitsutamise protsessi skeemi.

E s i m e s s e s k e e m i kuuluvad tahendamine, pärissuitsutamine ja küpsetamine. Selle skeemi esitasid esmakordselt M. I. ja A. A. Kalitinid. Esitatud skeemile võib anda järgmise teoreetilise põhjenduse.

Tahendamine teostatakse sihiga eemaldada kala liha pinnakihtidest vett ja valmistada kala pind ette suitsuainete sadestumiseks sellele. Kõige parem on kasutada selleks infrapunaseid kiiri, mis võivad osaliselt tungida materjali sisse. Sel juhul toi-

mub vee eemaldamise protsess kala liha ülemisest kihist (paksusega kuni 2 mm) kiiresti vee auramise ja kala kehakudedesse difusiooni arvel. Selle tulemusena tekivad kala liha pinnakihis tühimikud (mikrotühimikud), millised võivad olla täiendavaks reservuaariks suitsuelementidele, mis sadestuvad kala pinnale vedelas seisundis.

Kuna suitsu elektriga sadestamise protsess kulgeb väga kiiresti, on pinna mahutavusel, millele see sadestamine toimub, väga suur tähtsus. Kui arvestada, et ained, mis annavad suitsutatud toote lõhna ja maitse, on suitsus tilkvedelas seisundis, siis on selge, et nende sadestamine võimalikult suuremates kogustes on peamiseks ülesandeks kala elektriga suitsutamisel.

Suitsu elektrostaatilise sadestamise abil (pärissuitsutamine) kala pinnale antakse temale suitsutootele omane maitse, lõhn ja värving.

Tavalises puidusuitsus domineerivad ained, mis annavad kalale kuldpruunika värvingu, ja seepärast on elektriga suitsutamise juures peamiseks ülesandeks võimalikult suurema koguse ainete sadestamine kala pinnale, mis annavad kalale lõhna ja maitse. Vajaliku keemilise koostisega suitsu valmistamine elektriga suitsutamisel omab väga suure tähtsuse. See ülesanne on praegu alles lahendamise staadiumis.

Kala küpsetamisel on mitu spetsiifilist tehnoloogilist ülesannet: kala läbikeetmine, suitsu koostisse kuuluvate suitsutavate ainete difusiooni aktiviseerimine pinnalt kala kudedesse, suitsutavatest ainetest kile kinnitamine ja ilmutamine kala pinnal. Parimaid tulemusi annab küpsetamine infrapunaste lampidega, kuna sel puhul mõjub kala peale mitte ainult soojus, vaid ka valgus, mis mõjuvad üheaegselt, ning annavad kalale vajaliku mahlaka ja õrna konsistentsi, meeldiva maitse ja veetleva läikiva pruuni värvingu.

Kala pinnakihi intensiivse soojendamise mõjul (see on kiirtega soojendamise iseärasus) tekib kala kehasse suunatud suur temperatuuri gradient, mis aktiviseerib vee ja selles lahustatud suitsuainete liikumist (termodifusioon) kala liha pinnakihtidest sisemistesse kihtidesse. Selle tagajärjel omandab kala hea maitse, õrna ja mahlaka konsistentsi, kuna temast eemaldub ainult väike kogus vett ja veeslahustuvaid aineid. Infrapunaste või teiste kiirte toime aktiviseerib kalapinnal fotokeemilisi protsesse ja selle tulemusena kile, millel peale pärissuitsutamist on nõrkkollane värving, omandab ilusa kuldpruuni värvingu.

Kile esialgse värvingu muutumise protsessi soojuse ja kiirte mõjutamisel meie nimetame ilmutamiseks. Suitsu koostisse kuuluvate elementide kile kinnitamiseks me nimetame protsessi, mille tulemusena see kile kõvasti kinnitatakse kala pinnale. See

protsess kulgeb samuti soojuse ja valguse mõju all, ehkki viimane tegur siin ei oma sellist tähtsust, nagu ilmutamise juures. Suurt mõju avaldab kile kinnitamisele pinna seisukord.

Teine skeem koosneb samadest operatsioonidest, kuid pisut teises järjekorras: tahendamine, küpsetamine ja pärissuitsutamine. Seda skeemi pooldatakse Poola Rahvavabariigis. Tahendamiseks ja küpsetamiseks kasutatakse tulist õhku. Selle skeemi puuduseks on vajadus suitsuainete kile pikaajaliseks kinnitamiseks kala pinnale alles peale suitsutamist.

Kolmas skeem näeb ette ainult tahendamist ja pärissuitsutamist.

Seda skeemi pooldatakse Lääne-Saksamaal suitsutatud pooltoote valmistamisel konservide (sproti) tootmiseks. Tahendamine teostatakse kiirgussoojendamisega. Millisel viisil kinnitatakse suitsu suitsutavate ainete kile kala pinnale, see on meile teadmata. Selle skeemi positiivseks omaduseks on protsessi lihtne ja kiire läbiviimine. Käesoleval juhul ei ole vaja kala täielikult läbi keeta, kuna see toimub konservide steriliseerimise ajal.

Selle viisi juures on raske saada pooltoodet suitsutavate ainete kilega, mis oleks kõvasti kinnitatud kala pinnale.

Neljas skeem sisaldab tahendamise, küpsetamise, pärissuitsutamise ja kinnitamise.

See skeem on esitatud Kalatööstuse Mehhaniseerimise Teadusliku Uurimise Instituudi (VNIRO Leningradi osakond) poolt ja kindlustab suitsutavate ainete kõige tugevama kinnitamise kala pinnale ja suure hulga vee eemaldamise kalast. Mõlemal faktoril on suur tähtsus konservide valmistamisel suitsukalast õlis ja eriti konservide «Sprotid õlis» tootmisel. Selle skeemi puuduseks on protsessi võrdlemisi pikk kestus, mis põhjustab vajaduse luua suurte mõõtmetega elektriga suitsutamise agregaati.

Elektriga suitsutatud kala valmistamise tehnoloogia

Kiievi Kalakombinaadis on välja töötatud järgmised elektriga suitsutamise meetodil suitsutatud kala valmistamise viisid.

Suure kala kuumsuitsutamine elektriga. M. I. ja A. A. Kalitinite poolt esitatud kala valmistamise tehnoloogiline skeem näeb ette järgmised operatsioonid.

Lahatud kala soolatakse soolvees harilikul viisil ja siis lastakse soola ühtlustamiseks kala lihas seista vabas õhus mõned tunnid (2—4 tundi), peale seda leotatakse lühikest aega või loputatakse (pestakse) korduvalt duši all, et magestada kala pinnakihte, millede soolasisaldus harilikult on kõrgem kui sisemistel kihtidel.

Soolasisalduse ühtlustamine kala lihas elektriga suitsutamise juures on üsna tähtis operatsioon, kuna soolasisalduse suurenemisel kala lihas kõrgsagedusvoolude soojuslik efekt tugevneb. Mitteühtlase kala soolsuse juures võivad välimised soolasemad lihakihid üle soojeneda (pehmeks keeda), sisemised aga, vastupidi, ei kee läbi.

Peale nõrgumist kala tahendatakse, et veetustada liha väliskihte ja nahka ja sellega hoida ära väliskudede rebenemist, säilitada kala sisemiste kihtide mahlakust ja vältida kalakeste kokkukleepumist küpsetamisel.

Tahendamisele järgneb kala suitsutamine, mis toimub järgmiselt: kala asetatakse sõelale, mis suitsutamiskambris liigub konveieril kahe kõrgepingevoolu all oleva koroneeriva elektroodi vahel. Suitsuosakesed, täites elektroodidevahelise ruumi, omandavad vastava laengu ja sadestuvad vastandlaenguga kalale.

Suitsutamise protsess kestab 3—6 min., suitsutatud kala pakitakse tihedalt kastidesse, mis transportööriga suunatakse kõrgsagedusaparaati kala küpsetamiseks (läbikeetmiseks). Kala soojendamine induktoriväljas kestab 12—16 min., mille kestel kala küpseb (keeb läbi) täielikult.

Küpsemise (läbikeemise) kiirus oleneb voolude pingest, soola- ja niiskusesisaldusest kalas ja kala mõõtmetest. Kala soojendamisel kõrgsagedusvooluväljas toimub veeaurude järsk eemaldumine kogu kala kere mahust; seejuures ainult hästi tahendatud kala pinna puhul välditakse väliskudede rebenemist.

Kiievi Kalakombinaadis olev katkendliku tegevusega kõrgsagedus-keeduaparaat ei kindlusta võimalust luua mehhaniseeritud vooluliini kala elektriga suitsutamiseks. Sellepärast tehakse töid, et luua pidevalt töötav keetja.

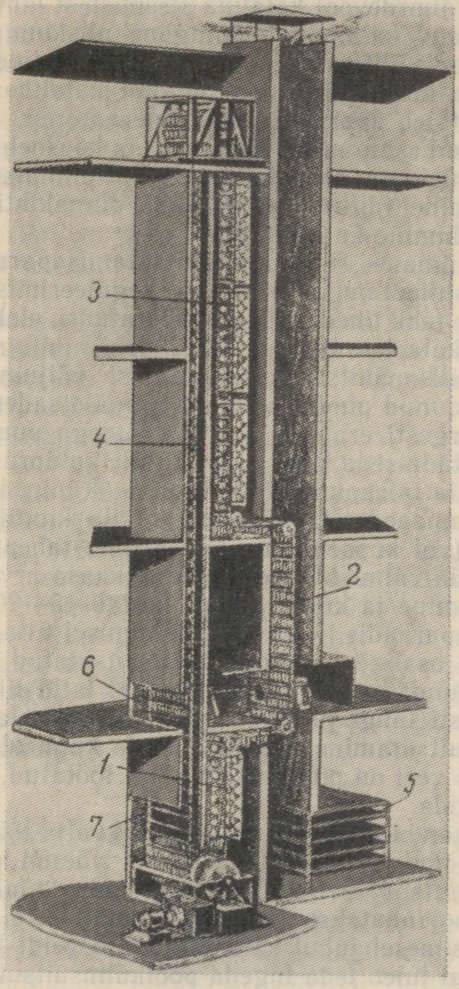
Väikese kala kuumsuitsutamine elektriga. Tehnoloogiline protsess väikese kala valmistamiseks elektriga kuumsuitsutamise teel on järgmine. Kala pestakse tervikuna või lahatuna, soolatakse nõrgalt ja asetatakse peale nõrgumist metallvõrkudele või riputatakse üles konksudega lattidele, mis transportööriga suunatakse elektriga suitsutamise agregaati.

Kiievi Kalakombinaadis koosneb elektriga suitsutamise agregaat kolmest aparaadist (joonis 148), mis on asetatud ülestikku üksteise peale. Esimeses aparaadis toimub tahendamine (kuivatamine), teises pärissuitsutamine ja kolmandas kalaküpsetamine (läbikeetmine). Kõik aparaadid on ühendatud üldise kettransportööriga.

Kõrvuti tahendamisega esimeses aparaadis toimub kalapinna soojendamine kuni 80—100°-ni, mis osutab suurt mõju suitsu sadestumise protsessile ja suitsuainete kile kinnitamisele kala

pinnal. Samaaegselt toimub samuti ka kalaliha osaline küpsemine (läbikeemine).

Kuivatusaparaadis soojendatakse kala infrapunaste kiirtega SK-2 tüüpi lampide patareist võimsusega 500 W, mis on ase-



Joon. 148. Vertikaalne elektriga suitsutamise agregaat väikeste ja keskmiste mõõtmetega kalade suitsutamiseks:

1 — kala tahendamise aparaat; *2* — aparaat pärissuitsutamiseks; *3* — aparaat küpsetamiseks (läbikeetmiseks); *4* — aparaat jahutamiseks; *5* — suitsutusgeneraator; *6* — luuk suitsutatud kala väljalaadimiseks; *7* — luuk värske kala sisselaadimiseks.

tatud kummalegi poole transportööri. Veeaurud kõrvaldatakse kalapinnalt ja aparaadist eriventilatsiooniseadme abil. Tahendamine kestab 2—4 min.

Tahendatud kala suunatakse suitsutamisaparaati, kus ta satub algul surnud ruumi ja seal pisut jahtub, mille tagajärjel suureneb niiskuse juurdevool kalaliha sisemistest kihtidest pinnale. Seejuures toimuv kalanaha mõningane niiskumine on vajalik tema elastsuse säilitamiseks ja suitsuelementide kalapinnale sadestumise ja nende difusiooni pinnalt kalalihasse kergendamiseks. Suits tuleb aparaati suitsugeneraatorist.

Suitsutamine kestab mitte üle 6 min. ja koosneb kolmest staadiumist: suitsuainete sadestamine kala pinnale; suitsuainete osaline tungimine (difusioon) kalaliha pinnakihtidesse, suitsuainete kile tekkimine kala pinnale.

Protsessi viimane staadium suitsutamisaparaadis ei lõpe täiesti. Kala suitsutamise protsessi reguleerimist teostatakse suitsu paksuse (ehk tiheduse) ja temperatuuri, elektrivoolupinge suuruse ning kala ja suitsu liikumiskiiruse muutmise teel suitsutamisaparaadis. Suitsutamisaparaadist väljumisel on kalal kleepuv, määrdunud pind, kusjuures pinnale sadestunud suitsuainete kiht kergesti eraldub teda näppudega puudutamisel. Et lõplikult kinnitada seda kilet ja anda talle kuldpruuni värvingut, kiiritatakse kala infrapunaste kiirtega 2—8 min. kestel. Seejuures toimub samaaegselt suitsuainete kile kinnitamisega kala läbikeetmine (või küpsetamine) ja osaline tahendamine. Kogu suitsutatud kala valmistamise protsess, kaasa arvatud tahendamine, suitsutamine ja küpsetamine, kestab 15—20 min.[1]

Järgmises aparaadis, juba kala liikumisel alla, toimub tema jahutamine ja osaline tahendamine. Suitsutatud kala võetakse väljalaadimisluugi kaudu lattidelt maha; latid liiguvad alla ja saabuvad uuesti luugi juurde värske kala sisselaadimiseks.

Kala külmsuitsutamine elektriga. Kala külmsuitsutamise tehnoloogias, mis veel on puudulikult välja töötatud, on käesoleval ajal kaks suunda.

Kiievi Kalakombinaadis on autori poolt välja töötatud (1954—1955 a.) tehnoloogia, mille aluseks on võetud protsessi kiire läbiviimise printsiip. Selleks et kõrvaldada kalalt toorest kõrvalmaitset, soojendatakse kala ultraviolett- või infrapunaste lampidega. Esimesel juhul kala meenutab veidi külmsuitsutoodet, teisel juhul tuleb teda lugeda poolkülmsuitsutooteks.

Selliste toodete valmistamiseks võib kasutada heeringat, lõhilasi ja teisi kalu soolasisaldusega 6—10% piirides, millised valmivad soolatult. Suitsutamisele on soovitav suunata kala, mida

---

[1] Selles agregaadis on ette nähtud perioodiline kiirgussoojendamine. Selle priitsiibi on kalade jaoks välja töötanud N. N. Sahharova.

on hoitud teatud aeg soolvees ja millel ei ole tugevasti väljendanud toorkalamaitset. Suur kala lahatakse fileeks, et suurendada pinda ja vähendada paksust. Nendel mõlemal teguril on suur tähtsus kala elektriga külmsuitsutamisel, kuna loovad kõige soodsamad tingimused kala tahendamiseks ja soojendamiseks, samuti ka suitsuainete sadestumiseks tema pinnale.

Kala pannakse võrkude peale või riputatakse lattide külge ja suunatakse elektriga suitsutamise agregaati, kus toimub tema tahendamine, pärissuitsutamine ja jälle tahendamine.

Nende operatsioonide tehnoloogiline mõte jääb samaks nagu elektriga kuumsuitsutamise juures. Protsessi režiim on järgmine: tahendamine (4—6 min.), pärissuitsutamine (4—6 min), tahendamine — kinnitamine (6—10 min.), jahutamine — tahendamine (10—20 min.). Mõnikord ei piisa ühest suitsutamistsüklist ja üksikute kalade töötlemine vajab kaks ja isegi kolm tsüklit.

Selle tehnoloogia järgi saadakse õrnema konsistentsiga toode kui tavalisel suitsutamisel. Suitsutatud toode pakitakse kastidesse ja saadetakse peale säilitamist (valmimine) laos 2—3 ööpäeva kestel realiseerimisele.

O. P. Gretskaja, A. V. Solineki, A. V. Jemšanova poolt (1956—1957) Leningradi Kombinaadis väljatöötatud elektriga külmsuitsutamise tehnoloogia kujutab endast tavalise ja elektriga suitsutamise printsiipide ühendamist.

Kala (näiteks heeringas) tahendatakse tervikuna 4—5 tunni kestel 25—30° temperatuuriga õhus, siis suitsutatakse 5—6 minuti kestel elektriväljas pingega 20000 V. Suitsutatud kala pakitakse peale täiendavat 4—5-tunnilist tahendamist kastidesse ja hoitakse 2—3 päeva, mispeale teda võib saata realiseerimiseks. Saadava toote kvaliteet on täiesti rahuldav ja meenutab tavalist külmsuitsukala, ainult toorsoola- ja liiga niiske kala kõrvalmaitsega; suitsu lõhn on puudulik.

Kala elektriga suitsutamise paremused ja puudused

Tavaliste suitsutamisseadeldistega valmistatud toode on väga ebaühtlane nii välimuselt kui maitselt. Toote väljatulek, eriti väikese kala suitsutamisel on madal, kuna vee auramise protsess suitsutamisel tunduvalt ennetab suitsukalale suitsu sadestumise protsessi; rasvaste kalade suitsutamisel esineb peale selle veel suur rasvakadu.

Elektriga suitsutamise paremused võrreldes tavalise suitsutamisega on järgmised.

Kala kuumsuitsutamise protsessi kestus lüheneb 6—10 korda, külmsuitsutamisel aga vähemalt 30 korda, mis võimaldab luua

pidevalt töötava suitsutamisaparaadi ja kindlustab tootmisprotsessi täieliku mehhaniseerimise.

Suitsutamisprotsessi on kerge reglementeerida ja reguleerida, mis kindlustab suitsutatud toodete samalaadsuse ja hea kvaliteedi.

Seoses sellega, et kala termilise töötlemise kestus järsult lüheneb, suureneb suitsukala väljatulek ja saavutatakse toormaterjali tunduv sääst; kalaliha omandab õrna ja mahlaka konsistentsi ning hea maitse.

Elektriga suitsutamisel sadestuvad suitsuelemendid väga kiiresti kala pinnale, kuid kala lihasse tungivad aeglaselt. Sellepärast on elektriga suitsutamise meetodil valmistatud kalal väga meeldiv välimus, kuid puudulikult väljendunud suitsutoote maitse ja lõhn, eriti liha sisemistes kihtides. Paljud eriteadlased loevad seda elektriga suitsutatud toodete tõsiseks puuduseks, kuid meie ei jaga seda arvamist, kuna oleme arvamusel, et mitte kõiki suitsuaineid, mis kogunevad kalalihas tavalisel suitsutamisel, ei saa lugeda kasulikuks inimese organismile.

Elektriga suitsutamise puuduseks tuleb lugeda elektrotehnilise seadmestiku keerukust, millega seoses võivad esineda teatavad raskused selle monteerimisel ja ekspluateerimisel.

Märg-(suitsuta)suitsutamine

Aastail 1954—1955 tehti Kiievi Kalakombinaadi katsetsehhis kindlaks infrapunaste kiirte mõju järgmised iseärasused elektriga suitsutamisel:

1. kiire veetustumine ja valkude denatureerumine kalaliha välispinnakihis, mille tagajärjel tekib suitsu sadestumiseks ja absorbeerimiseks aktiivne pind;

2. kiire kuivamine ja suitsuainete kile kinnitamine kala pinnal, mille tõttu kala lühikese ajaga omandab iseloomustava lõhna ja meeldiva, mitmesuguste varjunditega kuldpruuni värvi;

3. suure temperatuurigradiendi tekkimine kalaliha välispinna ja sisemiste kihtide vahel, mis soodustab tootele lõhna ja maitset andvate suitsuainete sissetungimist kala pinnalt liha sisemistesse kihtidesse (termodifusioon);

4) kala küpsemise (läbikeetmise) kiirenemine võrreldes konvektsioonsoojendamisega.

Need infrapunase kiiritamise mõju iseärasused võeti arvesse I. I. Lapšini, A. M. Šapošnikovi, P. I. Šušpanovi ja teiste poolt kala märgsuitsutamise tehnoloogia väljatöötamisel. Käesoleval ajal on Moskva Kalakombinaadis ehitatud tööstuslik katseseadeldis kala märgsuitsutamiseks.

Kala märg-kuumsuitsutamine seisneb järgmises. Kala soolatakse tervikuna või vastaval viisil lahatuna soolvees kuni 2—3%-lise soolasisalduseni. Peale nõrgumist asetatakse soolatud kala 30—60 sek. vanni ühes suitsutamisvedelikuga, mis on puidu kuivdestillatsiooni produkt. Seejuures omandab kala kergesuitsutoote lõhna ja veidi kollaka värvingu. Seejärel suunatakse kala soojusaparaati, kus teda 15—30 min. kestel (olenevalt mõõtmetest) kiiritatakse ja soojendatakse (keedetakse) infrapunaste lampidega. Tulemusena saadakse rahuldava kvaliteediga toode, mis on lähedane tavalisele kuumsuitsukalale, kuid pisut tuhmunud pruunika värvinguga.

Seega koosneb märgsuitsutamise protsess kahest staadiumist: pärissuitsutamisest (kala asetamine suitsutamisvedelikku) ning kala kiiritamisest ja küpsetamisest. Märgsuitsutamise juures on suur tähtsus suitsutamisvedeliku keemilisel koostisel. Selle meetodi positiivseteks omadusteks on tehnoloogilise protsessi lihtsus, mida võib täielikult mehhaniseerida ilma keerukate seadmete kasutamiseta; suured võimalused värvingu, lõhna ja maitse reguleerimiseks, võimalus suitsutamiseks vajalike puidu kuivdestillatsiooni produktide täielikuks ärakasutamiseks; tööliste töötingimuste parandamine (puudub suits). Siiski võib selle viisi väljatöötamise tänapäeva seisundi juures seda kasutada ainult väikeste ja keskmiste mõõtmetega kala kuumsuitsutamise asendamiseks.

Katsed kala külmsuitsutamise kiirmeetoditega ei ole seni veel andnud häid tulemusi, kuid võib arvata, et tulevikus see ülesanne lahendatakse ja saabub võimalus kasutada märgsuitsutamist ka külm- või poolkülmsuitsutoodete valmistamisel.

Moskva Kalakombinaadis on välja töötatud teine märg-külmsuitsutamise tehnoloogia. Nõrgalt soolatud kala asetatakse 30—45 sekundiks suitsutamisvedelikku ja siis vinnutatakse vabas õhus 2—3 päeva.

Käesoleval juhul see tehnoloogia vähe erineb tehnoloogiast, mida kasutatakse Leningradi Kalakombinaadis ja tal on sama puudus — protsessi suur kestus.

Takistuseks märgsuitsutamise laialdasele juurutamisele on seni veel puudulikult väljatöötatud suitsutamisvedeliku saamise tehnoloogia ja vajadus ehitada selleks kogukaid seadeldisi.

XV PEATÜKK

KALATOODETE PAKKIMINE

Valmis-kalatoodete pakkimiseks nimetatakse rea operatsioonide kompleksi, mis on seotud konservitud kala ettevalmistamisega tarbijaskonnale realiseerimiseks.

Selliste operatsioonide hulka kuuluvad: soolatud kalatoodete puhul — pesemine, nõrgumine, sortimine, taarasse pakkimine, kaanetamine, markeerimine; suitsutatud ja kuivatatud toodete puhul — puhtakshõõrumine, sortimine, taarasse pakkimine, kaanetamine, markeerimine.

Pesemist ja puhtakshõõrumist kasutatakse soola ja muu mustuse eemaldamiseks kala pinnalt, et anda tootele võimalikult meeldivam välimus. Soolatud kala pestakse kvaliteetses küllastatud soolvees; peale pesemist kala pinnale jäänud liigse soolvee äravooluks asetatakse kala riita, tünnidesse, korvidesse. Suitsutatud ja kuivatatud tooted hõõrutakse kuiva või taimeõlisse kastetud kaltsuga; selleks otstarbeks võib kasutada ka kalarasva.

Vahetult enne kala taarasse (tünnid, kastid) pakkimist teda sorditakse kvaliteedi (sordi) ja mõõtmete järgi rangelt vastavalt GOST-i ja TT nõuetele.

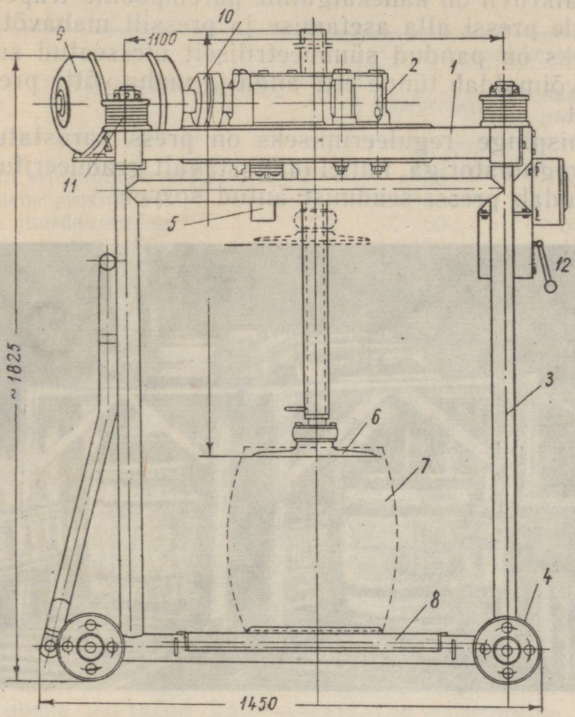
Kala pakkimine taarasse on väga tähtis operatsioon, millest suurel määral oleneb toote kvaliteedi säilivus transportimisel ja järgneval säilitamisel. See operatsioon tuleb teostada rangelt kinni pidades kehtivate instruktsioonide ja GOST-i nõuetest. Seni ei ole veel see väga töömahukas operatsioon mehhaniseeritud. Viimastel aastatel tegid paljud leiutajad katseid mehhaniseerida soolakala tünni pakkimist, kuid seni on see teataval määral õnnestunud ainult väikeste kalade (tülka) puhul, mida pakitakse reastamatult.

Tünni pakitud soolakala pressitakse. Sellel tehnoloogilises suhtes tähtsal operatsioonil on järgmised eesmärgid:

1) täielikult ära kasutada taara maht, tihendades kala kuni võimaliku piirini;

2) eemaldada kala pinnalt, lõpustest ja kõhuõõnest soolveejäägid;

3) välja tõrjuda taarast, kala kõhuõõnest ja lõpustest osa õhku, samuti raskendada õhu juurdepääsu kalale; sellel on eriti suur tähtsus kalade juures, mida pakitakse soolveeta taarasse (kastidesse, mittesoolveekindlatesse tünnidesse), kuna sel juhul peatub kalas rasva hapendumine ja «rooste» tekkimine;



Joon. 149. Mehaaniline lihtpress:
1 — liikuv raam; *2* — tigureduktor; *3* — kandekere; *4* — tagumised rattad; *5* — rõngaslüliti; *6* — suruketas; *7* — tünn; *8* — suundrullikud; *9* — elektrimootor; *10* — sidemuhv; *11* — amortisatsioonirõngaste komplekt; *12* — juhtimiskäepide.

4) säilitada kala hea välimus ja kuju; mittetihedalt (pressimata) taarasse pakitud kala transportimisel ja ümberlaadimisel muljub ja saab mehaanilisi vigastusi.

Kala pressitakse tünnides peamiselt mehaaniliste vintpresside abil.

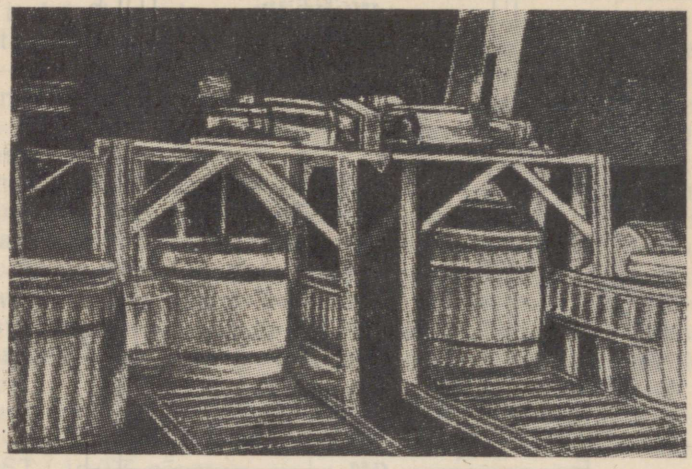
Mehaaniline lihtpress. Press koosneb järgmistest põhidetailidest ja -sõlmedest (joonis 149): kandekere, liikuv raam, tigureduktor, elektrimootor, sidemuhv, tagumised rattad, keskmised rattad, juhtimiskäepide, surveregulaator, rõngaslüliti, suru-

ketas, trummellüliti, suundrullikud ja kummist amortisatsioonirõngaste komplekt.

Pressi edasiliikumiseks on kandekere monteeritud neljale rattale. Esimesed rattad on pöörduvad ja ühendatud juhtimiskäepidemega.

Vertikaalkruvil on kahekäiguline parempoolne trapetskeermetis; tünnide pressi alla asetamise ja pressilt mahavõtmise hõlbustamiseks on pandud sümmeetriliselt ülesseatud suundrullikud, mis võimaldab tünne ette anda ja maha võtta pressi mõlemalt poolt.

Pressimispinge reguleerimiseks on press varustatud surve automaatregulaatoriga, millel on vastavalt gradueeritud skaala; see kergendab pressi seadmist antud survele.



Joon. 150. Paarispress.

Elektrimootori sisse- ja väljalülitamiseks ja kruvi liikumissuuna muutmiseks on ette nähtud reversiivtegevusega tüüptrummelümberlüliti, mis on monteeritud kandekerele.

Pressi võib kasutada kala pressimisel tünnides mahutavusega 50—250 kg.

Paarispress (joonis 150). Raamile on kinnitatud kaks mehaanilist pressi, mis töötavad ühelt ajamilt (elektrimootor). Need pressid töötavad eraldi. Kui ühe pressi varb langeb alla, siis teise varb samal ajal tõuseb üles.

Joonisel 150 on näidatud moment, kui vasakpoolse pressi varb jõudis alumise äärmise punktini ja kala pressimine tünnis lõppes, parempoolse pressi varb aga asub ülemises äärmises punktis ja kala pressimine ei ole veel alanud.

Tünnid kalaga suunatakse pressi juurde ja pressi juurest ära rullteed mööda. Pressi all liigub tünn suundrullikute vahel.

Tabelis 123 on toodud tülka käsitsipressimise ja mehaanilise pressimise kestuse võrdlusandmed.

Tabel 123

Operatsioonide nimetus	Operatsiooni kestus sek.	
	käsipressil	mehaanilisel pressil
Tünni etteandmine pressi alla	35	35
Esimene pressimine	150	60
Kala juurdelisamine	60	60
Teine pressimine	100	40
Järeltäitmine ühes pealmise rea tasandamisega	20	20
Tünni pressilt mahavõtmine	25	25
Kokku	390	240

Nagu nähtub tabelist 123, vähendab mehaanilise pressi kasutamine pressimise kestust 2 min. 30 sek. võrra, s. o. pressi tootlikkus tõuseb peaaegu kaks korda.

Tegelikult toimub kala pressimisel mehaanilisel pressil kas kala puudulik või, vastupidi, ülemäärane tihendamine.

Esimesel juhul ei kasutata taara mahtu ära täielikult; säilitamisel ja transportimisel kala vajub. Teisel juhul lähevad katki kõhud ja väga tihti isegi tünn deformeerub.

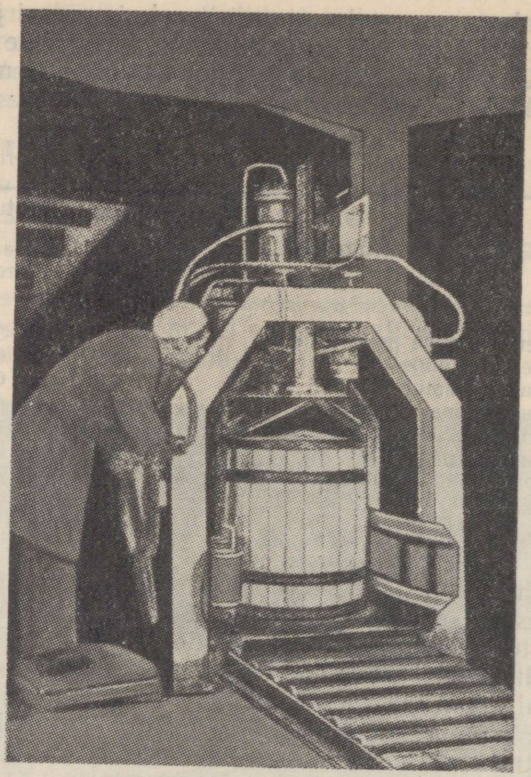
Pressimise edukus sõltub: kala hoolikast pesemisest; nõrgumise operatsiooni õigest läbiviimisest (kuhjadesse, tünnidesse või korvidesse asetatud kala normaalne nõrgumise kestus on 20—36 tundi); kala õigest pakkimisest tünni (ebaõigelt tünni pakitud ja mõõtmete järgi sorteerimata kala on võimatu hästi pressida); automaatselt töötava pressi õigest reguleerimisest.

On teada katsed kasutada tünnis kala tihendamiseks vibraatorit, kuid siiski näitasid proovimised, et vibraator küll kindlustab mõningal määral kala täiendava tihendamise tünnis, täielikult aga ei vabasta vajadusest kasutada pressi isegi väikese kala (tülka, hamsa) pakkimisel.

Peale kala tihendamist tünn kaanetatakse, kaalutakse üle ja siis markeeritakse.

Tünnid kaanetatakse tänini käsitsi. Siiski on viimasel ajal tänu nõukogude leiutajatele tehtud mitu ettepanekut selle väga töömahuka operatsiooni mehhaniseerimiseks.

Suuremat tähelepanu väärib A. J. Hranovski konstruktsiooniga tööpink, mis koosneb (joonis 151) raamist, sulgemismeh-



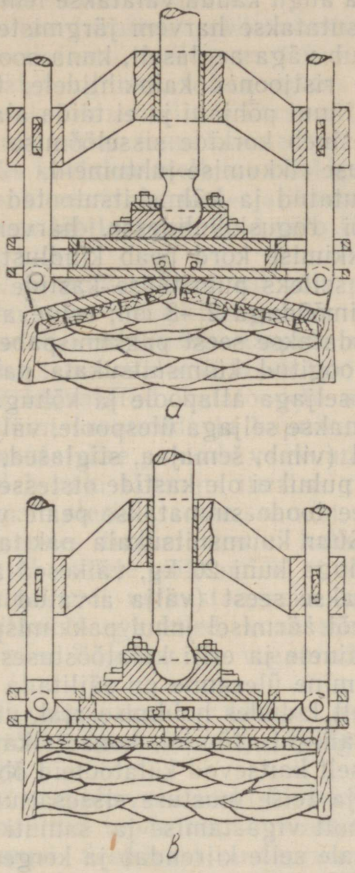
Joon. 151. *Tünnide kaanetamise tööpink.*

hanismiga liikuvast plaadist, tugirullikutest, peasilindrist, tünnide tsentreerimise mehhanismist ja hüdraulilisest süsteemist.

Masina töötamise skeem on näidatud joonisel 152. Tünnide kaanetamine toimub järgmiselt: kui liikuv plaat jõuab tünni põhja juurde, katkeb tema liikumine, küljesilindrite varb aga, jätkates liikumist alla, surub mõlema poolketta äärtele ja litsub nad tünni uurde õnarasse. Pärast seda lakkab silindrite küljevarbade liikumine alla. Üheaegselt hakkab langema liikuv plaat, mis surub põhja keskkohta ja litsub kogu põhja perimeetri tünni uurde õnarasse, asetades sealjuures põhja horisontaalsesse seisundisse.

Et kergendada kaane minemist uurde õnarasse, tõstetakse enne tünnide kaanetamist ülemine vits üles, siis aga silindri külgvarbade liikumise protsessis langeb vits alla automaatselt. Peale tünni kaanetamise lõpetamist liikuv plaat tõuseb üles äärmisse asendisse.

Kaanetatud tünnid lükatakse käsitsi tugirullikutelt rullikteele transportimiseks. Kõigi silindrite tööd reguleeritakse juhtimiskäepidemega. Tööpingi tootlikkus on 90 tünni tunnis. Soolvee-



Joon. 152. Tünnide kaanetamise masina töö skeem:

a — esimene operatsioon — plaadi liikumine tünni kaane juurde; *b* — teine operatsioon — põhja asetamine tünni uurde õnarasse.

kindel tünn täidetakse peale kaanetamist soolveega, kasutades seejuures üht kahest soolveega täitmise viisist.

1. viis. Tünn asetatakse küljeli (lamavasse asendisse) ja ühte kahest august pannakse lehter, mille abil valatakse tünni soolvesi. Augud läbimõõduga 1,5—2,0 cm puuritakse sisse maovitste juurde ja seda tuleb teha aegsasti enne kala tünni pak-

kimist. Peale soolvee valamist lüüakse augud tihedalt korkidega kinni.

2. v i i s. Tünn asetatakse vertikaalasendisse (püsti) ja ühe kahest põhjas oleva augu kaudu valatakse lehtri abil tünni soolvesi. Teist viis kasutatakse harvem järgmistel põhjustel: soolvee valamine toimub väga aeglaselt, kuna soolveel tuleb läbida kalaread; liikudes ristjoones kalakihtidele, ta immitseb (või nõrgub) aeglaselt tünni põhjani ja ei täida alati täielikult kõiki tühikuid; teiseks esineb korkide sisselöömise tagajärjel tünni kaanetamise tiheduse rikkumise juhtumeid.

Kuivatatud-vinnutatud ja külmsuitsutooted pakitakse peamiselt kastidesse või roguskikulidesse, harvem vitskorvidesse. Nende toodete pakkimise kord peab kindlustama õhule vaba pääsu taarasse ja selleks puuritakse kastide kummassegi otsa kaks-kolm ava läbimõõduga 2—3 cm; eelnevalt kastide põhi ja küljeseinad vooderdatakse seest pakkimispaberiga.

Lahkamata ja roogitud külmsuitsukala pakitakse kallakseisundis (poolkala) seljaga allapoole ja kõhuga ülespoole; pealmine kalarida pannakse seljaga ülespoole, välja arvatud mõned õrna kõhuga kalad (vimb, šemajaa, siiglased, heeringad).

Kuumsuitsukala puhul ei ole kastide otstesse aukude tegemine sunduslik, kuna see toode suunatakse peale valmistamist kohe kaubandusvõrku. Suur kuumsuitsukala pakitakse kastidesse ja vitskorvidesse mahuga kuni 20 kg, väikesed aga mahuga kuni 10 kg. Taara kaetakse seest (välja arvatud otstest) ja kaane alt pärgamiiniga või äärmisel juhul pakkimispaberiga.

Taaral on toiduainete ja eriti kalatööstuses erakordselt suur tähtsus. Taara peamine ülesanne on säilitada toote kvaliteet ja välimus mitte ainult ladudes hoidmise ajal, vaid ka transportimisel. Paljud taaraliigid (tünnid, konservikarbid, kastid jne.) täielikult või osaliselt kaitsevad kalatooteid õhu, tuule ja vihma toime eest, tolmu ja teise mustuse sissesattumise, kahjurputukate ja närijate poolt vigastamise ja samuti ka mehaaniliste vigastuste eest. Peale selle kiirendab ja kergendab taara peale- ja mahalaadimistöid, samuti ka arvestusoperatsioone, mis on väga tähtsad tööstuses ja kaubandusvõrgus.

Viimasel ajal hakkavad suurt tähtsust omandama plastmassidest pakkimismaterjalid ja eriti kunstlikud kiled, mis peavad olema füsioloogiliselt kahjutud; lõhnavate ainete, õhu ja veeaurude suhtes läbitungimatud või, vastupidi, võimaldama tootel «hingamist» (vahetust CO_2 ja O_2 vahel); vastupidavad keemiliste reagentide — vee, hapete, leeliste, soolade ja rasvade suhtes; läbipaistvad; küllaltki vastupidavad ja kergesti markeeritavad trükivärviga, samuti ka omadusega kergesti kinnituda pakendi õhukindlaks muutmisel.

Pakkimismaterjali valikul tuleb arvestada tema otstarvet.

Kui seda kasutatakse taarana säilitamiseks tavalistes tingimustes, võib tema suhtes esitada nõrgendatud nõudmisi. Kui aga pakkimine peab kindlustama steriilsed hoiutingimused, siis nõudmised materjali suhtes tõusevad.

Pakkimismaterjalina tavalistes säilitamistingimustes kasutatakse laialdaselt tsellofaani, millel on küllaldane mehaaniline vastupidavus, on läbitungimatu tolmu suhtes ja omab hea välimuse. Tema puuduseks on suhteliselt kõrge niiskuse läbilaskvus, mis üksikutel juhtudel piirab tema kasutamist. Niiskuse läbilaskvuse vähendamiseks kaetakse tsellofaan lakiga.

Tsellofaaniga konkureerivaks materjaliks on polüetüleen, millel on madal niiskuse läbilaskvus, kuid võib lasta läbi hapnikku ja süsihapet.

Nagu tsellofaani ja polüetüleeni, nii võib pakkimiseks kasutada ka polüstirooli ja plastifitseerimata polüvinüülkloriidi. Polüstirooli kasutatakse peamiselt karpide valmistamiseks ja harvem kilena, kuna tema osaliselt laseb läbi lõhnavaid aineid.

Kiirestiriknevate kuivatatud kalatoodete alalhoidmiseks (et alandada miinimumini veeaurude ja hapniku kontsentratsiooni paki sisemuses) kasutatakse pakkide vaakuumpakkimist. Samasugust mõju avaldab paki täitmine inertse gaasiga. Vaakuumpakkimine ei kindlusta steriilse toote saamist, kuna anaeroobsed mikroorganismid nendes tingimustes ei katkesta oma elutegevust; kuid kuivatatud toodete säilitamisel ei ole sel teguril suurt tähtsust. Vaakuumpakendi valmistamiseks on kõlblikud halva gaasi ja auru läbilaskvusega kiled, kuna ainult sel juhul võib alandada miinimumini hapniku ja veeaurude tungimist paki sisse.

Vaakuumpakendi juures on suur tähtsus pakkide hermetiseerimise viisil. Neid võib sulgeda termilise viisiga (keevitamisega) või metallklambriga.

Kuid taara tähtsust ei ole vaja siiski üle hinnata. Ükskõik millisesse taaraliiki pakitud toode nõuab vastavaid säilitamis- ja transportimistingimusi. Seepärast on laoruumid (jahutavad ja jahutamatud), katusealused ja teised ehitised kala säilitamiseks vajalikud igas kalatööstuse ettevõttes.

XVI PEATÜKK

SOOLATUD, SUITSUTATUD JA KUIVATATUD KALATOODETE KAUBAOMADUSTE HINDAMINE

Kaubatundmine on teadus, mis uurib tööstuskaupade ja põllumajandussaaduste omadusi ja kvaliteeti. Karl Marxi määratluse järgi «kaup on kõigepealt väline ese, asi, mis tänu oma omadustele rahuldab mingisugusi inimtarbeid»[1]. Seega ei saa ükski ese olla kaubaks, kui ta ei rahulda inimese tarvidust, kui ta ei oma tarbimisväärtust.

Kapitalistlikes maades käsitletakse kaupa ainult kaubandusliku esemena, s. o. nagu kasumisaamise vahendina. Seepärast on kaubatundmise ülesandeks kapitalistlikes maades kauba uurimine selle kasulikuma turuhinnaga realiseerimise seisukohalt; seejuures pööratakse eriti suurt tähelepanu kauba välisomadustele (ilus pakend jne.), samuti ka reklaamile.

NSV Liidus on kaubad sotsialistliku töö saadus ja hinnatakse kõigepealt nendel inimese suhtes olevate kasulike omaduste järgi. Seepärast uuritakse meil kaupade mitmekesiseid omadusi esmajärjekorras nende kvaliteedi parandamise seisukohalt, nende omaduste toodete säilitamisel ja transporteerimisel alalhoidmise viiside ja meetodite väljatöötamise seisukohalt; suurt tähelepanu pööratakse toiduainete sortimendi laiendamise küsimusele.

Tooraine on teatavasti lähtematerjal kaupade tootmiseks (poolfabrikaat, fabrikaat). Kalatööstuses näiteks on toormaterjaliks värske kala, mis saabub kalatööstuse ettevõtetesse töötlemiseks ja konservimiseks.

Poolfabrikaadid (pooltooted) kujutavad endast esialgselt konservitud kala, mis on määratud edaspidiseks töötlemiseks suitsutamise, vinnutamise või mõnel teisel viisil.

Fabrikaadid on juba täiesti valmis tooted, mida võib saata valmiskaubana kaubandusvõrku müügiks tarbijale toiduainena.

Kaupade kvaliteedi hindamise meetodid jagunevad subjektiivseks ja objektiivseks.

[1] K. Marx, Kapital, k. 1, Riiklik Kirjastus, 1953, lk. 39.

Subjektiivsel meetodil hinnatakse kauba välimust, maitset, konsistentsi, värvi, lõhna ja teisi omadusi, mis määratakse kindlaks meie meeleorganite abil. Subjektiivset meetodit nimetatakse organoleptiliseks meetodiks. Selle meetodi iseloomustavaks iseärasuseks on toote kvaliteedi kiire ja lihtne kindlaksmääramine, kuid ta on liiga individuaalne (subjektiivne) ja peale selle annab suhteliselt õiged tulemused ainult siis, kui toodete proovimist teostaval isikul on suured kogemused. Võimaluse puudumine toote kvaliteedi iseloomustamiseks täpsete arvuliste näitajatega on subjektiivse meetodi peamiseks puuduseks.

Peab märkima, et suuremale osale mõistetest, mida kasutatakse subjektiivse meetodi juures, ei anta toiduainete kaubatundmises rahuldavaid määratlusi, mistõttu me peame vajalikuks spetsiaalselt peatuda sellel küsimusel.

Meie meeleorganite abil, mis kutsuvad meis esile neid või teisi aistinguid, me anname mitmesugustele toiduainetele vastava iseloomustuse, kasutades selleks mõisteid konsistents, maitse, lõhn, värv, välimus jne.

Oma suhtumise toiduainesse määrab inimene tavaliselt kindlaks kolme aistinguliigi põhjal: nägemis-, haistmis- ja kompimisaistingute abil.

Nägemisaistingud tajuvad toote välimuse, kuju ja värvi. Nemad nagu valmistavad ette inimese organismi toidu tarvitamisele ja etendavad tähtsat osa toitlustusfüsioloogias.

Haistmisaistingud avastavad ja määravad kindlaks toote lõhna, mis oleneb toote keemilisest olemusest ja tema füüsikalisest seisundist. Haistmisaistingud etendavad väga tähtsat osa toitlustusfüsioloogias; nemad, nagu nägemisaistingudki, valmistavad ette inimese organismi toidu tarvitamiseks, kutsudes esile sisesekretsiooninäärmete mahlaeritamise. Enamikul juhtudel on produktide meeldiv lõhn seotud nende hea maitsega. Igal juhul püüavad tehnoloogid seda toidu valmistamisel saavutada. Kuid üksikutel juhtudel ei õnnestu seda saavutada, näiteks mõnede juustude valmistamisel. Sel juhul on tegemist nähtusega, et inimese teadvuses haistmisaistingud alistuvad kompimisaistingutele.

Mõningate valminud juustude (näiteks Läti juust) armastajatel toimub haistmisorganite kohastumine (adaptatsioon) nende spetsiifilisele lõhnale.

Veel hämmastavamaks näiteks on «lõhnaga» soolakala valmistamine mõnedes põhjarajoonides — n. n. siiamoodi kalasoolamine. Sel viisil valmistatud, põhjalikult hapendatud kala lõhnab ebameeldivalt ja ei paista sugugi välja hea maitse poolest, kuid Põhjamaa päriselanikud loevad seda üheks parimaks toiduks. Kõik need näited kinnitavad meie aistingute subjektiivset iseloomu ja tingreflekside otsustavat mõju.

Kompimisaistingud on viimaseks ja otsustavaks staadiumiks toiduainete kvaliteedi hindamisel subjektiivse (organoleptilise) meetodiga.

Kompimisaistingud võivad olla tingitud toote füüsikalistest ja keemilistest omadustest. Füüsikaliste omaduste (konsistentsi) aluseks on toiduainete struktuurilis-mehaanilised omadused, keemilistest aga nende võime osalisel või täielikul lahustumisel dissotsieeruda.

Toote koostisse kuuluvate ainete (17) dissotsieerumise tulemusena tema kasutamisel toiduks ilmub hapu, soolase, kibeda või magusa maitse aisting. Kompimisaistingud jaotab Bronštein takiilseteks ja puhtmaitselisteks. Olemasolevate kujutluste järgi taktiilsed aistingud olenevad toote konsistentsist, maitselised aga toote koostisse kuuluvate ainete keemilistest iseärasustest ja omadustest. See jaotus on väga tinglik, kuna paljude toiduainete hindamisel määrab konsistents ka nende maitse.

Toiduainete tehnoloogias ja kaubatundmises käsitletakse konsistentsi mõistet tänini mitmeti.

On grupp eriteadlasi, kes üldse ei kasuta mõistet «konsistents». Nende hulgas tuleb esmajärjekorras nimetada Bronšteini (17), kes toiduainete maitse hindamisel ei arvesta konsistentsi tähtsust. Teine grupp eriteadlasi mõistab konsistentsi all toote pehmust, tihedust, kõvadust ja elastsust (43, 94). Lazarevski (94) arvab, et konsistents — see on kalaliha võime vastu seista välismõjutusele.

Grüner (43) ühendab konsistentsi kompimisaistingutega ja lülitab sellesse mõistesse järgmised näitajad: koe õrnus, kõvadus, karedus, muredus, pehmus ja ebaühtlus.

Sõna «konsistents» (ladina consistere — koosnema) võeti esmakordselt kasutusele tööstuses ja kaubanduses sihiga hinnata aine pehmuse astet. Siis hakati seda terminit kasutama NSVL toiduainete ja kalatööstuses.

Toiduainete konsistentsi all meie mõistame nende ehituse ja füüsikalis-keemilise seisundi iseärasusi, millised kõige täielikumalt avastatakse kompimisaistingute kompleksi näol, mis tekivad toidu peeneksnärimisel ja neelamisel. Sellesse mõistesse meie, samuti nagu Grüner, mahutame laialdase mõtte.

Toote konsistentsi mõiste on lahutamatult seotud tema maitse mõistega. Maitse küsimuse esitab kõige täielikumalt Grüner (43), kes toote maitseomadusi iseloomustab kolme aistingu — kompimis-, haistmis- ja puhtmaitselise aistingu kompleksiga, kuid ta ei anna «maitse» mõiste formuleeringut.

Toiduainete maitse all meie mõistame nende füüsikalis-keemilisi omadusi, samuti ka ehituse iseärasusi, millised avastatakse ainult suuõõnes toidu peeneksnärimisel ja neelamisel, nagu meie kõigi aistingute kompleksi.

Kuna maitse ja konsistents avastatakse ainult aistingutes, on nad subjektiivsed mõisted.

Toiduainete uurimisi objektiivse meetodiga teostatakse mitmesuguste seadiste ja keemiliste analüüside abil. Toiduainete keerulise keemilise struktuuri ja selle muutlikkuse tõttu ajaliselt, mis kutsub esile toote kauba- ja toiduomaduste muudatuse, ei ole objektiivne uurimisviis välja töötatud veel kaugeltki küllaldaselt. [1]

Dokumentideks, mille alusel teostatakse kalatoodangu väljalaskmist ja selle kvaliteedi hindamist, on vastavad riiklikud üleliidulised standardid (GOST-id) ja ametkondlikud tehnilised tingimused (VTU). GOST-id ja VTU-d sisaldavad tavaliselt peamisi näitajaid (tunnused), mis iseloomustavad kauba kvaliteeti. Kalatoodete jaoks on nendeks tunnusteks eriti: liha välimus, õige lahkamine, konsistents, värvus, maitse ja lõhn, samuti tähtsamad keemilised näitajad — soola- ja veesisaldus, antiseptiliste ainete lubatud sisaldus jt.

Toormaterjali erakordne mitmekesisus, millest valmistatakse kalatooted, kõikumised kala keemilises koostises, nende kaalus, mõõdus ja keha kujus raskendavad väga tunduvalt kalatoodete standardiseerimist; siiski on käesolevaks ajaks välja töötatud vastavad kriteeriumid kalatoodete hindamiseks, mis on võetud nende standardiseerimise aluseks.

Vastavalt kehtivatele GOST-idele jaotatakse kalatooted kvaliteedilt mitte üle kolme sordi: kõrgem, esimene ja teine. Loomulikult esitatakse kõrgemale sordile karmimad nõudmised; kuid teise sordi tooted peavad rahuldama kõik nõuded, mida esitatakse täiesti heakvaliteedilisele toiduainele. Erinevus eri sorti toodete vahel puudutab peamiselt nende välimust ja mõningaid keemilisi ja organoleptilisi näitajaid, mis avaldavad mõju nende kvaliteedile (soolasisaldus, kalaliha konsistents). Tooted, mis ei vasta standardite nõuetele teise sordi jaoks, suunatakse kaubandusvõrku ainult sanitaarinspektsiooni loal tunduva hinnaalandusega, nagu mittestandardsed (mittesordilised).

Jaotus kolme sorti on ette nähtud kehtivate GOST-idega peamiselt kõige väärtuslikumate delikatesstoodete jaoks: soolased pooltooted ja balõkk-tooted tuurlastest, nelmast ja belorõbitsast, soolatud lõhed, vürtsidega tooted tugunist, rääbisest ja sosvini heeringast, teraline ja pressitud tuurlaste mari. Teised kalatooted liigitakse peamiselt kahte sorti (I ja II); üksikud tooted, näiteks kuumsuitsukala (peale tuurlaste ja väikeste kalade), pastöriseeritud kalamari, vürtsidega soolatud ja marineeritud

---

[1] Käesolevas raamatus (III ja XI peatükk) on esitatud selle viisi täiustamise kohta meie tööde tulemused rea uute objektiivsete näitajate tarvitusele-võtmisega.

heeringas, sõelutud soomkalamari lastakse erandina välja sortide järgi jaotamata.

Eri GOST-iga on ette nähtud kala ja kalatoodete klassifitseerimine mõõtmete ja kaalu järgi, mille kohaselt kala (ümarkala või lahatud) liigitatakse: suureks, keskmiseks ja väikeseks. Väljapüütava kala alammõõdud ja kaal määratakse kindlaks rajoonide järgi kalapüügieeskirjadega.

Kõigi kalade pikkus mõõdetakse sirgjoonel ninamiku tipust sabauime keskmiste kiirte alguseni; kalade kaal määratakse iga tüki kohta eraldi. Kalade hulka, mida jaotatakse kaalu järgi, kuuluvad tursklased, tuurlased, aazovi-musta mere heeringas, lõhed, tiigi-karpkala, mereahven, rääbis, forell. Mõningaid võrdlemisi harva esinevaid, samuti püügisaagis oma suuruselt ühtlasi kalu (amuur, kutum, navaaga, gorbuuša, kilu, hamsa, anšoovis, barabulka jt.) pikkuse ja kaalu järgi ei liigitata. Osa väikeste kalade liike, mis kuuluvad peenkala kategooriasse, liigitatakse kolme gruppi: esimese grupi peenkala (linask, jõeahven, podust ja gustera), teise grupi peenkala (roosärg, särg, kiisk jt.) ja kolmanda grupi peenkala (viidikas, ateriina, tobias, moiva jt.). Kereks ja fileeks lahatud kala liigitatakse ainult kaalu järgi.

Kalatoodetega taara markeerimise, samuti vastuvõtmise ja proovide võtmise ning kalatoodete uurimise meetodite eeskirjad on samuti normeeritud.

Allpool tuuakse mitmesuguste kalatoodete peamised iseloomustavad näitajad.

SOOLATUD KALATOOTED

Soolatud kalatooted liigitatakse tugevalt-, keskmiselt- ja nõrgaltsoolatud toodeteks. Tugevaltsoolatud kalatooted sisaldavad soola 14% ja rohkem. Tavaliselt valmistab tööstus selliseid tooteid eritellimustel ja nad on määratud pikaajaliseks säilitamiseks. Kõrge soolsuse tõttu on nendel toodetel alanenud maitseomadused ja seepärast müüakse neid võrdlemisi madala hinnaga.

Keskmiseltsoolatud tooted sisaldavad soola 10 kuni 14% piirides. Sellised tooted kannatavad hästi säilitamist mõõdukate temperatuuride juures, kui nad on pakitud korralikku taarasse.

Nõrgaltsoolatud tooted sisaldavad soola kuni 10%. Need tooted nõuavad eriti korralikku taarat ja neid tuleb tingimata säilitada madalate temperatuuride juures. Nõrgaltsoolatud tooted erinevad väga hea maitse ja õrna liha poolest; mõned neist kuuluvad delikatesstoodete hulka. Loomulikult on nende hind kõrgem kui keskmiseltsoolatud ja tugevaltsoolatud toodetel.

Üsna tähtsaks näitajaks üksikute soolatud toodete kvaliteedi hindamisel on nende rasvasus. Paljude kalade liha rasvasisaldus on olenevalt aastaajast erinev, mis on eriti iseloomustavaks heeringlastel. Kahtlemata on teiste võrdsete tingimuste juures soolatud rasvane heeringas toitvam ja maitsvam toode kui lahja. Lahja (kudenud) kala kuulub üldreeglina teise sorti; erandi moodustavad tursklased ja mõned teised kalad, milledel liha rasvasuse kõikumised ei ole suured.

Soolatud kalatoodete defekte võib liigitada kahte gruppi: parandatavad ja parandamatud. Parandatavate defektide hulka kuuluvad sellised, milliseid võib kõrvaldada toote vastava lahkamise või täiendava töötlemise teel.

Parandamatud defektid on seotud kala liha toite- ja maitseomaduste märgatava halvenemisega. See liigitus on tinglik ja olenevalt tootmistingimustest või toote iseärasustest võib üks ja sama defekt olla parandatav või prandamatu.

Parandatavad defektid. Parandatavate defektide hulka kuuluvad: toorus, rebenenud kalad, kõhukatkisus, ebaõige lahkamine, kopitus.

T o o r u s — tootel on toore ja puudulikult soolas hoitud kala lõhn ja maitse; lõpustes on veremäda, mis peamiselt annab ebameeldiva toore lõhna.

Kala järgneval töötlemisel suitsutamise, vinnutamise ja marineerimisega, samuti kulinaartöötlemisega see defekt kõrvaldatakse. Soolatud toodete valmistamisel soomkaladest ja tursklastest on toorus alaliseks defektiks, kuna nende kalade soolatud liha ei valmi ja omab alati toorkala kõrvalmaitse.

K õ h u k a t k i s u s — kala katkise kõhuga. See defekt tekib harilikult täidetud söögitoruga lahkamata kalade soolamisel või soolatud kala liigsel pressimisel tünni pakkimisel.

Suurel ja keskmisel soolakalal võib vastava lahkamise teel (näiteks heeringa lahkamisel seljaks-balõkiks) seda defekti parandada. Väikesel kalal (hamsa, kilu) kõhukatkisust kõrvaldada on võimatu.

R e b e n e n u d k a l a — on suurem defekt kui kõhukatkisus; seda iseloomustavad mehaanilised vigastused mitte ainult kõhuosas, vaid ka kala keha teistes osades; tekib ainult kalaga hooletust ümberkäimisest.

Alati ei ole võimalik seda defekti kala vastava lahkamisega parandada ja seepärast reliseeritakse üksikutel juhtudel selline kala mittesordilisena (mittestandardsena) või suunatakse utiili.

E b a õ i g e l a h k a m i n e — kala on lahatud lohakalt, kõrvalekaldumistega standardite ja tehnoloogiliste instruktsioonide nõuetest. Küllalt sageli on lahkamise defektiks laineline lõikejoon, lihatükkide väljatõmbamisega, naha läbilõiked jne.

Mitte kõigil juhtudel ei saa seda defekti parandada kala täiendava lahkamisega.

K o p i t u s — hallituse lõhna meenutav ebameeldiv lõhn kala lõpustes ja kõhukoopas. Tekib soolakala säilitamisel basseinides või tüniides ilma soolveeta; kalal, mis on pakitud kastidesse ja säilitatakse halvasti ventileeritavates ruumides, tuleb see defekt ette eriti tihti. Kala ja eriti lõpuste pesemisega soolvees õnnestub seda defekti enamikul juhtudel kõrvaldada.

Parandamatud defektid — Parandamatute defektide hulka kuuluvad: seljalihaste punetus, seljalihaste punetus (teine staadium), hapendumine, «tulitus» (roostetus), fuksiin, mehaanilised vigastused.

S e l j a l i h a s t e p u n e t u s — liha punasekstõmbumine selgroo juures, millega kaasneb ebameeldiv lõhn. See defekt ilmub, kui kala soolatakse sügavasse läinud autolüüsi staadiumis, mil veresoonte seinad on tugevasti nõrgenenud ja veri jookseb välja, värvides ümbritsevaid lihakihte. Kui selle defekti juures kala lihal puudub ebameeldiv lõhn, siis seda nähtust puuduseks ei loeta. Eriti tihti esineb see nähtus nõrgaltsoolatud heeringal ja osutub sekundaarseks tunnuseks, mis tekib soolamise protsessis või isegi nõrgaltsoolatud kala säilitamisel.

S e l j a l i h a s t e p u n e t u s — (teine staadium) — suurem defekt kui selgrooümbruse liha punetus, kuna lihal on ebameeldiv lõhn mitte ainult selgroo juures, vaid ka kala keha teistes osades. Defekt näitab, et kala soolamise protsess venis ja kala liha hakkas riknema varem kui sool avaldas konservivat mõju. Toorkala hoidmine enne töötlemist ja soolamisprotsessi ebaõige läbiviimine on selle defekti peamisteks põhjusteks.

H a p e n d u m i n e (r ä ä s u m i n e) — kala lihal on ebameeldiv, hapu lõhn ja kahvatu värving. See on väga tõsine defekt, mis näitab, et kala on täieliku riknemise piiril. Kala maitse on ebameeldiv, hapu, isegi kibehapu; liha lagunenud, lõtv, eraldub kergelt luudest. Kala pind, kui ta hoitakse soolveeta, kattub harilikult halli, ebameeldivat värvi samasuguse hapult lõhnava (seebistumine) limakirmetisega. Kala soolamine või nõrgaltsoolatud kala säilitamine kõrgete temperatuuride juures on selle defekti tekkimise üheks põhjuseks. Kui hapu lõhn ja lima on ainult pinnal ja lõpustes, siis võib seda defekti osaliselt kõrvaldada kala mitmekordse pesemise ja külmas soolvees hoidmise teel.

Tööstuses ja kaubanduses sai see defekt nimetuse — rääsumine.

T u l i t u s — kollane või pruun kirmetis kala pealispinnal, mis tekib rasva oksüdeerimise arvel. See defekt esineb tihti rasvastel kaladel (heeringlased, lõhilased, skumbrialased), millede rasva koostises on suur kogus küllastamata happeid. Tekib see

defekt kala riita (kuhja) soolamisel, soolakala säilitamisel kastides, soolveeta tünnides või basseinides. Kaugele läinud rasva hapendumise protsessi juures omandavad kalaliha sisemised kihid samuti kollakaspruuni värvuse, kusjuures lihal on ebameeldiv lõhn ja kibe kõrvalmaitse ja ta muutub mittesöödavaks.

Mehaaniliste vigastused verevalumite ja kala deformeerimise (muljutud) näol on defektid, mis tekivad ainult kalaga hooletult ümberkäimisel töötlemise protsessis, transportimisel ja säilitamisel. Halb (nõrk) taara ja tema lohakas kaanetamine on samuti selle defekti põhjuseks. Mehaaniliste vigastustega kala omab ebameeldiva välimuse ja sellepärast ei osta seda tarbija meeleldi.

Fuksiin — punane kirmetis kala pealispinnal; eriti tihti esineb soolaste tursklaste ja lestlaste peal, harvem rasvastel kaladel. Selle defekti tekkimise põhjuseks on erilise, pigmenti moodustavate aeroobsete halofiilsete mikroorganismide grupi tegevus, milledel on mõningad proteolüütilised omadused. See soolatud toodete defekt avastati esmakordselt Hiinas rohkem kui 2700 aastat e. m. a. (179).

Soolatud toodete fuksiini tekitavate mikroobidega nakatumise peamiseks allikaks on settesool. Kuna sellise soolaga meil ja välismaal varustatakse suurem osa kalatöötlemise ettevõtteid, siis käesoleval ajal nende ettevõtete tsehhid, samuti paljud laevad ja vagunid, milledega veetakse soola, on nakatatud nende mikroorganismidega. Soodsate temperatuuritingimuste juures ja õhu kalale juurdepääsemisel need mikroobid arenevad kiiresti ja massiliselt nakatavad soolased ja soolatult kuivatatud kalatooteid. Arenemisastmelt eristatakse sellel defektil kolm staadiumi (S. A. Botškovi järgi):

esimene staadium — fuksiin ilmub üksikute plekikestena kala välispinnal; liha reaktsioon on nõrgalt hapu; kalakauba väärtus on langenud, kuid ta on täiesti toidukõlblik;

teine staadium — punaseid plekke on kala pinnal rohkesti; liha reaktsioon on vigastatud kohtades leelisene; selline kala on veel toiduks kõlblik, kuid nõuab kiiret realiseerimist;

kolmas staadium — kogu kala pind on kaetud limase punase kirmetisega, millel on terav spetsiifiline lõhn; lihal on isegi peale kirmetise kõrvaldamist nõrk leelisene reaktsioon; selline kala ei ole enam toiduks kõlblik, kuna tal on ebameeldiv spetsiifiline lõhn.

Fuksiini arenemise ärahoidmise parimaks abinõuks on soolatud kala hoidmine soojal aastaajal jahutatud ruumides või soolveekihi all ja ta transporteerimine jäävagunites jahutamisega.

Abinõuks, mis teataval määral aeglustab punaste bakterite arenemist soolatud kala peal, on tema hoidmine 30 min. kestel soolvees, millele lisatakse kuni 3% (soolvee kaalust) 80%-list

äädikhapet. Et kala täiesti kattuks soolveega ja ära hoida temas äädikhappe sisalduse järsku langemist, peab kala ja soolvee suhe olema 1 : 4. Peale soolvees hoidmist tuleb kala hoolikalt pesta soolvees, mis sisaldab samal hulgal äädikhapet.

Kolletumine. Mõni aeg pärast kala soolamist, eriti kui soolatud kala hoitakse soolveeta (näiteks kuivtaaratünnides või kastides), hakkab tema välispind aeglaselt kolletuma. See defekt on iseloomustav lahja lihaga kalade juures, kuid seda juhtub ka rasvastel kaladel, kuigi nemad kiiremini nakatuvad «roostega».

Välismaa teadlased Tressler, Filu ja Burn uurisid soolatud tursa liha kolletumist ja jõudsid järeldusele, et selle põhjuseks on lipoid-proteiini reaktsioon. Lipoid-proteiiniühendid tekivad reaktsiooni tagajärjel hapendunud rasvade ja proteiinide, võib olla ka viimaste laguainete vahel. $MgCl_2$ esinemine stimuleerib kolletumist, $MgSO_2$ juuresolek aga pidurdab seda. See defekt on üsna levinud ka kuivatatud toodete juures. Selle defekti puhul on toode halvemini omastatav.

KÜLMSUITSUTOOTED

Vastavalt standardi nõuetele peab esimese sordi külmsuitsutoodete soolsus olema kuni 10—12% piirides, teisel sordil võib soolsus ulatuda 13—14%-ni; niiskusesisaldus, olenevalt kala liigist, kõigub 43 kuni 58% piirides.

Rasvasisaldus on normeerimata, kuid täiesti loomulik on, et külmsuitsukala kvaliteet tõuseb rasvasisalduse suurenemisega.

Külmsuitsutoodete enam levinud defektiks on soolakirmetised, hallitused, valged laigud (suitsutamata kohad) ja seljalihaste punetus (teine staadium).

Soolakirmetis — sool on kirmetisena kala pealispinnal väikeste kristallide näol. Esmajärjekorras ilmub see kirmetis kala pea peal ja sabaosas, siis aga kere ülejäänud osal. See defekt tekib kala pealispinna kihtide kuivamisel laos toote säilitamise ajal; tavaliselt ta ilmub kalal soolasisaldusega lihas üle 12%. See defekt on kergesti kõrvaldatav kala välispinna hõõrumisel algul niiske lapiga, seejärel aga kalarasva või taimeõliga immutatud lapiga.

Hallitus — valge või rohekas kirmetis kala välispinnal, mis järk-järgult tungib lihasse. Hallitus tekib õhu nõrga tsirkulatsiooni ja kõrge niiskuse juures ruumis, kus säilitatakse kala. Seda soodustab samuti suitsutatud toodete ebaõige pakkimine kastidesse (näiteks kasti otstes puuduvad augud). Pinnalolev hallitus on kergesti kõrvaldatav kala hõõrumisel kalarasva või taimeõliga immutatud lapiga. Kala lihasse tunginud hallitust kõrvaldada ei saa ja selline kala ei kõlba toiduks.

Valged laigud — kala välispinnal suitsutamata laigud tekivad ebaõigest ja liiga tihedast kala ülesriputamisest suitsutamiskambris. Defekti tekkimise põhjuseks on kalade kokkupuutumine omavahel, mille tagajärjel suits ei uhu täielikult kogu kala välispinda. Võrgu näol võib see defekt kala välispinnal tekkida kala suitsutamisel võrkudel lamavas asendis.

Seljalihaste punetus (teine staadium) — roiskumislõhn kala liha sisemistes kihtides. Selle defekti tekkimise põhjused on samad, mis soolatud kalatoodetel.

KUUMSUITSUTOOTED

Kuumsuitsutooted valmistatakse soolasisaldusega 1,5—4%. Toote kaubaväärtus ja tema hind määratakse peamiselt nende maitseomaduste järgi, mis kalaliha omandab peale kuumsuitsutamist.[1] Loomulikult on rasvase kala, näiteks kuumsuitsuangerja või -sevrjuuga liha tunduvalt parema maitsega kui tursklaste liha ja on ka kallim.

Kuumsuitsusiigade ja -latikate lihal on väga õrn konsistents, kuid latika lihas on palju peeneid lihastevahelisi luid, mis raskendavad tema tarvitamist toiduks, ning seoses millega on kuumsuitsulatikas oma kaubaomaduste poolest halvem kui siig ja ka odavam.

Enamlevinud defektideks kuumsuitsutoodetel on põlenud kohad, mehaanilised vigastused, kala välispinna tume värvus, toores või ülekeedetud liha. Need defektid tekivad eranditult suitsutamise protsessi ebarahuldaval läbiviimisel ja kalaga hooletult ümberkäimisel. Põletused (põlenud kohad) esinevad eriti tihti kambri alumises reas suitsutatud kaladel. Liiga tumeda värvuse omandab kala pealispind sel juhul, kui teda suitsutatakse mitteküllaldaselt tahendatult (niiske pinnaga) või kui ta viibib kaua pärissuitsutamise staadiumis.

MARINEERITUD TOOTED

Marineeritud kala (heeringate) klassifikatsiooni aluseks kaubatundmise seisukohalt on võetud lahkamisviis ja soolasisaldus kala lihas. Lahkamisviisi järgi eristatakse rapitud, lõpusteta, poolroogitud, peata kala ja kere. Siiski saabub marineeritud heeringas müügile peamiselt tervikuna (rookimata). Soolasisalduse järgi on marineeritud kala nõrgaltsoolatud (6—9% soola) ja

[1] Käesoleval juhul oleneb suitsutatud toodete kvaliteet (maitse) kalaliha keemilistest ja histoloogilistest iseärasustest.

keskmiseltsoolatud (9—12% soola). Kvaliteedilt marineeritud kala sortide järgi ei liigitata.

Äädikhappesisaldus mitmesugustes marineeritud toodetes kõigub 0,8 kuni 1,2% piirides, mistõttu see näitaja on marineeritud toodete klassifitseerimisel teise järgu tähtsusega.

KUIVATATUD TOOTED

Olenevalt kaubalistest iseärasustest liigitatakse tooted, millede valmistamisel otsustav tähtsus on kuivatamisel, mitmesse tüüpi.

Magedalt kuivatatud, s. o. kala, mis on kuivatatud ilma eelneva soolamiseta. See tooteliik on eriti levinud Norras; valmistatakse teda lahjadest kaladest (tursklastest). Jaapanis valmistatakse seda toodet suures koguses tursast (bio-tara) ja heeringast (migakinisin ja hakavari-nisin). Pikaajaliseks säilitamiseks valmistatakse eritoode — «fuš», s. o. kala, mis on kuivatatud kuni kivistuseni.

NSV Liidus toodetakse magedalt kuivatatud tooteid tööstuslikus ulatuses käesoleval ajal väga väikeses koguses. Rostovis Doni ääres lasti 1956. a. käiku toiduainete kuivatamise tsehh ja toodetakse sublimatsioonimeetodiga väikesi partiisid kalafarssi ja kalatükikesi.

Soolaselt kuivatatud, s. o. kala, mis on kuivatatud peale soolamist; see tooteliik on levinud paljudes maades ja valmistatakse ainult tursklastest. NSV Liidus valmistatakse kuivatatud järvetindi tüüpi soolaselt kuumkuivatatud kala.

Külmkuivatatud kala vajab enne toiduks tarvitamist täiendavat kulinaartöötlemist, kuumkuivatatud kala aga on valmistoode ja seda võib kasutada otseselt toiduks.

Vinnutatud, s. o. kala, mis on eelnevalt nõrgalt soolatud ja siis kuivatatud loomulikes tingimustes mõõduka temperatuuri juures. Vinnutatud toodete valmistamisel on toormaterjaliks keskmiste mõõdetega kala (vobla, nurg, latikas, pardkala jt.) rasvasisaldusega lihas 4% ja rohkem, mis kuivatamisel omandab erilise maitse ja omapärase konsistentsi. See tooteliik on meil levinud ja tema järgi on suur nõudmine nõukogude tarbija poolt. Peale selle valmistatakse seda ka teistes riikides; näiteks Vietnamis valmistatakse kalatoode «tšik», mis sarnaneb väga vinnutatud voblaga.

Balõkk-tooted — erigrupp delikatess-kalatooteid belorõbitsast, nelmast, mereahvenast, tuurlastest ja mõnedest teistest kaladest, mida valmistatakse vinnutamise ja suitsutamisega. Balõkk-tooted erinevad erakordselt hea maitse, väga õrna ja toitva

liha poolest; teistes maades valmistatakse neid kalatooteid üsna piiratud kogustes.

Keedetult kuivatatud — eelnevalt tulises vees läbikeedetud, seejärel aga kuivatatud kala (179). See töötlemisviis on eriti levinud idamaades (Jaapanis, Hiinas, Koreas jt.); NSV Liidus valmistatakse sellist toodet väikestes kogustes meretindist.

Kontsentraadid — mittesöödavatest osadest vabastatud kala on peenestatud ja kuivatatud võimaliku piirini. Kalakontsentraate toodetakse meil ja välismaal veel väikestes kogustes; peale valmistamise tehnoloogia täiustamist nad kahtlemata omandavad tähtsa koha väljalastava toodangu sortimendis.

Meie maal valmistatakse kontsentraadid peamiselt lahjadest kaladest (haug, tursklased, koha jt.) kuumkuivatamise meetodiga. Nende kaubandusliku klassifikatsiooni aluseks on peenestamisaste.

Kalajahu — kuivatatud kalaliha, mis on peenestatud kuni tolmutaolise seisundini; vastavalt GOST-i nõuetele peab jahu sõeluma läbi 2 mm suuruste avadega sõela.

Kalahelbed (kalaraasukesed) — jämedalt peenestatud kuivatatud kalaliha.

*

Tabel 124

Toodete nimetus	Lahkamisviisid	Sisaldus %-des		Kuivatamise viis	Konsistents
		sool	niiskus		
Vinnutatud kala	Tervikuna, roogitud	6—14	20—45	Külm	Tihke
Balõkk-tooted	Selg, kõhutükk, külg	4—12	—	„	Õrn, mahlakas
Kuivatatud kala (järvetint)	Lahkamata	8—12	37—38	Kuum	Tihkest kuni vintskeni
Kalakuivikud või tulekuivatis kuivatatud kala	—	kuni 6	kuni 10	„	Vintske, mure
Kalajahu, -tangud, -helbed	Peenestatud	ei ole	kuni 10	„	Sama
Kalafilee ja fileekesed	—	„	kuni 6	Sublimatsioon	Urbne, vintskevõitu
Kalajahu, -tangud -helbed	Peenestatud	„	kuni 6	„	Sama

Kuivatatud toodete standardiseerimise aluseks on võetud lahkamisviisid, kala liik, soola- ja niiskusesisaldus, liha konsistents ja kuivatamisviis (tabel 124).

KALAMARJAKAUBAD

Kasutatava toormaterjali liigi järgi jaotatakse kalamarjakaubad tuurlaste, lõhilaste ja soomkalade marjaks.

Tuurlaste mari on kõige väärtuslikum delikatess-gastronoomiatoode, mis maitse ja toiteomaduste poolest ületab kõik teised kalatooted ja seda hinnatakse väga kalliks.

Lõhilaste mari on toiteomaduste poolest võrdne tuurlaste marjaga, kuid ta on vähem meeldiva maitsega ja seepärast ka odavam.

Soomkalade mari on toite- ja eriti maitseomaduste poolest tunduvalt madalam kui tuurlaste ja lõhilaste mari ning kuulub odavate kalatoodete gruppi.

Tuurlaste mari. Tuurlaste marja kaubatundmisalase klassifikatsiooni aluseks on võetud: tema töötlemisviis (teraline, pumbis ja pressitud), välimus, värvus, lõhn, maitse ja tera seisund (konsistents).

Teraline kalamari tünnides valmistatakse soolasisaldusega 6—10%, karpides aga ainult kuni 5%. Kõik teised kaubatundmisalased tunnused omavad mõlema teralise kalamarja juures olulist tähtsust, kuid ainult tünni-kalamarja suhtes nad on GOST-is formuleeritud nõrgemalt. Antiseptiliste vahendite sisaldus (arvestatult booraksile) võib olla kõigis karbi-kalamarjasortides mitte üle 0,6%.

Tünni ja karpi pakitud pressitud kalamarja suhtes on GOST-i nõuded ühesugused; kalaliikide järgi marja ei liigitata, värvi järgi ei sorteerita.

Teraline ja pressitud kalamari klassifitseeritakse: kõrgem, esimene ja teine sort.

Pumbiskalamarja ei ole kehtivatesse GOST-idesse võetud ja see suunatakse realiseerimisele esimese ja teise sordina vastavalt hinnakirjale.

Kalamari on kiiresti riknev toode ja seepärast teda säilitatatakse jahutatavates ladudes temperatuuris kuni —4°; isegi nende tingimuste juures läheb näiteks kõrgema sordi pressitud kalamari 3—4 kuu pärast üle esimesse sorti, 1,5—2 aasta pärast aga muutub toidukõlbmatuks. Pastöriseerimata teraline karbikalamari on veel vähem vastupidavam toode säilitamisel kui pressitud kalamari. Säilitamisel jahutamata ladudes langeb kalamarja kvaliteet peale 10—15-ööpäevast säilitamist märgatavalt.

Tunduvalt vastupidavam on säilitamisel pastöriseeritud kala-

mari. Pastöriseeritud teralise kalamarja säilitamise piirtähtajaks külmhoones tuleb lugeda 1,5 aastat, tavalistes jahutamata ladudes aga 4 kuud; pärast seda tähtaega kalamarja kvaliteet märgatavalt langeb.

Kalamarja kvaliteedi langus ja riknemine toimub marja protoplasmas sisalduvate ja mikroobide poolt toodetavate fermentide toimel. Pastöriseerimisel tunduv osa mikroobe hukkub; sellega tulebki seletada, et pastöriseeritud kalamari, teiste võrdsete tingimuste juures, talub pikemaajalist säilitamist kui pastöriseerimata kalamari.

Kõrgemasordilise (antiseptikumita) pastöriseeritud teralise kalamarja kvaliteedi muutumise protsess säilitamisel jahutamata ladudes (16—18° temperatuuri juures) kulgeb umbes järgmiselt.

Kalamari kaotab 1,5—2 kuu pärast värske marja maitse ja lõhna, kuid veel ei ole tal ebameeldivat lõhna ja maitset. Seda kalamarja nimetatakse kauaseisnud marjaks (mari vananes); oma organoleptiliste näitajate poolest võib ta veel vastata kõrgema sordi nõuetele.

Peale 2—2,5 kuud hakkab kalamarja kvaliteet märgatavalt langema, ta läheb üle I sorti, peale 4-kuulist säilitamist aga II sorti.

Säilitamisel aasta jooksul marja värvus muutub, mari läheb roosaks, vedeldub ja hakkab käärima; marja happesus järsult suureneb ja ta muutub toidukõlbmatuks.

Defekte kalamarjas võib liigitada kahte gruppi: loomulikud (looduslikud) ja kunstlikud, mis ilmusid kalamarjas tehnoloogilise protsessi ebarahuldava läbiviimise või ebarahuldavate säilitamistingimuste, samuti ka väga pikaajalise säilitamise tagajärjel.

Defektide esimesse gruppi kuulub rohu ja muda kõrvalmaitse; nende defektide olemasolu kalamarjas sõltub ainult tuurlaste elutsemiskohast ja nende toidu koostisest. See defekt esineb ainult põhja siirdekalade marjas (näiteks tuurlastel); vaikse ookeani lõhe marjas neid ei ole.

Viimastel aastatel esines seda, et väljapüütavate kalade, peamiselt tuurlaste marjal oli nafta kõrvalmaitse. See on seotud sellega, et vesi nendes kohtades, kus see kala elutseb, sisaldab palju naftaprodukte.

Rohu kõrvalmaitset võib iseloomustada kui marja rohumaitset; see defekt oma nõrgal kujul on väga raskesti eraldatav, kuid esineb väga tihti Volga ja Doni suudmes, samuti ka Aasovi mere Kubaani rannas püütava tuura marjas.

Muda kõrvalmaitse — ebameeldiv kõrvalmaitse kalamarjas kopitunud (soo) lõhnaga. Selle defektiga kalamarja on lubatud realiseerida ainult teise sordina.

Defektide teise gruppi kuuluvad: tõrvamaik, hapukus, rääsumine (hapendumine), kibedus (mõrudus), hallitus ja valged kristallid. Kõik need defektid iseloomustavad kalamarja toiduomaduste halvenemist ja võivad olla sordi alandamise ja isegi tema realiseerimise keelamise aluseks. Need defektid võivad esineda kõikides kalamarjaliikides.

H a p u k a s — kalamari, millel on vaevalt märgatav hapukas kõrvalmaitse. Selle defekti ilmumine kalamarjas on signaaliks, et kalamarjas algasid ebasoovitavad protsessid (hüdrolüüs, hapendumine), mis kutsuvad esile toote hapendumise.

R ä ä s u m i n e (hapendumine) — märgatavalt väljendunud hapu kõrvalmaitse, tekitades suus kalamarja söömisel ebameeldiva aistingu. See defekt tekib tõenäoliselt valgu ja eriti rasva hüdrolüüsi tagajärjel madalmolekulaarsete (äädika-, õli-, propioon-)hapete tekkimisega. Selline kalamari tuleb viivitamatult realiseerida, kuna kalamarja edaspidise riknemise seismapanekuks efektiivseid vahendeid seni veel ei ole.

Soolase tuurlaste marja happesus ei tohi ületada tabelis 125 toodud näitajaid.

T a b e l 125

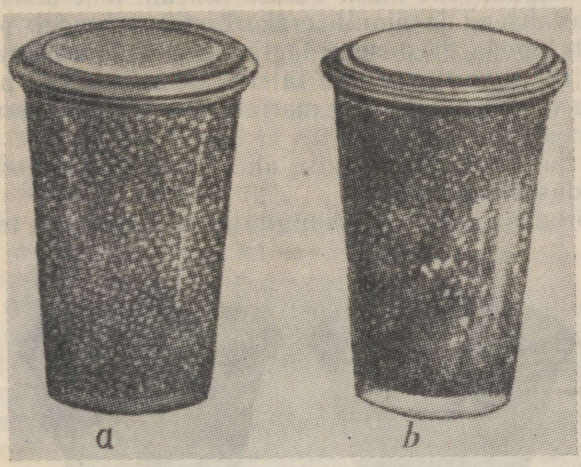
Kalamarja liik	Happed (KOH 1 g marja kohta)		
	veeslahustuvad	vees mittelahustuvad	kokku
Teraline	2,2	0,6	2,8
Pressitud	2,5	3,0	5,5

Suurt vahet vees mitte lahustuvate hapete sisalduses pressitud kalamarjas võrreldes teralise kalamarjaga võib seletada rasva erineva paigutusega kalamarjas. Teralises kalamarjas ladestub rasv üksikute kerakujuliste tilkade näol marjaterakese keskosas ja seepärast hapendub aeglaselt. Pressitud kalamarjas paikneb rasv pinna juures või marja pinnal, täpsemalt öeldes, paikneb marjamassi pinnal ja seepärast ta hapendub ka suuremal määral.

K i b e d u s — võib tekkida kalamarjas soolast ja rasva rääsumise tagajärjel. Kibeduse aisting, mida tekitab sool, eriti nõrgaltsoolatud kalamarjas, kaob kasutamisel kiiresti; rasvast tekkinud kibeduse aistingut on tunda kurgunibul ja see säilib märgatavalt kauem.

V a l g e d k r i s t a l l i d — pastöriseeritud kalamarjas tekivad säilitamise protsessis mõnikord valged kristallid suures koguses, meenutades hallitust ja rikkudes kalamarja kaubalist ilmet. Joonisel 153-a on näidatud normaalse kalamarjaga purk, joonisel 153-b aga kalamarjaga, milles on juba nähtavad valged kristallid.

On kindlaks tehtud, et valged kristallid tekivad peamiselt kalamarjas sisalduvate fermentide mõjul ja koosnevad türosiinist ja teistest amiinhapetest — valgu hüdrolüüsi produktidest. Samuti on kindlaks tehtud, et teralise kalamarja pikaajaline säi-



Joon. 153. Purgid pastöriseeritud kalamarjaga:
a — normaalne kalamari; *b* — kalamari valgete kristallidega.

litamine enne pastöriseerimist, samuti ka tema säilitamistemperatuuri tõstmine soodustab valgete kristallide tekkimist.

Tabelis 126 on toodud andmed, mis iseloomustavad valgete kristallide ilmumise aega tuurlaste marjas säilitamisel erinevate tingimuste juures.

Nagu näha tabelist 126, pidurdub koos säilitamistemperatuuri langemisega valgete kristallide ilmumine tunduvalt.

Tabel 126

Töötlemisviis	Soolasisaldus %-des	Säilitamistemperatuur °C	Aeg, mille kestel harilikult ilmuvad valged kristallid (kuudes)
Pastöriseerimata	6,9	18	2,5
Pastöriseerimata	6,5	2	4
Pastöriseeritud peale 2—4-kuulist säilitamist külmhoones (t = 2°)	5,0	36	3
Pastöriseeritud peale 2—4-kuulist säilitamist (t = 2°)	5,0	18	8
Pastöriseeritud peale 2—4-kuulist säilitamist (t = 2°) külmhoones	5,0	—2	20
Pastöriseeritud kohe peale soolamist	5,0	—2	36

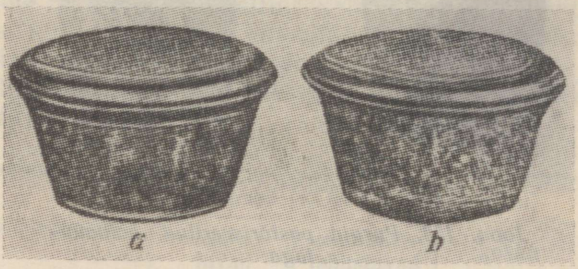
Pastöriseeritud, eriti äsjasoolatud kalamari on kaunis vastupidav säilitamisel.

Joonisel 154 on näidatud pastöriseeritud kalamarja proovid — kalamari riknemise algstaadiumis ja riknenud.

Vaikse ookeani lõhe mari. Vaikse ookeani lõhe mari lastakse müügile teralisena ja ainult erakordsetel juhtudel pumpides, mida tuleb lugeda tööstuse praagiks. Pressitud kalamarja lõhilaste marjast ei toodeta, kuna ta ei erine hea maitse poolest ja peale selle voolab pressimisel marjaterakestest välja suurel hulgal toitaineid.

Kalamarja standardiseerimise aluseks on võetud kala liik ja soolasisaldus kalamarjas.

Keta, gorbuuša ja sima mari liigitatakse esimesse ja teise sorti.



Joon. 154. Pastöriseeritud kalamari riknemise algstaadiumis ja riknenud.

Esimese sordi kalamari peab sisaldama keedusoola 4—6%, teisel sordil aga 4—8%; antiseptikume — booripreparaate — 0,3% ja urotropiini kuni 0,1%.

Kalamarja peamisteks defektideks, mis on maitse halvenemise ja sordilanguse põhjuseks, on ülevalmimine ja marjaterade nõrgenemine, hapukus, hapendumine, hallitus, mõrudus, sete.

Ülevalminud kalamari — see on looduslik kalamarja puudus. Ta on omane jõe ülemjooksul püütud kudenud kalast saadud marjale. See puudus on iseloomustav keta marjale, mis on püütud Amuuri jõel ülalpool N. Tambovskoje küla (570 km Amuuri suudmest), ja gorbuuša marjale, mis püütud Amguni jõel (Amuuri harujõgi). Amgunis koeb amuuri gorbuušaparve peamise osa.

Kaug-Ida teistest rajoonidest selle puudusega kalamarja müügile ei tule, kuna seal püütakse kala jõgede suudmetes või suudme-eelsetel aladel.

Ülevalminud kalamarjal on suurendatud teramõõdud, värv oranžkollaka varjundiga, nõrk kest, protoplasma konsistents

vedel. Selline kalamari peab halvasti vastu kauakestval säilitamisel, on eriti tundlik mehaaniliste mõjutuste suhtes; seetõttu tekib tünnides väga kiiresti sete. Realiseeritakse I sordina.

N õ r g e n e n u d t e r a — marjateradel on ebameeldiv, muljutud välimus, kerge vajutamise juures lõhkevad. Kalamarjal võib ka veel mitte olla ebameeldiv maitse ja lõhn. Siiski tuleb selline kalamari võimalikult kiiresti realiseerida, kuna tünnis lõhkenud marjaterade arvel tekib vedelik — sete ja moodustub soodne keskkond mikroobide arenemiseks. Selline kalamari ei kannata kestvat säilitamist ja rikneb. Peale selle on säilitamisel suured kaod.

L o h a k a s t ö ö t l e m i n e — purunenud marjaterakeste, kiletükikeste ja vereklompide olemasolu. See defekt halvendab kalamarja kaubalisi omadusi ja võib põhjustada kalamarja sordi alandamist.

H a p u k u s ja h a p e n d u m i n e — nende defektide päritolu ja tunnused on samad, mis tuurlaste kalamarja puhul.

H a l l i t u s — valkjas, hallikas-roheline mitmesuguste varjunditega kirmetis kalamarjal, millel on ebameeldiv kopitanud lõhn. See defekt võib põhjustada kalamarja sordilangust ja tema üleviimist mittestandardseks. Hallitus võib tungida marjaterakeste sisse ja siis on kalamari juba toidukõlbmatu. Hallituskirmetis pakkimismaterjali peal, mis ei ole tunginud marjaterakestesse, ei ole tünnis oleva kalamarja sordi alandamise aluseks. Kaubatundjad peavad mõnikord valget kristalli ekslikult hallituseks.

V a l g e d k r i s t a l l i d ilmuvad valkude hüdrolüüsil amiinhapeteni (türosiin jt.). Harilikult nad on ühtlaselt, valgete täpikestena (terakestena) marjaterakeste vahel kogu kalamarja paksuselt tünnis; nemad ei anna kopitanud lõhna. Hallitus, vastupidi, tungib marjaterakestesse välispinnalt, kusjuures sellega kaasub kalamarja teatav kuivamine.

Lõhemarjas ei ole valged kristallid nii märgatavad, kui tuurlaste marjas, ja seepärast nad eriti ei alanda tema kaubaväärtust. Nad ilmuvad kalamarja hoidmisel külmhoones umbes aasta pärast.

Valgete kristallide ilmumine kalamarjas on sellise kalamarja säilitamise lõpetamise signaaliks; see tuleb kiiresti realiseerida.

M õ r u d u s — ebameeldiv (kibe) aisting suus kalamarja söömisel. Selle defekti päritolu on sama, mis tuurlaste kalamarja juures, kuid ta ilmub hiljem. Seda defekti ei tule segada kerge kibedusega, mis on omane lõhilaste, eriti nerka ja kižutši marjale.

S e t e — heleoranž vedelik, mis koguneb tünni alumises osas ja tekib kalamarja terakesest väljuva protoplasma vedelast osast.

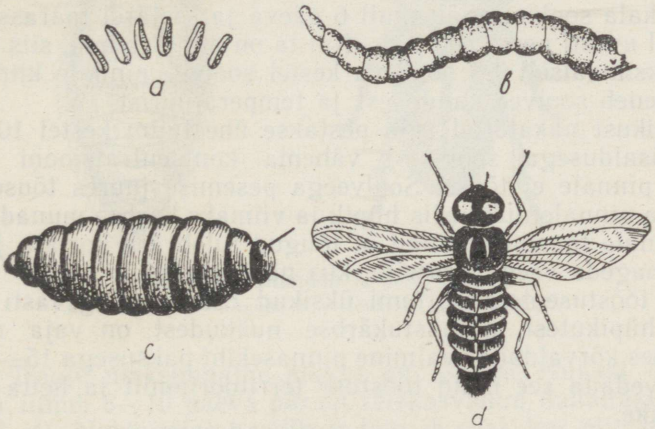
Defekt tekib seisnud või ülevalminud marjaterade soolamisel ja kalamarja hoidmisel kõrgete temperatuuride juures. Viimasel juhul laguneb valgu hüdrolüüsi tagajärjel marjaterakeste kest ja nad kaotavad mehaanilise vastupidavuse. Kui tünnis ilmub sete, siis tuleb see kalamari kiiresti realiseerida; parandada seda defekti on võimatu. Sette ilmumist soodustavad kalamarja külmumine ja järgnev ülessulamine.

XVII PEATÜKK

KALATOODETE KAHJURID

Kõige enam levinud kalatoodete kahjuriteks putukate hulgast on «hüpik» — s. o. juustukärbse tõuk, nahanäki tõuk ja aidakoi.

Juustukärbes (joonis 155) on toakärbsest väiksem; ta muneb soodsate tingimuste juures üks kord suve jooksul 40—80 valget värvi muna pikkusega 0,3 mm (joonis 155-a), mis hästi



Joon. 155. Juustukärbes ja tema tõuk:
a — muna; *b* — täiskasvanud tõuk — hüpik; *c* — kookonnukk; *d* — kärbes.

arenevad soolastel toodetel, naturaal-soolveega läbiimbunud basseinide, tünnide, kanderaamide, kärude, taara, rasvasoola ja maa peal.

Olenevalt temperatuurist ja keskkonna niiskusest kooruvad 2—4 ööpäeva pärast munadest 0,4 mm pikkused tõugud, kes 3 ööpäeva möödumisel ajavad kesta; 5—7 ööpäeva pärast ajavad nad kesta teist korda. Peale teist kestaajamist on tõugud võimelised tegema kuni 40 cm kõrgusi hüppeid, mistõttu nad

saidki nimetuse «hüpik» (joonis 155-b). «Hüpiku» arenemise tsükkel on 15—25 päeva, seejärel muundub tõuk nukuks (joonis 155-c), millest 6—10 päeva pärast areneb juustukärbes (joonis 155-d).

«Hüpik» areneb peamiselt soolatud kala lõpustes ning soomusteta ja nahata keha pehmetes osades (sisselõigetes, pragudes jne.); ta ei ole mürgine, kuid väga ablas ja võib rikkuda suured kogused kala, kui tema vastu ei võidelda [1].

Võitlemiseks juustukärbsega ja «hüpikuga» peab tööstuses olema eriti range sanitaarrežiim, mis seisab peamiselt järgmises.

Juustukärbse avastamisel kalatööstuses, ükskõik missuguses arenemisstaadiumis, puhastatakse ja desinfitseeritakse tsehhid ja tööstuse territooriumid hoolikalt. Hüpikust nakatatud kalatooted paigutatakse viivitamata eri ruumidesse, kus teostatakse nende ümbertöötlemine. Eelnevalt tuleb kindlaks teha, millises arenemisstaadiumis juustukärbes on. Kui ta on juba lendav kärbes, siis on kahtlemata olemas ka munad; sel juhul on vaja hoida kala soolvees vähemalt 6 päeva ja seejärel taarasse pakkimisel uuesti pesta soolvees. Kui ta on ainult hüpik, siis tõuseb ta maksimaalselt 1,5 ööpäeva kestel soolvee pinnale kiirusega, mis oleneb soolvee kangusest ja temperatuurist.

Hüpikust nakatatud kala pestakse ühe tunni kestel 10%-lise soolasisaldusega soolvees; vähema kontsentratsiooni korral hüpik pinnale ei tõuse. Soolveega pesemise juures tõuseb esimesena pinnale nukk, siis hüpik ja viimaks kärbse munad. Soolveepinnale tõusnud munad ja tõugud tuleb ära korjata ja asetada mageda veega basseini, kus nad upuvad.

Kui tööstuse territooriumi üksikud osad on tugevasti nakatatud hüpikutest ja juustukärbse nukkudest, on vaja nendes kohtades kõrvaldada pealmine pinnasekiht paksusega 15—20 cm, välja vedada see muld tööstuse territooriumilt ja heita merre või jõkke.

Värske mulla kiht immutatakse läbi kloorlubja (5—10%) lahusega ja puistatakse seejärel üle liivaga. Selline töö on soovitav läbi viia iga aasta enne kevadpüüki kõikides tööstustes, millised on nakatatud juustukärbse nukust ja hüpikust.

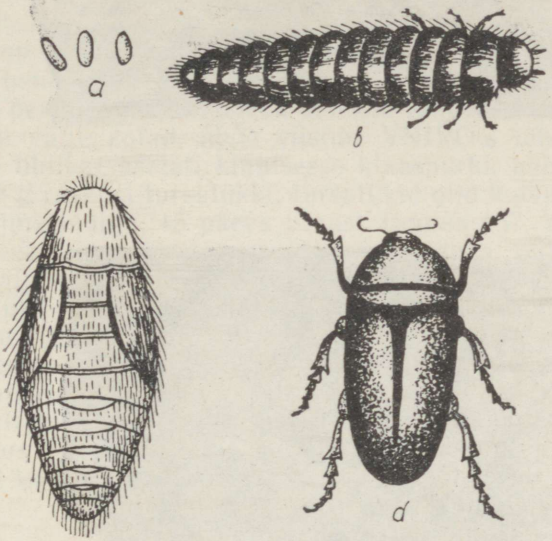
Hüpiku ja eriti juustukärbse nukku on väga raske avastada maa sees. Selleks asetatakse territooriumilt võetud mullaannus soolveega ämbrisse. Peale hoolikat segamist lastakse mullal vajuda põhja. Kui territoorium oli nakatatud, siis soolveepinnal võib kergesti avastada hüpikut või nukku.

N a h a n ä k k (joonis 156) teeb läbi samad arenemisstaadiu-

[1] «Hüpik» ei või kaua elada õhupuuduse juures, seepärast, kui kala on soolvee all, ta tõuseb soolvee pinnale; magedas vees ta upub ja hukkub.

mid, mis hüpik. Nahanäki tõuku võib leida kõige sagedamini kuivatatud, suitsutatud ja vinnutatud kalas.

Emased nahanäkid munevad munad (joonis 156, a) maist kuni juuni keskpaigani. Mõne päeva pärast kooruvad munadest tumepruuni värvi tõugud (joonis 156, c), kaetud õrnade karvakestega. Tõugud liiguvad üsna kiiresti. Nukkumise perioodini nad elavad 74—96 päeva ja selle aja jooksul ajavad kesta 10



Joon. 156. Nahanäkk ja selle tõuk:
a — muna; *b* — nukk; *c* — tõuk; *d* — nahanäkk.

korda. Tõugu maksimaalne pikkus on 13 mm. Nukust (joonis 156, b) ilmub 8—10 päeva pärast täiskasvanud nahanäkk (joonis 156, d). Nukkumine harilikult toimub seal, kus olid tõugud, s. o. kala lõpustes ja kõhuõõnes.

Nahanäki tõukudel on väga arenenud lõualuud ja nad on väga aplad; nad tungivad läbi kala suu ja lõpuste kõhuõõnesse, kus söövad ära sisemised organid ja lihased, hävitades lõpuks kogu kala, kuid jättes puutumatuks naha. Kalas koguneb suur kogus väljaheiteid ja peale mitmekordset kestaajamist hulk kesti. Kala omandab ebameeldiva lõhna.

Peamiseks profülaktiliseks abinõuks võitluses kalatoodete nakatumise vastu nahanäki tõukudest on: puhtus kalatööstuses ja ladudes ning tööstustest ja ladudest riknenud kala ja kõigi kalarapete õigeaegne kõrvaldamine, kuna need on soodsaks keskkonnaks nahanäkile. Kahtlased kalapartiid tuleb isoleerida,



Joon. 157. Kalatükikeste fotod:
a — peale kuivatamist; *g* — peale 15-ööpäevast säilitamist; *c* — peale ühekuulist säilitamist.

ruumid aga, kus nad olid, hoolikalt desinfitseerida. Kui tõuk ei ole veel tunginud kala lihasse, võib teda eemaldada kala päikesepaistel raputamise või tuulutamisega või kinnistes ruumides kangväävliga suitsutamise teel, tuulutades ruume peale suitsutamist hoolikalt.

Juhul kui kala on tõukudest tugevasti nakatatud, siis otsustavad tema kasutamise küsimuse sanitaarjärelevalve organid.

A i d a k o i — nakatab kuivatatud kala ja kuulub soomustiivaliste putukate seltsi. Liblikad ilmuvad kevadel ja võivad muneda kuni 100 muna. Nädala poolteise pärast peale munemist kooruvad nendest tõugud, kes närivad ennast sisse kuivanud kalasse ja peamiselt läbi kobeda sidekoe tungivad kala lihasse. Tõugud on väga aplad. Meie viisime VNIRO-s läbi järgmise katse: viis liblikat asetati kinnisesse klaaspurki, kuhu oli pandud viis 40 g raskust tursatükki; tursatükid olid kuivatatud sublimatsioonimeetodiga. 15 päeva pärast (joonis 157, b) kattusid kalatükid seest ja väljast suure arvu munadega, millede vahel oli juba palju kollakasvalget värvi tõukusid pikkusega 6—10 mm; kalatükk oli ühelt poolt ära söödud. 30 päeva pärast oli tunduv osa kalatükkidest ära söödud (joonis 157, c), kusjuures tüki sees oli palju septide ja lihaskiudude jäänustega üksteisest eraldatud tühikuid. Kahe kuu pärast jäi kalatükkidest järele ainult puru. Koi on väga ohtlik kahjur. Tööstuses on teada juhused, kus koi mõne kuu jooksul hävitas ladudes ära suured kuivatatud kala tagavarad.

MÕNEDE KALADE VÄRSKE LIHA KEEMILINE KOOSTIS

(VNIRO ja tema osakondade andmed)

Kala liik	Keemiline koostis %-des			
	vesi	rasv	valk	tuhk
Tursk	80,08	0,4	17,6	1,2
Pikša	80,9	0,3	17,5	1,3
Koha	78,8	0,9	19,0	1,3
Mereahven	74,9	5,9	17,8	1,4
Hiidlest	77,0	2,6	19,1	1,3
Vobla	77,9	2,4	18,3	1,4
Latikas:				
kaspia	75,3	4,9	18,6	1,2
aasovi	74,3	7,9	16,8	1,0
araali	77,6	4,0	17,2	1,2
amuuri	—	—	—	—
Tuur				
kaspia	72,3	9,7	16,2	1,5
aasovi	67,4	12,6	15,7	1,2
siberi	70,0	14,2	15,5	0,9
Sevrjuuga				
kaspia	69,0	13,4	17,2	1,0
aasovi	69,2	12,9	17,3	1,2
Nelma	72,1	8,6	19,2	1,2
Belorõbitsa (valge lõhi)	—	—	—	—
Muksun	75,3	5,1	13,3	1,3
Beluuga	75,0	7,0	16,9	1,1
Nerka	69,8	7,7	21,4	1,1
Keta kamtšatka	69,1	8,9	20,8	1,2
Keta amuuri (sügisene)	67,6	11,0	20,9	0,5
Gorbuuša kamtšatka	70,9	6,1	21,5	1,5
Tšir (šekur)	70,2	10,3	18,3	1,2
Ussatš (pardkala) araali	69,1	11,2	18,6	1,1
Ussatš (pardkala) kaspia	73,1	5,3	20,4	1,2
Nugakala	76,9	2,3	19,3	1,5
Haug	79,4	0,7	18,8	1,1
Sasaan kaspia	78,0	2,7	18,2	1,1
Hiidlest, valge	76,7	3,0	18,9	1,4
Zubatka (merihunt) võõdiline	25,14	5,3	18,3	1,1
Zubatka (merihunt) täpiline	76,7	7,0	16,8	0,8
Lest-kiisk	79,7	4,8	14,8	1,4
Pinagor (kontidega)	72,5	16,6	10,5	1,1

SOOLATUD, KUIVATATUD JA SUITSUTATUD KALATOODETE KEEMILINE KOOSTIS

(VNIRO ja tema osakondade andmed)

Toote nimetus	Keemiline koostis %-des			
	vesi	valk	rasv	sool
Soolatud tooted				
Gorbuuša	48,3	29,8	5,7	15,3
Kilu, balti mere, vürtsidega soolatud	58,6	20,3	15,6	9,8
Heeringas, volga-kaspia (keskmine)	53,1	20,8	8,2	15,8
Heeringas, volga-kaspia	55,6	20,3	11,7	15,2
Heeringas, vaikse ookeani kevadine	54,1	19,3	9,9	12,8
Sprot, musta mere, vürtsidega soolatud	65,2	14,7	9,3	8,7
Keta, soolatud basseinis	50,3	23,7	8,2	15,6
Keta, soolatud riita	45,8	25,0	9,8	18,2
Keta, soolatud kasti	60,5	21,7	8,0	8,6
Hamsa, sügisene	41,9	13,3	27,1	16,4
Mereahven	47,8	—	12,6	15,9
Tursk	54,6	26,1	1,3	20,1
Tursk	64,8	25,8	0,1	13,0
Tursk	67,2	21,9	0,4	10,0
Zubatka (merihunt)	55,7	—	2,5	20,7
Tülka	50,5	13,7	18,1	12,7
Tülka	47,3	17,6	15,9	16,2
Heeringas	53,5	—	12,6	12,3
Heeringas, valge mere (sorokski)	51,3	23,7	6,8	14,9
Heeringas, volga pusanok	55,6	20,3	11,7	15,2
Kilu, kaspia	50,2	16,0	17,6	14,8
S a m a	58,6	20,3	15,6	9,4
Keta, soolatud basseinis	54,4	23,3	14,6	7,7
Lõhi, dagestani	45,6	20,9	21,7	9,3
Sjomga	53,5	22,7	12,2	11,2
Omul	67,1	19,2	5,7	6,5
Sama	61,4	23,1	12,2	11,2
Skumbria, musta mere	49,7	25,8	6,8	13,9
Kalamari				
Gorbuuša (teraline)	42,7	33,1	12,4	3,5
Kefaal (vinnutatud)	14,7	37,8	39,0	4,7
Loban (vinnutatud)	15,1	38,2	42,7	3,7
Latikas (sõelutud)	57,6	25,7	5,3	8,0
Koha (galagan)	43,6	24,4	9,3	11,8
Beluuga (teraline)	45,5	29,0	17,0	5,5
Tuur (teraline)	49,0	26,0	17,5	4,5
Sevrjuuga (pressitud)	37,0	35,0	21,0	4,5
Tuur (pressitud)	38,2	34,4	23,8	3,9
Keta (teraline)	42,1	39,4	11,9	4,4

Toote nimetus	Keemiline koostis %-des			
	vesi	valk	rasv	sool
Kuivatatud — vinnutatud tooted				
Beluuga, vinnutatud (külg)	42,3	19,8	19,2	14,6
Belorõbitsa, vinnutatud (selg)	53,7	21,6	17,6	7,2
Belorõbitsa (kõhutükk)	43,1	21,6	22,2	11,5
Tuur, vinnutatud (selg)	54,2	21,1	9,1	12,3
Järvetint, soolaselt kuivatatud	39,1	—	—	—
Vobla, vinnutatud	29,0	49,4	7,4	14,4
Jahu (haugi)	8,6	62,7	5,8	—
Jahu (tursa)	6,7	61,1	1,6	—
Tangud (navaaga)	4,9	80,1	2,7	—
Mudilased (bõtšok), vinnutatud	7,3	60,6	9,0	18,2
Kilu, kaspia, vinnutatud	39,1	22,3	24,8	11,6
Ussatš (pardkala, vinnutatud)	49,1	24,9	9,8	14,1
Semajaa, vinnutatud	28,6	43,7	12,2	12,5
Sasaan, vinnutatud	26,2	43,1	13,8	15,6
Vimb, vinnutatud	49,7	26,3	14,7	12.7
Koha, vinnutatud	26,1	55,8	4,1	11,9
Suitsutatud tooted				
Gorbuuša, külmsuitsu	50,5	28,5	7,4	11,9
Keta, külmsuitsu	53,4	25,6	7,0	11,4
Latikas, külmsuitsu	55,7	29,8	4,3	11,5
Mereahven, kuumsuitsu	58,0	25,1	12,3	3,6
Vimb, külmsuitsu	51,5	21,7	1,31	9,3
Nurg (taran), külmsuitsu	54,4	28,5	5,1	9,7
Heeringas, murmanski, külmsuitsu	53,3	24,1	11,0	10,4
Tülka, külmsuitsu	34,5	30,2	24,7	—
Kilu, kaspia, külmsuitsu	40,5	24,5	25,7	10,9
Nugakala, külmsuitsu	42,5	15,5	8,0	12,0
Noakala, külmsuitsu	48,0	27,9	11,4	11,9
Ussatš (pardkala), külmsuitsu	47,6	27,2	10,1	11,2
Šemajaa, külmsuitsu	46,2	27,9	18,7	7,7
Vimb, külmsuitsu	51,5	21,7	13,1	9,3
Kefaal, külmsuitsu	56,4	25,6	9,3	7,0
Belorõbitsa, külmsuitsu:				
selg	57,5	23,5	13,1	5,8
kõhutükk	48,1	21,6	22,2	11,6
Omul, kuumsuitsu	65,8	23,2	6,7	4,7
Tursk, kuumsuitsu	71,2	26,0	1,2	1,6
Lest (jõe), kuumsuitsu	63,4	22,0	11,6	2,8
Räim, kuumsuitsu	65,1	25,4	5,6	2,9

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Адам, Н. К. Физика и химия поверхности, М., 1947.
2. Алеев, Б. С. Попова, Н. Е. и Бережной К. Д., Наблюдения над разложением белков в соленой рыбе при хранении, «Вопросы питания», Т. V. вып. 6, 1936.
3. Алфрей, Г., Механические свойства высокополимеров, М., 1952.
4. Аристов, Н., Промышленность древней Руси, С.-Пб., 1963.
5. Арнольд, И. Н., Рыбная промышленность «Богатства СССР», вып. IV, 1927.
6. Башкиров, К., Обработка икры лососевых, Дальгиз, 1940.
7. Белопольский, В. Г., Сушка методом сублимации «Медицинская промышленность СССР», 1951, № 2.
8. Беляева, В. А., Пряновкусовые растения, Госторгиздат, 1946.
9. Бережков, М., О торговле Руси с Ганзой до конца XV века, С.-Пб., 1879.
10. Березин, Н. Т., Промысловая обработка рыбы, Пищепромиздат, 1951.
11. Бладергрен, В., Физическая химия в медицине и биологии, М., 1951.
12. Бондарев, Г. И., За высокое качество консервов «шпроты», «Рыбное хозяйство», 1951, № 6.
13. Брейфус, Л. Л., Рыбный промысел русских поморов в Северном Ледовитом океане, Материалы к познанию русского рыболовства т. II, вып. 1, 1913.
14. Бреслер, С. С., О механизме ферментативного катализа, Белки, их специфические свойства, Труды совещания по проблеме белка, состоящегося 4—7 июня 1954 г., Киев, 1955.
15. Бромлей, Г. Ф., Изменения строения тканей рыб, в процессе холодного и горячего копчения, Известия ТИНРО, т. XXXI, 1949.
16. Бромлей, Г. Ф., Посмертные изменения тканей рыб, Известия ТИНРО, т. 31, Дальгиз, 1949.
17. Бронштейн, А. И., Вкус и обоняние, АН СССР, М., 1950.
18. Брунауер, С., Адсорбция газов и паров, т. I, Москва, 1948.
19. Будилович, А., Первобытные славяне в их языке, бытье и понятиях по данным лексикальным, Киев, 1878.
20. Буланкин, И. И., О природе денатурации глобулярных белков. Труды совещания по проблеме белка, состоящегося 4—7 инюя 1954 г., Киев, 1955.
21. Булл, Г. Б., Физическая биохимия, ИЛ. 1949.
22. БЭР, Материалы для истории рыболовства в России и в принадлежащих ей морях, С.-Пб., 1953.
23. Веденский, А. П., Материалы по биологии скумбрии, Известия ТИНРО, т. XXXIV, Дальгиз, 1951.
24. Вечер, А. С., О формах и содежрании воды в пластинах, Биохимия, т. 15, вып. 1, 1950.

25. Вешняков, В. И., Рыболовство и законодательство, С.-Пб., 1894.
26. Войцеховский, Р. В., Некряч, Е. Ф., Швецов, Н. А., Исследования гидрофильных свойств дисперсных систем методом насыщения их водой в неполярном углеводороде, «Коллоидный журнал», 1955, т. XVII, № 3.
27. Вокресенский, Н. А., Кинетика процесса посола рыбы, Труды ВНИРО т. XX, Пищепромиздат, 1952.
28. Вокресенский, Н. А., Рыбные концентраты, Дальгиз, 1943.
29. Вокресенский, Н. А., Макарова, Т. И., Мартемьянова, К. В., Влияние различных способов сушки на сохранение нативных свойств рыбы, Труды ВНИРО, т. 29, Пищепромиздат, 1954.
30. Вокресенский, Н. А., О некоторых особенностях процесса замораживания рыбы, «Рыбное хозяйство», 1956, № 3.
31. Галвяло, М. Я. и Горохина, Т. К., Характеристика мышечных белков рыб, Труды Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова, т. 22, 1940.
32. Гамель, И. Х., Англичане в России XVI и XVII столетиях, С.-Пб., 1865.
33. Гамуар, Р., Белки рыб, биохимия рыб, Сборник статей, М., 1953.
34. Гаркави, А., Сказание мусульманских писателей о славянах и русских, М., 1870.
35. Гауровитц, Ф., Химия и биология белков, ИЛ, М., 1953.
36. Гейнеман, А., Кенигсбергская промышленная выставка, С.-Пб., 1896.
37. Говорков, И. В., Амурская кета, Снабтехиздат, 1932.
38. Греков, Б. Д., Славяне. Возникновение и развитие Киевского государства. Военное издательство, 1946.
39. Грецкая, О. П. и Зуйкова, Л. П., Горячее копчение рыбы по методу мастера-новатора Г. И. Кулагина, «Рыбное хозяйство», 1951, № 12.
40. Грецкая, О. П., Копчение седьдевых для шпрот, Пищепромиздат, 1951.
41. Грищинская, А. К., К методике определения степени копчености рыбы, «Рыбное хозяйство», 1934, № 4.
42. Грушевский, М., Киевская Русь, т. I, С.-Пб., 1911.
43. Грюнер, В. С., Органолептическая оценка пищевых продуктов, М., 1933.
44. Гуль, В. Е., Роль молекулярных сил в механизме набухания высокополимеров, «Коллойдный журнал», 1953, № 3.
45. Гутри, А. и Уокерлинг, Р., Вакуумное оборудование и вакуумная техника, Ил., 1951.
46. Давидов, Р., Барабанщиков, Н., Объективные методы оценки физических свойств сырья, «Молочная промышленность», 1950, № 4.
47. Данилов, К., Древнероссийские стихотворения, Гослитиздат, М., 1938.
48. Державин, А. Н., Волжский лосось, Сборник, посвященный научной деятельности Кошковина, Пищепромиздат, 1939.
49. Дерягин, В. В., Сольватные слои как особые граничащие фазы на основе прямых методов исследования, Труды всесоюзной конференции по коллойдной химии, Киев, 1952.
50. Дешман, С., Научные основы вакуумной техники, Ил., 1950.
51. Домбровский, И., Рыболовные пословицы, «Природа и охота», 1891.
52. Драгунов, А. М., и Косинова, Н. Е., Влияние движения рыбы в тузлуке на скорость просаливания, «Рыбное хозяйство», 1950, № 4.

53. Дубинин, М. М. и Чмутов, К. А., Физико-химические основы противогазного дела, Госхимиздат, Москва, 1939.
54. Дубинин, М. М., Методы исследования структуры высокодисперсных и пористых тел, Труды совещания 25—28 июня 1951 г., М., 1953.
55. Дубинин, М. М. Физико-химические основы сорбционной техники, Госхимиздат, М., 1932.
56. Думанский, А. В. и Некряч, Е. Д., Теплота смачивания и связанная вода, «Коллоидный журнал», 1955, т. XVII, 1.
57. Думанский, А. В., Некряч, Е. Ф., Лиофильность дисперсных систем. Теплота смачивания, «Коллоидный журнал», 1947, т. IX, № 5.
58. Думанский, А. В., Теплота смачивания и гидрофильность дисперсных систем, «Коллоидный журнал», 1950, № 5.
59. Думанский, А. В., Гидрофильность коллоидных систем и ее теоретическое и практическое значение, Коллоиды в пищевой промышленности, сборник 2, 1949.
60. Думанский, А. В., Овчаренко, Ф. Д., Теплота смачивания глуховицкого каолина и часов-ярской глины, «Коллоидный журнал», 1950, т. XII, № 5.
61. Думанский, А. В., Учение о коллоидах, Госхимиздат, 1948.
62. Ермольева, З. В. и Буяновская, И. С., Ароматообразующие микробы сельди и тузлука, «Вопросы питания», 1934, т. III, вып. 3.
63. Забелин, И. Е., Домашний быт русский царей в XVI и XVII веках, С.-Пб., 1895.
64. Забелин, И. Е., Домашний быт русского народа в XVI и XVII веках, С.-Пб., 1872.
65. Заварзин, А. А., Курс гистологии и микроскопической анатомии, Медгиз, М., 1936.
66. Изобретения и рационализаторские предложения в рыбной промышленности, Крымиздат, 1947.
67. Ильин, М. Д., Рыба как пищевой продукт, С.-Пб., 1911.
68. Иоффе, А. Ф., Основные представления современной физики, Гостехиздат, 1949.
69. Историко-статистический обзор промышленности России, т. I, 1883.
70. История древнего мира, т. I. Древний Восток, Государственная Академия истории материальной культуры им. Н. Я. Марра, Соцэкгиз, 1937.
71. Кавказов, Ю. Л., Взаимодействие кожи с влагой, Госхимиздат, М., 1952.
72. Каухчушвили, З. и Гафунг, Сушка поджелудочной железы при низкой температуре, «Мясная индустрия», 1950, 6.
73. Кевдин, В. А., Современное рыболовство России, М., 1915.
74. Кереев, Н., Государство-город античного мира, М., 1910.
75. Кизеветтер, И. В. и Лаговская, Е. А., Исследования защитных (антиокислительных) свойств белых глин, Известия ТИНРО, т. 23, Дальгиз, 1947.
76. Кизеветтер, И. В., Технохимическая характеристика дальневосточных промысловых рыб, Известия ТИНРО, т. 21, Дальгиз, 1942.
77. Киселевич, К. А., Минеев, А. Ф., Приготовление вяленой воблы, Астрахань, 1926.
78. Киселевич, К. А., Каспийско-волжские сельди, Труды Астраханской научно-промысловой экспедиции, т. III, вып. 3, 1914—1915.
79. Клейменов, И. Я. и Егорова, Л. Н., Набухание мяса рыбы в растворах поваренной соли, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.

80. Клейменов, И. Я. и Егорова, Л. Н., Оценка качества пряностей, «Рыбное хозяйство», 1939, № 10.
81. Клейменов, И. Я. и Егорова, Л. Н., Некоторые данные о природе появления «белого налета» в рыбных пресервах, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
82. Ключевский, В. О., Сказания иностранцев о Московском Государстве, Общество распространения полезных книг, 1918.
83. Колесов, С. Г., Высушивание микроорганизмов и биопрепаратов, сельхозгиз, 1952.
84. Костомаров, Н. И., Очерки торговли Московского государства в XVI и XVII веках, С.-Пб., 1862.
85. Крашенинников, С., Описание земли Камчатки, ОГИЗ, 1948.
86. Кривенко, П. Ф., Производство лобаньей и нефальей икры, «Рыбное хозяйство», 1949, № 1.
87. Кройт, Г. Р., Коллоиды, Госхимиздат, М., 1936.
88. Кройт, Г. Р., Наука о коллоидах т. I, ИЛ, М. 1955.
89. Кулишер, И. М., Очерк истории русской промышленности Петрогубпрофсовет, 1922.
90. Кулишер, И. М., История русского народного хозяйства, т. 1—2, изд. «Мир», 1925.
91. Кульман, А. Г., Коллоиды в хлебопечении, Госхимиздат, 1953.
92. Кульман, А. Г., Физическая и коллоидная химия, Пищепромиздат, 1949.
93. Курц, Б. Г., Сочинения Кильбургера о русской торговле в царствование Алексея Михайловича, Киев, 1915.
94. Лазаревский, А. А., Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности, Пищепромиздат, 1955.
95. Лаппо-Данилевский, А. С., Русские промышленные и торговые компании в первой половине XVIII века, С.-Пб., 1899.
96. Лапшин, М. И. и Строганов, С. Н., Химия и микробиология питьевых и сточных вод, Госстройиздат, 1938.
97. Липатов, С. М., Физико-химия коллоидов, Госхимиздат, 1948.
98. Литвинова, Ф. И., Влияние замораживания на качество соленой лососевой икры, Труды ТИНРО, т. XXI, 1951.
99. Лобанов, Д. И. и Быкова, О. В. О процессе денатурации белков при тепловой обработке мяса рыбы, «Вопросы питания», 1938, № 2.
100. Лобанов, Д. И., Климова, Э. О. Соединительная ткань как фактор, обусловливающий качество мяса, «Вопросы питания», 1938, № 6.
101. Ловерн, Д. А., Химия жиров и жировой обмен рыб, Биохимия рыб, АН СССР, М., 1953.
102. Лукьянова, С. П. и Тимофюк, М. В., Вибрационной метод уплотнения и укладки рыбы в таре, «Рыбное хозяйство», 1951, № 6.
103. Лурье, Н. Ю., Сушильное дело, Госэнергоиздат, 1948.
104. Лыков, А. В., К исследованию динамики сушки, Известия ВТИ, № 3, 1933.
105. Лыков, А. В., Еще об уравнении диффузии влаги в процессе сушки. Известия, ВТИ, № 7, 1933.
106. Лыков, А. В. и Ауэрман, Л. Я., Теория сушки капиллярно-пористых коллоидных материалов пищевой промышленности, Пищепромиздат, 1946.
107. Лыков, А. В., Теория сушки, Госэнергоиздат, 1950.
108. Лыков, А. В., Тепло и массообмен в процессах сушки, Госэнергоиздат, 1956.
109. Лыков, А. В., Грязнов, А. А., Молекулярная сушка, Пищепромиздат, 1956.

110. Лыков, А. В., Сушка и увлажнение, Гизлегпром, 1938.
111. Макаров, А., Товароведение рыбы — рыбных продуктов, Госторгиздат, 1940.
112. Максимов, С. В., Год на Севере, 4-е изд. М., 1890.
113. Мак-Бен, Сорбция газов и паров твердыми телами, Госхимиздат, М., 1934.
114. Меринбергер, Р. Р., и Маркин, Е. Ю., Технология мяса и мясопродуктов, Пищепромиздат, М., 1949 г.
115. Миндер, Л. П., Значение тузлучного посола рыбы, «Рыбное хозяйство» 1951, № 6.
116. Миндер, Л. П., Взаимосвязь белков и воды в тканях рыбы, «Рыбное хозяйство», 1947, № 5.
117. Минеев, А. Ф. и Юркин, А. Ф., Копчение рыбы холодным и горячим способом, Снабтехиздат, 1934.
118. Михайлов, А. Н., Физико-химичесике основы технологии кожи, Гизлегпром, 1949.
119. Михайлов, А. Н., Проблемы белка в химии кожевенного производства. Белки в промышленности и сельском хозяйстве, Конференция по белку, Киев, 1952.
120. Михайлов, А. Н. и Ребиндер, П. А., Структурно-механические свойства дисперсных систем, «Коллоидный журнал», 1955, 2.
121. Млодзиевский, А. Б.. Краткий учебник молекулярной физики, Гостехтеориздат, 1933.
122. Невтонов, Н., К вопросу о динамике посола рыбы, «Рыбное хозяйство», 1935, № 9.
123. Никитский, А. И., История экономического быта Нижнего Новгорода, М., 1893.
124. Николаев, Б. А., Исследоване общей и упругой деформации хлебного мякиша, Пищепромиздат, 1950.
125. О больших реках Российской империи, впадающих в Черное море, Собрание сочинений, выбранных из месяцелова за разные годы, т. IV, 1790.
126. Олеарий, Описание путешествия в Московию, С.-Пб., 1906.
127. Орлов, Ю. Ф., Уборка тузлучных рыбных товаров в сухотарные бочки с полихлорвиниловыми вкладышами, «Рыбное хозяйство», 1952, № 7.
128. Павлов, И. П., Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных, 1938.
129. Павловский, В. А., Отчёт о поездке в Одессу для ознакомления с консервным производством на юге России, Материалы к познанию русского рыболовства, т. II, вып. I, 1913.
130 Палладин, А. В,. Учебник биологической химии, Медгиз, 1939.
131. Памятные книги Архангельской губернии за 1852—1910 гг.
132. Пасынский, А. Г. и Черняк Р. С., Гидратация и сольватация белков. Труды всесоюзной конференции по коллоидной химии, Киев, 1952.
133. Пасынский, А. Г., Денатурация белков, Белки в промышленности и сельском хозяйстве, Конференция по белку, Киев, 1952.
134. Перени, Н. А., Средневековые города и возрождение торговли, Горькин, 1941.
135. Планк, Р. П., Современные проблемы использования холода в пищевой промышленности, «Холодильное дело», 1932, № 11.
136. Полевой, Очерки русской истории в памятниках быта, т. I и II М., 1879—1880.
137. Подвысоцкий, Словарь областного Архангельского наречия в его бытовом этнографическом применении, Архангельск, 1885.

138. Подсевалов, В. Н., Кинетика сушки рыбы, «Рыбное хозяйство», 1949, № 9.
139. Подсевалов, В. Н., Копчение рыбы, Пищепромиздат, 1952.
140. Простосердов, Н. Н., Основы дегустации вина, М., 1952.
141. Путилова, И. В., О гидратах и гидратации белков. Труды Всесоюзной конференци по коллоидной химии, Киев, 1952.
142. Равич-Щербо, Ю. А., Иванова, С. И., Микробиологические причины порчи рыбных пресервов и способы борьбы с нею, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат 1952.
143. Ребиндер, П. А., Конспект общего курса коллоидной химии, составлен доц. Поспеловой К. А., изд. Московского университета 1949.
144. Ребиндер, П. А. и Сасоненко, Н. В., О методе погружения конуса для характеристики структурно-механических свойств пластично-вязких тел, Доклады АН СССР, 1949, т. XIV, № 6.
145. Ребиндер, П. А., Новые методы характеристики упруго-пластичных вязких свойств структурированных дисперсных систем и растворов высокополимеров, новые методы физико-химических исследований поверхности явлений, Труды ИФХ, АН СССР, 1950 г.
146. Садиков, В. С. и Шошин, А. Ф., К выяснению процесса созревания мяса, Изменение белков мяса под влиянием ферментов самого мяса, Белковый сборник, т. I, вып. 1, 1936.
147. Садиков, В., Курс биологической химии, изд. Кубуч, 1935.
148. Самнер., Д. и Сомерс Г., Химия ферментов и методы их исследования., Ил. 1948.
149. Синеморские рыболовные промыслы, Астрахань, 1895.
150. Скальковский, Древнее и нынешнее рыболовство в Новороссийском крае, Журнал Министерства внутренних дел, 1846.
151. Смородинцев, И. А., Биохимия мяса, Пищепромиздат, М., 1952.
152. Смродинцев, И. А., Ферменты растительного и животного царства, Госиздат, 1922.
153. Смородинцев, И. А., Современное положение вопроса об автолизе, «Успехи химии», 1935 г. Т. IV, вып. 4.
154. Солинек, В. А., Пастеризация икры дальневосточных лососевых Известия ТИНРО, т. 23, 1947.
155. Сыркин, Я. К. и Дядкина, М. Е., Химическая связь и строение молекул, Госхимиздат, М. 1946.
156. Тагер, А. А., Растворы высокомолекулярных соединений, АН СССР, Л., 1951.
157. Титов, И. Н., Технология сухих биопродуктов, Сельхозгиз, М. 1945.
158. Треслер, Д. К., Несколько соображений о посоле рыбы. Астрахань, 1925.
159. Турпаев, М. И., Теория и практика посола сельди в Астрахани, Известия Петровского общества исследователей Астраханского края, т. 2, 1926.
160. Турпаев, М. И., Посол, Технология рыбных продуктов, под редакцией проф. Касаткина Ф. М., Пищепромиздат, 1938.
161. Турпаев, М. И., Очерки по истории посола рыбы в древний период, «Рыбное хозяйство», 1935, № 4.
162. Тюрин, Б. М. и Бондарев, Г. И., Опыты по переработке мурманской сельди, Труды ВНИРО, т. II, 1938.
163. Тягунов, Основы расчёта вакуумных систем, М., 1948.
164. Уаитоу-Грей и Паттерсон, Дым, Госхимиздат, 1934.
165. Федоров, Н. и Рогов, И., Копчение масопродуктов в электрическом поле высокого напряжения, «Мясная индустрия», 1955, № 1.
166. Филиненко, К., Кинетика сушильного процесса, Оборонгиз, 1939.

167. Флетчер, Д. О., О государстве русском, С.-Пб., 1906.
168. Фрей-Висслинг, А., Субмикроскопическое строение протоплазмы и её производных, АН. СССР, М., 1950.
169. Холлен, Д., Энзимы, Госхимиздат, 1934.
170. Чулков, М. Д., Историческое описание российской коммерции при всех портах и границах от древних времен, т. I, II и III, 1785.
171. Шмакова, Т. С., Изменения качества сушеного снетка при хранении, «Рыбное хозяйство», 1951, № 3.
172. Шьюен, Д., Химия и обмен азотистых экстрактивных веществ у рыб, Биохимия рыб, АН. СССР, 1953.
173. Энгельгард, В. А., Мышечные белки и функции мышц, Совещание по белку, Сборник докладов АН СССР, 1948.
174. Энгельгард, В. А. и Любимова, М. Н., К механохимии мышц, «Биохимия» 1949 г. г. 7, вып. 5—6.
175. Энгельгард, В. А., Ферментативные и механические свойства белков мышц, «Успехи современной биологии», 1941 г. т. XIV, вып. 2.
176. Astbury, Wt. Foundamentals of fiber structure, London, 1933.
177. Bertram, J. G., The harvest of the sea, 1873.
178. Bradish, C. I., Freeze Drying, Chemial products, 1947.
179. Haris, M., Misely, J., Taut, K., Plasticity of wool in relation to chemical structure, Industry Engineering Chemistry 34, 833, 1942.
180. Dehydrated Fish and Meat, Food, January, 1956.
181—182. Flosdorf, E. W., Freeze-Drying, 1949.
183. Flosdorf, E. W., The Development of Freeze-Drying, Biological Applications of Freezing and Drying, New York, 1954.
184. Food for Men and Beast and Engineering in conference of Aberdaen, Food Manufacture, November, 1954.
185. Furgal, H. P., Progress in Meat Dehydration, Food Engineering, No 9, 1954.
186. Gane, R., Freeze Drying of Foodstuff, Report of a symposium held in June, London, 1951.
187. Kordyl, E., Chemical composition of the Baltic cod and herring sexual maturity, Reports of the Sea Fisheries Institute in Gdynia, No 6, 1951.
188. Fischer, E., The influence of infected fishing-cutters on the quality of fish. Reports of the Sea Fisheries Institute in Gdynia, No 7, 1954.
189. Gerch, I., and Stephenson I. L., Freezing and Drying of Tissues for morphological and histochemical Studies. Biological Applications of Freezing and Drying, New York, 1954.
190. Greaves, R. I. N., Theoretical Aspects of Drying by Vacuum Sublimation, Biological Applications of Freezing and Drying, New York, 1954.
191. Griffiths, P. and Lemon J., Studies on the smoking of haddock. Bureau of fisheries U. S. A. Invest Rep. Nr. 20, 1921.
192. Gutting, C. L. Economic Aspects of the Utilisation of Fish, The Biochemistry of Fish, Cambridge, 1951.
193. Gutting, C. I. Fishing News, September 22, 1951.
194. Knudsen, M., Annalen der Physik, 28, 1909.
195. Kiichi Muzafa, Kiichi Oishi. The Limit of Conservation of dried and salted Meat of fisches, Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, 19, 1953.
196. Koehlen, M., Tarichos on Recherches sur l'histoire et les antiquités des pêcheries de la Russie Meridional, Mémoires de l'Academie Imperiale des Sciences, St. Petersburg, m. 1, 1832.
197. Lenz, D., Zoologie der alten Griechen und Römer, 1856.

198. Neurath, N., Greenstein, Z. P., Rutnam, F. W., Eryckson, Z. O., Chem. Rev., 34, 157, 1944.
199. Nord, M., Principles of Freeze-Drying Food Manufacture, November, 1952.
200. Putnam, F. W., Protein Denaturation. The Proteins Chemistry. Biological Activity and Methods, Vol. I, part B, New York, 1953.
201. Hamm, W. S. and Rust, W. A. The Electrostatic Smoking of Sardines. Commerical Pisheries Review, Vol. 9, No 2, 1947.
202. Sikorski, Z., Zastosowanie wedzenia elektrostatycznego w przemysle rybnym, Prezemysl Spozywczy, 9, 1956.
203. Tressler, D. K. and Lemon I. M., Marine Products of Commerce, New York, 1951.

SISUKORD

Sissejuhatus 3
I peatükk. **NSVL kalatööstus** 6
II peatükk. **Tootmis- ja tehnoloogiline protsess** 26
III peatükk. **Kalalihaskoe mõningaid iseärasusi ja omadusi** . . . 33
Kala keemiline koostis 33
Kala lihaskoe ehitus 35
Kala lihaskoe biokeemilised omadused 41
Kala lihaskoe kolloidkeemilised omadused 51
Kala lihaskoe mõningate keemiliste omaduste muutumine säilitamisel 70
Kala lihaskoe struktuurilis-mehaanilised omadused 74
IV peatükk. **Konservivad ja abimaterjalid** 90
Keedusool 90
Vesi 96
Suitsutamisvedelik 97
Äädikhape 98
Vürtsid 100
V peatükk. **Lühiteatmeid kalatööstuses kasutatavate konservivate ainete lahustest** 103
Lahuste kontsentratsioon 103
Soolade lahustatavus 104
Difusioon lahustes 108
Osmoos 111
VI peatükk. **Kalasoolamine** 114
Kalasoolamisseadmed ja soolamise tehnika 115
Kalasoolamisliini töö analüüsi metoodika 125
Kalasoolamisviisid 131
Kalade sooldumiskiirust mõjutavad tegurid 138
Lõpetatud ja katkestatud sooldumine 144
Kaalubilanss basseinidesse soolamisel 149
Sooldumise kaalubilansi koostisosad 159
Soolakala valmimine 165
Peamiste tööndusliku kalade soolamise tehnoloogilised protsessid 173
Heeringa soolamine 184
Lõhilaste soolamine 204
Tursklaste soolamine 211

Soomkala soolamine 218
Säga soolamine 219
Tülka soolamine 220
Räime tünni soolamine 221
Vaikse ookeani skumbria soolamine 224
Tuguni ja rääbise soolamine 226
VII peatükk. **Kala soolamine vürtsidega** 229
Sügisese hamsa vürtsidega soolamine tünnidesse 229
Baltimere kilu ja räime vürtsidega soolamine 231
Preservide valmistamine balti mere kilust ja räimest 232
Preservide valmistamine kaspia kilust 236
VIII peatükk. **Kala marineerimine** 239
Kala marineerimise olemus 240
Kala töötlemine äädika-soolalahusega 241
Kala marineerimise tehnoloogilised skeemid 243
Külmmarinaadid soolatud heeringast 246
Külmmarinaadid värskest heeringast 248
IX peatükk. **Kalamarja konservimine** 250
Kalamarja toiteväärtus 251
Kalamarjatsehhid 254
Lõhilaste kalamarja konservimine 258
Tuurkala kalamarja konservimine 262
Soom- ja teiste kalade marja konservimine 271
X peatükk. **Kala kuivatamine atmosfäärirõhu juures** 279
Kalakuivatite klassifikatsioon 280
Kuivatid kala külmkuivatamiseks 281
Kuivatid kala kuumkuivatamiseks 286
Niiskete materjalide klassifikatsioon 296
Kala külmkuivatamine 297
Kuumkuivatamine 310
XI peatükk. **Kala kuivatamine vaakuumis** 317
Kuivatamisprotsessi kineetika 326
Kuivatamisprotsessi dünaamika 340
Sublimatsioonimeetodil vaakuumi all kala kuivatamise optimaalne režiim 364
Kala lihaskoe algomaduste muutumine kuivatamise protsessis . . 374
Vaakuumi all kuivatatud kala valmistamise tehnoloogia 382
XII peatükk. **Kalavinnutamine** 386
Kala valmimine vinnutamisel 386
Vobla vinnutamine 388
Latika ja teiste kalade vinnutamine 391
Balõkktoodete valmistamine valgest lõhest ja nelmast 391
Balõkktoodete valmistamine tuurlastest 392
Tülka vinnutamine 394
XIII peatükk. **Kala tavaline suitsutamine** 396
Kütus 398

Suits ja selle omadused 399
Aparaadid kala suitsutamiseks 402
Suitsutamisahjude konstruktsiooni täiuslikkuse tehnilise iseloomustamise meetod 420
Kala külmsuitsutamise tehnoloogiline protsess 428
Kala kuumsuitsutamise tehnoloogiline protsess 442
Suitsutoodete üksikute liikide valmistamise erinevused 456
XIV peatükk. **Kalasuitsutamise kiirmeetodid** 469
Suitsutamine elektriga 471
Märg (suitsuta) suitsutamine 487
XV peatükk. **Kalatoodete pakkimine** 489
XVI peatükk. **Soolatud, suitsutatud ja kuivatatud kalatoodete kaubaomaduste hindamine** 497
Soolatud kalatooted 501
Külmsuitsutooted 505
Kuumsuitsutooted 506
Marineeritud tooted 506
Kuivatatud tooted 507
Kalamarjakaubad 509
XVII peatükk. **Kalatoodete kahjurid** 516
Lisad 521
Kasutatud kirjandus 524

Н. А. Воскресенский
ТЕХНОЛОГИЯ ПОСОЛА, КОПЧЕНИЯ
И СУШКИ РЫБЫ
На эстонском языке

Tõlkinud I. Kabi, I. Tomberg,
V. Rõõmusaare

*

Toimetaja I. Tomberg
Keeleliselt redigeerinud E. Pisuke

Ladumisele antud 1. IV 1961. Trükkimisele antud 25. XI 1961. Paber 60 × 92, 1/16. Trükipoognaid 33,5. Arvutuspoognaid 36,98. Trükiarv 1000. MB-09407. Tellimise nr. 3333. Hans Heidemanni nim. trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. II

Hind 1 rubla 85 kop.

Rbl. 1.85

A-24351

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00358351 7