

EESTI NSV KALATÖÖSTUSE MINISTEERIUM

---

J. P. LEVANIDOV, V. N. PODSEVALOV

# KALATOODETE TEHNOLOOGIA

(SOOLAMINE, KUIVATAMINE, VINNUTAMINE  
JA  
SUITSUTAMINE)

II OSA

TALLINN 1957







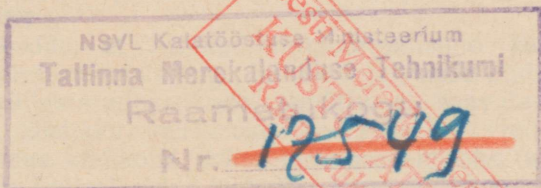
J. P. LEVANIDOV, V. N. PODSEVALOV

# KALATOODETE TEHNOLOOGIA

(SOOLAMINE, KUIVATAMINE, VINNUTAMINE JA SUITSUTAMINE)

## II OSA

*Kinnitatud 4. mail 1953. a. NSVL Kerge- ja  
Toiduainetetööstuse Ministeriumi Oppeasutuste  
Valitsuse poolt tehnikumidele õpikuna.*



13454

Tõlkinud: J. Kabi ja V. Rõõmussaar

Originaali tiitel:

И. П. Леванидов, В. Н. Подсевалов  
Технология рыбных продуктов. Часть II.

*Утверждено*

Управлением учебными заведениями министерства легкой и пищевой промышленности СССР в качестве учебника для техникумов

4 мая 1953 г.

Государственное Издательство Министерства Легкой и Пищевой  
Промышленности

Москва — 1953

RY 291  
4745  
TARTU ÜLIKOOLI  
RAAMATUKOGU

**KALADE JA KALAMARJA SOOLAMINE***J. P. LEVANIDOV*

## 1. PEATÜKK

**KALADE SOOLAMISPROTSESSI ALUSED**

Soolamine on toiduainete, seal hulgas ka kalade, üks konserveerimise viise.

Soolamise ülesandeks on kalakudede koostisesse kuuluvate valkainete ja teiste orgaaniliste ühendite lagunemist põhjustavate autolüütiliste fermentide aktiivsuse ja mikroorganismide elutegevuse mahasurumine.

Soolakala võib pikemat aega säilida.

Keedusoola konserveeriv mõju seisab selles, et tema kontsentreeritud lahustes (enam kui 10—15%) kõrge osmootse surve tõttu üksikud mikroorganismid ja eriti mädaniku omad osaliselt vabanevad niiskusest, muudavad oma kuju, kaotavad enda arenemiseks vajaliku vee tarvitamise võime ja katkestavad elutegevuse.

Tuleb märkida, et üksikud mikroorganismid kannatavad välja suure kontsentratsiooniga lahuseid ja nende elutegevus ei katke isegi küllastatud soolvees, seetõttu ei saavutata soolamisega toote täielikku steriilsust. Soolamisel ei looda mitte ainult ebasoodne keskkond mikroobide arenemiseks, vaid muutub ka vee- ja soolasisaldus kudedes. Veesisaldus kala kudedes väheneb, soolasisaldus suureneb. Muutuvad ka liha füüsilised omadused — värvus, konsistents.

Üksikud kalad omandavad peale soolamist erilise maitse, muutuvad toidukõlblikuks täiendava kulinaarse töötlemiseta. Selliste kalade hulka kuuluvad kõik heeringlased, anšoovislased ja suurem osa lõhilasi.

Kõrvuti termilise konserveerimisega, külmutamisega ja jahutamisega on soolamine üheks peamiseks kalatöötlemise viisiks kalatööstuses. Soolamine on heeringa, sjomga, lõhe,

kilu, anšoovise ja tülka peamine töötlemisviis; suur osa Kaug-Ida lõhilasi (keta, gorbuša, nerka, tšavõõtša, kižutš) kasutatakse soolaste kaupade valmistamiseks.

Tuurlasi (tuur, beluuga, sevrjuuga, šippi), valget lõhe, nelmat, voblat, nurgu, kefaali, vimma, mereviidikat, kutumi, beloglatkat, doni noakala, latikat ja teisi kalu soolatakse külmsuitsutamiseks ja vinnutamiseks poolfabrikaatide tootmisel, tursklasi (tursk, rahnkala) soolatakse ainult eritellimistel või kui sellele toorainele on võimata kindlustada sobivamaid töötlemise viise.

On palju kalaliike, mis praktiliselt on kõlbmatud, või vähe kõlblikud soolamiseks, näiteks lest, navaga ja teised.

Soolamiseks kasutatakse värsket kala.

## SOOLAMISVIISID

On olemas kolm kala soolamise viisi: soolamine kuiva soolaga, soolamine soolvees ehk märgsoolamine ja sega- ehk kombineeritud soolamisviis.

**Soolamine kuiva soolaga.** Selle soolamisviisi juures kala segatakse soolaga. Soola kristallid lahustuvad vees, mis asub kalal, ja esimeste soolalahuse tilkade tekkimise momendist algab soola sissetungimise protsess kala kudedesse ja niiskuse eraldumine kudedest, milles toimub edaspidine soola lahustumine.

**Soolamine soolvees.** Märgsoolamisel kala asetatakse varem valmistatud teatud kontsentratsiooniga, harilikult küllastatud soolvette.

**Segasoolamisviis.** Sega- ehk kombineeritud soolamisviisi juures satub kala kuiva soola ja soolvee mõju alla. Kala segatakse kuiva soolaga soolamisnõus, kuhu esialgu valatakse natuke soolvett või soolvesi valatakse peale pärast nõu täitmist kala ja soola seguga.

Märgsoolamisel, samuti segasoolamisel algab soola tungimine kala kudedesse kohe peale kokkupuutumist soolveega.

Heeringlaste, lõhilaste, tursklaste töötlemisel kasutatakse peamiselt soolamist kuiva soolaga ja segasoolamisviisi.

Soolvees ehk märgsoolamisviisi kasutatakse seni kala eeltöötlemisel suitsutamiseks ja marineerimiseks.

Viimaste aastate tööd näitasid, et märgsoolamisviis võib leida kasutamist kui põhiprotsess heeringa ja väikeste kalade soolamisel.

Olenevalt tingimustest eristatakse: basseini, tünni ja riita soolamine.

**Basseinidesse soolamine.** Kala soolamine toimub soolveekindlas nõus: basseinides, tünnides, vannides. Seni mitte ainult

suurte, vaid ka väikeste kalade soolamine toimub peamiselt basseinides. Basseinide suur maht (kuni 15 t) võimaldab mahutada nendesse suure koguse kala ja efektiivselt ära kasutada tootmispinda.

Näiteks 7—8 t heeringa soolamiseks on vaja 6—6,5 m<sup>2</sup> basseini pinda, sellesama koguse heeringa soolamiseks tünnidesse on aga vaja ligi 50 m<sup>2</sup>. Soolamise suhteline lihtsus basseinide kasutamise puhul võimaldab soolata kiiresti suure koguse kala ja vajaduse korral säilitada neis soolakala kuni tünnidesse pakkimiseni. Kuid soolamisel basseinidesse on ka suuri puudusi: on raske suures kalamassis saavutada ühtseid soolamistingimusi; kala basseinis, eriti pealmises osas liisub tihedasse massi, mida basseinidest väljavõtmisel on vaja teha kobedaks.

Soolakala valmistamise protsess koosneb kahest staadiumist — soolamisstaadium ja pakkimisstaadium, peale selle tuleb basseini soolamisel mitu korda soolakala ümber asetada.

**Tünni soolamine.** Tünni soolamine on vaba neist puudustest, mis on omased basseini soolamisele: ei esine kala liisumist tihedasse massi, kala väikse koguse tõttu tünnis saavutatakse kergesti ühtsed soolamistingimused; ka toimub soolakala valmistamise protsess peaaegu ilma ümberasetamiseta. Seepärast on tünni soolamist vaja kasutada kõikjal, kus on vajalikul määral tootmispindala; tünni soolamine on eriti tähtis heeringlaste (heeringas, kilu, räim ja teised), anšoovislaste (anšoovis, hamsa) soolamisel.

**Riita (kuhja) soolamine.** Soolamine kuiva soolaga üksikutel juhtudel toimub väljaspool soolamisnõu: kala laotakse kuhjadesse, kusjuures iga kalarida puistatakse ohtrasti üle soolaga.

Seda soolamisviisi kasutatakse ainult tursa soolamisel laevadel (traalerid), võrdlemisi mitte väga ammu kasutati ka lõhilaste soolamisel Kaug-Idas. Riita (kuhja) soolamist kasutatakse peamiselt lahjast kalast soolaga küllastatud toodete valmistamisel, rasvaste kalade töötlemine sel viisil ei ole soovitatav.

**Külm- ja soesoolamine.** Olenevalt kala temperatuurist soolamise ajal nimetatakse soolamist külmaks või soojaks. Külmsoolamisel kala ja soolvee temperatuur ei ületa 8—10°, algtemperatuur kõigub —2 kuni +2° vahel. Kala temperatuuri alanemine soolamise algperioodil saavutatakse kas tema esialgse jahutamisega enne soolamist jää- ja soolasegus või jahutamisega jää- ja soolasegus soolamise momendil soolamisnõus.

Soesoolamisel kala ja soolvee temperatuur kogu soolamise perioodil on üle 10°, kuigi ülemist piiri ei normeerita, ei tohi

see siiski ületada 15°, sest et kõrgem temperatuur alandab kala kvaliteeti.

Kala algtemperatuuri soesoolamisel ei alandata. Soesoolamise tööstusruumide temperatuur praktiliselt ei erine välisõhu temperatuurist.

Külmsoolamisel on paremusi soesoolamise ees. Need paremused on järgmised: külmsoolamisel kala koed ühesuguse soola koguse lisamisel kaotavad vähem vett kui soesoolamisel, autolüütilised, bakterioloogilised protsessid toimuvad aeglasmalt ja 0° temperatuuri juures praktiliselt jäävad seisma, mis annab võimaluse normaalselt küllastada kala koed soolaga isegi kala suure paksuse puhul; kõrge temperatuuri juures toimuvad liha valkainetes sügavad muudatused, kaob paisumise ja nõrkades soolalahustes lahustumise võime jne.

Kalaliha omandab 20° temperatuuri juures erilise maitse, meenutades keedetud soolakala maitset.

## KEEDUSOOL

Puhas keedusool või naatrium-kloriid sisaldab naatriumi 39,34%, kloori 60,66%.

Looduses esineb keedusool merede, ookeanide, mõnede järvede ja maa-aluste allikate vees, samuti ka kristalliliste sadestuste kihtidena. Olenevalt leiukohtade iseloomust ja tootmise viisist eristatakse kivisoola, settesoola, basseinisoola ja keedusoola.

Kivisoola toodetakse kihtidest, mis asuvad maapõues mitmesuguses sügavuses. NSV Liidu peamine kivisoola mass asub Tškalovi oblasti Sol-Iletski linna ja Ukraina NSV Vorosilovgradi oblasti Artjomovski linna rajoonis. Settesoola toodetakse järvede põhja ladestunud soola kihtidest.

Soola kristalliseerumine toimub suvel järve vee loomuliku aurumise tagajärjel. Tehakse vahet jooksva ja vana kristallsatsiooni vahel.

Suur kogus settesoola toodetakse Baskuntšaki järvest, Kuuli järvest ja Pavlodari oblasti järvedest.

Basseinisoola toodetakse tema sademest, mis saadakse eribasseinides merest kitsa rannavööndiga lahutatud üksikute järvede või limaanide vee loomuliku aurumise tagajärjel.

Nõnkogude Liidus toodetakse basseinisoola peamiselt Krimmi oblasti limaanide või soolajärvede veest.

Keedusoola saadakse loomulikust või kunstlikust soolveest eri aurutusseadeldises või vaakuum-aurutusaparaadis vee välja-

aurutamise teel. Keedusoola tootmine toimub peamiselt Slavjanskis, Ussoljes (Irkutski oblastis) ja mõningates teistes leiukohtades.

**Keedusoola omadused.** Puhast naatriumkloriidi saadakse peale kristalliseerumist värvitute korrapärase kuubi vormis kristallidena. Kristallide erikaal on 2,167 ja sulamise temperatuur 800°.

Loodusliku soola erikaal sõltub kristallide suurusest ja soola liigist ning kõigub 1,95 ja 2,2 vahel. Kristalliseerumisel peetub kristallis osa soolvett ja seda rohkem, mida suuremad on sadestuvate kristallide mõõted. Soolalahuse erikaal on väiksem puhtate kristallide erikaalust, sellepärast loodusliku soola kristallide erikaal on väiksem.

Kivisoola kristallides on soolalahust vähem kui hiljuti sadestunud sette- ja basseinisoolas, sellepärast on kivisoola erikaal suurem kui sette- ja basseinisoola erikaal.

Praktilisteks arvestusteks võib soola erikaaluks võtta 2,2.

Üle 75,5%-lise suhtelise õhuniiskuse juures imavad naatriumkloriidi kristallid endasse niiskust, alla 75,5%-lise suhtelise õhuniiskuse juures kaotavad seda. Selle omadusega on seletav soola niiskuse muutumine tema säilitamisel õhu käes ilma hermeetilise pakendita.

Looduslikel, eriti sette- ja basseinisooladel, mis sisaldavad kaltsiumi- ja magneesiumisoolade lisandeid, on kõrgendatud hügroskoopilisus võrreldes puhta naatriumkloriidiga.

Niiskes ruumis või õhu käes kuhjades säilitamisel võib niiskusesisaldus soolas ilma soola märgatava lahustumiseta tõusta kuni 8—10%, edaspidine niiskuse imamine toob aga endaga kaasa soola osalise lahustumise. Soola lamandumine säilitamisel, s. t. üksikute kristallide omavaheline koheosioon, mille tagajärjel sool tiheneb kõvaks ühtlaseks massiks, on tunduval määral tingitud tema hügroskoopsusest kristallide püsivama vastastikuse koheosiooni tagajärjel, mille kutsub esile küllastatud lahusekihi olemasolu.

Niisket kristalset soola on raske laiiali puistata.

Basseinis asuva kalakihi pinnale on labidaga loopides tunduvalt raskem seda ühtlaselt jaotada kui kuiva soola. Kuid niiske sool, mis sisaldab niiskust üle 4—5%, moodustab segamisel tihedad, lagunematud tükid, mis kleepuvad kalale kõvemini ja suuremates kogustes kui kuiv sool. Järelikult, kui kala soolatakse nii, et teda esialgu segatakse soolaga, siis on soovitatav kasutada niisket soola, kui aga soolatakse loopides soola laiiali kalakihtidele, siis kuiva soola.

Soola segamisel lumega või peeneks purustatud jääga

täheldatakse viimase sulamist, sest  $-21,2^{\circ}$  kõrgema temperatuuri juures sool ja lumi (jää) üheaegselt viibida ei saa. Jää (lume) sulamisel imatakse ümbritsevast keskkonnast suur kogus soojust ja sel omadusel põhjeneb jahendavate segude valmistamine.

Kõige madalam temperatuur, mis võrdub  $-21,2^{\circ}$ , saadakse, kui 100 kaaluosa jääd (lund) segatakse 33 osa soolaga (segu koostis: 24,4% soola ja 75,6% lund või jääd).

**Kõrvalained soolas.** Looduslik keedusool sisaldab peale naatriumkloriidi kui põhilise ühendi teiste soolataoliste ühendite lisandeid, sagedamini leelismuldmetallide (kaltsium, magneesium) soolasid, lahustamatuid lisandeid ja vett. Veesisaldus oleneb säilitamise tingimustest, kuna aga soolataoliste ühendite sisaldus oleneb soola liigist ja tema tootmisviisist.

Tabelis I on toodud Nõukogude Liidus levinumate keedusoola liikide koostis.

Tabel nr. 1

Mitmesuguste leiukohtade keedusoola keemiline koostis (% kuivast soolast)

Soola nimetus ja liik	NaCl	Ca	Mg	SO <sub>4</sub>	Lahustumatud lisandid
Iletski kivi-sool . . .	96,93—98,94	0,1—0,37	0,01—0,015	0,57—0,62	0,24—0,39
Sette-soolad					
Baskuntšaki	97,22—99,8	0—0,43	0—0,17	0,01—0,59	0,05—0,6
Krimmi . . .	92,5—99,2	0,1—0,37	0—0,16	0,32—0,83	0,16—0,39
Kuuli . . .	96,7—98,3	0,08—0,38	0—	0,16—1,36	0,19—0,5
Pavlodari	95,52—99,2	veidi—0,65	veidi—0,31	0,03—1,00	0,03—0,24
Ussolje . . .	94,88—98,35	0,42—1,05	veidi—0,16	0,78—2,28	0,2—8,0

Kaltsiumi- ja magneesiumisoolad on kalade soolamisel ebasoovitavad lisandid. Kui neid lisandeid esineb tunduvates kogustes, siis kuivab kala pind väga ära ja kuivsoolamisel on takistatud soolvee tekkimine ning soola tungimine kalakudesse, soolakala aga omandab kibeda kõrvalmaitse. On kindlaks tehtud, et kui keedusool sisaldab kaltsiumi- ja magneesiumisoolasid üle 2%, siis muutub keedusool kõlbmatuks kala soolamiseks. Teistest lahustuvatest lisanditest soolas võivad olla kloorkaalium, väävelhapu naatrium, kuid harilikult nii väikestes kogustes, et mingit mõju soolamise kiirusele ja kala kvaliteedile ei avalda. Lahustumatud ained satuvad soolasse selle tootmisel,

säilitamisel ja pakkimatult transportimisel. Valesti organiseeritud tootmise, säilitamise ja transportimise puhul võib lahustumatute ainete kogus olla niivõrd suur, et soolamisel katavad kala välispinna ja kõrvalduvad halvasti isegi hoolikal pesemisel. Lahustumatute lisandite koostisse kuuluvad nii orgaanilised kui ka anorgaanilised ühendid. Anorgaaniliste hulgas võivad olla liiv, savi, süsi, mis satuvad soola peamiselt säilitamisel ja transportimisel, samuti ka raua- ja alumiiniumioksidid ning leelismuldmetallide süsihapud soolad. Raua- ja alumiiniumioksidid on alati kivisoolas, kuna aga kaltsiumi süsihapud soolad on mereveest saadud soolas.

Sette- ja basseinides väljaaurutamisel saadud soolad sisaldavad peale orgaanilise ja mineraalse päritoluga mustuse mikroobe, mis satuvad soola järvede ja basseinide alglahustest, samuti ka väljastpoolt säilitamisel tööstustes, transportimisel ja tarvitamise rajoonides.

Suurem kogus mikroobe, mis satub soola alglahusest, on värskes soolas, säilitamisel nende arv väheneb.

Nende mikroobide seas on suurema tähtsusega mikrokokkide gruppi kuuluvad mikroobid, millel on pigmenteerimise võime.

Õhu temperatuuri tõusmisel ilmub sellise soolaga soolatud kala lihale tema säilitamisel punane värvus, millega kaasneb lima ja valgu lagunemisproduktide lõhn. Sattudes soolaga kalatööstuse ettevõtetesse, nakatavad pigmenditekitajad mikroobid laod, soola säilitamise platsid ja laos oleva kivi- ja keedu-soola.

**Nõuded soola kvaliteedi kohta.** Soola kohta kehtiva riikliku üleliidulise standardiga (GOST 153-41) on lubatud järgmine naatriumkloriidi ja lisandite maksimaalne sisaldus (tabel 2).

Tabel nr. 2

Sort	%0-is kuivast soolast		Niiskus %0-s	Keemilise koostise normid kuivalnest (%0-s) mitte rohkem		
	NaCl mitte vähem	Lahustumatuid lisandeid mitte rohkem		Ca	Mg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Ekstra	99,2	0,05	0,5	—	0,03	0,005
Kõrgem	98,0	0,2	Kivisool — 0,8, teised liigid — 4,0	0,6	0,10	—
1	97,5	0,5	Kivisool — 0,8, settesool — 5,0, Džebelski — 4	0,6	0,1	—
2	96,5	1,0	—	0,8	0,25	—

On lubatud väävelhapu naatriumi sisaldus, arvestatult kuivainele:

a) sool-ekstra — mitte üle 0,2%;

b) teised sordid mitte üle 0,5%.

Uurimistega, mis tehti mitmesugusel ajal soolas sisalduvate lisandite mõju tundmaõppimiseks valmissoolakala kvaliteedile, samuti soolamispraktikaga on kindlaks tehtud, et mitmesuguste soolamisviiside ja liikide juures võib lisandite äärmine sisaldus soolas olla järgmine (tabel 3).

Tabel nr. 3

Nimetus		Ca	Mg	SO <sub>4</sub> "	Lahustu- matuid lisandeid
Basseinidesse soolamisel	mitte rohkem	0,5	0,12	1,0	0,5
Heeringa ja väikekala soolamisel tünni	mitte rohkem	0,5	0,10	0,9	0,2
Väikekala võrtsidega soolamisel	mitte rohkem	0,3	0,06	0,8	0,1

Soolamiseks on täiesti kõlblikud soola sordid alates ekstrast (kalamarja erisoolamine) kuni I sordini kaasa arvatud.

**Soola jahvatus.** Keedusool, olenevalt jahvatusest (kristallide suuruselt), jaguneb mitmeks numbriks: 0, 1, 2, 3. Soolal ekstra on jahvatuse nr. 0, kõrgemal ja I sordil alates nr. 0 kuni nr. 3; teise sordi soolal nr. 1 kuni nr. 3.

Jahvatuste iseloomustus on toodud tabelis 4.

Tabel nr. 4

Jahvatuse nr.	Sõela ruudukujulise augu külje pikkus mm	Sõelumisel pääseb läbi sõela (0/0-s) mitte vähem
0	1,0	90
1	1,2	90
2	2,5	90
3	4,5	85

Soola jahvatusel või teiste sõnadega soola kristallide suurusel on suur tähtsus kala soolamisel: nende suuruselt oleneb soola lahustumise kiirus, mahukaal, hügroskoopsus.

Kristallide mahu ja pinna vahekord, niinimetatud eripind, on suurtel kristallidel väiksem kui väikestel. Lahustumisel läheb lahusesse igalt pinnaühikult võrdne kogus soola. Kui aga

see kogus arvestada mahu või kristalli kaaluühikule, siis ühel ja samal ajavahemikul lahustub väikestes kristallides palju rohkem soola kui suurtes, sest esimeste üldpind on palju suurem kui teistel. Kui on vaja, et soola lahustumine toimuks kiiresti, siis tuleb kasutada peenemat soola.

Peale selle on ühtlaseks soolamiseks vaja soola kristallide tihedam jaotus, et nende poolt kaetud pind oleks lähedane kalapinnale. Seda võib saavutada, kui kristallide suuruse määramisel võetakse arvesse kalapind või täpsemalt tema eripind (pinna ja kala kaalu vahe).

Näiteks 200 g raske Vaikse ookeani heeringa pind on 280 sm<sup>2</sup>, 22 g aga 74 sm<sup>2</sup>. Esimese küllastatud soolamiseks on vaja 60 g soola, teise — 6 g; 1 sm<sup>2</sup> pinnale tuleb vastavalt 0,21 ja 0,08 g. Kristallide võrdsete mõõdete juures on kokkupuute pinna suhe suure heeringa kogupinnaga 2,5 korda suurem kui väiksel heeringal, kuna soola kogus, mis tuleb kala pinna 1 sm<sup>2</sup>, on esimesel juhul 2,5 korda suurem kui teisel. Järelikult, et kokkupuute pinna suhe kala kogupinnaga oleks võrdne, tuleb väikese heeringa soolamiseks kasutada peenemat soola, millel on ühe ja sama kaalu juures suurem pind kui jämedateralisel.

Ülaltoodust võib teha ka teise järelduse, et mida väiksem on soola annus soolamisel, seda peenemat soola ja väiksemat jahvatuse numbrit on vaja kasutada selleks, et omada suurimat soola kokkupuutepinda kalaga.

Väga peene soola (jahvatus nr. 0 ja 1) kasutamine suurtes kogustes soolamisel ei ole soovitatav. Võrreldes suurte kristallidega on peenel soolal kõrgendatud hügrooskoopsus ja kui kalapinnal puudub esimeste soolalahuse koguste tekkimiseks vajalik vesi, eraldab ta kala kattedekudedelt palju niiskust ja aeglustab sellega soola tungimist lihasse. See nähe on sarnane kalapinna niiskusest vabanemisega suurte koguste magneesiumi- ja kaltsiumisoolade olemasolu tagajärjel soolas.

Et vältida kuiva soolaga küllastatud soolamisel kalapinna intensiivset niiskusest vabanemist, kasutatakse keedusoola, mis koosneb mitmesuguse suurusega — kuni 3—4 mm (jahvatus nr. 2) kristallide segust.

Sellises segus on vajalikul hulgal kristalle suurusega 1 mm ja vähem, mis suurendavad soola ja kala kokkupuute pinda ja kiiresti lahustudes tekitavad esimesed soolalahuse kogused, ilma et koed niiskust väga palju kaotaksid. Järgmised soolalahuse kogused tekivad suurema pindalaga kristallide lahustumise arvel. Vaatlused näitavad, et kui soolas on mitme-

suguse suurusega kristallide segu, siis alanud soolamisprotsessi puhul toimub lahustumine soolamisinõus normaalselt.

**Soola mahukaal.** Soola koguse arvestamiseks soolalaos ja jooksvaks vajaduseks on vaja teada soola mahukaalu. Puistainete mahukaaluks nimetatakse mahu ühiku ( $1 \text{ m}^3$ ) kaalu tonnidest või kilogrammides. Mahukaal sõltub aine erikaalust, tema osakeste suurusest ja nende mitmesuguste möödede suhtest, niiskusest ning pealpool asuvate kihtide survealumiinidele. Kalatööstuses kasutatavate soolaliikide mahukaal kõigub 1038 kuni 1365 kg (tabel 5). Ühe ja sama liigi ning tootmisraiooni soolal on peenel mahukaal suurem kui jämeda-teralisel.

Tabel 5

Soola nimetus	$1 \text{ m}^3$ soola kaal (kg-s)
Iletski kivisool . . . . .	1274,6
Baskuntšaki settesool granatka . . . . .	1030,4
Baskuntšaki settesool jahvatus nr. 1 ja 2 . . . . .	1266,4 — 1257,2
Ussolje sool . . . . .	1025
Kuuli settesool . . . . .	1257 — 1365

**Keedusoola lahuste omadused.** Naatriumkloriid lahustub vees, kusjuures lahustuvus, s. o. tema koguse ülemäär, mis on vajalik küllastatud lahuse saamiseks, muutub temperatuuri tõstmisel (tabel 6) vähe.

D. I. Mendelejev andis järgmise valemi soola maksimaalse lahustuvuse kindlaksmääramiseks  $100 \text{ g}$  vees temperatuuri vahemiku kohta alates  $0$  kuni  $108^\circ$ .

$$Q = 35,7 + 0,024 t + 0,0002 t^2, \quad (1)$$

kus  $t$  — temperatuur Celsiuse kraadides. Lahustuvus võib olla väljendatud grammides naatriumkloriidi sisaldusest  $100 \text{ g}$  lahuses või grammides  $100 \text{ g}$  vee kohta. Nende kahe suuruse vahel on väga lihtne sõltuvus. Märgime soolasisalduse ( $g$ -des)  $100 \text{ g}$  lahuses —  $c$  ja soola koguse ( $g$ -des), mis lahustub  $100 \text{ g}$  vees tähendatud soolasisaldusega lahuse saamiseks —  $a$ . On selge, et  $c$  grammi soola lahustus  $(100 - c) \text{ g}$  vees,  $100 \text{ g}$  vees lahustub:

$$a = \frac{c}{100 - c} \cdot 100 \quad (2)$$

Teades  $a$ , võib  $c$  välja arvutada valemi järgi

$$c = \frac{a}{100 + a} \cdot 100 \quad (3)$$

Naatriumkloriidi lahustuvus 100 g vees, mis on välja arvatud valemi (2) järgi, on toodud tabelis 6. Naatriumkloriidi peaaegu ühesugusel lahustumisel 0 kuni 20° temperatuuri piirides on suur tähtsus soolamispraktikas, sest pole vaja muuta soola annust temperatuuri muutmisel nimetatud piirides.

Tabel 6

Naatriumkloriidi (maksimaalne) lahustuvus vees

Temperatuur C°	Naatrium kloriidi % küllastatud lahuses	Naatrium kloriidi lahustuvus 100 g vees	Temperatuur C°	Naatrium kloriidi % küllastatud lahuses	Naatrium kloriidi lahustuvus 100 g vees	Temperatuur C°	Naatrium kloriidi % küllastatud lahuses	Naatrium kloriidi lahustuvus 100 g vees
-21,2	22,41	28,88	20	26,39	35,85	70	27,30	37,55
-14	24,41	32,50	30	26,51	36,07	80	27,55	38,03
6	25,48	34,18	40	26,68	36,39	90	27,81	38,52
0	26,28	35,64	50	26,86	36,76	100	27,15	39,18
10	26,32	35,72	60	27,07	37,12	107,7	28,32	39,51

Naatriumkloriidi lahused on veest raskemad ja nende erikaal on üle 1. Lahuse erikaalu 15° temperatuuri juures arvestatult vee erikaalu 4° juures, võib välja arvutada D. I. Mendelejevi järgmise valemiga:

$$d \frac{15}{4} = 0,9916 + 0,00717c + 0,0000214c^2, \quad (4)$$

kus  $c$  — on soola kontsentratsioon lahuses %-des tema kaalust. Erikaalu kindlaksmääramiseks tarvitatakse areomeetreid või densimeetreid, mille skaalal on toodud arvud, mis näitavad erikaalu 20° temperatuuri juures võrreldes vee erikaaluga 4° juures, mis võrdub ühega. Hariliku areomeetri (densimeetri) kasutamisel määratakse erikaal täpsusega kuni 0,01, ja ainult spetsiaalsete areomeetritega suudetakse tõsta täpsust kuni 0,001.

Areomeetrite ja densimeetrite kõrval kasutati alles lähemas minevikus erikaalu määramiseks areomeetreid Bome kraadide ting-skaalaga. 0° sellel skaalal vastab puhtasse vette vajumise sügavusele, 10° aga — 10%-lise naatriumkloriidi lahusesse. Bome kraadide üleviimiseks erikaalule kasutatakse järgmist valemit:

$$d = \frac{144,3}{144,3 - n}, \quad (5)$$

kus —  $n$  — on Bome areomeetri näitaja.

Tabelis 7 on toodud soolalahuse erikaalud 0, 10, 20° temperatuuri juures ja neile vastavad soola kontsentratsioonid %-s lahuse kaalust.

Lahuse erikaalu määramisel, mille temperatuur ei ühti areomeetritele gradueeritud temperatuuriga, võib erikaalu leitud suuruse 20° temperatuurile üleviimiseks kasutada järgmist valemit:

$$d_4^{20} = d_4^t - (20 - t) - 0,0004, \quad (6)$$

kus:  $d_4^{20}$  — on erikaal 20° temperatuuri juures,

$d_4^t$  — sama,  $t$  mõõtmise temperatuuri juures;

0,0004 — on soolalahuse tiheduse temperatuurse muutuse koefitsient.

Tabel 7

Naatriumkloriidi lahuste erikaal

NaCl kontsentratsioon lahuses 0/0-s	Erikaal temperatuuri juures			NaCl kontsentratsioon lahuses 0/0-s	Erikaal temperatuuri juures		
	0°	10°	20°		0°	10°	20°
1	1,0076	1,0071	1,0054	15	1,1162	1,1127	1,1085
2	1,0153	1,0145	1,0126	16	1,1241	1,1206	1,1162
3	1,0230	1,0219	1,0197	17	1,1321	1,1285	1,1241
4	1,0307	1,0292	1,0268	18	1,1401	1,1364	1,1319
5	1,0384	1,0366	1,0340	19	1,1481	1,1445	1,1398
6	1,0461	1,0441	1,0413	20	1,1562	1,1525	1,1478
7	1,0538	1,0516	1,0486	21	1,1643	1,1607	1,1559
8	1,0616	1,0591	1,0559	22	1,1724	1,1689	1,1639
9	1,0693	1,0666	1,0633	23	1,0806	1,1772	1,1722
10	1,0771	1,0742	1,0707	24	1,1889	1,1859	1,1804
11	1,0849	1,0819	1,0782	25	1,1972	1,1940	1,1888
12	1,0927	1,0895	1,0857	26	1,2056	1,2025	1,1972
13	1,1005	1,0972	1,0933	26,4	1,2089	—	—
14	1,1083	1,1049	1,1008	—	—	—	—

Näide: Välja arvutada soolalahuse kontsentratsioon, mille erikaal  $8^{\circ}$  temperatuuri juures on 1,18 ja 120 l selle lahuse valmistamiseks kulutatud soola kaal,

$$d_4^{20} = 1,18 - (20 - 8) 0,0004 = 1,175.$$

Tabeli 7 järgi leiame, et ligemateks erikaalule 1,175 on 1,172 ja 1,180, mis vastavad 23 ja 24% kontsentratsioonile. Erikaalu muutumisel 0,009 võrra muutub kontsentratsioon 1% võrra, muutumisel aga 0,004 võrra, — 0,44%. Järelikult soolalahuse kontsentratsioon erikaaluga 1,175 on 23,44%.

120 l lahust kaalub 141 kg ( $120 \times 1,175$ ). Selle lahuse koguse valmistamiseks oli kulutatud soola (arvestades puhtale naatriumkloriidile):

$$(23,44 \times 141) : 100 = 33,05 \text{ kg.}$$

Naatriumkloriidi lahuste keemise ja külmumise temperatuur sõltub lahuse kontsentratsioonist; mida kontsentreeritum on lahus, seda kõrgem on keemise ja seda madalam külmumise temperatuur (tabel 8).

Tabel 8

Soolasisaldus % <sup>o</sup> s lahusest	Külmumise temperatuur (C <sup>o</sup> )	Soolasisaldus % <sup>o</sup> s lahusest	Külmumise temperatuur (C <sup>o</sup> )	Soolasisaldus % <sup>o</sup> s lahusest	Keemise temperatuur (C <sup>o</sup> )	Soolasisaldus % <sup>o</sup> s lahusest	Keemise temperatuur (C <sup>o</sup> )
2,9	—1,7	12,3	—9,1	6,2	101	25,1	107
4,3	—2,7	14,9	—11,8	11,0	102	28,9	108,8
7,0	—4,6	17,5	—14,6	14,6	103		
8,3	—5,5	20,0	—17,8	17,7	104		
11,0	—7,8	22,4	—21,2	20,3	105		

Küllastatud lahuse jahutamisel alla  $0^{\circ}$  sadestub esialgu lahustunud soola üleküllus, mille tõttu soola kontsentratsioon lahuses väheneb ja peale selle, kui see langeb kuni 24,4%, lahus külmub  $-21,2^{\circ}$  temperatuuri juures. Alla  $0^{\circ}$  temperatuuri juures sadestunud soola koostis on  $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , s. o. kristalliseerub kahe vee molekuliga. Kontsentratsiooni edaspidisel suurenemisel külmumise temperatuur ei lange, vaid tõuseb, kusjuures eritub tahkes olekus mitte vesi, vaid sool.

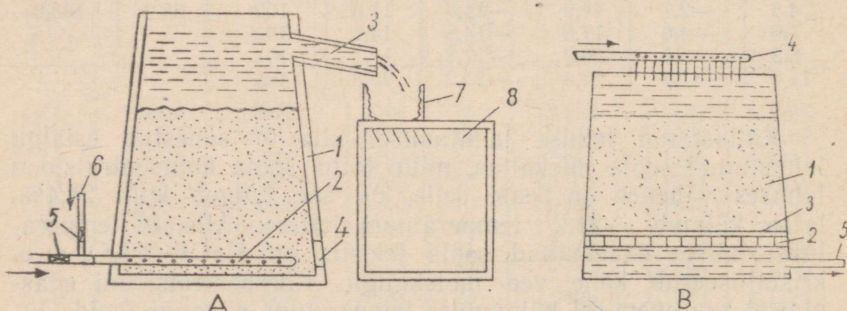
Temperatuur  $-21,2^{\circ}$  on kõige madalam kõigist võimalikest keedusoolalahuse külmumise temperatuuridest. Naatriumkloriidi ja looduslike soolade lahuste reaktsioon on

peaaegu neutraalne. Toidu keedusoola üleliidulise standardi (GOST 153-41) järgi peab soola vesilahuse reaktsioon lakmu- sele olemä neutraalne või sellele lähedane.

Küllastatud soolalahus õhu 75,5% suhtelise niiskuse juures ei kaota niiskust aurumise teel ega ime seda õhust. Seda tasa- kaalus suhtelist niiskust nimetatakse soola küllastatud lahuse hügrooskoopiliseks punktiks ja on ligikaudu võrdne kõva soola hügrooskoopilise punktiga.

**Soolveekontsentraatorid.** Peale kristallsoola kasutatakse soolamisel suurt kogust selle vesilahuseid — soolalahust ehk kunstlikku soolvett. Soolvee valmistamiseks on otstarbekohane kasutada eriseadmeid — soolveekontsentraatoreid, mille tootlik- kus kõigub suurtes piirides. Väikese tootlikkusega soolveekont- sentraator kujutab endast silindri- või koonusekujulist ligi 60—70 sm kõrgust puunõu, millesse 10—15 sm kõrgusele põh- jast on kinnitatud riidega või puhta võrguga kaetud rest, mil- lele asetatakse mitte alla 30—40 sm paksune kiht soola. Otse soolveekontsentraatori põhja juures on äravoolutoru. Vesi tungib ülemisesse osasse läbi perforeeritud toru või perforeeritud pinna ja jaotub ühtlaselt kogu soolveekontsentraatoris oleva soola pinnale. Reguleerides vee äravoolu kiirust ja soolakihi kõrgust on kerge saavutada küllastatud soolvee väljajooksu, erikaaluga 1,2.

Suurte soolvee koguste kiireks saamiseks esitas ins. Vetška- nov soolveekontsentraatori, millesse vesi suunatakse alumisesse osasse pumba surveel, kuna soolvesi väljub pealmisest osast. Soolakiht sel juhul hoitakse mitte alla 1 m paks, et täielik küllastumine toimuks vee ühekordsel soolakihist läbimisel.



Joonis 1. Soolalahuse-kontsentraatorid:

A — ins. Vetškanovi süsteemi (printsipaalne skeem):

- 1 — bassein; 2 — trustikuline-barbotöör; 3 — väljavoolu kanal; 4 — puhastamislauk;  
5 — ventiilid; 6 — veetoru; 7 — riidest filter; 8 — soolalahuse vastuvõtja;

B — lihtsustatud skeem:

- 1 — bassein; 2 — ribi-rest; 3 — võrk; 4 — toru-veepihustaja; 5 — soolvee väljavoolutoru.

Mõlemat tüüpi soolveekontsentratorid on näidatud joonisel 1.

Kui väljajooksev soolvesi on sogane, siis lastakse seda settida erinõudes või filtreeritakse (vaata lk. 39).

## SOOLAMISPROTSESSI FÜSILIS-KEEMILINE OLEMUS

### Difusioon ja osmoos

Füüsilis-keemilisest seisukohast on soolamine protsess, kus kulgeb difusioon ja osmoos. Difusiooni all mõistetakse kokku puutuvate vedelikkude või gaaside võimet iseenesest tungida üksteisesse, kuni saadakse ühtlane segu. Difusiooni põhjuseks on osakeste soojus-liikumine, mis liiguvad kõrge kontsentratsiooniga tsoonidest vähema kontsentratsiooniga tsoonidesse.

Difusiooni protsesside uurimine vedelikkudes ja gaasides näitab, et lahustunud aine ümberasetuv (difundeeruv) kogus kõrgema kontsentratsiooniga kihist vähema kontsentratsiooniga kihti (joonis 2), on pöördproportsionaalne kihi pinnaga, mille läbi toimub difusioon; difusiooni ajaga (kestusega), kontsentratsiooni gradiendiga, mis on kihtide piiridel esineva kontsentratsiooni vahe ja kihi paksuse jagatis.

Matemaatiliselt võib see sõltuvus olla väljendatud järgmise valemiga:

$$Q = -D \frac{F(c_1 - c_2)t}{x}, \quad (7)$$

kus:  $Q$  — on läbi lahustaja kihi difundeerunud lahustunud aine kogus grammides;

$F$  — kihi pind  $\text{sm}^2$ ;

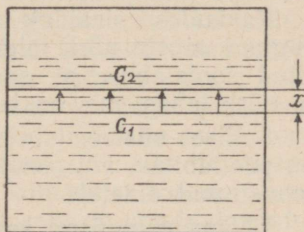
$x$  — kihi paksus (kõrgus)  $\text{sm}$ ;

$t$  — difusiooni kestus ööpäevades;

$c_1$  ja  $c_2$  — lahustunud aine kontsentratsioon kihi piiridel  $\text{g}/\text{sm}^3$ ;

$D$  — difusiooni koefitsient, oleneb difundeeruvast ainest, temperatuurist ja lahuse viskoossusest.

Valemi parempoolse osa ees seisev märk miinus näitab, et kontsentratsiooni muutumine kulgeb suurema poolt väiksema



Joonis 2. Difusiooni skeem.  $c_1$  ja  $c_2$  ( $c_1 > c_2$ ) — lahustunud aine kontsentratsioonid;  $x$  — Difundeerunud kihi paksus.

suuruse poole. Natuke teisiti toimub protsess, kui lahuse ja lahustaja vahel asub kile, mis on lahustajale läbitav ja läbitamatu lahustunud ainele. Niisuguseid kilesid nimetatakse poolläbitavateks.

Sel juhul täheldatakse lahustaja tungimist lahusesse, mitte aga lahustunud aine tungimist lahustajasse, nagu see esineb difusiooni puhul. Lahustaja difusiooni läbi poolläbitava kile nimetatakse osmoosiks. On kiled, mis on läbitungitavad mitte ainult lahustaja, vaid ka lahustatava aine poolt, selle vahega ainult, et läbitungivuse aste on erinev.

Loomade ja taimede rakkude kestad kujutavad endist omapäraseid vaheseini, millel on mitmesugune läbitavus lahustunud ainetele — poolläbitavatest kuni täielikult läbitavateni.

Rakkudes sisalduv nõndanimetatud rakumahl on mitmesuguste ainete nõrk lahus. Üksiku raku asetamisel kontsentreeritud soolalahusesse saame süsteemi: kontsentreeritud lahus ja nõrk lahus, mis on lahutatud vaheseinaga.

Sellises süsteemis võib esineda kas ainult osmoos, kui kest on poolläbitav, või osmoos ja difusioon, kui kest on läbitav ka lahustunud ainetele.

Looma organismi kest ei ole poolläbitav paljudele lahustunud ainetele, sellepärast nende asetamisel lahusesse, näiteks naatriumkloriidi lahusesse täheldatakse koos vee osmoosiga rakkudest lahusesse ka soola difusiooni läbi kesta raku sisse.

Üksiku raku asemel võib võtta ühe või teise koe; selle asetamisel soolalahusesse algab kohe vee osmoos kudedest ja soola difusioon koesse. Sama nähe ilmneb, kui lahusesse asetada mitte isoleeritud kude, vaid organismi osa või isegi terve organism, näiteks kala. Erinevus on ainult ühe või teise protsessi kestuses, sest mitmesuguste kudede rakkude kesta läbitavus lahustunud ainele ja lahustunud ainete difundeerivate osakeste tee pikkus (kihi paksus) ei ole ühesugused. Üldiselt võib soolamise protsessi iseloomustada kui difusiooni-osmoosi protsessi, mille puhul toimub vee osmoos kudedest läbi rakkude kestade välisesse kontsentreeritud lahusesse ja naatriumkloriidi difusioon välisest lahusest kudesse ning tema jaotumine rakkude (koe) mahlas. Rakkude mahl on mõningate orgaaniliste, peamiselt kala valkude ja mineraalainete keeruka koostisega lahus. Kõrvuti naatriumkloriidi difusiooniga kala kudesse (põhiline protsess) toimub mõningate orgaaniliste, peamiselt valgu iseloomuga (valgud ja tema lagunemise produktid) ning naatriumkloriidi lahuste lahustuvate ühendite difusioon kudedest.

Nende ühendite üleminekuga kala ümbritsevasse soolalahu-

sesse kaasneb viimase värvuse muutumine, alates värvitust kuni punakas-pruunini, kõigi vahepealsete varjunditega.

Sega- ja märgsoolamistel algavad difusiooni-osmoosi protsessid kala soolamisinõusse paigutamise momendist, kuhu esialgu oli valatud soolvesi. Kuivsoolamisel esialgu lahustuvad soolakristallid kala pinna poolt mehaaniliselt kinnipeetud vees ja alles peale esimeste soolalahuse tilkade tekkimist algab selle difusioon kudedesse ja vee osmoos kudedest.

Järelikult selleks, et difusiooni-osmoosi protsessid algaksid kohe peale soola kokkupuutumist kalaga, on vaja, et viimase pind ei oleks kuiv ja kasutatav sool ei oleks kõrgendatud hügrokoopsusega. Tugevasti kuivanud pinna või soola kõrgendatud hügrokoopsuse, eriti kala väikese eripinna puhul pidurdub esimeste soolvee koguste tekkimine ja seega pidurdub ka sooldumise algus. Difusiooni-osmoosi protsessid kestavad soolamisel, kuni soola kontsentratsioon kala kudedes ühtlustub soola kontsentratsiooniga välises lahuses. Kuid see on õige seni, kuni väline lahus on maksimaalselt küllastatud. Kui aga soola kontsentratsioon välises lahuses ei ole küllastatud, siis difusiooni-osmoosi protsessid lõpevad erineva kontsentratsiooni juures välises lahuses ja koemahlas. Selle põhjuseks on nõndanimetatud membraanne tasakaal, mis tekib lahustunud ainete vahel, millel on üks ühine ioon, kui need ained on lahutatud membraaniga, millest üks lahustunud aine ei ole võimeline difundeerima (valgud või teised kolloidained). Kui kolloidaine kontsentratsioon on väike võrreldes difundeeriva aine kontsentratsiooniga, siis viimane jaotub peaaegu ühtlaselt membraani mõlemal poolel. Kui aga soola kontsentratsioon, võrreldes kolloidi kontsentratsiooniga on väike, siis sool jaotub membraani mõlemal poolel ebahühtlaselt — kolloidsesse lahusesse difundeerib selle tähtsusetu osa, suurem kogus jääb esialgsesse lahusesse. Soolas lahustuvate orgaaniliste ühendite kõrvaldifusioon võib kesta piiramata aja, sest difusiooni kiirus on väga väike. Sellist sooldumist, kus koemahlas kujuneb välja püsiv soola kontsentratsioon, nimetatakse normaalseks või lõppenuks, sooldumist, mis katkestatakse enne püsiva kontsentratsiooni väljakujundamist koemahlades, nimetatakse katkestatuks või lõpetamatuks. Ülaltoodust selgub, et difusiooni-osmoosi protsesside tulemuseks on mitte ainult kudede kvaliteedi, vaid ka koguselised muudatused: vee, naatriumkloriidi ja orgaaniliste tahkete ainete sisaldise absoluutne ning suhteline muudatus, nende ümberjaotus kala kudede ja välise soolalahuse vahel, mis mõjub kala kaalule. Selle peatüki algul oli öeldud, et difusiooni koefitsient on

temperatuurist: temperatuuri tõusmisel see suureneb ja vastupidi, alanemisel — väheneb. Kui tõuseb difusiooni koefitsient, siis ühel ja samal ajavahemikul soola kogus, mis tungib kalasse, on seda suurem, mida kõrgem on temperatuur. Tegelikult selline nähtus leiab aset ka praktikas, mis nähtub tab. 9 toodud andmetest.

Tabel 9

Temperatuuri mõju soola tungimise kiirusele kalasse

Kala nimetus	Soolamise temperatuur C°	Soolasisaldus ‰				Märkused
		Soolamise kestus ööpäevades				
		2	3	6	12	
Sardiin (ivass)	7,5	4,9	—	9,6	12,3	I. V. Kiesevetteri andmetel
S a m a	20,0	6,9	—	10,6	14,2	
Vaikse ookeani heeringas	1,0	—	7,1	8,09	11,21	I. P. Levanidovi andmetel
S a m a	16,0	—	8,16	10,22	12,27	

Nende ja teiste andmete põhjal võib välja arvutada kala sooldumise temperatuuri koefitsiendi, mis sõltuvalt sooldumise kestusest, kala suuruselt ja liigist kõigub 0,01—0,03 piirides.

Arvutamiseks kasutatakse valemit:

$$\text{NaCl}_t = \text{NaCl}_0 (1 + a t),$$

kus:  $\text{NaCl}_0$  — on difundeeriva naatriumkloriidi kogus määratud temperatuuri juures;

$\text{NaCl}_t$  — otsitava temperatuuri juures;

$t$  — temperatuuri muutumise suurus;

$a$  — sooldumise temperatuurikoefitsient.

Teades selle suurust, võib kindlaks määrata, mitmekordselt kiireneb soola kogunemine lihasse, kui temperatuur tõuseb.

Oletame, et 5° temperatuuri juures läbis 1 sm<sup>2</sup>  $a$  g soola. 15° temperatuuri juures (kui temperatuuri-koefitsient võrdub 0,025) läbib samal ajavahemikul selle pinna

$$\text{NaCl}_{15} = a (1 + 0,025 \times 10) = a \cdot 1,25 \text{ g soola,}$$

s. o. 25% võrra rohkem. Kuid difusiooni koefitsiendi suuremine koos temperatuuri tõusuga ei tähenda, nagu järgnevalt näidatakse, et soolamine peaks toimuma kõrge temperatuuri juures. Peale temperatuuri avaldab sooldumise kestusele (kuni püsiva

soola kontsentratsiooni väljakujunemiseni koemahlas) mõju kattekudede iseloom ja seisukord, mis eraldavad liha soolalahusest, kala paksus, kala kudede (liha) olukord, millesse difundeerub sool. Nahk ja eriti soomus on soolale vähem läbitungitavad kui lihaskoe rakkude kestad. Tugevasti istuva soomuse puhul võib naatriumkloriidi osakeste sissetungimine olla niivõrd aeglane, et valkude laostumine fermentide ja siis bakterite mõju all võib minna kaugele kuni lagunemisproduktide tekkimiseni, kui mitte tarvitusele võtta neid protsesse mahasuruvaid abinõusid (sooldumine 0° temperatuuri juures).

Tabelis 10 on toodud andmed, mis iseloomustavad naha ja soomuste mõju soola kogunemise kiirusele kala lihase.

Tabel 10

Naha ja soomuste mõju soola kogunemise kiirusele kala lihase

Kala nimetus	Pinna iseloom, mille läbi difundeerub sool	Sooldumise kestus (tund.)	Soola-sisaldus (0/0-s)	Märkused
Särg	Nahk soomusega	4	8,5	A. M. Dragunovi ja N. E. Kašinova andmetel
	Nahk soomuseta	4	14,3	
Kudeheeringas	Nahk soomusega	48	6,07	I. P. Levanidovi andmetel
„ „	Nahaalune rakuskude	48	13,18	
Mereahven	Nahk soomusega	48	3,8	„
„	Nahk soomuseta	48	6,1	„

Soola difundeerivatele osakestele on veel suuremaks takistuseks nahaaluses rakuskoes olev rasvakude. Erinevalt lihaskoest sisaldab ta suhteliselt väikese koguse vett ja sellepärast difusiooni algamiseks vajalike esimeste soolvee koguste tekkimine pidurdub.

Peale selle toimub veevaeses keskkonnas soola difusioon aeglaselt, millega ongi seletatav, et kattekudede ühesuguste mõõdete ja seisukorra juures on rasvaste kalade sooldumise kestus suurem kui lahjade. Kalapinna läbitungitavus naatriumkloriidi osakeste poolt väheneb mõnikord ka kunstlikult. Kõige sagedamini täheldatakse sellist vähenemist ülemäärasel soola kasutamisel, mis kutsub esile temaga kokkupuutuva kalapinna tugeva tahenemise. Nii, näiteks, võrreldes heeringa soolamist riita (soola 40%) segasoolamisega basseinides, on leitud, et liha küllastumine soolaga toimub esimesel juhul 1,5 korda aeglasemalt kui teisel.

Üldised seaduspärasused, mis iseloomustavad kala kudedes naatriumkloriidi difusiooni sõltuvust kudede iseloomust ja seisukorrast ning temperatuurist, laienevad ka vee osmoosile kudedest.

Kui on olemas nahaalne rasvakude, siis ümbritsevasse soolalahusesse tungib vesi aeglaselt. Temperatuuri tõusuga tõuseb osmootiline surve ja vee tungimine kiireneb. Kuna vee võime vaheseinte osmootiliseks läbimiseks on palju suurem kui naatriumkloriidi difusiooni võime läbi nende, siis vee kaotus jõuab ette soola kogunemisest ja lõpeb palju varem, kui jõuab tasakaalustuda soola kontsentratsioon rakumahlas ja soolvees. Soolamise praktikast on teada, et mida paksem on kala, seda aeglasemalt ta sooldub ja kaotab vee, kuigi kattekudede läbitavus ja sooldumise temperatuurid ning tingimused võivad olla täiesti võrdsed. Soolumise kestuse ja kala paksuse, samuti ka välise lahuse kontsentratsiooni vahelise sõltuvuse kindlaksmääramiseks võib kasutada järgmist valemit, mis on tuletatud difusiooni võrrandi alusel:

$$t = \frac{2,303L^2}{8D} \lg \frac{c_p}{c_p - c_{cp}}, \quad (9)$$

kus:  $L$  — on kala paksus sm-tes;

$c_p$  — soola kontsentratsioon välises lahuses;

$c_{cp}$  — soola keskmine kontsentratsioon rakumahlas aja —  $t$  jaoks;

$D$  — soola difusiooni koefitsient kala lihas sooldumisel.

See valem näitab, et sooldumise kestus on pärivõrdeline kala paksuse ruuduga ja jagatise logaritmiga, mis saadakse kala ümbritseva soolvee soola kontsentratsiooni jagamisel tema ja kala rakumahla soola kontsentratsiooni vahega ning pöördivõrdeline sooldumisel kalalihasse soola difusiooni koefitsiendiga. Selle valemi analüüs näitab, et kui on teada sooldumise kestus, soola kontsentratsioon välises lahuses ja rakumahas ning kala paksus, siis võib  $D$  (difusiooni koefitsient) välja arvutada. Viimase suurus ühe ja sama kalaliigi jaoks võib olla erinev, nagu oli öeldud ülalpool, sõltuvalt kattekudede seisukorrast ja nende iseloomust, samuti rasva olemasolust nahaaluses rakuskoos.

### Soolakulu arvutus soolamisel

Difusiooni-osmootilised protsessid, mis põhjustavad soola ja vee ümberpaigutuse kala kudedesse ja kudedest, kestavad kuni kala ümbritseva lahuse soola kontsentratsioon ühtib soola kontsentratsiooniga soolakala koemahas. Sellest järeldub, et suure-

mal soola kontsentratsioonil mahlas on sama piir, mis suuremal soola kontsentratsioonil kala ümbritsevas lahuses. Äärmine soolasisaldus vesilahustes 0 kuni 20° temperatuuri juures kõigub 26,28 kuni 26,39 g 100 g lahusele või 35,64 kuni 35,85 g 100 g veele (vaata tabel 6). Äärmine soola kontsentratsioon mahlas ei või ületada nimetatud suurust, mis iseloomustab kõrgeimat küllastusastet. Soola kontsentratsiooni võrdsus koemahlas ja kala ümbritsevas lahuses tasakaalu momendil, küllastatud kontsentratsiooni puhul võimaldab välja arvutada, milline kogus soola tuleb võtta soolamiseks, et saada selle küllastatud kontsentratsiooni ka mahlas.

Arvutamiseks kasutatakse valemit:

$$s = \frac{\omega \cdot c_{cp}}{100 - c_{cp}}, \quad (10)$$

kus:  $\omega$  — veesisaldus kala kudedes kg-s;

$c_{cp}$  — antud soola kontsentratsioon püsiva tasakaalu puhul, kg-s 100 kg lahuse kohta;

$s$  — vajalik kogus soola kg-s.

Kui  $\omega$  on veesisaldus 100 kg kalas, siis  $s$  väljendatakse protsentides kala kaalust. Soolamisel soolvee lisamisega (sega-soolamine) arvutatakse üldine soola vajadus valemi järgi:

$$s_1 = \frac{(\omega + \omega_1) \cdot c_{cp}}{100 - c_{cp}}, \quad (11)$$

kuiva soola vajadus aga:

$$s = s_1 - s_p,$$

kus:  $\omega_1$  — vee kogus kg-s;

$s_p$  — soolasisaldus lisatud soolvees kg-s.

Lõpuks, nagu näeme edaspidi, lisatakse tihti temperatuuri alandamiseks kalasoolamisinõusse jääd. Sel juhul arvutatakse soola vajadus valemi järgi:

$$s_2 = \frac{(\omega + \omega_1 + \omega_2) \cdot c_{cp}}{100 - c_{cp}}, \quad (12)$$

kus:  $\omega_2$  — kala soolamisinõusse lisatud jää kogus kg-s.

Teades  $\omega$ ,  $\omega_1$  ja  $\omega_2$  võib välja arvutada  $s_1$  ja  $s_2$ , mis näitavad soola vajadust protsentides kala kaalust.

Näide: On vaja soolata 5000 kg heeringaid niiskusesisaldusega 72%, nii, et soola kontsentratsioon oleks mahlas 25% (25 kg 100 kg lahuse

kohta), lisades juurde 300 kg 25%-list soolvett ja 1000 kg jääd. 5000 kg heeringais sisaldub 3600 kg ja 300 kg soolvees 225 kg vett. Valemi (12) järgi on soolakulu:  $\frac{(3600+225+1000) \times 25}{100-25} = 1608$  kg või ümmarguselt 32% heeringate kaalust. Kuiva soola vajadus on  $1608 - 75 = 1533$  kg.

Tabelis 11 on toodud mõningad andmed niiskuse- ja naatrium-kloriidisisalduse, samuti ka soola kontsentratsiooni kohta rakumahlas, mis arvutatakse valemi järgi

$$c_{cp} = \frac{100 \cdot \text{NaCl}}{\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}} \quad (13)$$

kus: NaCl — naatrium-kloriidisisaldus kudedes %s;

H<sub>2</sub>O — veesisaldus kudedes %s.

Soola kontsentratsioon rakumahlas võimaldab kindlaks määrata soolakala vastupidavuse astme säilitamisel, mida kõrgem on soola kontsentratsioon, seda suurem vastupidavus on tootel ja vastupidi.

Tabel 11

Soola- ja niiskusesisaldus soolakalade lihas

Kalade nimetus	Soola sisaldus (%s)				Soolamise iseloom	Märkus
	Niisk- kus	NaCl	Niis- kus + NaCl	C <sub>cp</sub>		
Sahhalini kudeheeringas:						
nõrga soolaga . . . . .	60,9	7,2	68,1	10,8	Basseinis, katkestatud sooldumine	Sahhalini TINRO andmetel
keskmise soolaga . . . . .	55,15	11,7	66,85	17,3	S a m a	„
tugeva soolaga . . . . .	54,14	17,12	71,26	24,0	Basseinis normaalne	
Heeringas, toituv, Sahhalini, keskmise soolaga . . . . .	45,85	11,09	56,94	19,5	Basseinis jahutamise	
Kaspia pusanok tugeva soolaga . . . . .	47,50	17,50	65,0	26,10	Basseinis jahutamata	I. P. Levonidovi andmetel
Keta . . . . .	60,54	8,65	69,19	12,7	Kastis	I. V. Kiesevetteri andmetel
Keta . . . . .	54,95	11,0	66,95	16,7		„
Gorbuša . . . . .	54,3	15,0	69,30	21,6	Basseinis jahutamiseta	„
Tursk . . . . .	56,76	17,16	79,91	23,2	Hunnikus	Lossevi ja Preštšepovi andmetel

Nagu valemist järgneb, sõltub soola kontsentratsioon koe- mahlas soola- ja veesisaldusest kalalihas, kuna tingimisi eel-

datakse, et mahl koosneb ainult soolast ja veest, kuna tegelikult koemahlas on lahustunud olekus mõningad orgaanilised ja mine-  
raalühendid, mis kuuluvad liha koostisse. Kuna veesisaldus sool-  
akalal suurel määral on selle sisaldusest värskes kalas, siis  
reeglina ühe ja sama soolasisalduse juures  $D$  on suurem rasvas-  
tel kaladel kui lahjadel. Soola annuse mõju  $D$  suurusele annab  
end vähem tunda, sest et ühele ja samale soolasisaldusele lihas  
vastab umbes üks ja sama veesisaldus, sõltumata sellest, kas  
kala valmistatakse katkestatud küllastatud või normaalse kül-  
lastamata soolamisega.

Vastavalt soolasisaldusele lihas arvatakse soolakala ühte või  
teise kaubagrupi: nõrga soolaga, keskmise soolaga või tugeva  
soolaga. Suuremale osale kaladele on määratud üks ja sama sool-  
asisaldus lihas, näiteks üle 6 kuni 10% kaasa arvatud nõrgalt  
soolatuil, üle 10 kuni 14% kaasa arvatud keskmiselt soolatuil ja  
üle 14% tugevalt soolatuil, vaatamata sellele, et soola kontsent-  
ratsioon koemahlas võib olla erinev ühe ja sama kaubagrupi  
kaladel. Säilitamisel on need kalad erineva vastupidavusega. Kui  
aga kalade klassifikatsiooni aluseks sooluse astme järgi panna  
soola kontsentratsioon koemahlas, siis  $c_{cp}$  võrdse suuruse korral  
on kõigi soolusgruppide soolakalad peaaegu ühesuguse vastu-  
pidavusega säilitamisel.

### Kaalulised muudatused soolamisel

Vee ja osa orgaaniliste ühendite eraldumine kudedest kutsub  
esile kaalu vähenemise, soola imamine aga — kalakaalu üldise  
suurenemise. Üldine kaalu muutus määratakse kindlaks imatud  
soola kaalu ja kala poolt soolamisel kaotatud vee ning orgaa-  
niliste ühendite kaalu vahega.

$$q = S - W - F = S - (F + W) \quad (14)$$

kus:  $q$  — kalakaalu üldine muudatus;

$W$  ja  $F$  — vastavalt kudede poolt kaotatava vee ja orgaa-  
niliste ühendite kaal;

$S$  — kudedesse tunginud soola kaal.

Tavalistes tingimustes on  $q$  nullist väiksem, s. o. toimub  
kalu vähenemine:  $W + F$  summa on  $S$ -st suurem.

Kuid sooldumine võib toimuda tingimustes, kus vee kadu  
kudedest ei täheldata, vaid vastupidi, selle sisaldus suureneb  
(kala ümbritseva soolvee vähese kontsentratsiooni puhul). See  
on esile kutsutud koevalkude paisumisest küllastamatutes soola-  
lahustes, mille üheks põhjuseks võib olla koemahla suurem



Sooldumise kestus	Kaspia kilu	Kaspia pusanok
	Soola kogus 150/0 (kala kaalust)	Soola kogus 240/0 (kala kaalust)
8 tundi . . . . .	15,5	—
16 „ . . . . .	22,0	—
1 ööpäev . . . . .	25,7	24,9
2 ööpäeva . . . . .	30,3	—
3 „ . . . . .	25,3	38,5
5 „ . . . . .	—	42,7

Võrdse soola kontsentratsiooni puhul soolvees toimub viimase kogunemine seda kiiremini, mida peenem on kala, mida väiksem koe kiht, millest osmoosi tõttu vesi ümber asetub.

Kala sooldumisel toimuvad kvalitatiivsed ja kvantitatiivsed muudatused, mille tulemuseks on soolvee kogunemine. Kuidas ka ei toimuks muudatused, aine säilivuse üldine printsiip jääb muutmatuks ka soolamisel. Sellepärast võib kinnitada, et kala ja konserveerivate ainete (sool, soolvesi) kaal enne sooldumist peab võrduma soolvee ja teiste soolvees lahustumatute ainete kaaluga, samuti soola kaaluga, kui see täielikult ei lahustu kudedest eraldunud vees.

Tabeli 14 andmed tõestavad seda täielikult.

Tabel 14

## Sooldumise bilanss

(M. Turpajevi ja K. Baškirovi järgi)

Nimetus	Paigutatud basseini (kg-s)	Nimetus	Välja võetud basseini (kg-s)
1. Vaikse ookeani heeringas		Vaikse ookeani heeringas	
värske . . . . .	3564	soolane . . . . .	2887
sool . . . . .	140	soolvesi . . . . .	1329
soolvesi . . . . .	59	soomus ja muud jäägid .	147
<b>K o k k u:</b> . . . . .	<b>4363</b>	<b>K o k k u:</b> . . . . .	<b>4363</b>
2. Sardiin, värske . . . . .	5775	Soolasardiin . . . . .	5313
sool . . . . .	1123	rasv . . . . .	171
soolvesi . . . . .	1541	soola jääk . . . . .	85
		soolvesi . . . . .	2850
		soomus ja muud jäägid .	42
<b>K o k k u:</b> . . . . .	<b>8439</b>	<b>K o k k u:</b> . . . . .	<b>8461</b>

Nimetus	Paigutatud basseini (kg-s)	Nimetus	Välja võetud basseinist (kg-s)
3. Heeringas, Volga värske . . . . .	33870	Heeringas — Volga, soolane . . . . .	29100
sool . . . . .	10550	soola jääk . . . . .	1716
soolvesi . . . . .	5730	soolvesi . . . . .	19330
<b>K o k k u:</b> . . . . .	<b>50150</b>	<b>K o k k u:</b> . . . . .	<b>50146</b>

Üksikute ühendite absoluutne sisaldus (kg-des) kalas, sool-vees, soolas ja jäägis on:

	Värske kala	Soolakala	Soolvesi enne sooldumist
Vesi	$W = \frac{G \cdot W}{100}$	$W_1 = \frac{G_1 \cdot W_1}{100}$	$W_p = \frac{T \cdot W_p}{100}$
Sool	$S = \frac{G \cdot S}{100}$	$S_1 = \frac{G_1 \cdot S_1}{100}$	$S_p = \frac{T \cdot S_p}{100}$
Orgaaniline tihke jääk	$F = \frac{G \cdot f}{100}$	$F_1 = \frac{G \cdot f_1}{100}$	—
Lahustamatu jääk	—	—	—

	Soolvesi peale sooldumist	Sool	Jääk
Vesi	$W_T = \frac{T_1 \cdot W_T}{100}$	$W_c = \frac{R \cdot W_c}{100}$	$W_o = \frac{R_1 \cdot W_o}{100}$
Sool	$S_T = \frac{T_1 \cdot S_T}{100}$	$S_c = \frac{R \cdot S_c}{100}$	$S_o = \frac{R_1 \cdot S_o}{100}$
Orgaaniline tihke jääk	$F_T = \frac{T_1 \cdot F_1}{100}$	—	$F_o = \frac{R_1 \cdot f_o}{100}$
Lahustamatu jääk	—	$D_c = \frac{R_1 \cdot d_c}{100}$	$D = \frac{R_1 \cdot d_o}{100}$

Nende andmete põhjal sooldumise keemiline bilanss võib olla esitatud järgmisel kujul:

Sissepandud kg-s

Välja võetud kg-s

Kala  $G$  kg, sealhulgas: vett  $W$   
 NaCl ja soolased —  $S$   
 Orgaanilist jääki —  $F$   
 Soola  $R$  kg, sealhulgas: vett  $W_c$   
 NaCl ja soolased  $S_c$   
 Lahustamata jääki  $D_c$   
 Soolvett  $T$  kg, sealhulgas  
 Vett —  $W_p$   
 NaCl ja soolased  $S_p$

Kala  $G_1$  kg sealhulgas  
 vett —  $W_1$   
 NaCl ja soolased —  $S_1$   
 Orgaanilist jääki  $F_1$   
 Soolvett  $T_1$  kg sealhulgas:  
 vett —  $W_T$   
 NaCl ja soolased  $S_T$   
 Orgaanilist jääki  $F_T$   
 Jääk  $R_1$  kg, sealhulgas: vett —  $W_o$   
 NaCl ja soolased  $S_o$   
 Orgaanilist tihket jääki  $F_o$   
 Lahustamatut jääki  $D_o$

Kokku  $G + R + T$ , sealhulgas:

Kokku:  $G_1 + T_1 + R_1$ , sealhulgas:

Vett ( $W + W_c + W_p$ )  
 NaCl ja soolased  
 ( $S + S_c + S_p$ )  
 Orgaanilist tihket jääki  $F$   
 Lisandeid  $D_c$

vett ( $W_1 + W_2 + W_o$ )  
 NaCl ja soolased ( $S_1 + S_T + S_o$ )  
 Orgaanilist tihket jääki ( $F_1 + F_T + F_o$ )  
 Lisandeid  $D_o$

Sooldumise kogubilanss võib olla teataval määral detailiseeritud, kui soolamisel basseini asetatud ja pärast sooldumist väljavõetud materjalide üldkaalu asemel opereerida üksikute ühendite kaaluga, mis kuuluvad nende koostisse. Nii näiteks teades, milline on enne ja pärast sooldumist värske ja soolakala, soola ja soolvee ning jääkide keemiline koosseis, võib kindlaks määrata naatriumkloriidi, vee, orgaaniliste ühendite või eraldi valkainete ja rasva bilansi ning nende jaotuse sooldumisel saadavate lõppainete vahel, peamiselt soolakala ja soolvee vahel. Sellist bilanssi, erinevalt kogubilansist, nimetatakse kala sooldumise keemiliseks bilansiks. Selle täpsus sõltub kaalumise täpsusest kui ka ühe või teise koostisosa analüütilise arvestuse täpsusest.

Oletame, et basseini paigutamisel kala kaal oli  $G$  kg, soola —  $R$  kg ja soolvee —  $T$  kg, peale sooldumise lõppu soolakala kaal  $G_1$  kg, soolvee —  $T_1$  kg, jäägi —  $R_1$  kg. Siis kogukaalu võrdsuse alusel enne ja peale sooldumist omame:

$$G + R + T = G_1 + R_1 + T_1. \quad (16)$$

Keemilise analüüsi alusel on saadud järgmine koostis:

	Niiskus ( $\theta/\theta_0$ -s)	Sool ( $\theta/\theta_0$ -s)	Orgaaniline tihke jääk ( $\theta/\theta_0$ -s)	Lahustamata jääk ( $\theta/\theta_0$ -s)
Värske kala . . . . .	$W$	$S$	$f$	—
Soolakala . . . . .	$W_1$	$S_1$	$f_1$	—
Soolvesi soolamiseel . . . . .	$W_p$	$S_p$	—	—
Sool . . . . .	$W_c$	$S_c$	—	$d_c$
Soolvesi peale sooldumist . . . . .	$W_T$	$S_T$	$f_T$	—
Jääk . . . . .	$W_o$	$S_o$	$f_o$	$d_o$

Kaalu võrdsusest sissepaigutamisel ja väljavõtmisel järeldub, et:

$$W + W_c + W_p = W_1 + W_T + W_o;$$

$$S + S_c + S_p = S_1 + S_T + S_o;$$

$$F = F_1 + F_T + F_o;$$

$$\text{kust: } W - W_1 = W_T - (W_c + W_p) + W_o. \quad (17)$$

$$S_1 - S = (S_c + S_p) - (S_T + S_o) \quad (18)$$

$$F - F_1 = F_T + F_o. \quad (19)$$

Võrrandid (17), (18), (19) näitavad, et soolamiseel üsikutekomponentide kadu või imamine kala poolt arvuliselt võrdub nende juurdekasvuga või kaoga ümbritsevas keskkonnas (soolaves, soolas, jäägis).

Koguseliste muutuste kindlakstegemine harilikult piirdub kala kaalu määramisega enne ja pärast sooldumist.

Täieline materiaalne bilanss, rääkimata üsikutekomponentide bilansist, tehakse kindlaks väga harva, spetsiaalsete uuringute puhul. Las  $G$  ja  $G_1$  on kala kaal enne ja pärast sooldumist. Soolakala kaalu, väljendatud protsentides toorkala kaalust, nimetatakse valmistoodangu väljatulekuks soolamiseel

$\left(\frac{G_1}{G} \cdot 100\right)$ , värske ja soolakala kaalu vahet, väljendatud protsentides toorkalast, nimetatakse sooldumise kaoks

$$\left(q = \frac{G - G_1}{G} \cdot 100\right).$$

**Valmistoodangu väljatuleku arvutus.** Seoses sellega, et soolamisele suunatava kala kaal, samuti kui ka soolakala kaal hari-likult määratakse kindlaks summaarselt mitme basseini kohta, on valmistoodangu väljatuleku kindlaksmääramiseks, värske ja soolakala keemilise koostise andmetel, ette pandud mitu viisi.

Kaudse meetodi valmistoodangu väljatuleku kindlaksmääramiseks esitas esimesena M. I. Turpajev.

Märgime, nagu ennegi, tähtedega  $w$ ,  $s$  ja  $f$  ja  $w_1$ ,  $s_1$  ja  $f_1$  värske ja soolakala koostise ( $w$  ja  $w_1$  veesisalduse %,  $s$  ja  $s_1$  soolasisalduse % ja  $f$  ja  $f_1$  orgaaniliste ainete sisalduse %).

$$w + s + f = 100, \quad w_1 + s_1 + f_1 = 100. \quad (20)$$

Oletame, et vee kadu sooldumisel võrdub  $w^1$ , soola imamine  $s^1$ , ja üldine kala kaalu kadu  $q$  (protsenti värske kala kaalust). Oletades, et orgaanilist tihket jääki ei ole, saame

$$(w - w^1) + (s + s^1) + f = 100 - q \quad (21)$$

või, arvestades protsentides soolakala kaalust,

$$\frac{w - w^1}{100 - q} \cdot 100 + \frac{s + s^1}{100 - q} 100 + \frac{f}{100 - q} \cdot 100. \quad (22)$$

Võrrandite (21) ja (22) võrdlemisel leiame:

$$\frac{w - w^1}{100 - q} \cdot 100 = w_1; \quad \frac{s + s^1}{100 - q} 100 = s_1; \quad \frac{f}{100 - q} 100 = f;$$

$$\text{või } w - w^1 = \frac{w_1(100 - q)}{100}; \quad s + s^1 = \frac{s_1(100 - q)}{100}.$$

Pannes võrrandisse (21)  $w - w^1$  ja  $s + s^1$  tähendused ja asendades selles  $f$ ,  $100 - (w + s)$  vahega, leiame

$$\frac{w_1(100 - q)}{100} + \frac{s_1(100 - q)}{100} + (100 - w - s) = 100 - q;$$

$$w_1(100 - q) + s_1(100 - q) + (100 - w - s) = 100(100 - q);$$

$$(100 - q)(100 - w_1 - s_1) = 100(100 - w - s),$$

$$\text{kust } q = 100 - \frac{100(100 - w - s)}{100 - w_1 - s_1} = \frac{100(w + s - w_1 - s_1)}{100 - w_1 - s_1}. \quad (23)$$

M. J. Turpajevi poolt tuletatud valem (23) võimaldab kindlaks määrata kala kaalu kao sooldumisel. Selle suuruse kindlaksmääramise täpsus oleneb ainult sellest, kuivõrd analüüsiks võetud kala proovid peegeldavad kogu partiid ja kuivõrd täpselt oli tehtud analüüs.

Tuleb veel silmas pidada, et keemilise analüüsi alusel välja arvatatud kaalu kaod on alati natuke väiksemad tegelikkudest, sest faktiliselt toimub orgaaniliste ühendite üleminek soolvette ja nende hulk sooldumise kestuse juures võib ulatuda 1% värske kala kaalust.

Võrrandit (23) võib lihtsustada. Võtame võrduse

$$\frac{f \cdot 100}{100 - q} = f_1,$$

kust  $(100 - q) f_1 = 100f$  ja

$$q = \frac{100(f_1 - f)}{f_1}. \quad (24)$$

On kerge veenduda, et selle valemi järgi arvatatud kaalu kadu on võrdne valemi (23) järgi arvatatud kaalu kaoga. Kui kaalu kao asemel arvutada valmistoodangu väljatulekut, siis ta on:

$$p = \frac{G_1}{G} 100 = \frac{f}{f_1} \cdot 100. \quad (25)$$

Vastavalt ülaltoodud valemitele võib vee kadu ja soola imamise välja arvutada järgmiste valemitega:

$$w - w^1 = \frac{w_1(100 - q)}{100}; \quad w^1 = \frac{100w - 100w_1 - w_1q}{100} =$$

$$= w - w_1 + \frac{w_1q}{100};$$

$$s + s^1 = \frac{s_1(100 - q)}{100};$$

$$s^1 = \frac{100s_1 - s_1q - 100s}{100} = s_1 - \left(s + \frac{s_1q}{100}\right)$$

Soolakalas vee ja soola protsentuaalse sisalduse ümberarvutamiseks protsentidesse värske kala kaalust võib kasutada järgmisi valemiteid:

$$w_1^1 = \frac{w_1 f}{f_1} \quad \text{ja} \quad s_1^1 = \frac{s_1 f}{f_1},$$

kus:  $w_1^1$  ja  $s_1^1$  — vee- ja soolasisaldus soolakalas protsentides, ümberarvutatud värske kala kaalule.

Teades kaalu kaod sooldumisel ja soolakala kaalu võib kindlaks määrata värske kala kaalu järgmise valemiga:

$$G = \frac{100 \cdot G_1}{100 - q}. \quad (26)$$

## Orgaaniliste ainete koguslikud muudatused sooldumisel

Vaadeldes valkude sisalduse muutatusi kalalihas, mis toimuvad keedusoolalahustes, selgub, et nende valkude lahustatavus soola kontsentratsiooni suurenedes alguses tõuseb, aga siis langeb suurem osa lahustuvaid valke sadestub, kui naatriumklooriidi kontsentratsioon lahuses on 20—25%.

Järelkult koemahlas asuvate lahustunud seisundis valkude kogus, mis difundeerub sellest soolvette, sõltub soola kontsentratsioonist valkudes. Mida väiksem on soola kontsentratsioon, seda rohkem on lahustuvaid valke ja vastupidi. Kuid sooldumisel kalade peamiste orgaaniliste ainete — valkude ja rasvade — lagunemine fermentide ja mikroorganismide mõjul ei peatu, vaid kulgeb ainult tunduvalt aeglasemalt kui värskes kalas. Lagunemisel tekivad lihtsamad ühendid: näiteks valkudest — peptoonid, amiinohapped ja teised lagunemise produktid, mis lahustuvad soolalahustes ja samuti difundeeruvad soolvette. Seega orgaaniliste ainete kvalitatiivsed ja kvantitatiivsed muudatused sooldumisel kulgevad järgmistes suundades: suurema osa lahustuvate valkude väljasooldumine, valkude ja rasva lagunemine lihtsamateks ühenditeks, viimastest rea uute ühendite tekkimine ja lõpuks soolvees lahustuvate valkude, nende lagunemise produktide ja teiste lahustuvate ühendite difusioon kudedest soolvette.

Tabelis 15 on toodud andmed orgaaniliste ainete sisalduse kohta võrdse sooldumise ajaga, kuid erineva soolasisaldusega soolvees.

Tabel 15

Orgaaniliste ainete sisaldus soolvees

Sooldumise kestus (ööpäevades)	NaCl (0/0-s)	Orgaanilised ained (0/0-s)	Märkus
23	18,86	3,71	Kaspia heeringa soolamine
22	25,84	2,32	— sama —
15	11,78	7,44	Kaspia kilu soolamine
15	25,58	5,08	— sama —

Kuid toodud andmetest ei tule teha järeldust, et mida väiksem on soola kontsentratsioon soolvees, seda rohkem orgaanilisi aineid kaotab kala. Tuletame meelde, et sooldumisel tekkiva soolvee kogus on pärvõrdeline tema kontsentratsiooniga (tabel 12).

Oletame, et  $G$  kg kala sooldumisel tekkis  $T_1$  kg soolvett, mis sisaldab  $f_T\%$  orgaanilisi aineid. Kala kudedes orgaaniliste ainete

kogus, mis läksid lahusesse üle, väljendatult protsentides kala kaalust, võrdub:

$$\frac{100 \cdot F_T}{G} = \frac{T_1 \cdot f_T}{Q} = f_T^1.$$

$T_1$  suurenemisel väheneb  $f_T$  ja vastupidi, sellepärast  $f_T^1$  säilitab peaaegu ühesuguse tähenduse ega sõltu soola kontsentratsioonist soolvees ( $f_T^1$  — orgaaniliste ainete sisaldus soolvees protsentides toorkala kaalust).

Kuna valkude lagunemine praktiliselt ei katkestu kogu sooldumise ajal, siis lagunemise produktide üleminek soolvette toimub seni, kuni kala temas viibib — sooldumise ja hoidmise perioodil (tabel 16).

Tabel 16

Orgaaniliste ainete sisaldus soolvees olenevalt sooldumise ja säilitamise aegadest

Kaspia pusanok			Kaspia kilu		
Soolamise ja säilitamise kestus (ööpäevades)	NaCl (%-s)	Orgaanilised ained	Soolamise ja säilitamise kestus (ööpäevades)	NaCl (%-s)	Orgaanilised ained <sup>1</sup>
6	24,51	1,24	15	11,78	7,44
22	25,84	2,32	45	11,58	9,25
40	24,85	3,69	75	11,65	10,06
132	—	5,00			
165	24,75	4,70			

### Valkude kvalitatiivsed muudatused sooldumisel. Valmimine

Keerukate biokeemiliste protsesside tagajärjel, mis kulgevad fermentide ja mikroobide toimel, saab kala uued omadused, mis kvaliteedilt erinevad nendest, mis olid värskel kalal. Üksikutel kaladel (esmajärjekorras heeringalistel, lõhilistel ja teistel rasvastel kaladel) kulgevad need muudatused niivõrd omapäraselt, et liha omandab õrna mahlase struktuuri, meeldiva maitse ja aroomi ning muutub kõlblikuks otseseks tarvitamiseks toiduks ilma kulinaarse töötlemiseta. Protsesse, mis muudavad kala kõlblikuks otseseks tarvitamiseks toiduks, nimetatakse valmimiseks.

<sup>1</sup> Orgaanilised ained on välja arvatud lämmastiku korrutamisega valgu korrutajaga 6,25.

Ei ole veel täiesti välja selgitatud, kas valmimise protsessid kulgevad ainult kala fermentide (kudede ja sisemiste organite) mõjul või võtavad nendest protsessidest osa ka soolaarmastavate mikroobide fermentid, mis leiduvad soolvees ja soolakalas.

On kindlaks tehtud, et üks valminud kala iseloomustavaid omadusi — õrn, mahlakas liha konsistents — on valkainete niisugusteks lihtsamateks ühenditeks lagunemise tulemus, mis lahustuvad soolalahustes ja on kaotanud võime kalgestuda soojendamisel ja sadestuda reaktiivide toimel. Osa neist lihtsatest ühenditest on amiinohapped, s. o. ained, millest koosneb valgu molekul, osa aga on vaheained, lihtsama ehitusega kui valk ja keerukamaga, kui amiinohapped.

Vaadeldes mittevalgulise iseloomuga lämmastikku sisaldavate ainete sisalduse suurenemist või pärisvalkude vähenemist, võib jälgida nende hüdrolüütilist lagunemist ehk kala valmimise üht staadiumi. On täheldatud, et lagunemise protsessidele aitab kaasa madalam soolasisaldus lihaskoe mahlas ja vastavalt mitte kõrge soolvee kontsentratsioon ning kõrgendatud temperatuur (teatud piirini, üle mille algab roiskumine).

Liha valkude lagunemise protsess kiireneb, kui kala ümbritsevasse soolveette lisada seedimisfermente: trüpsiini ehk kalade, eriti heeringa sisikondade ekstrakti. Kaugele minevate protsesside puhul ulatub mittevalguliste ainete lämmastiku suhe üldise lämmastikuga, mida võib nimetada valgu koefitsiendiks (M. D. Iljini järgi), 50—60%.

Tabelis 17 on toodud andmed, mis iseloomustavad sooldumisel ja säilitamisel kalalihas tekkivate üksikute lämmastikku sisaldavate ühendite suhet kõigi lämmastikku sisaldavate ühendite üldise sisaldusega.

Tabel 17

**Valkainete muudatused sooldumisel ja säilitamisel (%-s üldisest lämmastikust)**

Kala nimetus	Ccp	Valguline lämmastik	Mittevalguline lämmastik	Säilitamise tingimused ja kestus
Valge mere heeringas . . . . .	17,2	78,8	21,2	3 kuud 3—4° juures tunnides
Kertši heeringas . . . . .	20,0	80,1	19,9	— sama —
Latikas . . . . .	26,2	90,4	9,6	50 päeva 7—11° juures basseinides
Hollandi heeringas . . . . .	26,2	66,5	33,5	1 aasta tunnides
Murmanski heeringas . . . . .	19,7	42,6	57,4	4 aastat tunnides
Sahhalini heeringas . . . . .	17,35	66,2	33,8	6 kuud tunnides 0° juures

Nende andmete vaatamisel tuleb silmas pidada, et lagunemise astet võib võrrelda ainult neil juhtudel, kui soola kontsentratsioon liha kudedes ja sooldumise ning säilitamise tingimused (temperatuur, kalasoolamise nõu maht, pakend) olid ühesugused. Vastasel korral võib kergesti eksida ja arvata kala valgulise oleku suuruse tõttu halvasti valmivaks, kuna teise sooluse ja teiste säilitamistingimuste juures võib kala lugeda hästi valmivaks. Seega õrna, mahlase konsistentsiga liha saamine sõltub soolasisaldusest lihas, sooldumise või säilitamise kestusest ja temperatuurist. Uurimised mitmesuguste heeringate valmimisel näitavad, et samastes tingimustes ja soolsuses on ookeani ja mere heeringail madalam valgukoefitsient, mis nähtavasti on tingitud nendes sisalduvate fermentide kõrgendatud aktiivsusest, võrreldes poolsiirdheeringatega.

**Rasva muudatused sooldumisel.** Rasva muudatused kulgevad neutraalse rasva molekulide lõhustumise, vabade rasvhapete tekkimise suunas. See protsess on põhjustatud kalakudedes sisalduvast rasva lõhustavast fermentist lipaasist ja kestab piiramalt kaua aega.

Erinevalt valke lõhustavatest fermentidest ei avalda rasvu lõhustavale lipaasile mõju soola kontsentratsioon kala mahlas.

Kõik öeldu on õige ainult sel juhul, kui kala pinnale või vastavatele kudedele ei mõju õhu hapnik. Kui aga rasvane sool kala, mille pinnal alati on teatav hulk rasva, ei ole kaitstud õhu mõjutusest, siis koos rasva lõhustumisega toimub tema hapendamine, moodustuvad ülihapendid, aldehüüdid, hapendunud ja madalamolekulaarsed rasvhapped, millel on tugev, ebameeldiv lõhn ja maitse.

Väliselt väljendub hapendumise protsess kala pealispinna värvuse muudatuses. Hapendumise algstaadiumis on kala pealispind kollase varjundiga, mis protsessi edasisel arenemisel muutub tumepruuniks ja punakas-tumepruuniks.

Kaladel, kellel rasva hapendumine on tunginud sügavasse, täheldatakse nahaaluse lihaskoe värvuse muutumist. Rasva hüdrolyüsi protsess ja tema hapendumine sõltuvad temperatuurist, mille juures toimub sooldumine või soolakala säilitamine.

Madala temperatuuri juures kulgevad hüdrolyüs ja hapendumine aeglaselt, kõrge temperatuuri juures kiiremal. Tabelis 18 on toodud andmed, mis iseloomustavad kalakerekeste rasva muutumist sooldumisel ja säilitamisel.

Kuid kui valkainete ja rasva muutumise protsesside üldine suund on lagunemise poole (lihtsamate ühendite kogunemine), siis sooldumisel ja säilitamisel tekivad lagunemise produktidest ka uued ained.

Kui värske kala kerest eraldunud rasvas lämmastik peaaegu täielikult puudus, siis soolakala kerest eraldunud rasvas on leitud lämmastikku suuremas koguses. Selle kogunemine kulgeb võrdeliselt ajale, mis annab aluse oletada ühendite tekkimist valkude ja rasva lagunemise produktidest ja nende lahustumist rasvas. Need ühendid lahustajatega ekstraheerimisel eraldatakse koos rasvaga. Näiteks mitmesuguste sooldumise ja säilitamise aegadega soolasest kaspia pusanokist eraldatud rasvas kõikus lämmastikuisaldus 100 g lihas alates 25 kuni 66 mg.

Tabel 18

**Rasva muutumine kalakerekestes sooldumisel ja säilitamisel**  
(I. V. Kiesevetteri, B. P. Pentegovi, I. P. Levanidovi andmetel)

Nimetus	Happesuse arv	Seebistumise arv	Joodi arv	Olihapendite arv (100 g rasvale)	Hapendunud happed	Säilitamise tingimused
Kaspia pusanok: enne soolamist . . .	0,25—0,30	186—189	170,9—193,5	—	ei	—
peale 30 päeva sooldumist . . .	6,25	188,76	174,50	—	0,87	Basseini-des t 8—20°
pärast 130 päeva säilitamist . . .	24,85	188,1	170,6	—	1,68—1,86	
Sardiin: enne soolamist . . .	0,19	—	169,3	10,41	0,1	—
peale 11 päeva sooldumist . . .	5,90	—	160,0	36,40	0,2	—
pärast 3 kuud säilitamist . . .	14,24	—	158,1	85,98	0,76	t—18°
Vaikse ookeani heeringas: enne soolamist . . .	2,6	181,3	124,77	13,5	—	—
pärast 10 päeva sooldumist . . .	10,1	177,7	125,85	—	—	—
pärast 6 kuu säilitamist . . .	18,0	200,0	120,3	54	—	t—0°
Keta: värske . . .	3,6	201	105	—	—	—
lahatud sjomga viisi, peale 20 päeva sooldumist . . .	7,3	202	101	—	—	—

Kontrolli valmimise üle (kala kaotab toore maitse ja lõhna ning omandab vastava maitse ja aroomi) võib teostada vaadel-

des rasva jagunemist lihas. Värskel ja soolasel mittevalminud kalal asub rasv kas lihaskoe rakkudes või nahaaluses rakuskoes isoleeritud tilkade näol; kalal, millel valgu lagunemise protsessid on juba toimunud ja lihaskoe struktuur muutunud, immutab rasv läbi kogu tema massi — löikepinnal on näha rasv. See näitaja on väga iseloomulik valminud kalale.

**Jäätmed sooldumisel.** Sooldumise tulemusena jääb pärast kalasoolamisbasseini kalast vabastamist viimasesse soolvesi, soola ülejääk, soomused, lihatükikesed, soolvee orgaanilised ained jne. Soola jääk, mis kannab «rasvasoola» nimetust, tunnistab reeglipäraselt üleliigset soola kasutamist, välja arvatud juhud, millal soolamine katkestatakse enne, kui koemahlas moodustus alaline soola kontsentratsioon. Kalasoolamisbasseinist võetakse koos soola ülejäägiga välja soomuste ja teiste orgaaniliste ja anorgaaniliste jääkide segu. Pärast kuivatamist ja lisanditest vabastamist (sõelumisega) võib soola ülejääki kasutada soolamiseks või soolvee valmistamiseks. Kaspia rajoonis kasutatakse rasvasoola laialdaselt vobla soolamiseks, mis on määratud vinnutamiseks.

M. I. Turpajevi järgi sisaldab rasvasool fosforhapusid soolaid ja väga väikese koguse kloor- ja väävelhapusid magneesiumi- ja kaltsiumisoolasid. Eelmises osas oli toodud mõningad soolamisel tekkivad soolvett iseloomustavad andmed. Tabelis 19 on toodud mitmesuguse päritoluga soolvee analüüside tulemused.

Tabel 19

**Kalade sooldumisel tekkivate soolvetete koosseis**

Nimetus	Sisaldus (%-s)					Erikaal	Märkus
	Vett	Tihedat jääki	NaCl	Orgaanilisi aineid	Fosforit		
Kaspia heeringas	73,6	26,4	19,9	4,21	0,147	1,22672	M. I. Turpajevi andmetel
Vobla	77,50	22,50	20,94	1,35	—	1,1665	I. V. Kiesevetteri andmetel
Sardiin	71,2	28,8	24,0	3,3	—	—	I. P. Levanidovi andmetel
Kaspia pusanok	76,93	23,07	18,86	3,71	0,17	1,16	I. P. Levanidovi andmetel
Sama	71,0	28,16	25,08	2,32	0,15	1,209	„

Keedusoola kirjeldades me tegime kindlaks, et teatud lahuse kontsentratsioonile vastab teatud erikaal ja kui viimane on teada, siis võib tabelite või valemite järgi kindlaks määrata lahuse kontsentratsiooni.

Naturaalsetes soolvetes on peale soola veel orgaanilisi ja teatavaid mineraalaineid, mille tõttu nende erikaal on suurem kui soolvetel, mis sisaldavad lahuses ainult soola.

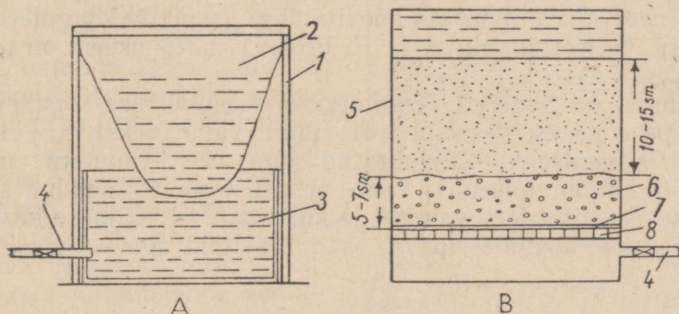
On kindlaks tehtud (Kaspia pusanoki soolamisel saadud soolvee näidisel), et lahustunud orgaaniliste ainete iga protsent soolvees suurendab erikaalu 0,008 võrra.

Nagu näitab tabel 16, toimub orgaaniliste ainete üleminek soolvette piiramatult aja, kusjuures mida väiksem on soola kontsentratsioon soolvees, seda suurem on orgaaniliste ainete kontsentratsioon. Orgaaniliste ainete sisaldus soolvetes teeb nad halofüülsetele bakteritele heaks keskkonnaks. Kuid täheldatakse huvitavat fakti, et sooldumise aja pikenedes või soolvee «vananemisel» bakterite arv selles väheneb.

Urvides soolvett pärast kaspia pusanoki sooldumist on saadud järgmised andmed (tabel 20).

Tabel 20

Soolvee vanus (soolamise kestus ööpäevades)	Kolooniate arv soolvee 1 sm <sup>3</sup> kala-agaril soolsusega			Hallituskolooniate arv 1 sm <sup>3</sup> -s susla- agaril
	0,50/0	100/0	240/0	
25	7800	54600	—	17
60	117	687	3	üleni kaetud
100	41	217	2	ei
125	64	98	0	ei



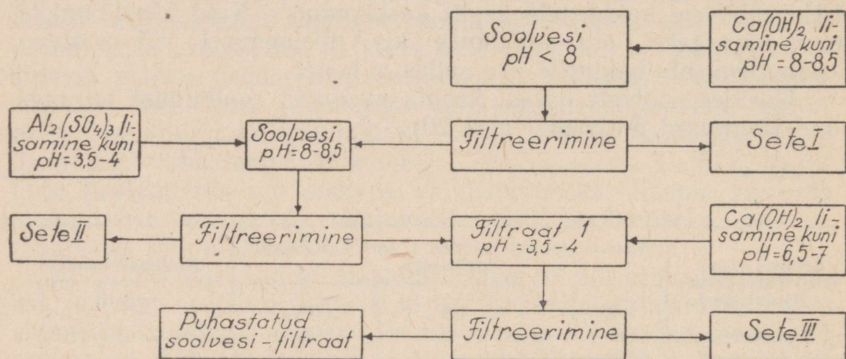
Joonis 3. Filtrid:

A — riidest kattega; B — sõmeralise pealiskattega (liivast). 1 — karkassid kottide riputamiseks; 2 — kotid bjassist või beltingist; 3 — filtreeritud soolvee koguja; 4 — torustik puhastatud soolalahuse ärajuhtimiseks; 5 — liivakiht; 6 — jämeda kruusa kiht; 7 — võrk; 8 — ribirest.

«Vanade» soolvete bakteritsiidsust märgitakse ka rea teiste uurijate poolt.

Vana soolvett, kui see on organoleptiliselt laitmatu, kasutatakse mõnikord tünnidesse pakitud kalade (heeringas, lõhilased) ülevalamiseks, soolakala pesemiseks ja segasoolamisel (enne soolamist valatakse soolvett basseini).

**Soolvee puhastamine.** Enne kasutamist soolvesi harilikult ainult filtreeritakse läbi hõredast riidest tehtud filtri või läbi teralise pinnaga filtri (joonis 3).



Joonis 3-a. Soolvee puhastamise skeem.

Soolvee täielikuks puhastamiseks ja suurema osa orgaaniliste ainete kõrvaldamiseks soovitatakse kasutada koaguleerimise viisi (G. G. Neprjahhin ja B. F. Frolov), mille skeem on toodud (joonises 3-a).

Puhastatud soolvett kasutatakse tööstuslikeks otstarveteks (kala pesemiseks, basseini või tunni valamiseks) või sellest soola eraldamiseks (väljaaurutamisega, vee loomuliku aurumisega või külmutamisega). Peale pesemist soolast saadud setteid esimesel ja teisel leelistamisel ja kuivatamisel võidakse kasutada söödajahuna, koaguleerimisel saadud setteid aga — väetisena.

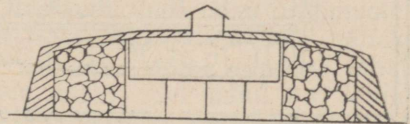
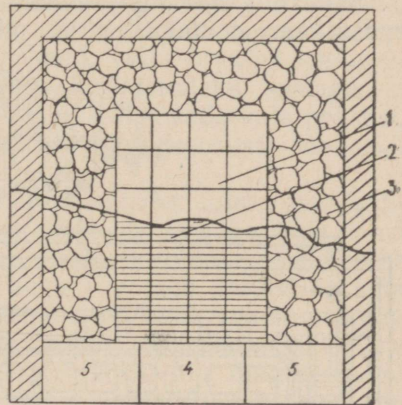
## II PEATÜKK

### KALASOOLAMISE TEHNIKA

#### SOOLAMISTSEHHID

Kala soolatakse soolamistsehhides, mida võib jaotada kahte gruppi. Esimesse gruppi kuuluvad need, mis õhutemperatuurist ei sõltu, ja teise need, mis sellest sõltuvad. Esimest tüüpi tsehhides võib hoida alalist temperatuuri teatud aja kestel, kuna aga teist tüüpi tsehhides temperatuur muutub sõltuvalt ümbritseva õhu temperatuurist. Et esimest tüüpi tsehhides temperatuur harilikult ei ületa  $10^{\circ}$ , s. t. on tunduvalt madalam ümbritseva õhu temperatuurist kevad-suvisel perioodil, siis neid tuntakse külm-soolamistsehhide nimetuse all. Esimest tüüpi tsehhide hulka kuuluvad näiteks Astrahani külm-soolamisruum ja Amuuri jäähoidla. Teist tüüpi tsehhide hulka kuuluvad Kaspia mere läänerrannikul, Sahhalinis ja Primorjes asuvad nn. varjualused heeringa soolamise jaoks. Kui kala kuulub enne soolamist lahkamisele, siis soolamistsehhe täiendatakse kala lahkamise tsehhiga.

Külm-soolamisruum (joon. 4) kujutab endast hoonet,

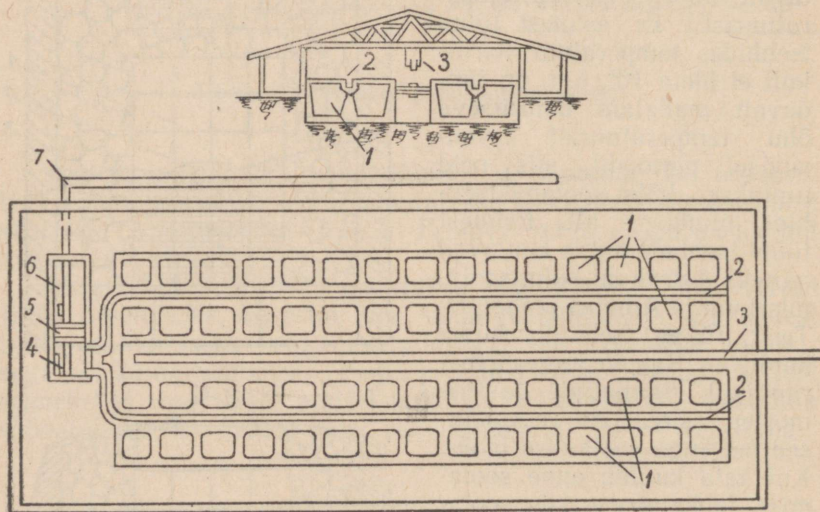


Joonis. 4. Külm-soolamisruum

1 — basseinid; 2 — kate; 3 — jäähoidla; 4 — esik; 5 — salved soola jaoks.

mille pikkus on 20—80 m ja laius 12—24 m. Külm-soolamisruumi keskel 4—5 m kaugusel külkseintest ja tagaseinast asetsevad 20—60 basseini, mille vahepealne osa täidetakse mullaga ja ülalt lüüakse laudadega kinni. Basseinidel on kate (tõstetavad lauad), mis üheaegselt täidab külüm-soolamisruumi põranda ots-  
tarvet. Seinte ja basseinide vaheline vaba ruum moodustab jää-  
hoidla ja täidetakse võimalikult tihedalt jääga kuni ülemise kat-  
teni. Ettevalmistatud külüm-soolamisruumi basseinide all oleva  
pinna iga jooksev meeter on varustatud umbes 20 m<sup>3</sup> jääga või  
(M. I. Turpajevi järgi) iga kuupmeetri soolamismahu kohta peab  
olema 1 kuni 1,6 m<sup>3</sup> jääd. Põranda ja laekatte vahel olev jää  
eraldatakse keskosast, kuhu on paigutatud basseinid, lahtikäi-  
vate võretatud vaheseintega. Külüm-soolamisruumi esiosa, mis  
on jääst vaba, on ühendatud külüm-soolamisruumi esikuga, mille  
välisseinas on uks. Vanaaegsete külüm-soolamisruumide seinad  
ja katused on puust, kusjuures nad on täidetud kõikidest külge-  
dest peale esikülje kuni 70 sm paksuse mullakihiga, mis täidab  
soojuse isoleerimise otstarvet. Temperatuur külüm-soolamisruumis  
ei tõuse kõige kuumemal suvekuudel üle 15°.

Sahhalini heeringa soolamise tsehh (varjualune) kujutab  
endast kergest tüüpi ehitist pikkusega 50 m, laiusega 18 m



Joonis. 5. Sahhalini heeringa soolamise tsehh:

1 — basseinid; 2 — basseinidevaheline hüdrotransportöör soolaheeringa jaoks; 3 — hüdrotransportöör värskel heeringa tsehhi toimetamiseks; 4 — soolvee vatsuvõtja transportimiseks; 5 — sadestaja; 6 — soolvee koguja; 7 — võrktransportöör heeringa jaoks.

(joon 5). Tsehhis on 64 basseini ühendatud 2 või 4 sektsiooni, igas sektsioonis 32 või 16 basseini. Basseinid on reeglipäraselt  $\frac{2}{3}$ — $\frac{3}{4}$  oma kõrgusest kaevatud maa sisse. Piki seinu olevaisse vahekäikudesse on paigutatud soola tagavara.

Kala soolamise basseinidel on tõmpkoonuse või täisnurkse prisma kuju (viimasel juhul nimetatakse neid kastideks) ja valmistatakse kas betoonist või puust. Basseinide maht kõigub 10 kuni 30 m<sup>3</sup>, sügavusega 1,6 kuni 2 m.

Laialdaselt on levinud ajutiste basseinide kasutamine, mis püstitatakse puust karkassidele.

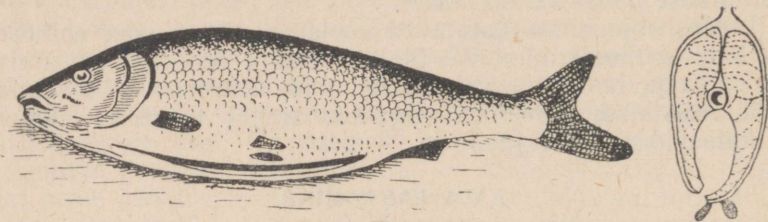
Teistes rajoonides kujutavad soolamistehhid oma ehituselt kas külm-soolamisruumi või ülalkirjeldatud heeringa soolamise tsehhi, kusjuures erinevus seisab vaid detailides (basseinide mõõt, maa sisse kaevamise sügavus, tsehhi ruumide olemasolu kala pakkimiseks jne.).

### KALA LAHKAMINE

Peaaegu kõik suurkalad suunatakse enne soolamist lahkamisele, mille eesmärk on: a) kõrvaldada söögiks kõlbmatud organid ja kala kehaosad, mis on suurte riknemise omadustega (magu, sooled, neerud ja muu sisikond, välja arvatud suguproduktid); b) suurendada kalapinda kokkupuuteks soolaga ja parendada soola läbiimbumist lihas; c) vähendada kala paksust, s. o. lühendada tee pikkust kudedesse difundeeruvate soolaosakeste jaoks.

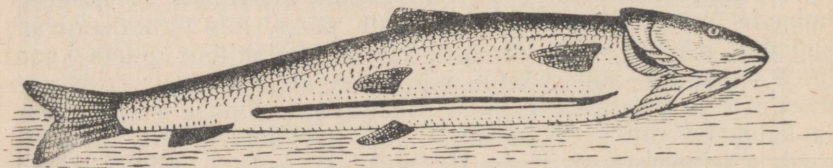
Igasuguse kala sooldumise kiirendamiseks tuleks teoreetiliselt suunata see lahkamisele, sest mida suurem on kala pind (suhteliselt mahule ehk kaalule), seda kiiremini sooldumine lõpeb. Kuid eripindala suurenemisega suureneb ühtlasi ka kala kudede vee kadu, aga kloornaatriumi osakeste parema imbumise puhul kalapinnasse muutub samuti paremaks kalakudede imbus orgaaniliste ainete osakeste jaoks, mis difundeeruvad kudedest soolvette. Paratamatut vee ja orgaaniliste ainete kadu tuleb soolamisel miinimumini viia ja see kutsubki esile erinevate mooduste ja võtete kasutamise vastavalt soolamise tingimustele ja kalakeha ehituse erinevusele kala lahkamisel. Nii näiteks, madala temperatuuri juures (0° piirides) pole vajadust lahata kala paksuse tunduvaks vähendamiseks. Sel juhul on küllaldane, kui kõrvaldatakse ainult mittesöödavad organid ja kehaosad ja võimaldatakse otsene soola juurdepääs sisemise kõhuõõnsuse pinnale. Vastupidi, kõrge temperatuuri puhul ja soola halval läbivusel kala pinnapealsetest kudedest tuleb kasutada sellist lahkamise moodust, kus väheneb kalakeha paksus ja soola

kokkupuutumine ei piirdu mitte ainult välispinnaga, vaid esineb ka paljastatud lihaskudedega kokkupuude. Soolatud kalatoodete valmistamisel mitmesugusest toorkalast paljude aastate praktika tulemusena on Nõukogude Liidus välja kujunenud täiesti ratsionaalsed lahkamise viisid, arvestades ühtlasi kala anatoomilise ehituse erinevusi ja tingimusi, mille juures toimub soolamine. Kõik kasutatavad lahkamise viisid kala soolamise ettevalmistamiseks, võib jaotada kolme põhilisse liiki: rookimine, ümbertöötamine lapikuks, fileerimine.



Joonis 6. Roogitud kala (lõikega kõhu paremal poolel).

Lahkamisel rookimisega saadakse roogitud kala, roogitud peata (kui lahkamisel pea kõrvaldatakse), roogitud lõhelõikega; lapikuks ümbertöötamisel saadakse lapik peaga, lapik peata, lapik klipfisk; fileerimisega lahkamisel saadakse lapik-filee<sup>1</sup>. Kala lahkamisel lõigatakse kõht rinna uimede vahelt ahikust kuni päraku avauseni. Pärast sisikonna eraldamist, sealhulgas ka suguproduktid, puhastatakse kõhuõõs vereklompidest. Ahikut võib mõnedel kaladel (tursklastel, lestlastel, mereahvenal) ka läbi lõigata. Kaladel, millel on arenenud kõhus rasvakoed, võib lõike teha kõhu vasaku külje poolt, jättes kõhuuimed paremale küljele (joon. 7). Roogitud kaladeks lahatakse suurem osa kalu,



Joonis 7. Roogitud kala (lõikega kõhu keskel kõhuuimede vahelt).

<sup>1</sup> Praktikas, aga samuti ka tehnoloogilistes instruksioonides ja GOST-ides nimetatakse roogitud kala ümarkalaks. Näiteks roogitud koos pea kõrvaldamisega nimetatakse peata ümarkalaks, aga roogitud lõhelõike-  
liselt — lõhelõikega ümarkalaks.

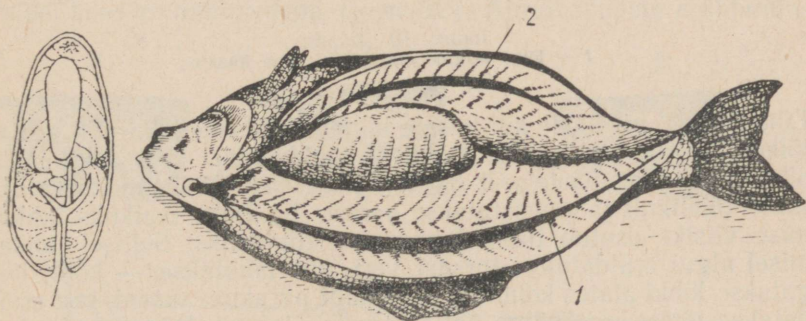
alates lõhilastest ja lõpetades väikese soomkalaga — voblaga. Kui pärast rookimist täiendavalt eraldatakse pea, siis niimoodi lahatud kala nimetatakse peata ümarkalaks. Selliselt lahatakse peaasjalikult tursklasi.

Et saada lõhelõikega roogitud kala, (joon. 8) sjomga, Kaug-Ida lõhilasi, Kaspia lõhi jt., toimub lahkamine järgmiselt: kõht



Joonis 8. Roogitud kala lõhelõikes.

lõigatakse läbi kahe pikilõikega: esimene — päraku avausest kuni kõhuuimedeni ja teine — 4—10 sm tagantpoolt kõhuuimi, vastavalt kala mõõdetele, kuni ahikuni (kurgualuseni), viimast mitte läbi lõigates (Kaug-Ida lõhilistel tehakse teine lõige algsuga kõhuuimedest). Sisikond, lõpuskaared ja suguproduktid eraldatakse täielikult, puhastatakse vereklompidest. Sabaosa



Joonis 9. Poollapik:

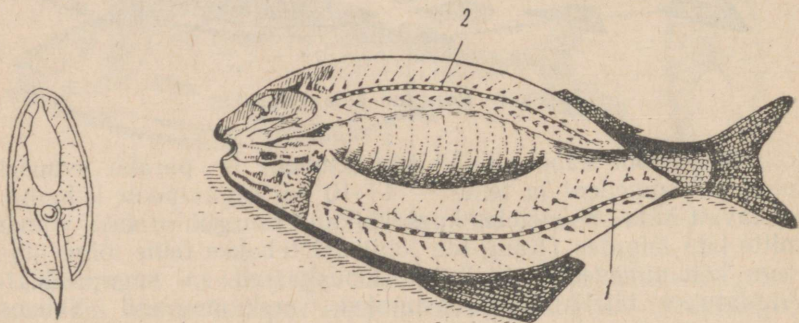
1 — lõige selgroo alt; 2 — lõige lihasse.

lihasse tehakse kõhuõõnsuse seest torge ühelt või ka mõlemalt poolt selgroogu, jättes rikkumata naha ja ribid.

Lahkamisel poollapikuks lõigatakse kala kahe võttega mööda selga kaheks osaks, jättes selgroo vasakule küljele (joon. 9). Esimene lõige tehakse pea juurest sabarootsu suunas, lõigates lahti seestpoolt kõhuõõnsuse, kuid läbi lõikamata kõhu poolt nahapinda. Teine lõige tehakse pea juurest parema silma suu-

nas. Nii ühele kui teisele osale tehakse lihase pikilõiked, mitte läbi lõigates nahka. Sisikond eraldatakse täielikult, puhastatakse vereklompidest; suguproduktid võidakse jätta kalasse. Poollapikuks lahatakse Nõukogude Liidu lõunarajoonides suurt ja väikest soomkala.

Lapikuks lahkamine erineb poollapikuks lahkamisest selle poolest, et lõige piki selga tehakse vahetult selgroo kohalt, mis samuti nagu poollapikulgi jäetakse vasakule poolele, ja selle poolest, et pea pikilõige tehakse kuni pealmise huuleni (joon. 10).

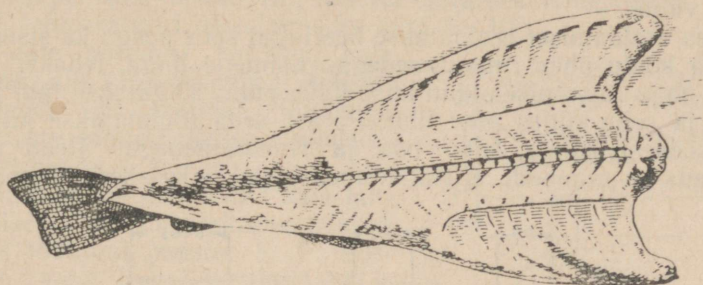


Joonis 10. Lapik:  
1 - lõige selgroo pealt; 2 - lõige lihasse.

Liha osasse, nii ühele kui teisele küljele võidakse teha piki pealelõiked, rikkumata nahka. Lõhilaste lahkamisel võib pikilõikeid olla mitu, olles üksteisest 3,5 sm kaugusel. Sisikond kõrvaldatakse täielikult ja puhastatakse verest. Eriliseks lapikuks lahkamise viisiks osutub tursa lahkamine klipfiskiks. Sellisel lahkamisel algul eraldatakse tursast veri, siis lahatakse — kõht, lõigatakse lõhki alates kõhuuimedest kuni pärakuavauseni, pea eraldatakse jättes kere külge paljastamata õlaluud. Pärast seda, kui sisikond on kõhulõike kaudu välja võetud, töödeldakse saadud peata ümarkala lapikuks kõhuõõnsusest, alates pea juurest, tehakse piki selgroogu kuni sabauimeni lõige: selgroog peast kuni neerudeni eraldatakse (joon. 11). Lahkamine klipfiskiks on keeruline ja töödnõudev operatsioon.

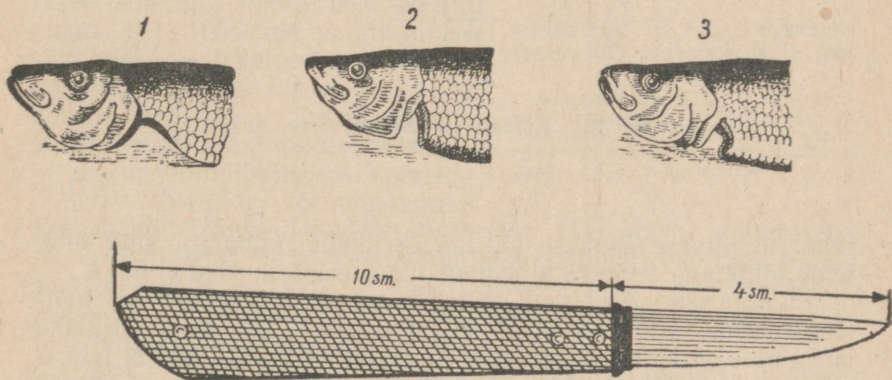
Fileerimist kasutatakse peamiselt lõhilaste lahkamisel lappfilee saamiseks. Nimetatud lahkamise moodus seisneb selles, et kala pärast rookimist ja pea kõrvaldamist lõigatakse kaheks pooleks, selgroog, kile, sisikond ja uimed, ühtlasi ka sabauimed, aga kõrvaldatakse. Õlaluud ja ribid jäetakse filee külge.

Heeringlaste lahkamine erineb mõningal määral kirjeldatud lahkamise viisidest. Nõukogude Liidus suunatakse peamine kogus heeringlasi soolamisele ilma lahkamiseta. Kuid toituva



Joonis 11. Klipfisk.

heeringa soolamisel tuleb kasutada lahkamist — rappimist või peade eraldamist, mille tulemusena on võimalik saada mitte ainult heakvaliteedilist valmistoodangut, vaid see on ka parema säilivusega. On olemas mitmeid rappimisviise. Täielikult rahuldavad tulemused saadakse lõpuste, sisikonna ja kõhuosa eraldamisel koos rinnauidedega (joon. 12). Ainult lõpuste eraldamine

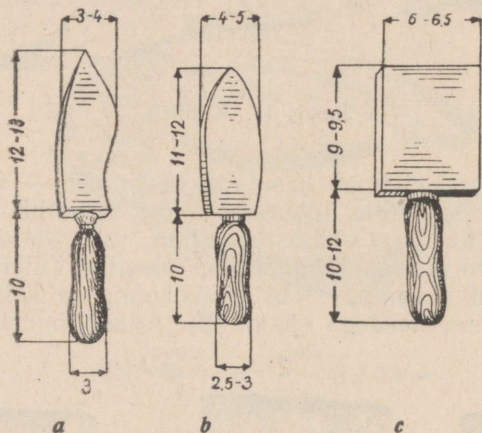


Joonis 12. Rapitud heeringas ja rappimisnuga:  
1 — šoti võte; 2 — hollandi võte; 3 — lihtsustatud võte.

või lõpuste eraldamine koos sisikonnaga ilma rinnauidede eraldamiseta vajalikku efekti ei anna. Rappimiseks kasutatakse erilist terava otsaga nuga, mis torgatakse vasakpoolsesse lõpus-

kaane avause niimoodi, et noa ots väljuks paremale saba ja kõhu poole ning läbilõige tehakse tagantpoolt rinnauimi. Pärast seda rebitakse lõpused koos sisikonnaga, ahikuga ja rinnauimedega välja.

Pea eraldamisel eraldatakse heeringal koos peaga ka sisikond ja osa kõhtu ühes rinnauimedega. Esimene lõige tehakse niisama nagu rappimisel, kuid teise lõike puhul lõigatakse läbi kuklaluu ja selle küljes olev liha. Pärast seda tõmmatakse küljest pea koos sisikonna, kõhu osa ja rinnauimedega. Pead võib eraldada ka niimoodi, et rinnauimed jäetakse kalakere külge. Sel



Joonis 13. Kalade lahkamise noad (mõõdud sm):

*a* — latika, *b* — lesta, *c* — kiinnuga.

juhul lõigatakse esimese lõikega eestpoolt rinnauimi ahik läbi, teine lõige aga tehakse niisamuti nagu esimese viisi puhul.

Suurem osa ettevõtteid lahkab kas vastuvõtussehis või töötlemistsehhis, mis asetsevad soolamistsehi läheduses. Kalade lahkamine on küllaltki suurt tööd nõudev protsess. Käsitli lahkamisel on suur tähtsus nugade vormil, teral ja käepidemel, terase kvaliteedil, millest terad on valmistatud. Noad, eriti nende otsad, peavad alati olema teravaks teritatud. Tööstuslikus praktikas on suuremat levikut leidnud järgmised noa tüübid: latika, lesta ja kiinnuga. Joonisel 13 on ära toodud peamised noa tüübid.

Lahatud kala suunatakse pesemisele mustuse, vere ja lima kõrvaldamiseks. Kõige sagedamini kasutatakse pesemiseks kahekordse põhjaga vanne, kuhu lakkamatult voolab puhas vesi.

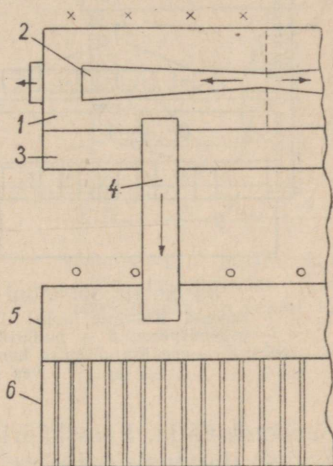
Pinna pealt, kõhuõõnsusest, sisemistest lõigetest eraldatakse lima ja veri harjade või riividega. Et kalalihasse ei imbuks vett, tuleb kala vannis viibimise aega lühendada miinimumini. Kui vee temperatuur ületab 15°, siis on otstarbekohane lisada vanni jääd, temperatuuri alandamiseks kuni 5–10°.

Peale pesemist hoitakse kala teatud aja (15–30 min.) erilistel laudadel või restidel, lõigetega allapoole, pinnalt üleliigse niiskuse nõrgumiseks.

Joonisel 14 on toodud kala lahkamise ja pesemise skeem, mis on välja töötatud meister K. F. Posmetjevi poolt. Kala lahatakse laual 1, millel on kaks renni, üks sisikonna jaoks (2) ja teine marja ning niisa jaoks (3). Lahatud kala lastakse mööda kanalikest 4 pesemiseks vanni 5, millest ta suundub nõrgumislauale 6 nõrgumiseks. Soolamisbasseinideni toimetatakse kala vagonettide abil.

Lõhilaste lahkamiseks kasutatakse mõningal määral teist skeemi (joon. 15). Töölised paigutatakse süvikuisse — tranšeedesse (1) sügavusega umbes 0,8 m, kuhu on põigiti asetatud vastavalt tööliste arvule laudad kala lahkamiseks (2) ja pesemisevannid (3). Sisikondade ja teiste lisandite kõrvaldamiseks kulgeb piki tranšeed hüdrotransportöör (4). Marja kogumiseks on igal rookijal korv. Vastuvõtuplatsilt suunatakse kala transportööri kaudu järjekorras ühest tranšeest teise mööda kallakut põrandat. Käesoleval ajal kasutatakse mõningate kalaliikide lahkamiseks kalalahkamismasinaid.

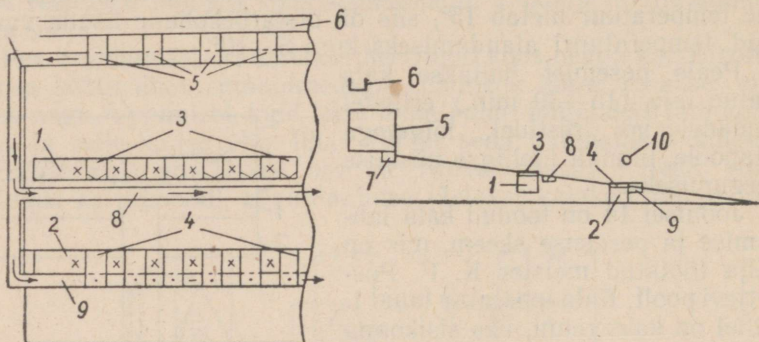
Ussovi masin lahkab gorbušat ümarkalaks peaga ja teeb järgmisi operatsioone: lahkab lahti ketassae abil kõhukoopa pärakuuimest kuni kurgualuseni, avab kiilukujulise lahkaja abil kõhukoopa ja sooritab edasi-tagasi liigutusi, võtab vastava nõu abil välja marja (niisa) pumbid. Nimetatud nõu koosneb kahest kuue-liigendiga osast, sooritades vertikaalsel pinnal edasi-tagasi liigutusi. Nõu, suundudes avatud olekus kõhukoopasse, haarab pumbid, sulgub, tõuseb koos pumpidega üles, avanemise järel



Joonis 14. K. F. Posmetjevi skeem kala lahkamiseks ja soolamiseks:

1 — lahkamislaud; 2 — renn jäätmete jaoks; 3 — renn marja ja niisa jaoks; 4 — kanal lahatud kala edasisuunamiseks; 5 — pesemisvann; 6 — nõrgumislaua.

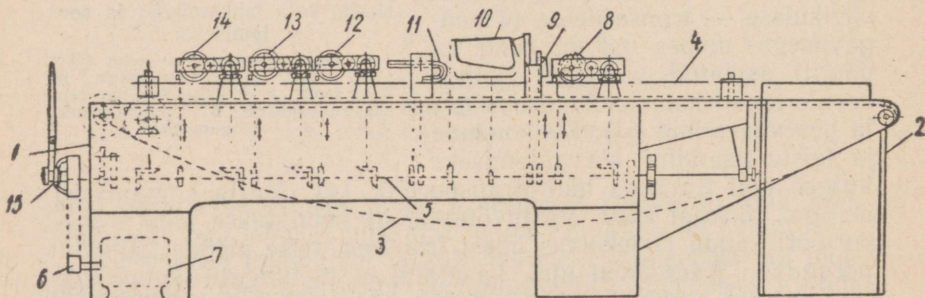
heidab need kanalikesesse, kust need puistatakse kogujasse. Nüüd lõigatakse läbi söögitoru ja võetakse ketaskääride abil



Joonis 15. Sahhalini lõhilaste lahkamise seadme skeem.

1 — süvend lõikajate jaoks; 2 — süvend pesijate jaoks; 3 — lahkamislaud; 4 — pesemisvann; 5 — punkrid toorkala jaoks; 6 — hüdrotransportöör toorkala jaoks; 7 — vee ärajuhtimise kanal; 8 — kanal sisikonna jaoks; 9 — kanal pesuvee jaoks; 10 — veejuhe.

sisikond välja. Ketaskäärid sooritavad vertikaalsel pinnal edasi-tagasi liigutusi, vajaduse korral avanedes ja sulgudes, lahkaavad freesidega neerud piki selgroogu. Selle järel puhastab masin



Joonis 16. Ussovi kalalahkamismasin:

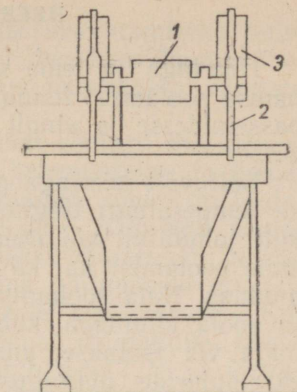
1 — kandekere; 2 — vastuvõtulaud; 3 — kett-konveier; 4 — lint-transportöör; 5 — peavõll; 6 — ajam; 7 — elektrimootor; 8 — ketassaag kõhu lahkamiseks; 9 — lapi-kuks lahkaja; 10 — marja väljavõtmise mehhanism; 11 — ketaskäärid; 12 — freesimis-mehhanism; 13 ja 14 — kummist harjad pesemiseks; 15 — lülitismuuhv.

kummiharjade abil kala kõhukoopa ja pealispinna. Masina üldskeem on ära toodud joonisel 16. Üle kogu masina mehhanismi

liigub kala edasi kettkonveieri abil, kõht ülespoole, sellises asendis ta peatataksegi kahe linttransportööri abil, mis liiguvad samas asendis ja samasuguse kiirusega nagu kettkonveiergi. Masina töövõimsus on 30 tk. minutis.

Üksikute tööoperatsioonide mehhaniseerimiseks võidakse kasutada lihtsama konstruktsiooniga seadeldisi. Näiteks, mõningates ettevõtetes lahatakse kõht ja eraldatakse pea kere küljest ketaskääride abil vastavai pingil.

Tabelis 21 on toodud andmed lahatud kala väljatuleku kohta, mis suunatakse soolamiseks (ümarkalaks lahatusena peaga, ilma peata, poollapik, lapik).



Joonis 17. Masin kala kõhu lahkamiseks (kala rookimiseks) ja peade lõikamiseks:

1 — ülekanderatas; 2 — ketasnoad; 3 — kaitse.

Tabel 21

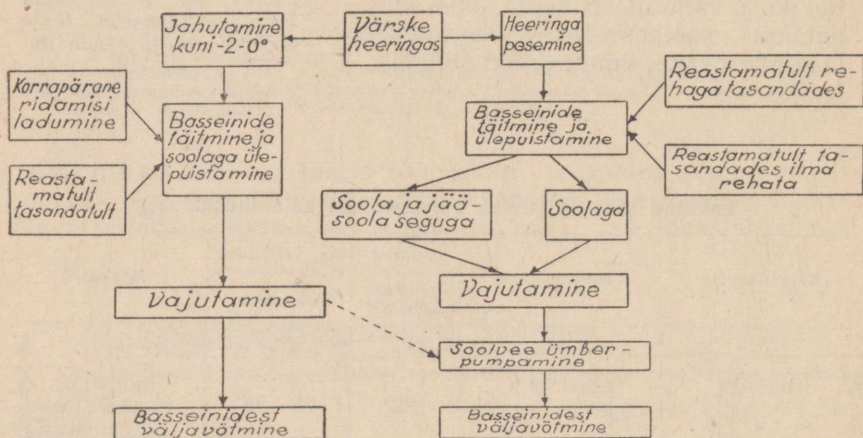
Lahatud kala väljatulek (protsentides kala üldkaalust)

Kala nimetus	Lahkamise viis	Lahatud kala väljatulek		Märkused
		normide kohaselt	kõikumine	
Gorbuša	Ümarkala roogitud peaga	83	83—88	Sahhalini Kalatööstuse Peavalitsuse andmeil
Keta	„ Lapik	82	81,4—85,1	—
„	filee	68	—	—
Vaikse ookeani tursk	Ümarkala roogitud peata	62	53—62	Sahhalini Kalatööstuse Peavalitsuse andmeil
Tursk	Klipfisk	57	56,9—60,2	Prištšepovi ja Lossevi andmeil
Suur soomkala	Lapik	88	—	—
Väike soomkala	Poollapik	87	—	—

## HEERINGLASTE SOOLAMINE

Heeringa ja tema sugukondlaste — räime, tülka, kilu ja hamsa soolamine tomiub enamikus Nõukogude Liidu rajoonides basseinidesse ja ainult suhteliselt väike osa soolatakse tünnidesse.

Sõltuvalt heeringa mөөdetest, tema rasvasusest, aga samuti ka temperatuuri tingimustest soolatakse heeringat kas kunstlikult jahutatult või ilma jahutamata. Jahutada võib omakorda enne soolamist kui ka soolamise ajal, vahetult kala soolamise anumas. Kala soolamise anum täidetakse vahelduvalt heeringa ja soola kihtidega, kuhu heeringas segatakse ridadesse ladumata või laotakse anumasse korrapäraste ridadena üksikute eksemplaride ühesuguse asetusega. Heeringa basseini soolamise skeem on ära toodud joonisel 18.



Joonis 18. Heeringa basseinis soolamise tehnoloogiline skeem.

**Soolamine basseinidesse reastamatult.** Kõige lihtsamini on tehniliselt läbiviidav heeringa soolamine reastamatult — segamini. Basseini või salve, kuhu on eelnevalt puistatud soolakord (juhul, kui teostatakse kuivsoolamist), kallatakse teatud kogus heeringaid, võimaluse piires mөөdetelt ühepikkusi, et pärast laialiajamist kala soolamise anum saadaks ühetasane kiht. Väikeste heeringate puhul kiht ei tohi ületada kahekordset, ülejäänute puhul aga ühekordset heeringa keha paksust. Kala soolamise anuma pinnal heeringas tasandatakse kas mõladega või

loobitakse laiali kahvadega. Kihi paksuse saavutamiseks puistatakse esimesel juhul kogu tarvisminev heeringa kogus ühekahe võttega, teisel juhul aga see kogus puistatakse väikeste annustena.

Kihi pealmine kord puistatakse ühtlaselt soolaga üle, pärast seda lisatakse järgmine heeringa annus, tasandatakse ja uuesti puistatakse sool peale jne., kuni kala soolamise anum on täidetud ääreni. Pealmine heeringakord kaetakse rikkaliku soolakihiga, jäetakse sellisesse olukorda üheks öö-päevaks ja siis asetatakse vajutis peale. Vastavalt anuma täitumisele muutub soola hulk, mis kulutatakse kihtide peale riputamiseks. Kui doseeritava soola hulk võtta basseini alumise kolmandiku kohta üheks, siis keskmises kolmandikus võrdub see 1,25 ja ülemises — 1,5. Soola niisuguse jaotamise korral välditakse basseini alumises osas kõrgema kontsentratsiooniga soolvee tekkimist, mille tõttu kontsentratsiooni loomulik ühtlustumine ei oleks olnud võimalik. Suurema koguse soola doseerimise puhul ülemistes kihtides enam kontsentreeritud soolvesi valgub alla, segunedes vähemkontsentreerunuga, parandades kontsentratsiooni võrdseks muutumise protsessi.

Kuid loomulik segunemine kulgeb aeglaselt ja et seda kiirendada, eriti katkestatud soolamise korral, pöörduetakse tahtmatult selle segamise juurde, pumbates soolvett alumistest kihtidest basseini ülemistesse. Soolvett tuleb ümber pumbata niikaua, kuni on kindlaks tehtud soolvee ühesugune erikaal, mis saavutatakse umbes ühekordsel soolvee ümberpumpamisel basseinis.

Segasoolamise puhul täitmise kord ja soola doseerimine jääb samaks. Erandid on vaid selles, et enne soolamise algust kallatakse kala soolamise anumasse teatud hulk soolvett, mis on pëaaegu võrdne heeringa ja soolasegu vaba mahuga. Näiteks ühes kuupmeetris kevadise sahhalini heeringa ja soola segus (soola annus 30%) on vaba maht (tühi ruum) võrdne 0,14 m<sup>3</sup>. Tähendab, iga täidetud 1 m<sup>3</sup> soolamise mahu kohta on vaja juurde lisada umbes 0,14 m<sup>3</sup> soolvett. Esimesed heeringakogused kallatakse sisse ilma soolaga üle puistamata, kuni heeringas on kattunud soolvee kihiga, ehk nagu öeldakse, kuni soolvesi muutub paksuks, või kuni «sillakese» moodustumiseni. Pärast seda puistatakse heeringa pealmine kord soolaga üle ja edasine täitmise protsess kulgeb niisamuti nagu eelneval juhul, — kuivsoolamisel.

Soolamisel tekkiva soolvee erikaal on enamikul juhtudel konstantne ja kõigub vastavalt kasutatavaile soola annustele 1,17 kuni 1,20 piirides, heeringa erikaal aga tõuseb ja kõvasoola heeringal (soola sisaldusega 17—18%) ulatub see 1,16—1,17.

Normaalseks soolamiseks on tarvilik, et heeringas oleks täielikult soolvee kastetud, kui aga viimast on moodustunud selleks otstarbeks juba vajalikul hulgal. Tavaliselt saabub heeringa soolveega täielik kattumine 2—3 ööpäeva pärast, mil ühelt poolt kala soolamise anumasse (kuivsoolamise puhul) on kogunenud soolvesi, aga teisest küljest heeringa erikaal on mõningal määral tõusnud. Raskuse suurust, mis on nõutav asetamiseks soolaheeringa massi peale, võib küllalt täpselt määrata, kui on teada heeringa erikaal, soolvee erikaal ja kala soolamise anumal oleva soola kogus.

Oletame, et soolvee erikaal võrdub 1,2; heeringa erikaal 1,065—1,075, lahustumata soola kogus 15% heeringa kaalust. Ujumistungi (kehakaalu ja tõstejõu vahe) võib määrata järgmise valemi abil:

$$r = Q - p = Q - Q \frac{d_2}{d_1} = Q \left( 1 - \frac{d_2}{d_1} \right)$$

kus:  $Q$  — heeringa kaal,  
 $P$  — tõstetung,  
 $d_1$  — heeringa erikaal,  
 $d_2$  — soolvee erikaal.

1 tonni heeringa ujumistung võrdub:

$$r = \left( 1 - \frac{1,2}{1,07} \right) = -0,12 \text{ tonni.}$$

Märk miinus tähendab, et tõstetung mõjub alt üles.

Selleks, et heeringas vajuks täielikult soolvee sisse, tuleb iga tonni heeringa kohta asetada raskus, mis on võrdne 0,12 tonniga. Kuid heeringate peal on 15% soola ehk 0,15 tonni, mis kaalub soolvees 0,075 tonni. Seejärgi lisatud raskuse kaal peab olema  $0,12 - 0,075 = 0,045$  tonni. Sooldumise tulemusena soola kaal küll kahaneb, kuid samaaegselt erikaal tõuseb ja heeringa absoluutne kaal väheneb, sellepärast on lisatud raskus küllaldane heeringa soolvees hoidmiseks terve sooldumise perioodi kestel. Lisaraskust võib asendada restidega, asetades need kala pealmisele kihile ja kinnitades klambritega liikumatult basseini seinte külge. Sel juhul peavad klambrid välja kanatama surve, mida ujuvad heeringad neile avaldavad ja mis on võrdne ujumistungiga. Niisugust viisi kasutatakse suhteliselt madala temperatuuriga soolamise puhul väikse ja keskmise rasvasusega heeringatel (kevadine heeringas Kaspia läänerrannikul, Sahhalinis, Primorjes, Kamtšatkas, Murmani rannikul, väike heeringas Volga-Kaspia rajoonis), masspüügi perioodil, tavaliselt kohandatud kevadise kudemise aja migratsiooniks.

**Jahutatud soolamine.** Kunstlikult jahutatakse temperatuuri heeringa soolamisel kas enne soolamist või soolamise momendil. Esimesel juhul jahutatakse heeringas jää-soola segus temperatuurini  $-2^{\circ}$  kuni  $0^{\circ}$  vannides või basseinides, pärast seda paigutatakse teise kala soolamise anumasse, kus soolatakse. Teisel juhul puistatakse heeringas soolaga üle basseini kallamise ajal ja lisatakse peeneks purustatud jääd. Soola doseerimist ei arvestata sel juhul mitte ainult heeringa enda soolamise jaoks, vaid ka vee küllastamiseks, mis moodustub jää sulamise tõttu. Lisatava jää kogus ripub ära kala temperatuurist, mis tuleb soolamisele, ümbritseva õhu temperatuurist ja soovitud jahutamise astmest. Näiteks, Sahhalini toituva heeringa soolamisel basseinidesse juunist — oktoobrini soovitatakse kasutada järgmist jää doseeringut suhteliselt heeringa kaalule (%-des):

heeringa temperatuuri juures	0 kuni	$5^{\circ}$	.	.	.	9
— „ —	— „ —	— „ — $5$ — „ — $10^{\circ}$	.	.	.	18
— „ —	— „ —	— „ — $10$ — „ — $15^{\circ}$	.	.	.	27

mis kindlustab heeringa kui ka soolvee abimaterjalide (soola) jahutamise kuni  $0^{\circ}$ . Jääd võidakse soolaga segada kala soolamise anumaks kui ka mujal. Valmis jääsoola segu jahutab heeringat paremini, kui soola lisamine basseinis olevale jääle.

Eelnevalt jahutatud heeringas laotakse basseini korrapärase ridadena või puistatakse mitte suurte kogustena, sealjuures jälgides, et kihi paksus üle kogu kala soolamise anuma ei ületaks kala paksust. Kala jahutamisel soolamise ajal toimub basseini täitmine heeringatega teisel viisil.

Ridamisi ladumisel laotakse heeringad paralleelselt ridadele, kus kalad on paigutatud ühesugusesse asendisse, tihedalt üksteisele külgedega ligi litsutult, seljaga allapoole, peadega ühes suunas, iga kihti soolaga üle puistates. Niisugune ladumise viis rahuldab kõige paremini soolvee kontsentratsiooni kiire segunemise nõuded kogu basseini ulatuses, seda soodustavad kalade vahel olevad vahemikud, olles omapärasteks kindlavormilisteks vahenditeks, millel on vertikaalne suund ülevalt kuni põhjani.

Et jälgida basseinis sooldumise protsessi, moodustatakse nõndanimetatud kaev — vaba ruum diameetriga umbes 15 sm. Kaev valmistatakse järgmisel viisil: basseini seinäärde ülevalt kuni põhjani püstitatakse kahest või kolmest lauast kokku löödud renn.

Soolamisel üheaegse jahutamisega puistatakse kala soolamise anumaks iga heeringakiht soolaga üle, ja peale seda iga

2—3 kihi järele peenekspurustatud jää ja soolaga ehk valmis jää-soola seguga. Jäätükikesed või jää-soola segu heeringa kihile jaotamisel peavad ühtlaselt katma kogu pealispinna, selle doseerimist kala soolamise anuma täitumise määral suurendatakse samade annuste viisi nagu soolagi. Ülemine kiht kaetakse rikkaliku soola ja jää-soola seguga. Kui soolatakse niisugustes tsehhides, mis on ümbritseva õhu temperatuurist sõltuvad, siis külma täielikuma kasutamise eesmärgil tuleb kala soolamise anum pärast selle kalaga täitmist niisuguste laudadega kinni katta, mis on soojuse isolatsiooni materjaliga vooderdatud. Kui jahutamine viiakse läbi üheaegselt kala anumasse soolamisega, siis jääga jahutatud soolvesi kallatakse tavaliselt anumasse.

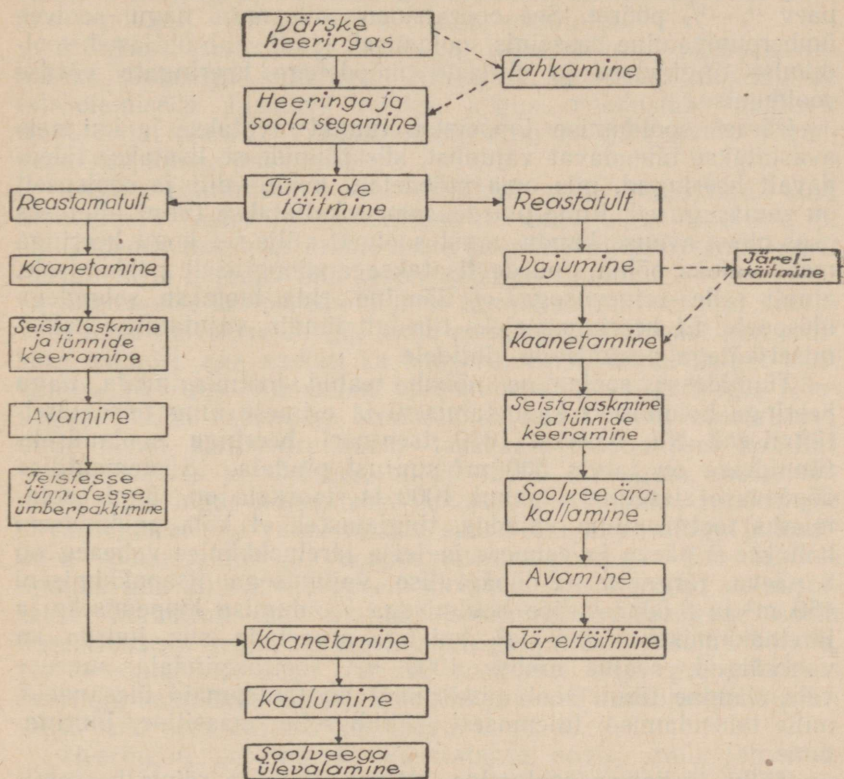
Soolamise puuduseks jää lisamisel basseinidesse nende heeringaga täitmise ajal on ebahütlane jahutamine. Kihtides, mis on kokkupuutel jahutava seguga, toimub jahtumine tunduvalt intensiivsemalt ja temperatuur langeb palju rohkem kui kihtides, kus heeringas on segatud ainult soolaga. Ebahütlane temperatuur kutsub esile mitteühesuguse sooldumise (difusiooni koefitsient sõltub temperatuurist), mis kõrvaldub ainult pärast pikemaajase sooldumise möödumist, mil kala ja soolvee temperatuur ühtlustub kogu basseinis. Temperatuuri ühtlustamise protsessi kiirendamist võidakse saavutada sooldumisel eralduva soolvee überpumpamise teel (3 korda või rohkem). Sel juhul kulgeb sooldumine ühtlasemalt ja lühiaegse soolamise kestel ei esine isegi ühe- ja samasuuruste mõõdetega heeringa gruppides märkimisväärset soolasisalduse kõikumist.

Eelneva jahutamisega soolatakse heeringaid Volga-Kaspia ja Aasovi-Mustamere rajoonides. Soolamist üheaegse jahutamisega kalasoolamise anumas kasutatakse kõigis Nõukogude Liidu kalatööstuse rajoonides toituva rasvunud heeringa jaoks sügisperioodil. Lähtudes suurest tööjõu tarvidusest kasutatakse ridamisi ladumise moodust ainult valitud ja suure heeringa soolamisel Volga-Kaspia rajoonis.

**Tünni soolamine.** Heeringa soolamine tünnidesse leiab käesoleval ajal ikka rohkem ja rohkem kasutamist, kuna sellel on vastuvaidlematuid eeliseid võrreldes basseinidesse soolamisega. Peamiseks tünnide täitmise viisiks on korrapärane heeringa ridadesse ladumine ja ainult toorkala massilise sissetuleku perioodil lubatakse tünni segamini täita, sellele järgneva überpakkimisega, kusjuures heeringas laotakse jällegi korrapäraselt ridamisi.

Heeringa tünni soolamise üldine skeem, heeringa ridamisi ladumise mooduse kasutamisega on toodud joonisel 19. Terve

või eelnevalt lahatud heeringas (rapitud, peata) veeretatakse soolas ja laotakse tünni, ilma et naha külge jäänud soolakristalle oleks maha raputatud.



Joonis 19. Tünni soolamise tehnoloogiline skeem.

Heeringas laotakse seljaga allapoole, asetades ristamisi ridadesse kuni tünni täitumiseni. Iga kiht, mille kõrgus on võrdne kalakeha paksusega, puistatakse veel täiendavalt, olenevalt kasutatud annusest, soolaga üle. Tünnid täidetakse ühe rea võrra ülemisest äärest kõrgemale ja jäetakse mõningaks ajaks kaanetatamatult seisma (laevadel soolamisel täidetakse kuni uurde tasemeni ja tünn kaanetatakse kohe).

Sooldumise algusega soolatud heeringa massi maht kahaneb ja tasapind langeb uurdeni või veelgi madalamale, mille järel

tünnid kas kaanetatakse või täidetakse täiendavalt sama soolaheeringaga ja alles siis kaanetatakse ning lükatakse küljeli. Tünnis oleva soolvee kontsentratsiooni ühtlustamiseks soolveega, mida sisaldub soolaheeringa massis, tehakse tünnile iga päev  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$  pööret. See operatsioon, niisamuti nagu soolvee ümberpumpamine basseinis soolamisel, kindlustab ühtlased sooldumise tingimused ja ühtlaste mõõdetega heeringate võrdse sooldumise.

Pärast sooldumise lõppemist tünnid avatakse ja kui neis avastatakse täiendavat vajumist, siis tünnidesse lisatakse täiendavalt heeringad, mis oma mõõdetelt, kvaliteedilt ja soolsuselt on samasugused. Enne juurdelisamist kallatakse tünni alumises osas oleva avause kaudu muist soolvett välja, et kogu heeringa mass vajuks põhja. Juurde lisatakse analoogiliselt pakkimisele, ainult selle erinevusega, et ülemine rida laotakse selgadega ülespoole. Et heeringas oleks tihedalt tünnis, vajutatakse pakkimisel kätega pealmistele kihtidele.

Tünnidesse soolamine nõuab teatud tootmispindala, nagu heeringa hoidmiseks kaanetamiseni ja esimese ning teise järeltätamiseni. Nii, näiteks, 1000 tsentneri heeringa soolamiseks tünnidesse on tarvis 500 m<sup>2</sup> suurust pindala. Süstemaatilise ööpäevase sissetuleku puhul 1000 ts toorkala on tünni soolamiseks tootmispinna vajadus, tingimustel, et kala pakkimiseni hoitakse 2 päeva ja esimese ja teise järelpakkimise vaheaeg on 8 päeva, järgmine: 2-ööpäevalise vajumisega lisapakkimiseni 450 m<sup>2</sup> ja 8-ööpäevalise hoidmisega sooldumise lõppemiseks ja järelpakkimiseks 2800 m<sup>2</sup>, kui aga arvestada siia juurde ka vahekäigud, saame umbes 4000 m<sup>2</sup>. Tootmispindala suuruse vähendamine tünni soolamise puhul on tähtsamaid ülesandeid, mille lahendamise tulemusest sõltub selle massiline juurutamine.

**Tülka ja hamsa soolamine.** Hamsa, tülka ja räime basseini-desse soolamisel kasutatakse mõningal määral teisi soolamise viise. Kala ja sool segatakse soolamislaudadel eriliste labidakes-tega hästi segamini, kuni ühesuguse segu saamiseni. Väikseid heeringlasi ei või basseini loopida ilma eelneva soolaga segami-seta, segamata kala kogus läheb basseinis paratamatult rikki.

Segu puistatakse basseini, mille põhja on kallatud lahustatud soolvett erikaaluga 1,2, tasandatakse mõladega ühetasa-seks ja tasandatud kihid puistatakse väikeste soolakogustega (umbes 3% toorkala kaalust) üle. Pealne segu kiht kaetakse tiheda soolakorraga üle, paksuselt 1 kuni 2 sm.

Kalas oleva vee kadu ja soola sisseimbumine tünni soola-misel, samuti ka kalamõõdete kahanemine lõpeb praktiliselt

ööpäeva möödumisel. Sellest tingitult on edasine hoidmine üle-  
arune ja pärast ööpäevast vajumist täidetakse tunnid kalaga  
samast partiist, kaanetatakse ja laotakse virna. Sellepärast on  
väikeste heeringlaste ja hamsa soolamisel töötlemispinna vaja-  
dus tunduvalt väiksem kui heeringa soolamisel.

Mõnikord kasutatakse heeringa, tülka, kilu ja räime soola-  
miseks soolasegu suhkruga. Niisugust soolamist nimetatakse  
erisoolamiseks. Lisatava suhkru kogus moodustab tavaliselt  
0,5% kala kaalust. Valmistoodang kuulub järgnevalt vürtsi-  
dega karpidesse pakkimisele.

Suhkru osatähtsust pole täielikult välja selgitatud, kuid  
arvatavasti, teatud soolakontsentratsiooni puhul soolvees ja  
kalakudedes tingib ta aromaatsete ühendite intensiivsemat mood-  
ustumist ja muudab liha konsistentsi paremaks.

**Sooldumise kestus.** Sooldumise kestus sõltub heeringa suuru-  
sest, tema rasvasisaldusest, soola annustest, nõutavast liha soola-  
suse astmest, aga samuti ka temperatuurist, millel kulgeb soola-  
mine. Heeringa soolamisel basseinidesse peaaegu kõigis Nõu-  
kogude Liidu rajoonides kasutatakse sellist soola doseerimist,  
mille puhul kontsentratsioon, tasakaalu saabumisel kalaliha  
kudede mahlas ja soolvees, on 20—26%. Niisuguse soolasisal-  
dusega heeringat nimetatakse kõvasoolaheeringaks. Kuid peale  
kõvasoolaheeringa valmistatakse suurel hulgal ka nõrga ja keske-  
mise soolasisaldusega, soolakontsentratsiooniga liha kudede  
mahlas alla 20%. Niisugused soolaheeringa kogused valmista-  
takse eranditult katkestatud soolamisel samasuguse soola  
doseerimisega nagu kõvasoolaheeringa valmistamiselgi. Niisiis,  
erilise soolasisaldusega (erilise soolasuse astmega) kalalihas  
heeringa saamiseks kasutatakse üht ja sama tehnoloogilist prot-  
sessi, kuid selle erineva kestusega.

Heeringate soolamiseks kasutatakse soola, mille jahvatus-  
aste vastab nr. 2. Seda soola kasutatakse edukalt basseinis  
heeringakihtide vahele puistamiseks kui ka eelnevaks segami-  
seks. Väikeste heeringate, kilu, räime jne. jaoks eelistatakse  
väljakujunenult soola kasutamist jahvatusastmega nr. 1.

Temperatuuri mõju sooldumise kestusele Kaspia heeringale  
on näha järgnevaist andmeist (Tehnoloogiliste juhendite kogu-  
miku järgi): keskmine heeringa sooldumise kestus jahutatavates  
ruumides toorkala eelneva jahutamiseega on 35 ööpäeva, mitte  
jahutatavates ruumides 20 ööpäeva. Heeringa suuruse mõju  
sooldumise kestusele võib näha järgmistest kõrvutipaigutatud  
andmetest:

Aasovi-Mustamere heeringas nr. 5 sooldub sügis-talve-  
perioodil 8 ööpäeva jooksul, kuid heeringas nr. 1 — 4 ööpäeva

jooksul (heeringas nr. 5 kaalub 160 g, heeringas nr. 1 — alla 30 g);

kevadine Sahhalini heeringas pikkusega 32—34 sm sooldub 7—8 ööpäeva jooksul, kuid pikkusega 24—26 sm 3—4 ööpäeva jooksul, soolasisaldus lihas kuni 10%;

Kaspia puzanok pikkusega (silmast kuni viimase pärakuuime kiireni) 19—20 sm soolasisaldusega kuni 13% sooldub 12—13 ööpäevaga, kuid pikkusega 13—14 sm — 7—8-ööpäevaga.

Kaspia mere ja Vaikse ookeani heeringa soolamise puhul kõigub soola doseerimine 24 kuni 28%, Aasovi-Mustamere heeringa puhul 20—25% ja Murmanski heeringa soolamise puhul 24—26%. Need normid ei kuulu soola kulu hulka, mida vajatakse vee küllastamiseks, mis moodustub jää sulamisest jahutatud soolamisel või soolamisele eelneval jahutamisel.

Tünni soolamise puhul kõigub soola doseering 18 kuni 20%.

Sooldumise kestuse ajad nõrga, keskmise ja kõva soolaga suurel ja valitud Sahhalini heeringal on järgmistes piirides:

nõrga soolsusega . . . . .	4—7	ööpäeva
keskmise soolsusega . . . . .	6—12	„
kõva soolsusega . . . . .	üle 12	„

Väikese ja keskmise Kaspia puzanoki jaoks:

nõrga soolsusega . . . . .	3—5	ööpäeva
keskmise soolsusega . . . . .	5—8	„
kõva soolsusega . . . . .	üle 8	„

Soola kulu kilu, hamsa ja tülka basseini soolamisel tehnoloogilise instruksiooni kohaselt võrdub 28%, sellest soolas vee-retamiseks 25%. Sooldumise kestus ei tohi ületada 4 ööpäeva. Tünni soolamise puhul soola doseerimist vähendatakse 25-st kuni 18%-ni.

Valmistoodangu väljatulek sõltub heeringa rasvasusest, temperatuuri tingimustest sooldumise ajal ja soolsusest. Valmistoodangu väljatuleku normide määramisel lähtutakse tavaliselt kahest viimasest tegurist ja arendatud heeringapüügi olemasolul pika püügi perioodi kestel võetakse arvesse ka rasvasisaldus. Näiteks, Vaikse ookeani heeringa valmistoodangu väljatulekuks on määratud: kõva soolsusega 76%, keskmise soolsusega 78%, nõrga soolsusega 80%, s. t. normides on arvestatud ainult soolsuse mõju.

## LÖHILASTE SOOLAMINE

Vaikse ookeani lõhilasi soolatakse basseinidesse, tünnidesse ja kastidesse. Kuhja (riita) soolamine on keelatud.

Basseinidesse soolatakse kõiki Vaikse ookeani lõhilasi, lahatult ühe eelpoolkirjeldatud mooduse järgi. Kastidesse soolatakse peamiselt ketat ja gorbušat, lahatuna ümarkalaks.

Basseini võib soolata väliskeskkonna temperatuuri juures, kala jahutamiseks või ilma jahutamata basseinides või ka külm-soolamisruumides. Viimast tüüpi ruumides soolatakse tavaliselt ketat ümarkalaks lahatud sjomga moodi või ümarkalaks roogituna. Ümarkalaks roogitud kala basseini soolamine koosneb järgmistest operatsioonidest: soola toppimisest kõhukoopasse ja lõpuste kaante vahele, kalade ridamisi ladumisest basseini, ridade ülepuistamisest soolaga või soola-jää seguga (jahutatud soolamise puhul), kalade soolvette vajutamisest.

Soola olemasolu kõhukoopas kiirendab selle sissetungimist lihasse ja kaitseb viimast selgroo piirkonnas riknemise eest, täpselt niisamuti, nagu lõpuskaante all olev sool hoiab lõpuste riknemist. Pärast kõhukoopa (umbes  $\frac{2}{3}$ ) ja lõpuskaante aluste täitmist soolaga laotakse kala seljaga allapoole lauale, mille laius on 30—40 sm ja pikkus kuni 60 sm ning sellega antakse üle basseini juurde. Laua pealt kallatakse kala basseini, säilitades sama asendit, mis tal oli laua peal, niimoodi, et kalakihid basseinis koosneksid korrapärastest kalade ridadest, peadega ühele poole pööratult. Iga rida riputatakse soolaga üle (jahutatud soolamise puhul puistatakse üle täiendavalt jääga).

Suure keta soolamise puhul kala laua pealt ei kallata, vaid laotakse basseini ühekaupa. Soola annus, seal hulgas ka kõhukoopa ja lõpuste kaantesse kuluv osa, võrdub 25%. Jahutatud soolamise puhul, sõltuvalt kala temperatuurist, jää annus kõigub 15 kuni 30%-ni, soola annus 30 kuni 36%-ni. Soola ja jää jaotamisel on järjestus niisamasugune, nagu see oli heeringa soolamisel.

Pärast seda, kui on eritunud küllaldasel hulgal soolvett, asetatakse 2—3 ööpäevaks kala peale raskus.

Gorbuša sooldumise kestus ilma jahutamata on 7—9 ööpäeva, jahutamiseks 10—12 ööpäeva, ketal vastavalt 10—12 ja 12—20 ööpäeva. Nõrga ja keskmise soolsusega produktsiooni valmistamisel soolamine katkestatakse, kui soolasisaldus on lihas 6 kuni 10 ja 10—14%.

Teatud hulk valitud sügist ketat rapitakse roogitud kalaks sjomga lõikes; erisoolamise puhul kasutatakse tingimata jahutamist. Jahutamine võib toimuda enne soolamist ja soolamise

ajal. Viimane moodus on käesoleval ajal laialdaselt levinud. Samuti nagu tavalise soolamise juureski topitakse kõhukoopasse ja lõpuste kaante alla soola. Kala asetatakse tükikaupa ridade, seljaga allapoole, kallakuga teatud määral besseini seinasuunas.

Soola doseering otseseks soolamiseks on samasugune nagu soolamisel ümarkalaks roogitult, kuid jää doseering on tunduvalt suurem ja moodustab keskmiselt 50—60% kala kaalust. Vastavalt sellele suureneb ka üldine soola doseering, kuna jää sulamisest saadud vee küllastamiseks vajatakse täiendavalt 18—22% soola iga 100 kg kala kohta. Basseinide täitmise lõpetamisel, kogu sooldumise protsessi kestel, ühesuguse temperatuuri saavutamiseks pumbatakse iga päev soolvett ümber. Soolumine kestab senini, kuni soolasisaldus lihas ulatub 6%.

**Jahutatud soolamine kastidesse.** Nõrga soolusega produktiooni valmistamiseks ketast ja gorbušast, soolasisaldusega lihas 6-st kuni 10%-ni, kasutatakse peale katkestatud soolamiviisi basseini kasti soolamise viisi. Lahatud ja pestud kala antakse laudadele, kus järgnevalt tehakse järgmised operatsioonid: soolaga hõõrumine (soomuste vastassuunas) lima kõrvaldamiseks, soolas veeretamine, et kogu välispind oleks kaetud ühtlase soolakihi; kõhukoobas, lõpuskaaned, sabauime suunas tehtud löige puistatakse soolaga üle. Selleks kasutatakse peenikest soola — jahvatusaste nr. 1 minimaalse hulga lahustumata lisandite sisaldusega.

Pärast niisugust töötlemist laotakse kala kastidesse, mis on seest pärgamendiga kaetud, selgadega allapoole väikse kallakuga, peadega kasti otsaseina suunas. Kasti laotakse kaks rida kala, kumbki rida puistatakse soolaga üle ja pealmine rida kaetakse pärgamendiga. Kastid koos kaladega jäetakse tavalises tsehhi temperatuuris seisma 8—20 tunniks (sooldumise esimene faas). Sellel perioodil toimub rikkalik soolvee moodustumine, mis voolab kastidest välja. Pärast 8—20 tunni möödumist kastid suletakse ja paigutatakse viivitamatult külmhoone kambriks, kus temperatuur on  $-8^{\circ}$ . Sellises temperatuuris sooldumine järsult aeglustub ja soolasisaldus kalas külmhoones hoidmise aja vältel ei pea olema üle 6—10%. Üldine sooladoseering kastidesse soolamisel on 18—20%; pool sellest soolast kulutatakse kala pealispinna hõõrumiseks, soolaga veeretamiseks, kõhukoopa, lõpuskaante ja sisselõigete täitmiseks ja pool kala-kihtide ülepuistamiseks.

## SJOMGA SOOLAMINE

Sjomga kuulub samuti lõhilaste hulka, millest valmistatakse gastronoomiline soolatud produktsioon. Sjomga soolamine viiakse läbi külmhoidlas eelneva jahutamisega temperatuurini  $-2$  kuni  $-4^{\circ}$ . Jahutamine viiakse läbi jääsoolaseguga soolvees. Vannidesse või basseinidesse, mida kasutatakse jahutamiseks, laotakse sjomga korrapäraste ridadena, iga rida puistatakse alguses väikese soolahulgaga üle, pärast jääga ja uuesti soolaga. Jahutamisel kulutatakse 25—30% jääd ja 5—7% soola vastavalt kala kaalule.

Jahutatud sjomga pestakse läbi soolvees ja pärast pistete ja lõigete<sup>1</sup> tegemist kõhukoopasse piki selgroogu (vt. eelpool lahkamise kirjeldamist) hõõrutakse ühekaupa väljastpoolt soolaga. Peale selle puistatakse soola kõhukoopasse, lõpuskaante alla ja suhu. Soolaga läbitöödeldud sjomga laotakse korrapäraste ridadena basseini, seljaga allapoole ja kallakuga basseini seina suunas. Iga rida puistatakse soolaga üle, ülemine rida aga — jääsoola seguga. Sooldumise kestus on 10 kuni 16 ööpäeva. Soolakulu soolamise jaoks on 16—19% piirides.

## TURSKLASTE SOOLAMINE

Turska pikšat soolatakse nii basseinidesse kui ka riita lae peale. Viimast moodust kasutatakse eranditult traaleritel. Traaleritel soolamiseks on olemas mõningad erinevused lagede paigutuses ja tootmisprotsessi organiseerimises. Laeva trümmidesse ehitatakse laudadest lahtivõetavad ja üksteisest eraldatud plaadid kuni 60 tk., mis omakorda kõrguse järgi jaotatakse 2—3 ossa lahtivõetavate lavade abil.

Roogitud ja läbipestud tursk lastakse mööda lauda laeva trümmi. Alumisele pinnale puistatakse kord soola ja sellele laotakse tursk, lapikuks lahatuna, lahtitõmmatud olekus nahakattega allapoole, tursk, mis on ümarkalaks lahatud, laotakse seljaga allapoole, natukene küljeli sabadega kummaski suunas. Tursad, mis on ümarkalaks roogitud, võetakse enne plaadile ladumist kõhukoobas lahti ja täidetakse ka soolaga, eriti neerude piirkonnas ja pärakuuime juurde tehtud esimeses sisselõikes. Iga laotud kalarida puistatakse soolaga üle niimoodi, et kala oleks teisest kalast soolakihiga eraldatud. Riida kõrgus ei ületa 1,5 m. Ülespandud riit jäetakse seisma 2—3 ööpäevaks vajumiseks, pärast seda valmistatakse nende peale koht, kuhu

<sup>1</sup> Pisteid ja lõikeid võib teha enne sjomga jahutamist, lahkamise momendil.

laotakse järgnevalt teine riit turska. Soola kulu soolamisel kõigub 22 kuni 30%, sõltuvalt töötlemise moodusest ja väljapüügi aja möödumisest (ümarkala soolamisel kulutatakse soola rohkem kui lapikkala soolamisel).

Klipfiskiks lahatud tursa soolamisel tõuseb soola kulu 55—60%-ni. 4—5 päeva möödumisel klipfiski riit lõhutakse ja laotakse ümber vabale puhtale laudlavale; selle operatsiooni juures satuvad ülemised kala read alla, alumised üles. Koos ümberladumisega raputatakse kalalt maha lahustumatuks jäänud sool, kuid ümberlaotavad read puistatakse üle värske soolaga, mille kulu on 15—20% ümber soolatud kala kaalust. Ümberladumise ajal tõmmatakse kala sirgeks ja kõrvaldatakse igasugused defektid, mis tekkisid mitteõigest soolamisest.

Lapikuks ja ümarkalaks roogitud tursa sooldumise aeg, kuni selle kõvasoolsuse saavutamiseni, kõigub 8 kuni 12 ööpäevani.

Soolatud tursklaste vastuvõtmisel laevadelt ranna baasidesse on kalal erisugune soolasisaldus, sellepärast et sooldumise ajad kõiguvad väga mitmesugustes piirides. Mitmeil juhtudel suunatakse niisugune poolfabrikaat täiendavaks sooldumiseks basseinidesse. Kala (välja arvatud väike) laotakse basseini paralleelsete ridadena; ümarkala seljaga, lapik nahapoolega alla. Soola annus täiendaval soolamisel kõigub 10 kuni 18%, sõltuvalt poolfabrikaadi soolasisaldusest. Ööpäeva möödumisel pärast täiendavat soolamist lisatakse vanni soolalahust erikaaluga 1,18—1,2. Soolalahuse lisamine on vajalik, kuna täiendaval soolamisel moodustunud soolvee hulk ei ole küllaldane, et kala kattuks üleni soolveega, millest sõltuvalt ei saavutata ühtlase sooldumise tingimusi. Väiksekoguseline soolvee moodustumine täiendaval soolamisel on täiesti seadusepäraseks nähteks, tingitud sellest, et peamine vee hulk oli kalast eraldunud juba soolamise perioodil. Täiendava sooldumise kestus kõigub 3 kuni 15 ööpäevani ja sõltub nii täiendava sooldumise temperatuurist kui ka lahkamise viisist ning soovitatavast soolasisaldusest lihas täiendsooldumise lõppemisel.

Värskete tursklaste basseinidesse soolamisel kala eelnevalt lahatakse ja kõhukoobas täidetakse soolaga, laotakse tükikaupa seljaga allapoole korrapäraste ridadena, veidi kallakus, ja puistatakse iga kalarida soolaga üle.

## SOOMKALA SOOLAMINE

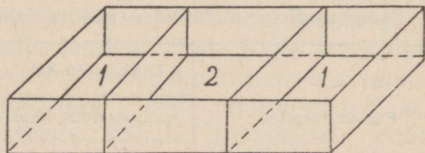
Soomkalast soolatud kalakaupu võib liigitada kahte gruppi: kalakaubad, mis on määratud toiduks kasutamiseks pärast kulinaarset töötlemist soolasena, ja kalakaubad, mis on mää-

ratud töötlemiseks teisteks toodete liikideks, nagu vinnutatuks, suitsutatuks ja kuivatatuks. Niisugune jaotamise viis on mõningal määral tinglik, kuna esimest gruppi võidakse kasutada nagu toormaterjali ümbertöötamiseks suitsutatuks ja ümberpöörduvalt, teist gruppi — toiduks kasutamiseks. Kuid ikkagi, kaasaegsetes soolamisviisides nende kahe grupi esile tõstmine ilmneb ikka selgemalt ja selgemalt, et kindlustada vajalik kogus toorkala vinnutamiseks, suitsutamiseks ja kuivatamiseks, mis on valmistatud spetsiaalselt nende toodangu liikide jaoks.

Vastavalt püügiajast, sortimendist ja kala seisukorrast soolatakse soomkala kas lahkamatult (väiksed eksemplarid, madalad soolamise temperatuurid) või siis pärast roogituks või lapiuks lahkamist.

Soolamine viiakse läbi kas basseinides või vannides. Suursoomkala (koha, sazaan, latikas jt.) soolatakse sorteeritult liikide, lahkamise, suuruse ja sordi järgi; väikesest soomkalast sorteeritakse soolamiseks liikide järgi ainult valitud ja suured eksemplarid.

Väikest lahkamata kala soolatakse segasoolamise moodusel samade võtetega nagu heeringat (kala soolamise anum täidetakse täis tasandamisega või ridamisi, puistates read soolaga üle). Latikaid nagu valitud heeringaidki, Volga-Kaspia rajoonis enne soolamist jahutatakse. Lahatud kala soolamisel täidetakse esiteks kõhukoobas ja lõpuskaane alused soolaga, siis veeretatakse kala soola sees, lõike ääred ühendatakse (kõht «suletakse») ja laotakse laua peale ühte



Joonis 20. Soolamiskast:

1 — kalaruum; 2 — soolaruum.

ritta, millelt kala kallatakse basseini, peadega vastu seina, moodustades tihedad korrapärased read. Suured ja valitud eksemplarid laotakse ridadesse üksikult. Soolaga täidetakse ja selles veeretatakse erilistes soolamiskastides (joon. 20).

Kalal, mis on lahatud poollapikuks või lapikuks, täidetakse soolaga lõpuskaaned, sisselõiked, puistatakse soola kõhukoobasse ja pärast seda veeretatakse soola sees. Kala soolamisel, millel on jäetud alles suguproduktid (näiteks sazaan marjapumpidega) kergitatakse viimased üles ja puistatakse nende alla soola. Pärast täitmist soolaga ja selles veeretamist paigutatakse poollapik selliselt, et lõikeääred ühineksid ladudes peadega ühes suunas lauakestega, kust, nagu eelpool kirjeldatud, visatakse bas-

seini lõikepoolega üles, välja arvatud suur ja valitud kala, mida laotakse ühekaupa. Kala, mis on lahatud lapikuks, laotakse basseini laialikeeratult, nahapoolega allapoole.

Iga loifud kalakiht puistatakse soolaga üle, aga peale raputatakse soola paksusega 1,5—2 sm.

Säga soolamisel, mis eritab suurel hulgal lima, hõõrutakse enne soola lõigetesse toppimist pealmine kiht soolaga sisse. Soolaga hõõrumise tulemusena toimub mitte ainult lima eraldumine, vaid lõpeb ka selle edaspidine eritumine.

Üldisest soola kulust kulutatakse  $\frac{3}{4}$  kuni  $\frac{4}{5}$  sisselõigete, kõhu-koopa ja lõpuskaante aluste täitmiseks ja kala veeretamiseks ning vastavalt  $\frac{1}{4}$  kuni  $\frac{1}{5}$  basseinis ülepuistamiseks. Soola üldine annus võrdub keskmiselt 28% lahatud kala kaalust. Kasutatav sool peab vastama jahvatusastmele nr. 2 või 3. Soola doseerimine kihtide järele tõuseb tavaliselt samas vahekorras nagu heeringa soolamiselgi. Suurem osa soomkala, eriti lahatud, soolatakse kuivsoolamise viisil ja ainult teatud osa lahkamata kalast soolatakse segasoolamisel. Segasoolamisel soolvesi või soolalahus, mis on ette nähtud basseini kallamiseks enne selle kalaga täitmist, jahutatakse jääga 5—0° temperatuurini.

Tabel 22

Soomkalaliste sooldumise kestus jahutamatus ruumides (ööpäevades)

Kalade nimetus	Lahkamata kala		Ümarkalaks lahatud		Lapik, poollapik	
	soolasisaldus lihas		soolasisaldus lihas		soolasisaldus lihas	
	kuni 100/0	üle 100/0	kuni 100/0	üle 100/0	kuni 100/0	üle 100/0
Koha, sazaan, žerehh, kutuum, haug (valitud ja suured)	—	—	8	12	6	10
Samad (keskmised ja väiksed)	8	10	6	8	5	8
Latikas (suur ja valitud)	8	12	7	10	6	10
Latikas (keskmine ja väikene)	6	10	5	8	4	8
Väike soomkala	—	7—10	—	8	—	6

Märkus. Lapikuks lahatud kala sooldumise aeg kuni soolasisalduseni lihas 10% on toodud sooldumiseks jahutatud ruumides madalas õhu temperatuuris.

Kala vajutatakse soolvee alla pärast 1—2 ööpäeva möödumist ühe eelpoolkirjeldatud moodusega.

Tabelis 22 toodud andmed sooldumise kestuse kohta on orienteeruvad ja kuuluvad iga erijuhu puhul täpsustamisele.

Erineva soolasisaldusega lihas soomkala (nõrga soolusega, keskmise soolusega, kõva soolusega) valmistatakse vahelduva küllastatud soolamise teel.

**Soomkala soolamine poolfabrikaadi valmistamiseks.** Suur hulk soolatud soomkala on toormaterjaliks külm-suutsutamisel. Suutsutatud kalakauba parema kvaliteedi saamiseks, kuid samuti suutsutamiseelsete operatsioonide (peamiselt leotamine) ettevalmistamise alalise režiimi loomiseks soolatakse paljudes ettevõtetes spetsiaalselt kala suutsutamiseks. Kõige enam on selleks otstarbeks välja töötatud latika ja vobla soolamise tehnika, neid kalu võib sisse soolata nii värsketena kui ka eelsoolatutena.

Enne latika soolamist soovitatakse viimast jahutada jää-soola segus temperatuurini kuni  $-1^{\circ}$ , kuid voblat ainult sel juhul, kui selle keha temperatuur ületab  $5^{\circ}$ .

Soolakala saamise vajaduse korral kõige väiksema soolasisalduse kõikumisega kalalihas suunatakse kala soolamisele sorteeritult suuruse järgi.

Soolamine viiakse läbi segasoolamise moodusel, puistates, read tasandatakse ja riputatakse soolaga üle. Vobla soolamisel, mis ei kuulu eelnevale jahutamisele, lisatakse juurdevalatavale jahutatud soolveele kuni 5% kala kaalust jääd. Soola jaotatakse kihtide järele, sõltuvalt kalade seisukorrast basseinis, aga samuti lisatakse kalu moodustunud soolvette juurde analoogiliselt sellega, nagu eelpoolkirjeldatud teiste kalade soolamisel. Vobla sooldumise kestus kõigub 4 kuni 6 ööpäevani, latikal — 7 kuni 9 ööpäevani. Soolasisaldus lihas sooldumise lõpul on 8—12%. Eelnevalt jahutatud latika soolamiseks kulub kuiva soola 25% ja vobla soolamiseks 22%, jahutamata vobla soolamiseks 30% (kaasa arvatud sool vee küllastamiseks, mis tekib jää sulamisest).

Eelsoolatud kala kasutamise juures sorteeritakse alguses see eraldi gruppidesse, juhindudes liha konsistentsist (pehme, kõva). Igas grupis tehakse kindlaks keskmise eksemplari soolasisaldus. Sõltuvalt soolasisalduse kõikumisest suunatakse kala järelsoolamisele ühe järgmise moodusega (tabel 23).

Juhul, kui kala puistatakse soolaga üle (5—8% kala kaalust), siis kasutatakse järelsoolamiseks soolvett erikaaluga 1,11—1,15 15% ulatuses kala kaalust; järelsoolamiseks ilma ülepuistamiseta — soolvett erikaaluga 1,15 30% ulatuses kala kaalust. Tasakaalustamise viis soolvees ja kuivalt on välja töötatud A. F. Minejevi ja G. V. Gerassimovi poolt ja seisneb järg-

mises: basseini või muusse kala soolamise anumasse kallatakse soolvett (kihi paksusega 20—25 sm) ja sellesse kallatakse niipalju kala, et kihi kõrgus ei ületaks 1 m. Pärast seda lisatakse soolvett, et soolvee kaalu (erikaal 1,12—1,15) vahetõrge kala-kaaluga moodustaks 1:2.

Tasakaal saavutatakse umbes 20—24 tunni pärast. Selle ajavahemiku jooksul soovivatatakse mitu korda soolvett ümber pumbata alumistest kihtidest ülemistesse. Tasakaalustamise protsess seisneb selles, et kaladel, mille koemahla kontsentratsioon on väiksem soolvee kontsentratsioonist, kulgeb soola difusioon kudedesse, kaladel aga, mille koemahlade kontsentratsioon on suurem — soola difusioon kudedest.

Tabel 23

Kala nimetus	Soolasisaldus kala lihas				
	4—120/0		5—90/0	7—100/0	8—120/0
	sellest üle poolte kalade liha soolsus on				
	alla 80/0	üle 80/0			
Vobla	Järelsoolamine soolvees soola peale raputamise-ga	Järelsoolamine soolvees	Tasakaalus-tamine soolvees	Tasakaalus-tamine soolvees või kuivalt	Taarasse pakkimine
Latikas	Jahutamine ja järelsoolamine soolvees soola pealeraputamise-ga	Järelsoolamine soolvees	Järelsoolamine soolvees soola lisamisega	Järelsoolamine soolvees soola lisamisega	Pakkimine või kuivalt tasakaalustamine

Teatud ajavahemiku möödumisel, sõltuvalt kala suuruselt ja ümberpumpamise arvust, saavutatakse mahla ja soolvee kontsentratsioonist tasakaal ja soolasisalduse kõikumise piiride vähenemine lihas. Kuivalt tasakaalustamise puhul jälgitakse peajasjalikult soolasisalduse tasakaalustamist kalakoe erinevates kihtides (pealispinna ja selgroo juures), kuna vahelduval soolamisel soolasisaldus pinnapealsetes kihtides võib olla mõningal määral suurem kui sisemistes kihtides.

**Kala ümberladumine (kantovka).** Konsistentsilt ja soolsuselt ühesuguse produktsiooni saamiseks pole lahkamata soomkala (latikas, vobla, väike soomkala) soolamisel sunniviisiline soolvee segamine küllaldane, eriti lühikeste sooldumisaegade vältel (poolfabrikaadi valmistamine suitsutamiseks). Ühesugune soolasisaldus niisugusel juhul saavutatakse ümberladumisega. Ümberladumine seisneb selles, et basseinis olevate kalade alumised kihid laotakse üles ja ülemised alla.

Praktiliselt toimub ümberasetamine järgmiselt: basseinis olevasse kala massisse tehakse kuskile seinääärsesse piirkonda sügavik («kaev»), järjekindlalt laienedes ülevalt alla. Kalad kaevust paigutatakse ülemisse kihti. Kala alumisest basseini osast väljavõtmise piirides vajub ülemine kiht soolvette peaaegu sama tasapinnani, millisel oli alumine kiht enne ümberasetamise algust. Tavaliselt piirduakse 7—10 alumise kalakihi asetamisega üles. Latika soolamisel toimub täielik ümberasetamine ühest kala soolamise anumast teise. Niisugusel juhul saadakse täielik kalaasendi ümberpaigutamine basseinis ja lamavate kihtide lahtikohrutamine. Ümberasetamiste arv, selle töörohke protsessi tagajärjel, samuti kaladele mehaaniliste vigastuste tekitamise vältimiseks kaevu tegemisel ja kalade väljavõtmisel alumistest kihtidest, on piiratud. Sel põhjusel ainult latika jaoks lubatakse kaht ümberasetamist, aga teiste soomkalade puhul piirduakse ühega.

Ümberasetamist tuleb ette võtta ainult neil juhtudel, kui selle kasutamine on lubatud vastavate tehnoloogiliste juhenditega.

### SOOLAMISPROTSESSIDE MEHHANISEERIMINE

Põhimiseks soolamisoperatsiooniks on kala segamine soolaga, mis ühtedel juhtudel sooritatakse vahetult kala soolamise basseinides, teistel mujal. Kala massilise sissetuleku puhul töötlemiseks, nagu see leiab aset kudeheeringa, tülka, hamsa ja räime püügil, otseselt soolamisprotsesside mehhaniseerimine kui ka transpordi operatsioonide mehhaniseerimine — toorkala, soola tsehhi toimetamine, nende etteandmine soolamisbasseinile, — on oluliselt suure osatähtsusega nii tööjõudluse tõstmiseks kui ka soolamisprotsesside paremaks muutmiseks. Praegusel ajal on olemas mitmeid mehhaniseeritud või poolmehhaniseeritud tsehhi tüüpe nende kalade soolamiseks. Ühtedes skeemides on ette nähtud kuiv- või segasoolamine ja ühel või teisel moodusel segatakse kala soolakristallidega, teistes on ette nähtud märg- ehk soolveega soolamine ja kala segatakse kohe ühe või teistsuguse kontsentratsiooniga soolalahusega.

Kala ja soola segamise mehhaniseerimine väljaspool basseine või teisi kala soolamise anumeid ja nende täitmine valmis seguga on eriti efektiivne väikestel kaladel kõrgelt arenenud eripindadega. Viimane, nagu eelpool oli näidatud, võrdub kalapindala jagatise suhtega kalakaalule ja väljendatakse ( $\text{sm}^2/\text{g}$ ):

$$F_v = \frac{S}{V};$$

kus:  $F_y$  – eripindala;  
 $S$  – kala pindala  $\text{sm}^2$ ;  
 $V$  – kalakaal g.

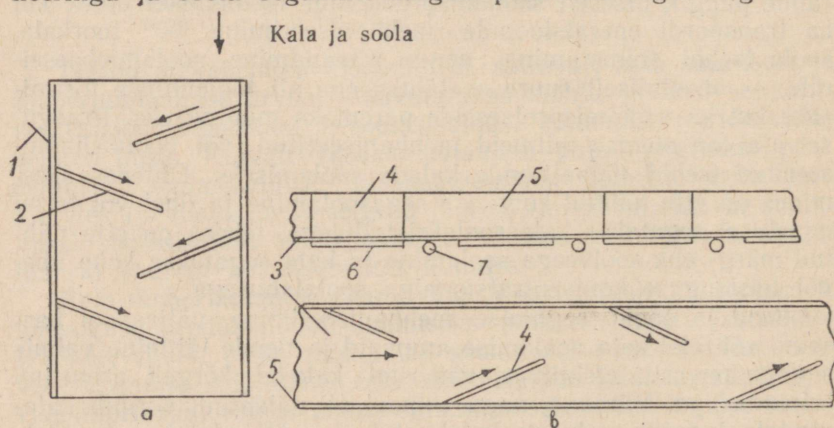
Kala segamisel soolaga pinnapealse pindala ühikule, iga-suguste võrdsete tingimuste puhul, kleepub üks ja sama hulk soola.

Isesuguse eripindala puhul kala kaalu ühiku kohta kleepub seda rohkem soola, mida suurem on kala eripealispind. Oletame, et  $1 \text{ sm}^2$  kleepub a grammi soola. Kui kala eripindalad on vastavalt võrdsed, näiteks 4 ja 1, siis segamisel kleepunud soola hulk, väljendatult protsentides kala kaalust, on esimesel 4 korda suurem kui teisel, see omakorda tähendab, et pärast läbisegamist esimesel juhul segusse ei jää vaba soola, teisel juhul jääb suur osa soola vabasse olekusse.

I. P. Levanidov ja A. E. Semjonova leidsid, et Sahhalini heeringa soolaga läbisegamisel  $1 \text{ sm}^2$  pealispinnale kleepub umbes  $0,08 \text{ g}$  soola, aga heeringa eripindala kõigub  $4,4$  kuni  $0,9 \text{ sm}^2/\text{g}$ . On loomulik, et eelnev läbisegamine on efektiivne heeringal, mille eripindala on suurem kui 2, mis on heeringal pikkusega kuni  $20 \text{ sm}$ , ja ei ole efektiivne heeringa jaoks, mille eripindala on väiksem kui 2, mis vastab pikkusele üle  $20 \text{ sm}$ , s. t. Sahhalini heeringa rõhuval enamikul.

Heeringa ja soola segamiseks kasutatakse kalasegajaid – kaskaad-gravitatsioonilisi, sahk-lindilisi (joon. 21).

Kaskaad-gravitatsioonsegaja on enamvähem lihtne, kus heeringa ja soola segamine kulgeb peamiselt segu langemisel



Joonis 21. Kala ja soola segajad:

*a* – kaskaadsegaja; *b* – sahksegaja. 1 – kast; 2 – kaldliistud; 3 – lintransportöör; 4 – sahad; 5 – transportööri äärised; 6 – toetuspind; 7 – rullid.

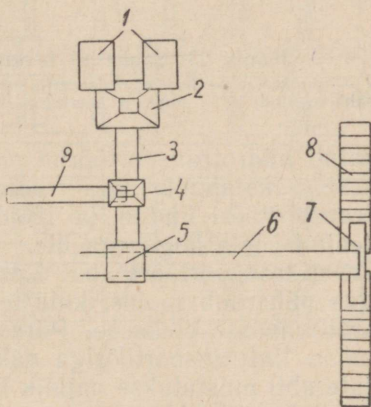
ühelt kaldpinnalt teisele. Sahlkilindilises segajas kala ja soola valing, mis liigub transportööri liinil kiirusega 0,6—0,7 m/sek. kohtab oma teekonnal sahu — puust või metallist plaate, paigutatud ühe või teise nurga all lindi pinnale (üks saha ots on kinnitatud transportööri poordi külge, teine ulatub lindi keskossa, saha kõrgus 15—20 sm). Kala ja soola segu, mis liigub tagumise massi surve all, kohates sahu, muudab liikumise suunda sirgjoonelisest siksakikujuliseks. Läbides mitmeid sahu, kala seguneb ühetaoliselt soolaga. Suurt mõju avaldab segamise kvaliteedile kalakihi paksus ja soola jaotus kala pinna peale enne ümbersegamist.

Kõige paremad tulemused saadakse siis, kui kihi paksus ei ületa väikse kala puhul 4—5-kordset keha paksust ja suure kala puhul 1,5—2-kordset ning kui kiht on ühtlaselt üle puistatud vastava hulga soolaga. Eriti on vaja jälgida neid tingimusi kaskaad-segajate kasutamisel.

Joonisel 22 on toodud vahetult töötava mehhaniseeritud liini skeem, konstrueeritud Giprorõba ja Glavaztšerrõbpromi poolt, väikese kala soolamiseks tünnidesse või basseinidesse, mis on leidnud laialdast kasutamist Aasovi-Mustamere ja Balti mere basseinis.

Transpordilaevadelt lossitakse kala kalaimemispumpadega ja antakse üle torujuhtmestiku kaudu kaskaad-vee-eraldajasse.

Vee-eraldajast jaotaja kaudu kala satub kaalupunkrisse, mis on üles pandud sajandikkaaludele tõstevõimsusega 500 kg. Pärast kaalumist puistatakse kala — kalapunkrisse — dosaatorisse, mille põhja asendab liikuv lint. Liikuvall lindil puistatakse kala soolapunkrist dosaatorist soolaga üle ja puistatakse kaskaad-segajasse, kus toimub kala ja soola segamine. Soolapunkrit täidetakse soolaga kraap-transportööri abil. Kaskaad-segajast suunatakse segu lint-transportööriga jaotamis-segajatesse, kust kallatakse tünni. Selle seadeldise kasutamisel basseini soolamiseks



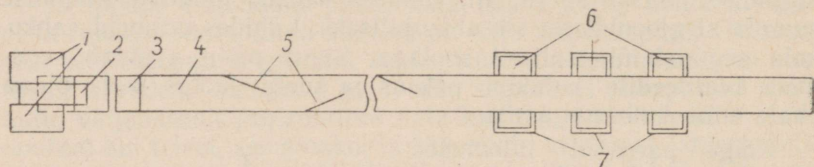
Joonis 22. Väikese kala tünnisoolamise käigu skeem (Гипрорыба и Главазчеррыбпром):

1 — punkerkaalud; 2 — soola doseeriija; 3 — lint-transportöör; 4 — soola doseeriija; 5 — kaskaad-segaja; 6 — lint-transportöör; 7 — vibraatorid; 8 — rullikäigud; 9 — soola transportöörid.

võidakse jaotaja-segaja tööst välja lülitada; segu transporteeritakse basseinide juurde lint-transportööriga.

Liini projekteeritud võimsus on 12—15 tonni tunnis. Elektromootori võimsus 12 kw.

Teine poolmehhaniseeritud Sahhalini tüüpi liin suure kala (heeringa) tünni soolamiseks on näidatud joonisel 23. Heeringas



Joonis 23. Sahhalini heeringa tünnisoolamise käigu skeem:

1 — punker; 2 — heeringa doseerija; 3 — soola doseerija; 4 — linttransportöör; 5 — sahk-segajad; 6 — punkrid heeringasoola segu jaoks; 7 — laudad vibraatorite jaoks.

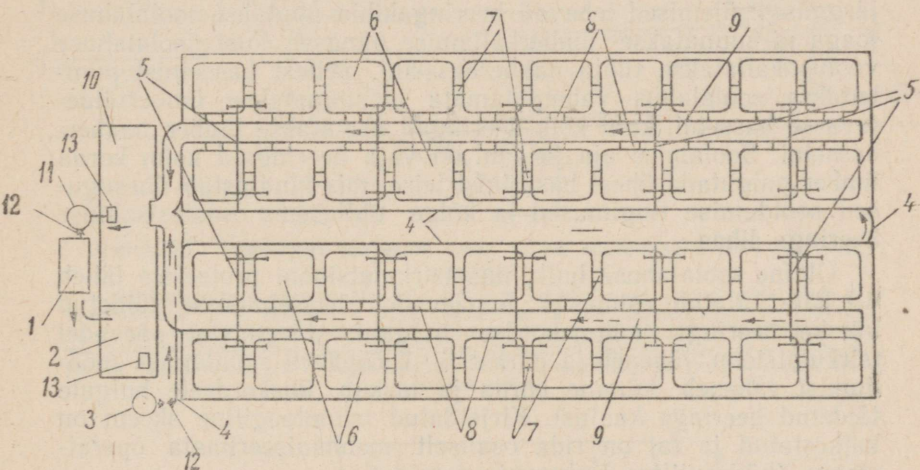
satub hüdrotransportöörist punkrisse — veetustajasse ja viimastest — kalapunkrisse — dosaatorisse, kust puistatakse liikuvale transportööri lindile, ja läbides soola-punkri praod, puistatakse teatud soola kogusega üle. Soola toimetatakse soola-punkrisse kraap-transportööri abil. Läbides sahk-segaja süsteemi, heeringas püherdub soolas, kuid teatud hulk (kuni 50%) jääb viimastest vabasse olekusse. Pärast sahk-segajaid suunatakse segu sama linttransportööriga pakkimiskohtadesse, kus sahk-kallutajate abil puistatakse vajalik kogus segu mõõte-kasti, millest kala pakitakse tünnidesse.

Kuna toimetatav operatsioon selles skeemis viiakse läbi käsitsi, siis seda liini ei või lugeda täielikult mehhaniseeritud liiniks. Liini töö võib olla katkestamatu kui ka katkestatud, ja on sõltuv tööliste arvust, kes pakivad heeringaid reastatult tünni. Suure heeringa puhul võib läbilaskevõimsus tõusta kuni 30 tonnini tunnis.

Tünnide täitmist puistamise teel (sellist täitmist lubatakse heeringa massilise sissetuleku perioodil) tünni soolamisel kirjeldatud liinil võib mehhaniseerida kõik protsessid, kaasa arvatud tünnide täitmine. Lindilt heidetud heeringa-soola segu, satudes punkrisse, kallatakse viimasest vibraatorile ülespandud tünni. Vibreerimisel (vibraatori kirjeldust vt. tagapool lk. 83—84) paigutatakse heeringas kõige tihedamalt küljeli, lapiti, ilma mingisuguse keha deformeerimiseta. Täidetud tünnid suunatakse mööda rullteed teatud ajaks seisma hoiukohale.

Viimasel ajal hakati heeringlasi soolama soolvees. See omakorda võimaldab mehhaniseerida kõik soolamisoperatsioonid,

kaasa arvatud kala soolamise anuma täislaadimine kalaga varemvalmistatud soolalahuses. Soolalahuse kontsentratsiooni samal tasemel hoidmiseks toimub viimase vahetu tsirkuleerimine suunaga: kaladega täidetud bassein → soolalahuse kontsentratsioon → kalaga täidetud bassein. Kontsentreeritud soolalahus satub basseini põhja, ja tõustes üles, tõrjub välja madalama kontsentratsiooniga, järelkult, teatud tingimuste juures võib saavutada kõigis kala soolamise anuma punktides pideva soolalahuse vahetuse.



Joonis 24. Tsirkuleerivas soolvees heeringa soolamise skeem:

1 — soolalahuse kontsentratsioon; 2 — küllastunud soolvee koguja; 3 — tsirkulatsioonipump; 4 — soolvee magistraaljuhe; 5 — basseinide soolveejuhtmed; 6 — basseinid; 7 — ülevalmistamise aknad; 8 — täitmise aknad; 9 — basseinidevaheline ränn küllastamata soolvee jaoks; 10 — küllastamata soolvee koguja; 11 — soolalahuse kontsentratori pump; 12 — ventiilid; 13 — pumba pallratta pesa.

Kogemused näitasid, et niisugune pidev vahetus on võimalik ainult väikeste kalakihi paksuste puhul. Suure paksuse puhul nõrga soolalahuse väljatõrjumiseks kontsentreeritud soolalahusega kogu kala massi ulatuses, mis asetseb basseinides, on vajalik alaline või perioodiline kala ja soolalahuse ümbersegamine.

Sellel põhimõttel ongi välja töötatud mitmesugused soolamise skeemid alalise kontsentratsiooniga soolalahuses (tsirkuleerivas soolalahuses). Üks skeemidest, mis on kasutatav heeringa soolamiseks basseinidesse, on kujutatud joonisel 24. Heeringas paigutatakse veetustajast basseinidesse, kuhu on kalla-

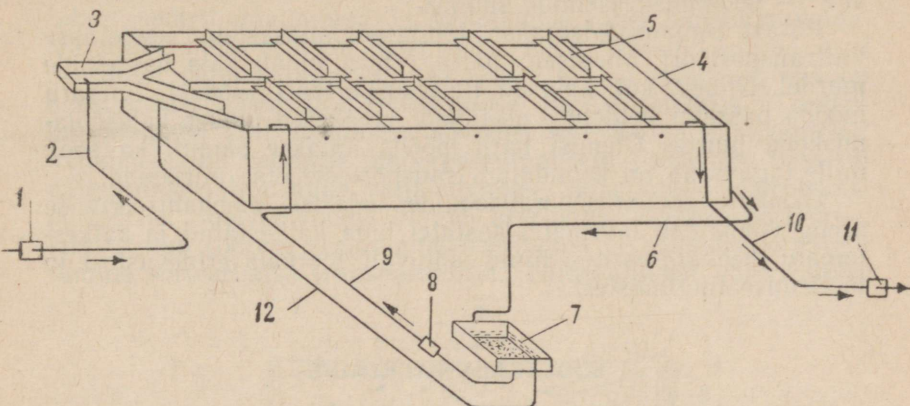
tud soolalahust erikaaluga 1,2. Pärast basseinide täitmist paigutatakse heeringas eriliste restide abil soolalahusesse ja kohe algab viimase tsirkuleerimine. Soolalahuse kontsentraator on seadeldis, mis sunnib soolvett liikuma läbi soolakihi alt üles. PB tüüpi pumba abil kontsentreeritud soolalahus surutakse basseini, nõrgendatud soolalahuse kontsentraatorisse. Normaalse sooldumise jaoks ülemistes, kõige enam kokkusurutult lebavais kalakihtides, suunatakse kalad hüdrauliliselt ühest basseinist teise. Hüdraulilise ümberasetamise põhimõtte seisneb järgmises: ülemised lebavad heeringakihid uhutakse soolalahuse joaga ja suunatakse ümberkallamise aknasse, kust soolalahuse voolus kallatakse tühja naaberbasseini. Sellest basseinist pumpatakse soolalahus vahetpidamata ja suunatakse ümbertäidetavasse basseini, kuni kõik heeringad asetatakse ümber naaberbasseini. Soolamise aja jooksul on vaja heeringaid kolm korda ümber paigutada ühest basseinist teise, mis kindlustab ühesugused sooldumise tingimused ja kõige ühtlasema soolasisalduse heeringa lihas.

Üldine soolalahuse hulk, mis tsirkulatsiooni protsessis läheb üle kala, ulatub esimestel ööpäevadel basseinidesse täidetud värske heeringa kümnekordse hulgani. Järgmistel päevadel tsirkulatsioon väheneb ja pärast 6—7 ööpäeva sooldumise möödumist väheneb kümme korda ja laskub ühekordsele hulgale täidetud heeringa kaalust. Kirjeldatud tehnoloogiline skeem on katkestatud ja tal on rida osaliselt mehhaniseerimata operatsioone (hüdrauliline ümberpaigutamine).

Tülka soolamise jaoks on välja töötatud katkestamatult töötavad seadeldised. Üks nendest — Timofejevi süsteemi seadeldis (joonis 25) — koosneb pikast vannist, kuhu on horisontaalselt ülevalt asetatud mitu segajat. Tülka suunatakse vanni kalapumbaga soolalahuse voolus. Vannis tsirkuleerib katkestamatult soolalahus. Vanni täitmisotsast nihutatakse tülka vastavate segajate abil väljavõtu otsa, kogu aeg soolalahusega ümber segades. Jõudes väljavõtu otsani, jõuab tülka küllaldaselt, nõrga või keskmise soolsuse saavutamiseks, soolaga imenduda ja laaditakse teise pumba abil välja. Pärast soolalahuse eraldamist nõrgumise transportööril pakitakse kala puistamise teel tünni.

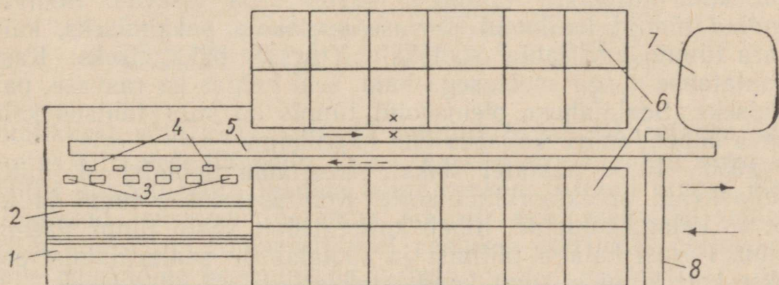
Rahuldavaid lahendusi suurte kalade soolamiseks (tursklaste, lõhilaste, soomkalade) tootmisprotsesside täielikuks või osaliseks mehhaniseerimiseks pole veel senini olemas. Ussovi poolt on esitatud lõhe soolamise masin (kõhukoopa ja lõpuskaante toppimiseks soolaga, mida käesoleval ajal katsetatakse. Soodsate tulemuste puhul võidakse mehhaniseerida kõik lõhe soola-

mise protsessid kuni nende basseinidesse paigutamiseni. Tähelepanu väärib mõningates Sahhalini ettevõtetes ellu rakendatud



Joonis 25. Timofejevi süsteemi seade tülka soolamiseks tsirkuleerivas soolvees.

1 — kalapump; 2 — survevoolik; 3 — tülka ja soolvee segu vastuvõtmine laud; 4 — soolamisvann; 5 — tiiviksegaja tülka segamiseks ja edasisuunamiseks; 6 — torustikujuhe küllastamata soolvee jaoks; 7 — soolalahuse kontsentraator; 8 — küllastatud soolvee vanni juhtimise pump; 9 — torustikujuhe küllastatud soolvee jaoks; 10 — täitja-kalapumba imemisvoolik; 11 — täitja-kalapump; 12 — torustikujuhe vastuvõtulaualt tuleva soolvee jaoks.



Joonis 26. Lõhilaste poolmehhaniseeritud soolamise skeem:

1 — süvend lõikajate jaoks; 2 — süvend pesijate jaoks; 3 — soolamislaud; 4 — sool; 5 — lint-transportöör (ülemine haru soola toimetamiseks soolamislaudadele, alumine haru lauakestega kala toimetamiseks soolamisbasseinidesse); 6 — basseinid soolamise jaoks; 7 — soolakuhi; 8 — hüdrotransportöör soolatud kala transportimiseks pakkimiskohale.

poolmehhaniseeritud lõhilaste soolamise protsess (joon. 26). Soolamine, s. t. soolas veeretamine, soolaga kõhukoopa ja lõpuskaante täitmine, toimub käsitsi, ühes punktis. Sellest punktist

kuni tsehhi vastaspoolse otsani, keskkohal, kulgeb lintranspordit, mille ülemine haru liigub soolamiskoha suunas, alumine aga — soolamisbasseinide suunas.

Pärast soolamist laotakse lõhilased lauakestele, asetatakse lintransporditri alumisele harule, mis annab kala basseinide juurde. Niipea kui kala on lintransporditri ülemist lintharu mööda basseini heidetud, asetuvad lauakesed ümber kalasoolamiskoha juurde. Ülemist haru mööda antakse samuti ka sool, mille tagavarad on koondatud transportitri otsa piirkonda.

Üksikute soolamisoperatsioonide edasise mehhaniseerimise areng võimaldab lähematel aastatel luua katkestatud ja katkestamatu mehhaniseeritud liinid sõltuvalt toorkala erinevustest ja töötlemise tingimustest.

### SOOLAKALA PAKKIMINE

Protsessi lõppstaadiumiks kala soolamisel basseinides, vannides on pakkimine: soolakala väljavõtmine kala soolamise anu- mast, pesemine, sortimine, ümberpaigutamine taarasse pakkimis- kohtadele, taarasse ladumine, tihendamine, kaanetamine.

Soolakala pakkimiseks kasutatakse tünne ja kaste. Esimesed omakorda jagunevad soolveekindlateks ja kuivtaaraks. Sool- veekindlaid tünne iseloomustab see, et need ei lase soolalahust läbi, kuna kuivtaara tünnid ja kastid seda lasevad. Soolvee- kindlad tünnid kuuluvad rasvase soolakala pakkimiseks, kuiv- taara tünnid aga lahja soolakala (tursa) pakkimiseks. Kaste kasutatakse nõrga soolsusega kala, seal hulgas ka rasvase, pak- kimiseks. Soolalahuse olemasolul tünnis on suur tähtsus kala- rasva hapendumise kaitseks õhk hapnikuga.

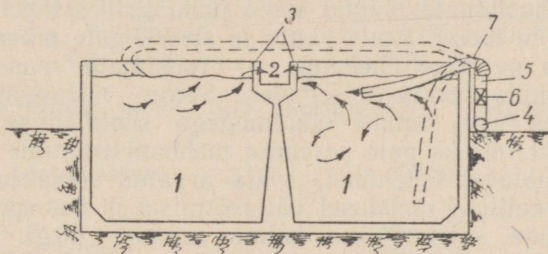
1950.—1951. aastatel hakati kasutama soolalahust mitte- läbilaskvaid polükloorvinüülkotte. Kott asetatakse tünni ja kui see on kalaga täidetud, liubub kott tihedalt vastu tünni sisemisi seinu. Pärast kalaga täitmist ja soolalahuse pealevalamist seotakse kott kinni ja tünne kaanetatakse.

Soolakala väljavõtmine basseinidest toimub peamiselt käsitsi. Hulgalistest loeteldud soolakala basseinist väljavõtmise mehha- niseerimise ettepanekuist väärub märkimist hüdrauliline soola- heeringa väljavõtmine ja selle transportimine pakkimisplatsile. Niisugune skeem on esitatud insener J. Pokrovski poolt ja on rakendatud mitmes Sahhalini kombinaadis ja tehases (joon. 27).

Paaris asuvate basseinide ridade vahele paigutatakse renn — voolik või soolveetransporditri, mis on ühendatud iga basseiniga väljalaadimise akna kaudu. Soolvee transportitri lõpeb soolvee

kogumiseks valmistatud augu juures, mille äärde on paigutatud võrktransportöör.

Soolalahuse juhtimisel tühjendatavasse basseinidesse kasutatakse tsentrifugaalpumpa ja soolalahuse juhett harutorustikuga. Väljalaadimine toimub järgmiselt: selle basseini juurde, kust heeringat välja laaditakse, seatakse üles kummivoolik, mis on ühest otsast ühendatud soolalahuse harutorustikuga. Tsentrifugaalpumba abil surutakse süvikust soolvesi ja analoogiliselt ülalkirjeldatud heeringa ümberpaigutamisele basseinist basseini paigutatakse heeringas väljalaadimise akna kaudu hüdrotransportööri. Soolvee voolus langeb heeringas võrktransportööri, kus toimub soolvee eraldumine heeringast ja selle ümberpaigutamine sorteerimise transportööri. Hüdrauliliselt väljavõtmise



Joonis 27. Soolatud heeringa hüdraulilise väljavõtmise skeem. Pokrovski süsteem:

1 — basseinid; 2 — basseinidevaheline soolveetransportöör; 3 — täitmise aknad; 4 — torustiku juhe kontsekreeritud soolvee jaoks; 5 — harutorustik; 6 — ventiil; 7 — kummivoolik (katkeline joonega on näidatud vooliku erinev asend).

tootlikkust võib tõsta kuni 12 tonnini tunnis, kasutades sealjuures 3 inimese tööjõudu, kuna aga käsitsi töötamisel sama arv töölisi suudab välja laadida kõige rohkem 6 tonni tunnis. Kuid nimetatud süsteemi paremus seisneb veel selles, et selliselt väljavõtmisel ja transportimisel pestakse heeringas puhtaks ja selle edaspidine pesemine on tarbetu.

Soolakala väljavõtmiseks soolamise basseinidest on katsetatud rakendada kalapumpasid, mis real juhtudel andis positiivseid tulemusi tingimusel, kui kalamassi mõningal määral soolalahusega vedeldada. Kuid soolakala väljavõtmisel pole kalapumpad massilist kasutamist leidnud ja esialgsete arvestuste järgi on nende kasutamisest saavutatav efekt madalam, kui soolakala basseinidest väljavõtmisel hüdraulilisel moodusel.

Mitmesugused ettepanekud kraaptransportöörade, kraanade ja muude sellesarnaste kasutamiseks kala väljavõtmiseks ei ole

lailaldast tööstuslikku kasutamist suures mastaabis leidnud ja teevad läbi alles katsetamise ja kontrollimise staadiumi. Seoses sellega ei saa mehhaniseerimise küsimust roogitud soolakala väljavõtmisel pidada kuni käesoleva ajani lahendatuks.

Soolakala, välja arvatud soolakala, mis basseinidest on välja võetud hüdraulilisel moodusel, pestakse võrkpõhjaga varustatud basseinides soolalahusega, mille kontsentratsioon kõigub 10—15%. Madalama kontsentratsiooniga soolalahuse või vee kasutamine ei ole lubatud, kuna see tungib intensiivselt kala pealmistesse kihtidesse, muudab kala vähem vastupidavaks järgnevale säilitamisele.

Pesemisel kõrvaldatakse kalalt täielikult lahustamatu soolalisandite kiht, lima, veri, kile ja liha rebestused, samuti ka soolamisel lahustamata jäänud soola jääk. Erilist tähelepanu tuleb pöörata kõhukoopa, lõpuskaante ja sisselõigete pesemisele. Roogitud kala pestakse ühekaupa — rookimata massiliselt, seda pesemisevannis hoolikalt segades. Seoses niisuguste pesemise erilisustega, aga samuti nõudmistega soolalahuse efektiivseimaks kasutamiseks pole pesemise mehhaniseerimine saavutanud kuigi rahuldavat lahendust, välja arvatud soolaheeringa pesemine hüdraulilisel moodusel väljavõtmisel ja transportimisel.

Soolakala sorteeritakse kolme tunnuse järgi: pikkuse või kaalu järgi juhul, kui enne soolamist ei sorteeritud, kvaliteedi ja soolasisalduse järgi (katkestatud soolamise moodusel nõrga ja tugeva soolsusega kala pakkimisel). Pikkuse või kaalu järgi sortimine enne kaalumist on võimalik ainult sel juhul, kui töötlemisele tulev kala kogus ei ole suur, ehk juhul, kui kala saabub mingisugustest operatsioonidest ühekaupa, missugustel juhtudel on võimalik ilma tootmisprotsessi takistamata kala sorteerida kaalu või pikkuse järgi teatud gruppidesse ja sellele järgnevad operatsioonid, kaasa arvatud soolamine, teha igale grupile eraldi (näiteks, tursk suur, keskmine, väikene; heeringas aasovi-mustamere nr. 5, 4, 3 jne.).

Kala massiliselt saabumisel, nagu näiteks kudeheeringa püügi ajal, on sortimine pikkuse järgi praktiliselt võimatu.

Sellest tingitult sorteeritakse pikkuse järgi reeglipäraselt pärast soolamist. Seda operatsiooni pole seni ajani suudetud mehhaniseerida ja viiakse seepärast läbi käsitsi. Kala mõõdetakse silma keskpunktist kuni pärakuuime viimase kiire lõpuni (Kaspia heeringas, suur hulk soomkalu), ninamikust kuni soomuskatte lõpuni (murmanski, valge mere heeringas), ninamikust kuni sabauime keskmise kiire lõpuni (Vaikse ookeani heeringas).

Kalalihas sisalduva soola järgi sorteeritakse katkestatud soo-

lamise puhul nõrga ja keskmise soolusega kala pakkimisel, kuid samuti ka tugeva soolusega kala pakkimisel, aga ainult sel juhul, kui soolamise kestus määratakse kindlaks väikeste mõõtmetega kala järgi, suuremad kalad aga võetakse basseinist välja enne seda, kui nad on saavutanud tugeva sooluse. Sorteeritakse väliste tundemärkide järgi. Mittetäielikult sooldunud eksemplaride selg on reeglipäraselt ümarikum, sile, pehmem, ülesooldunudtel on selg lapergusem ja sitkem. Terve rida vaatlusi näitab, et soolakala erikaal on otseses sõltuvuses soolasisaldusest kala lihas. Nii näiteks kevadisel Sahhalini heeringal on järgmine vahekord nende suuruste vahel.

Soolasisaldus	Erikaal
kuni 6%	alla 1,09
6-st kuni 10%	„ 1,09—1,12
10-st „ 14%	„ 1,12—1,16
üle 14%	üle 1,16

Latika ja vobla jaoks toob Tšernogortsev järgmise vahekorra:

Soolasisaldus	Erikaal
Latikas kuni 10%	1,07
10-st „ 14%	1,07—1,09
14-st ja üle	1,09—1,10
Vobla kuni 6%	1,045
6-st kuni 10%	1,045—1,075
10-st „ 14%	1,075—1,110
14% ja üle	1,11—1,14

Hüdraulilist meetodit kala sorteerimiseks vastavalt soolasisaldusele on võimalik edukalt tööstusse juurutada. Kala erikaalu sõltuvuse põhimõttel soolasisaldusest kontrollitakse käesoleval ajal Murmanski Kalakombinaadis soolatursa sorteerimise võimalust kala vastuvõtmisel traaleritelt.

Kvaliteedi järgi sorteeritakse ainult sel juhul, kui soolamisele oli suunatud madalasordiline toorkala ehk kui sooldumise protsessi vältel märgati kvaliteedi näitajate langust.

Vastavalt tünnide või kastide täitmise viisile liigitatakse pakkimine reastatuks või reastamatuks. Reastamatult pakitakse hamsa, tülka, kilu, räim, Murmanski väike heeringas; teised kalad pakitakse reastatult.

Soolakala pakkimiseks kasutatavad tünnid ja kastid peavad seest olema puhta pinnaga, soolveekindlad tünnid peavad olema kontrollitud, et need oleksid veekindlad, kastid peavad olema seest pürgamendiga vooderdatud. Enne täitmist tünnid ja kastid kaalutakse.

GOST 128-46 järgi «Soolveekindlad ja mittesoolveekindlad puust tünnid, mis on ette nähtud kalakauba hoidmiseks ja transportimiseks» kõigub tünni mahtuvus 30—300 liitrini. Kuju poolest jaotatakse tünnid normaalseteks (kõrgus on suurem kui läbimõõt) trummilisteks (kõrgus on väiksem kui läbimõõt). GOST 3952-47 järgi «Kastid kalakauba jaoks» kasutatakse kalakauba pakkimiseks kaste mahtuvusega 15—62 dm<sup>3</sup>.

Kala pakkimiseks kasutatavate kastide või tünnide mahtuvus määratakse kindlaks vastavate soolakala jaoks väljaantud standarditega. Lahkamata kala pakitakse tünnidesse või kastidesse ridamisi reeglipäraselt nõnda, et read oleksid üksteise suhtes risti, selja või kõhuga ülespoole (viimasel juhul on read teatud kallakuga).

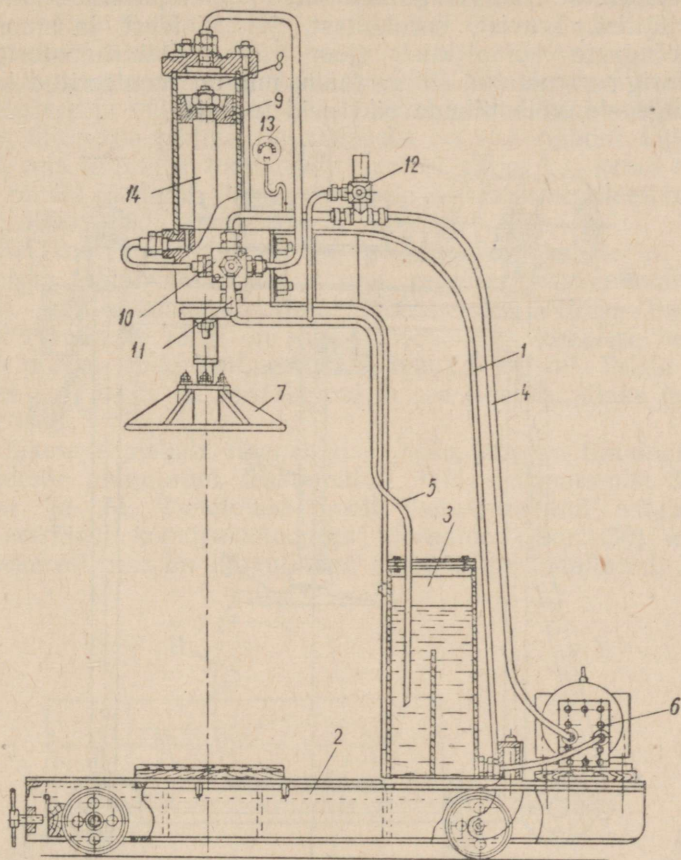
Kala, mis on lahatud ümarkalaks roogitult, lahatud kõhuga, pakitakse väikse kallakuga kõht ülespoole, poollapikuks lahatud kala aga seljaga ülespoole, lapikuks lahatud kala laiailiitõmmatuna lahatud pool ülespoole. Igal juhul pakitakse kõige pealmine rida seljaga või nahakattega ülespoole.

Pakitud kalakauba hoidmine sõltub paljudel juhtudel sellest, missuguse tihedusega on nad tünni laotud. Kui tünnid on nõrgalt täidetud, siis nende transportimisel, eriti ümberlaadimise puhul, kala väntsub, deformeerub, tekivad pealispinna vigastused, esineb kaalu vähenemine jne. ning mitteküllaldase soolvee esinemise puhul rasvarikas kala kattub tünnis oksüdeeritud rasva («rooste») kihiga. Sellepärast püütakse tünni või kaste kalaga võimalikult tihedalt täita. Selle kindlustamiseks litsutakse kalu pakkimisel kättega kokku ja pärast täitmist suunatakse kala pressimisele ning selle tagajärjel vabanenud ruum täidetakse uue kalakogusega.

Viimase ajani pressiti käsi-vintpressiga, kuid nüüd juurutatakse laialdaselt mehaanilisi presse. Niisuguste presside hulka kuulub Ikonnikovi tüüpi hüdrauliline press, Nežini tehase konstruktsiooniga mehaaniline press. Täieliku mahu kasutamiseks kala tünni loopimisel hakatakse kasutama vibreerivaid vibraator-tihendajaid.

Ikonnikovi hüdrauliline press koosneb kandekerest, alusest, õlipaagist, suru- ja äravoolujuhtmest, elektrimootorist, hammasrataspumbast, surukettast, silindrist, kolvist, kolvivardast (joonis 28). Press töötab järgmiselt: hammasrataspumbaga surutakse õli õlipaagist vaheldumisi kas silindri ülemisse või alumisse ossa. Õli suunamisel ülemisse ossa surub see kolvile ja vajutab selle alla, kolvi all olev õli aga lastakse mööda äravoolujuhet õlipaaki. Kolvi allaliikumisel vajub surukettaga

varustatud kolvivarras alla ja avaldab tünnis olevale kalale survet, kusjuures tünne on paigutatud pressialusele. Juhtimise käepideme ümberlülitamisel satub õli suruketta all olles silindri



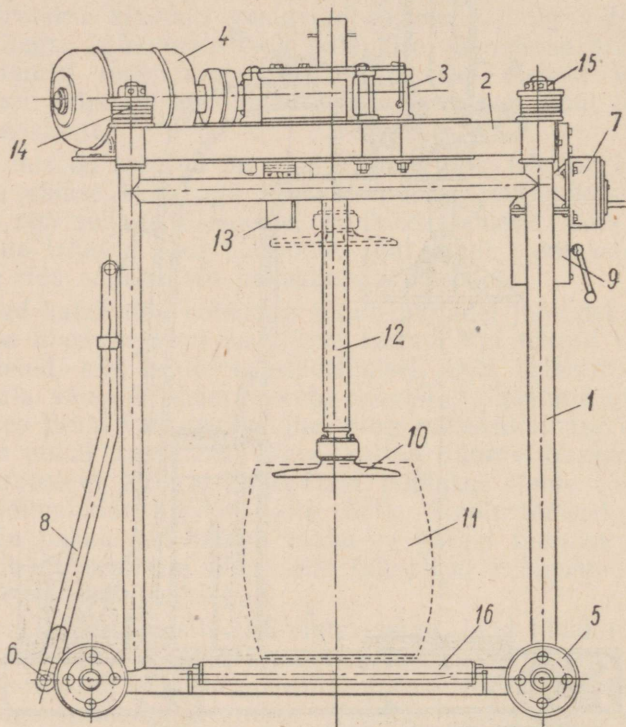
Joonis 28. Ikonnikovi süsteemi hüdrauliline press:

1 — kandekere; 2 — alus; 3 — õlipaak; 4 — surujuhtmestik; 5 — äravoolu-juhtmestik; 6 — hammasratsapump; 7 — suruketas; 8 — silinder; 9 — kolb; 10 — jagaja; 11 — juhtimiskäepide; 12 — kaitseklapp; 13 — manomeeter; 14 — kolvivarras.

alumisse ossa; seejuures tõstab ta kolvi üles ja surub kolvi all oleva õli äravoolujuhtmesse ning sealt õlipaaki.

Surveraskus kolvile ulatub  $30 \text{ kg/sm}^2$ , suruketta poolt edasi-antav üldsurve võrdub 3000 kg. Kaitseventiili reguleerimise teel võib pressi survet vastavalt vajadusele reguleerida.

Nežini Mehaanika tehase mehaaniline press koosneb kandekereest, liikuvast raamist, tigureduktorist, elektrimootorist, juhtimiskäepidemest, surveregulaatorist, lõppväljalülitist, trumm-ümberlülitist, kruvist, surukettast, juhtseibidest ja amortisatsioonirõngaste komplektist (joon. 29). Elektrimootoriga ja reduktoriga varustatud liikuv raam, mis on monteeritud kandekere tugeledele, võib liikuda piki neid tugesid.



Joonis 29. Nežini tehase mehaaniline press:

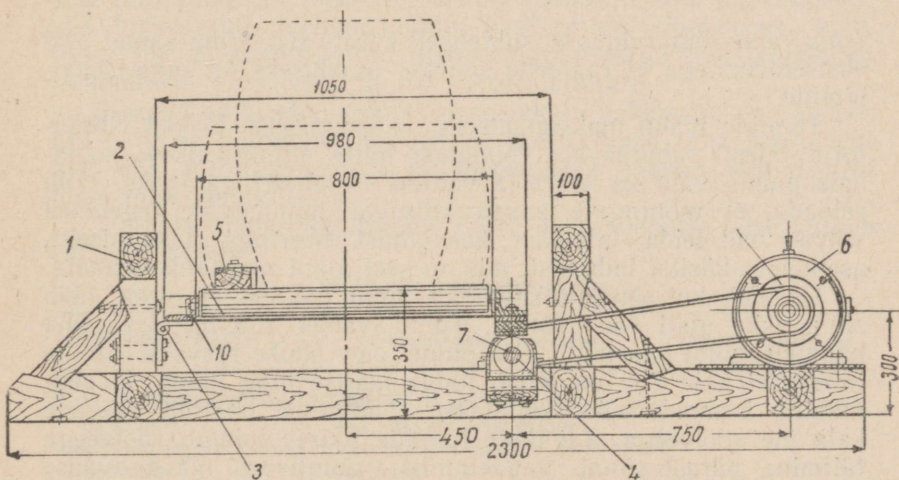
1 — kandekere; 2 — liikuv raam; 3 — tigureduktor; 4 — elektrimootor; 5 ja 6 — rattad; 7 — surveregulaator; 8 — juhtimiskäepide; 9 — ümberlüüti; 10 — suruketas; 11 — tünn; 12 — kruvi; 13 — lõppväljalüüti; 14 — kummist amortisaatorid; 15 — reguleerimisnutt; 16 — suunamis rullid.

Press töötab järgmiselt: mootori käivitamisel paigutab sellega ühendatud tigureduktor vertikaalses suunas ümber surukettaga kruvi. Kokkupuutel pressitava kalakihiga avaldab suruketas nii sellele kui ka liikuvale raamistikule ühesugust survet, sundides raamistikku ülespoole liikuma. Raamistiku ülespoole

liikumist piiratakse amortisatsioonirõngastega. Liikuva raamistikuga on jäigalt ühendatud tugikang, mille alumine ots on ühendatud liikumise regulaatoriga. Raamistiku ülespoole liikumisel asetab tugikang surveregulaatori hoova ümber ja lülitab elektrimootori automaatselt võrgust välja. Elektrimootori liikumist (suruketta tõstmine ja laskumine) muudetakse: see lülitatakse sisse ja välja reversiivselt töötava trummümlüliti abil. Ketta ülespoole tõstmise piiramiseks on ette nähtud lõppväljalüliti, mis lülitab automaatselt mootori välja, kui ketas on ülemise piirini jõudnud. Pressi survet on võimalik reguleerida 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000 ja 7000 kg.

Nii Ikonnikovi hüdraulilise pressiga kui ka Nežini tehase pressiga töötamisel tuleb survet reguleerida vastavalt kala liigile, aga samuti ka tunni mõõtmetele. Näiteks Sahhalini TINRO andmete järgi on tugeva soolusega kevadise heeringa surve piiriks  $1,5 \text{ kg/sm}^2$ , gorbušal aga  $2,5 \text{ kg/sm}^2$ . Teiste kalade juures surve piir on teistsugune ja see tuleb kindlaks määrata katseliselt.

Väikesese soolakala tihendamise jaoks, mis on tunnidesse või kastidesse paigutatud, reastamatult, leidsid kasutamist S. Lukjanovi ja M. Timofejuki poolt konstrueeritud vibraatorid. A. Terentjevi konstruktsiooniga vibraator (joon. 30) koosneb kandekerest, mis on liigenditega aluse külge kinnitatud, elektri-

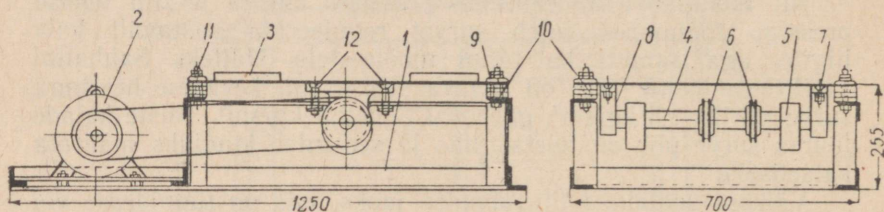


Joonis 30. A. V. Terentjevi süsteemi ekstsentrivibraator:

1 — kandekere; 2 — tunnide alus; 3 — liigendi hing; 4 — ekstsentrik; 5 — piirde liist; 6 — elektrimootor; 7 — ekstsentriku võll.

mootorist, ekstsentrikutega võllist. Elektrimootori pöörlemisel kandub liikumine veorihma abil ekstsentrikutete võllile, mille pöörlemine paneb võnkuma aluse ühes sellele asetatud kalaga täidetud taaraga. Ekstsentrikutete ekstsentrirtsiteet on 1,5 mm, aluse kinnitamata külje võnkumise amplituud on 3 mm. Aluse võngete arv on umbes 1500 minutis.

S. Lukjanovi ja M. Timofejuki konstruktsiooniga vibraator töötab teisel põhimõttel; siin kasutatakse aluse võnkuma panemiseks inertsjõudu, mis tekib võlli pöörlemisel, mille külge on ekstsentriliselt kinnitatud tasakaalustamata raskus. Joonisel 31 on toodud vibraatori skemaatiline joonis. Selle eeliseks on



Joonis 31. S. P. Lukjanovi, N. P. Rõbaltšenko, M. V. Timofejuki süsteemi vibraator:

1 — kandekere; 2 — elektrijõujaam; 3 — plaat; 4 — võll; 5 — reguleeritavad ekstsentririkud; 6 — rihmarattad; 7 — laagrikorpus; 8 — kuullaagrid; 9 — seibid urbest kummist; 10 — torud poltidel; 11 — poldid.

tema väike jõutarvidus ja suhteliselt käratu töö, kuna samal ajal ekstsentrikutega vibraatorite suureks puuduseks on tugev klop-pimine.

Tünnide mahu maksimaalseks kasutamiseks loovad vibraatorid täiesti rahuldavaid võimalusi mitte ainult väikese soolakaala puhul, vaid ka suure ja valitud soolaheeringa jaoks. Võib eeldada, et mõningate konstruktiivsete muudatuste tegemisel võivad nad leida laialdast kasutamist heeringa pakkimiseks, asendades käsitsi ladumist, mis on seni ajani mehhaniseerimata.

Ükskõik kui tihedalt kalad ka tünni pakitud ei oleks, jääb sinna ikka alati vaba ruumi. Tünni vabas ruumis oleva õhu hapniku mõjul hapendub kala pinnal olev õhuke rasvakiht, mille tulemusel kala liha omandab halva maitse ning lõhna. Hapendumise ärahoidmiseks kallatakse tünnidesse pakitud rasvane kala üle soolveega. Tavaliste tünnide juures toimub soolveega täitmine pärast tünni kaanetamist, tünnilauas oleva avause kaudu, kuid tünni, mis on polükloorvinüülkottidega varustatud, täidetakse soolveega enne kaanetamist. Keskmiselt võrdub juurdekallatava soolvee hulk 10–12% kala kaalust.

Rasva hapendumise vältimiseks, mitteüllaldase soolvee olemasolul või selle puudumisel, soovitatakse rasvaseid kalu soolata suitsutusvedelikuga, millel on hapendumisvastane omadus. Olgugi, et see viis on efektiivne hapendumise ärahoidmiseks, pole see leidnud laialdast kasutamist, kuna kauasel suitsutusvedeliku mõjul omandab liha kalale mitteomase maitse. Lõpliku järelduse tegemiseks hapendumise ärahoidjate kasutamise võimalusest on tarvis edasist katsetamist, täpsustada kasutatava suitsutusvedeliku retsepti, kuid katsetada samuti teisi efektiivseid hapendumise ärahoidmise vahendeid.

Tünnide kaanetamiseks võidakse kasutada hüdraulilisi või mehaanilisi presse või mõningaid teisi mehhanisme, nagu inserner Hranovski tüüpi hüdro sulgejat. Tünnide kaanetamisel presidega tõstetakse pealmine tünnivits üles ja keskmist tünnivitsa lüüakse pisut vabamasse olekusse; kala peale, mis on eelneva litsumisega tünni asetatud, pannakse kaas ja sellele asetatakse plaat, mis on võrdne tünni ülaotsa sisemise diameetriga ja tünnikaane paksusega. Plaadi peale asetatakse survekann, mille diameeter on tünni omast suurem. Niisugusel moodusel satub kaas uurdesse ja üheaegselt, survepressi ketta tegevuse mõjul kannu alla liikumisega, surutakse tünni ülemine vits oma kohale.

Loetletud seadeldistega piirdubki praegu kalatünni sulgemise mehhaniseerimisprotsessi võimalus. Kuid olgugi, et ei või veel luua täielikult mehhaniseeritud vooluliini kala pakkimiseks, siis kirjeldatud mehhanismide kasutamine ühenduses kala, taara jne. mehhaniseeritud ümberpaigutamisega loob võimalusi tööjõudluse tõstmiseks ja töö kergendamiseks.

Skeemil on toodud peamised soolakala pakkimise operatsioonid ning on näidatud, missugused neist võivad juba käesoleval ajal olla mehhaniseeritud ja missugused jäävad senini veel mehhaniseerimatuiks.

Tünnide ümberpaigutamine ühest operatsioonist teise kulgeb rullteed mööda.

#### Soolakala pakkimise skeem

Operatsiooni nimetus	Mehhaniseeritud operatsioon	Käsitsi operatsioon
Kala väljavõtmine basseinist	Hüdrauliline väljavõtmine, kraanad, kraaptransportöör	
Pakkimispaigale toimetamine	Hüdrotransportöörid, linttransportöörid	
Pesemine	Heeringa ja teise lahkamata kala transportimine hüdrotransportööridega	Lahatud kala

Operatsiooni nimetus	Mehhaniseeritud operatsioon	Käsitsi operatsioon
Sortimine	Soolsuse järgi — hüdrauliline sortimine	Suuruse ja kvaliteedi järgi
Taara täitmine	Loobitult — vibraatoriga tihendamine	Korrapärane rida-misi ladumine
Vajutus	Hüdraulilised või mehaanilised pressid	Korrapärane rida-misi ladumine
Järeltäitmine	Kaanetamise seadeldis, press	Markeerimine
Kaanetamine		
Kaalumine		
Tünnide markeerimine		
Soolvee kallamine	Pump	

### SOOLATUD KALATOODETE SÄILITAMINE

Soolatud kala säilitamine ja kalatöötlemise ettevõttest turustamise rajoonidesse transportimise tingimused määratakse kindlaks soola kontsentratsiooniga kala koemahlas (küllastuse koefitsiendiga) ja pakkimise viisiga (taaraga). Soola kontsentratsioon koemahlas võib suuresti kõikuda: nõrga soolsusega toodangul on see tunduvalt madalam kui tugeva soolsusega kalal. Kuna koemahlas oleva soola kontsentratsioon on funktsionaalses sõltuvuses kala lihas sisalduvast niiskusest ja soolast, siis on võimalikud niisugused juhud, et kontsentratsioon on ühesuguse soolasisalduse puhul erinev. Näiteks nõrga soolsusega heeringas, mis on soolatud vahelduval ja normaalsel küllastusel, on ühe ja samasuguse soolasisalduse puhul isesuguse kontsentratsiooniga: vahelduvalt küllastusega soolatud heeringal on suurem, aga normaalselt küllastusega soolatud heeringa kontsentratsioon on nõrgem. On avastatud, et erisuguse rasvasisaldusega kaladel on soola kontsentratsioon mahlas veelgi erinevam. Näiteks Sahhalini kudeheeringal, mille soola sisaldus mahlas on 6 kuni 10% (vahelduvalt küllastusega soolamisel) on soola kontsentratsioon koemahlas 9,5 kuni 15%; toitval heeringal on sama soolsuse puhul 12,5—20%. Kuna säilivus sõltub otseselt koemahlas olevast soola kontsentratsioonist, siis paremini säilib selline soolakala, millel see näitaja on suurem. Tugeva soolsusega heeringas säilib paremini kui keskmise soolsusega, aga keskmise soolsusega paremini kui nõrga soolsusega; küllastatult soolatud kala säilib paremini kui küllastamatult; väiksema niiskusesisaldusega kala säilib paremini, kui suure niiskusesisaldusega (olguigi, et mõlemal juhul on soolasisaldus ühesugune).

Tabelis 24 on toodud mõningate soolakalade säilitamise tähtajad, vastavalt laoruumide temperatuurile. Soolasisaldus, mõjustades teatud määral kudes olevat soolakontsentratsiooni, näitab, et alla 0° temperatuuri puhul kontsentratsiooni mõju säilitamisele peaaegu ei avaldu, kuna üle 0° temperatuuri juures sõltub säilitamine ilmselt soolasisaldusest.

Tabel 24

Säilitamise tähtaegade sõltumine temperatuurist ja kalaliha soolusest (NSVL KTM normid)

Kala nimetus	Soola sisaldus lihas	Säilitamise kestus temperatuuris			
		0 kuni -2°	0 kuni +2°	+2 kuni +5°	+5 kuni +8°
Heeringas soolvee-kindlates tünnid	kuni 8%	8 kuud	6 kuud	2 kuud	—
— „ —	kuni 12%	8 — „ —	7 — „ —	5 — „ —	4 kuud
— „ —	üle 12%	8 — „ —	7 — „ —	6 — „ —	5 — „ —
Soolakala soolvee-kindlates tünnid	—	8 — „ —	7 — „ —	6 — „ —	5 — „ —

Kastides ja tünnid oleva ilma soolveeta kala säilitamise tähtajad on peaaegu kaks korda lühemad, mida põhjustab pealmise rasvakihi hapendumine.

Suhtelist niiskust hoitakse soolakala säilitamise ruumides peaaegu täielikul küllastuse piiril (85—90%), kuna sellega on hallitamise tekkimise võimalused kala pinnale viidud miinimumini. Niisugune kõrge õhuniiskus tagab pakendite (tunnide, kastide) püsiva bruto — kui ka sisu (kala, soolvee) kaalu. Õhu tsirkulatsioon võiks olla mõõdukas, kuna selle ülesanne on ainult temperatuuri ja õhuniiskuse reguleerimine.

Taara koos soolakalaga paigutatakse lao ruumidesse (külmhoonetesse, külmladudesse jne.) järgmiselt: tünnid asetatakse horisontaalsesse asendisse mitmelt realt, pannes alumise rea alla latid ja ridade vahele lauad; kastid lapiti, kaantega ülespoole, latid ja lauad asetatakse vahele samuti nagu tünnidelegi.

Soolveekindlates tünnid oleva kala säilitamisel kontrollitakse perioodiliselt, et tünnid oleks vajalik kogus soolvett, selle puudumisel lisatakse kohe sinna soolalahust, mille soolakontsentratsioon vastab kala lihas olevale soolakontsentratsioonile.

Nõrga ja keskmise soolusega soolakala transporditakse jäävagunites või külmutusseadeldisega laevades 0° temperatuuri

juures, tugeva soolsusega kala transporditakse tavalistes vagunites või laevades, kuid mitte üle 10—15° temperatuuri. Kui õhu temperatuur on kõrgem, siis kasutatakse vedudeks külmutus-transporti. Lühiajalise (mitte üle 3—5 ööpäeva) transportimise puhul, kui kala on enne vedu 0 kuni —5°-ni jahutatud, võib tugeva soolsusega kala vedada tavaliste transpordivahenditega.

Kombinaatides ja tehastes on lubatud valmiskaupa lühiajaliselt hoida varjualustes, kus taara on päikesekiirte otsese mõju eest kaitstud. Nii näiteks 10° õhutemperatuuris võib nõrga ja keskmise soolsusega heeringat hoida kuni 5 ööpäeva.

---

### III PEATÜKK

#### VÜRTSIDEGA SOOLAMINE JA MARINEERIMINE

Erinevalt harilikust soolamisest satub kala vürtsidega soolamise puhul koos soolaga veel suhkruga ja mõningate maitse- ja aromaatiliste ainete, nn. vürtside mõju alla, mille tagajärjel valmistoode saab erilise aromatiseeritud «buketi», tunduvalt parema võrreldes soolakala «buketiga». Kombineerides vürtside koosseisu ja nende koguselist vahekorda segus võib saada maitset ja aromaatiliste omaduste poolest mitmesuguse toote. Pikaajaliste katsetega on kindlaks tehtud mõningad peamised vürtsisegude retseptid, milles iga üksiku vürtsi lõhn ja maitse ei ole summutatud teiste vürtside poolt ja üldine bukett on vürtsisegu buketi summa. Kui kala mõjutatakse äädikhappega, mis on täiendavaks konserveerimis- kui ka maitseaineks, siis valmistoode nimetatakse marinaadiks — selle valmistamise protsessi aga marineerimiseks või marinaadide valmistamiseks. Harilikult tarvitatakse kala marineerimisel ka vürtse. Järelikult erinevus vürtsidega soolamise ja marineerimise vahel seisab selles, et esimesel juhul mõjutavad kala ainult sool, suhkur ja vürtsid, kuna teisel täiendavalt ka äädikhape, mis mängib kahe-  
sugust osa: konserveerivat ja aroomi tekitavat.

#### VÜRTSID JA NENDE ETTEVALMISTAMINE SOOLAMISEKS

Vürtsid on kultuur- ja metsikult kasvavate taimede mitmesugused osad (vili, seemned, lehed, juured), mille koosseisu kuuluvad terava maitsega või meeldiva lõhnaga ühendid. Vürtsidega soolamisel ja marineerimisel on kõige enam kasutatavateks vürtsideks: must pipar, piment (lõhnav pipar), punane pipar, nelk, muskaatpähkel, muskaatõis, kaneel, kardemon, koriander, ingver, köömen, loorberileht, till, aniis, majoraan, piparmünt, safran, humal jt., mille toime aluseks on eeterlikud õlid.

Must või kibe pipar on pipra sugukonda kuuluva troopika pöõsa valmimata, kuivatatud vili, mille koostises on lämmastikkusisaldav orgaaniline ühend — piperiin, koguses 4 kuni 7,5 protsenti, mis annab temale terava maitse. Kui valminud vili vabastada koorest ja kuivatada, siis saadakse valge pipar, mida marineerimisel ja vürtsidega soolamisel peaaegu ei kasutata. Must pipar sisaldab 3,5 kuni 5,6% tuhka, valge — 0,7 kuni 3,5%. Piment — lõhnav pipar — on poolikult valminud, päikese käes kuivatatud mürtide sugukonda kuuluva väikse puu marjad, sisaldavad vähemalt 2% eeterlikke õlisid, mis annavad tootele aromaatselt meeldiva lõhna ja veidi kaneeli meeldetuletava kõrvalmaitse. Tuhasisaldus on mitte üle 5%.

Punane pipar on samanimelise üheaastase taime kuivatatud vili (kaunad), mis sisaldab ligi 0,02% väga terava maitsega kaisadiini. Kuivatatud kaunad on helepunast värvi. Suur hulk punast pipart saabub jahvatatult. Vääratuslikum on vilja kestast saadud pulber.

Kaneel on loorberi sugukonda kuuluva kaneelipuu okste kuivatatud koor, mis on täielikult või osaliselt vabastatud väliskihidest, helepruuni kuni punakas-pruuni värvi. Eeterlike õlide sisaldus peab olema mitte alla 1%, tuhka — mitte üle 5%, sellest 10%-lises soolhappes lahustamatut mitte üle 2%.

Muskaatpähkel on kõvast koorest ja seemnekestast vabastatud muskaadiliste sugukonda kuuluva muskaadipuu seeme. Paremat sorti muskaatpähklid sisaldavad vähemalt 8% ja halvemad vähemalt 3% eeterlikku õli. Tuhasisaldus ei tohi ületada 3,5%, sellest 10%-ses soolhappes lahustamatut liiva ja tuhka mitte üle 0,5%.

Muskaatõis on muskaatpähkli kuivatatud seemne kest, mille paremad sordid sisaldavad vähemalt 4%, halvemad vähemalt 3% eeterlikku õli.

Nelk on mürtide sugukonda kuuluva nelgipuu kuivatatud, väljaarenenud, kuid täielikult lahtipuhkemata õiepungad. Eeterliku õli sisaldus peab olema mitte alla 10%.

Kardemon on ingveri sugukonda kuuluva taime kuivatatud vili või seemned. Ovaalses karbikesekujulises helekollase värvusega viljas sisaldub kuni 18 seemet, mille kaal on 60—75% viljakaalust. Seemnetes on kuni 4% eeterlikke õlisid, kuna vilja kest sisaldab vähem kui 1%. Tuhasisaldus ei pea ületama 10%.

Koriander on õieliste sugukonda kuuluva koriandritaime kuivatatud valminud vili, mis sisaldab kuni 2% eeterlikku koriandriõli.

Köömen on sarikaliste sugukonda kuuluva üheaastase taime



takse läbi sõela avaustega 1×1, 2×2 mm. Purustamiseks kasutatakse erilisi veskeid, kahe jahvatava rihveldatud rõngaga, millest üks keerleb völli, teine on liikumatult kinnitatud kanderele.

Jahvatuse astet on kerge reguleerida jahvatusrõngaste vahe-ruumi muutmisega. Muskaatpähkli peenendamisel on soovitatav juurde lisada 2—3% pimenti. Peenendatud vürtsid pakitakse tihedatesse, kuivadesse puhastesse tünnidesse, mis seestpoolt on kaetud pärgamentpaberiga ja õhukindlalt kaanetatud.

Kasutamise eel vürtsid, välja arvatud loorberileht, segatakse üksteisega, samuti soola ja suhkruga. Segamine toimub erilistes keerlevates segajates. Vürtside koostis, samuti nende koguseline sisaldus segus reguleeritakse vastavate retseptidega, mis on välja töötatud mitmesuguste kalade vürtsidega soolamiseks ja marineerimiseks.

Retseptide väljatöötamisel ja segude koostamisel on vaja ühendada üksikud vürtside omadused nii, et üldises bukettis ei oleks märgata üksikuid vürtse ja ühe-kahe vürtsi omadused ei tungiks väga teravasti esile.

Tabelis 25 on näitena toodud vürtsi-soolasegu retseptid kilu, räime, hamsa ja väikse heeringa soolamiseks.

Tabel 25

Vürtsi-soolasegu retseptid väikse heeringa, kilu, räime ja hamsa soolamiseks

Vürtside nimetus	kg-s 100 kg toorkalale		
	kilu, räim, valgemere heeringas	hamsa	
		retsept nr. 1	retsept nr. 2
Pipar, kibe . . . . .	0,110	0,1	0,125
Piment . . . . .	0,190	0,2	0,050
Kaneel . . . . .	0,075	0,05	0,0125
Nelk . . . . .	0,075	0,05	0,0125
Aniis . . . . .	—	0,025	0,075
Koriander . . . . .	0,038	0,1	0,150
Suhkur . . . . .	0,445	0,8	0,8
Sool . . . . .	15 <sup>1</sup>	14	14
Loorberileht . . . . .	0,110	0,02	0,02
Ingver . . . . .	0,035	—	—
Muskaatpähkel . . . . .	0,034	—	—
„ õis . . . . .	0,020	—	—
Köömen . . . . .	—	—	0,1

<sup>1</sup> Valgemere heeringale 14 kg.

Vürtsidega võib mõjutada mitte ainult värsket kala sooldumisel, vaid ka soolast (harilikult pärast esialgset leotamist). Sel juhul retseptist loomulikult heidetakse välja sool, kusjuures koostis ja vürtside suhtelised kogused muutuvad. Näiteks toome kaks retsepti soolaheeringale (tabel 26). Allpool üksikute kalaliikide jaoks vürtsidega soolamise tehnoloogiat läbi vaadates vaadeldakse täiendavalt retsepte vürtsikastmete valmistamiseks.

Tabel 26

Vürtside segu heeringa soolamiseks

Vürtside nimetus	kg-s 100 kg heeringale	
	Retsept nr. 1	Retsept nr. 2
Suhkur . . . . .	0,350	0,300
Piment . . . . .	0,100	0,200
Pipar, must . . . . .	0,050	0,100
Pipar, punane . . . . .	0,050	0,030
Kaneel . . . . .	0,020	0,050
Nelk . . . . .	0,010	0,030
Koriander . . . . .	0,300	0,200
Salvei . . . . .	—	0,030
Kardemon . . . . .	—	0,020
Loorberileht . . . . .	0,010	0,020
Muskaatpähkel . . . . .	—	0,020
Köömen . . . . .	0,030	—
Aniis . . . . .	0,080	—

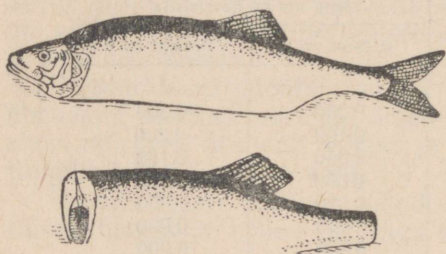
TOORAINE ISELOOMUSTUS

Vürtsidega soolamiseks ja marineerimiseks kasutatakse heeringlasi (kilu, heeringas, räim) ja anšoovislasi (hamsa, anšoovis), samuti üksikuid siialasi (tugun, räabis) värskena, külmutatult ja soolatult. Värske kala peab vastama tehniliste tingimustega I sordi kala tooraine kohta kehtestatud nõuetele, külmutatud ja soolatud kala — vastavate GOCT-ide ja OCT-ide esimesele sordile. Kui heeringal on väliseid vigastusi rohkem kui lubatud GOCT-is 815—55 II sordile, siis ei ole see aluseks tooraine prakeerimiseks, kui teiste näitajate poolest ta vastab I sordi nõuetele. Selline nõuete nõrgendamine on tingitud sellest, et väliste vigastustega heeringas vürtsidega soolamise eel lahatakse. Olenevalt välistest vigastustest ja nende iseloomust jaotatakse vürtsidega soolamisele või marineerimisele kuuluv soolaheeringas nelja gruppi:

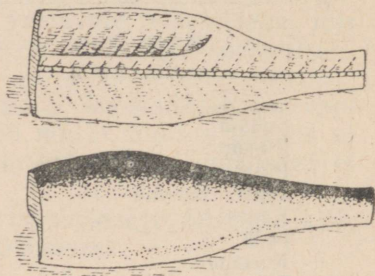
- esimene grupp — heeringa kõik näitajad vastavad ГОСТ-ile 815—55  
 teine grupp — heeringal on vigastatud kõht  
 kolmas grupp — pea vigastatud ja nahk rebestatud  
 neljas grupp — on tunduvate väliste vigastustega — üksikud kehatükid, katkised kehakesed.

Esimese grupi heeringat võib kasutada kas tervikuna või rapitult.

Teise grupi heeringas roogitakse ja lahatakse kerekesteks ning seljatükkideks (joonis 32).



Joonis 32. Heeringas-selg (balökk) ja heeringas-kere.



Joonis 33. Fileeks lahatud heeringas.

Kolmanda grupi heeringas lahatakse fileeks (joonis 33).

Neljanda grupi heeringas tükkideks ning lõikudeks.

Marineerimisel ja vürtsidega töötlemisel lahatakse tihti ka vigastusteta heeringat, et kõrvaldada toidukõlbmatud ja väheväärtuslikud kala keha osad.

### VÜRTSIDEGA SOOLAMINE

Väikest kala (kilu, hamsa) võib vürtsidega soolata tunni või õhukindlalt kaanetatud plekk- ja klaaskarpidesse. Heeringlased harilikult esialgu soolatakse tunnidesse ja tunnidest pakitakse karpidesse.

Basseinidesse vürtsidega soolamine ei ole soovitatav, sest kala suurest kogusest tingitud ülekoormatuse tagajärjel on raske saavutada vürtside ühtlast jaotumist tootes, mille tõttu vürtside kasutamine on vähe efektiivne.

Kilu ja värske kala tunni soolamise üldised võtted peaaegu ei erine nende tavalisest tunni soolamisest. Hästi pestud kala

vabaneb soomusest täielikult. Pärast nõrgumist pannakse pestud kala mõõtkastidesse (25—50 kg), mis antakse lauale kala hoolikaks segamiseks vürtsi-soolaseguga.

Soola ja vürtsisegu puistatakse mõõtnõusse, mis mahutab lauale asetatud kala soolamiseks vajaliku annuse.

Perioodiliselt tasandades puistatakse kala kastist tunni mahuga mitte üle 100 kg. Tunni põhjale pannakse üks pool loorberilehe normist, teine pool asetatakse pealmisele kihile<sup>1</sup>.

Üle ääre täidetud tunnid jäetakse 12—24 tunniks seisma, et tekiks soolvesi ja kala vajuks. Pärast soolvee äravalamist ja samast partiist kala juurdelisamist tunnid kaanetatakse, täiendatakse vajaduse korral soolveega ja paigutatakse edaspidiseks sooldumiseks ja valmimiseks vastavasse temperatuuri tingimustesse.

Kogu säilitamise perioodil on vaja jälgida taara seisukorda ja kui avastatakse, et soolvesi välja jookseb, tuleb kala ümber pakkida. Kala võib vürtsidega ja vürtsi-soolaseguga segada segajates, keerlevates trumlites, kaskaad-segajates, transportörlintidel jne., mille kirjeldus on toodud peatükis «kala soolamine».

Sel juhul on segu doseerimiseks sooladosaator, mis automaatselt mõõdab ära tema vajaliku koguse segajasse.<sup>2</sup>

Karpidesse soolamisel pakitakse karpidesse hoolikalt pestud ja suuruselt ühtlased kalad vastastikku ristuvate ridadena: alumine rida kõhuga allapoole, järgmised — kõhuga kaane poole. Karbi põhi ja iga kalarida puistatakse üle ühtlaselt vürtsi-soolaseguga. Karbi põhjale ja pealmisele reale, mis pakitakse karbi servast natuke kõrgemale, pannakse loorberilehti. Karpi mahutatakse standardne kogus kala ja vürtsi-soolasegu. Viimane kaalutakse või mõõdetakse aegsasti teatud kogustena.

Kalaga täidetud karbid jäetakse pakkimislaudadele lahtiselt vähemalt 12 tunniks. Selle aja jooksul toimub, sooldumisel kalade mahu vähenemise tagajärjel, vajumine: pealne rida vajub allapoole karbi serva ja viimaseid saab sulgemismasinatega kergesti kaanetada. Pärast sulgemist karbid puhastatakse, hõõrutakse kuiva lapiga, võitakse vaseliiniga ja suunatakse vastavatesse hoidlatesse edasiseks sooldumiseks ning valmimiseks. Karpidesse võib pakkida mitte ainult värsket kilu või temaga sarnaseid kalu, vaid ka soolast: liht- ja erisoola ning vürtsidega tunni soolatud kala. Lihtsoolakala ja vajaduse korral ka

<sup>1</sup> Loorberileht kupatakse enne tarvitamist keeva veega.

<sup>2</sup> Vürtsi-soolaseguga segatud kala tihendamiseks kasutatakse vibraatoreid. Olemasolevatel andmetel kiirustab vibraatorite kasutamine sooldumise algperioodil soolvee tekkimist ja segu ei kihistu.

erisoolakala pestakse mustuse ja soomuse kõrvaldamiseks soolvees, erikaaluga 1,06—1,09.

Pärast soolvee nõrgumist pakitakse kalad karpidesse eespool näidatud viisil ja puistatakse üle vürtsiseguga (ilma soolata). Pärast täitmist valatakse karpi vürtsi-soola-lahus, mis valmistatakse soolveest, keetes teda 30 minuti kestel vürtsiseguga. Soolvee kontsentratsioon peab vastama koemahla kontsentratsioonile (küllastuse koefitsiendile). 100 l soolalahuse peale tuleb võtta: pipart, kibedat 100 g, pimenti — 150 g, nelki — 50 g, ingverit — 100 g, muskaatpähklit — 55 g, muskaatõit — 30 g. Tünni soolatud vürtsikala ümberpakkimisel karpi vürtsid reeglipäraselt kõrvaldatakse. Karpi pakitud kalade ülevalamiseks kasutatakse vürtsikastme ja kvaliteetse loomuliku vürtsi-soolveesegu. Karpi pakkimisel või karpi soolamisel lisatakse vürtsisegule antiseptikuna bensoehaput naatriumi.

Vürtsiheeringas valmistatakse soolasest poolfabrikaadist. Peamisteks tehnoloogilise protsessi staadiumideks on: sortimine, pesemine, lahkamine (vajaduse korral), leotamine, tünni pakkimine, vürtsidega ülepuistamine, vürtsi-soolveega ülevamine. Heeringas sorditakse suuruse ja mehaaniliste vigastuste järgi.

Nõrgalt soolatud heeringas pakitakse pärast pesemist ja lahkamist (kui see on vajalik) tünni ja puistatakse üle vürtsidega, kuna keskmiselt ja tugevalt soolatud heeringat esialgu leotatakse kahekordse põhjaga vannides, kuni soolasisaldus lihas langeb 7—12%. Leotamise tehnikä on analoogiline kala-leotamisega enne suitsutamist. Pärast leotamist jäetakse heeringas restile nõrguma vähemalt üheks tunniks.

Vürtsiheeringas laotakse tünni samuti nagu tünni soolatud heeringas.

Tünni põhjale pannakse loorberilehti ja puistatakse ühtlaselt väike kogus vürtsisegu. Iga rida puistatakse üle vürtsidega, pealmisele reale pannakse loorberilehti. Kaanetatud tünnidesse (72 tundi pärast täitmist) valatakse vürtsisoolvesi, mille 100 l peale kulutatakse järgmised vürtsi kogused, grammides (tab. 27).

Vürtsidega soolatud kala sisaldab koemahlas vähe soola ja võib säilida ainult madala temperatuuri juures. Pärast pakkimist, mis toimub tsehhides hariliku temperatuuri juures, peab karbid või tünnid edasiseks sooldumiseks ja valmimiseks kohe paigutama jäähoidlatesse või külmhoonesse temperatuuriga +2 kuni —2. Selle temperatuuri juures toimub aegamööda liha (valkude ja rasva) orgaanilise osa muudatus, paraneb maitse ja lõhn ning ilmub vürtsikalatoodetele omane bukett.

Nimetus	Retsepti nr.		
	6	7	8
Pipar, kibe . . . . .	50	250	165
Piment . . . . .	50	500	335
Koriander . . . . .	200	750	500
Nelk . . . . .	—	250	165
Aniis . . . . .	100	—	—
Köömen . . . . .	100	—	—
Loorberileht . . . . .	50	—	—
Suhkur . . . . .	250	750	500
Sool . . . . .		1200 kuni 900	

Valmimine kestab mitu nädalat. Selle protsessi kiirendamiseks säilitatakse vürtsidega soolatud kala lühemat aega temperatuuri juures 5—8°. Kuid sel juhul, valmimise alguse esimeste tunnuste ilmumisel, paigutatakse toode kohe jahutatavatesse ruumidesse temperatuuriga alla 0°. Mida madalam on temperatuur, seda kauem säilib vürtsidega soolatud valminud kala, ilma et kvaliteet langeks.

### MARINEERIMINE

Kui asetada kala äädikhappelahusesse, siis hakkab hape difundeerima kudedesse, kuni tema kontsentratsioon lahuses ja koemahlas ühtlustub. Äädikhape, kogunedes kudedesse, lahustab osaliselt valkained (müosiin, müogeen) ja hüdrolüüsib nad kuni amiinohapeteni, kutsub esile eriti lahustamatute valkude paisumise, muudab liha värvuse piimvalgeks, teeb ta pisut kobedaks ja annab õrna mahlaka konsistentsi. Liha omandab hapu maitse ja muutub toidukõlblikuks täiendava kulinaarse töötlemiseta. Et vähendada valkude lahustumist ja nende paisumist ning hoida ilma erilise muutuseta lihaskoe struktuuri, töödeldakse värsket kala harilikult äädikhappe ja soolaga, kui aga marineerimiseks kasutatakse soolatud või mõnel teisel viisil ettevalmistatud kala (keedetud, praetud), siis tarvitatakse hapusid kastmeid.

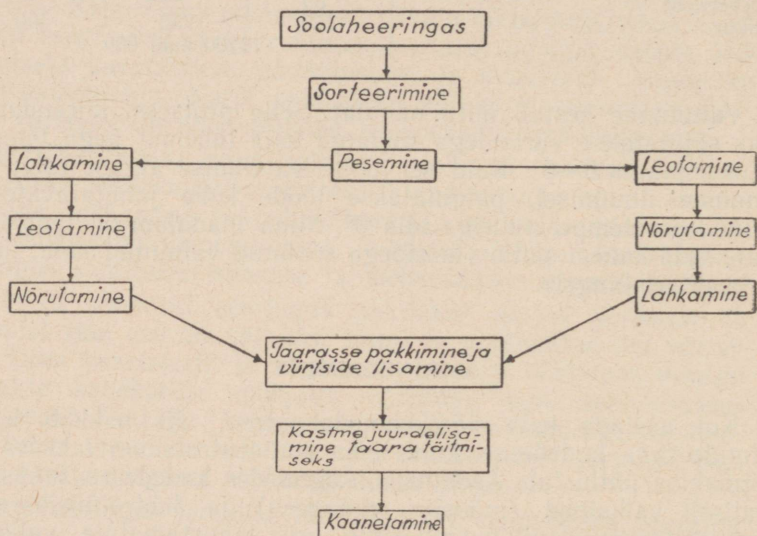
Värsked või soolakala marineerimisel saadakse nõndanimeetatud külmad marinaadid.

Kala marineerimisel, mis on esialgu termiliselt töödeldud (keedetud või praetud) — kuumad marinaadid.

Külmade marinaadide valmistamisel on peamiseks tooraineks

heeringad, kuumade — soomkala, tuurlased ja lõhilased. Eel-pool vaadeldakse ainult külmade marinaadide valmistamist.

Kõrge kontsentratsiooniga äädikhape on ebasoodsaks keskkonnaks mikroobide eluks ja arenemiseks. Kui teda aga sisal-dub lihas suures koguses, siis muutub viimane toidukõlbmatuks, sellepärast marineerimisel kasutatakse äädikhappe nõrka lahust (mitte üle 6%), milles juba võivad areneda üksikud mikroobid ja hallitused. Selle ja ka madala soolasisalduse pärast kuulub marineeritud kala valmistoodete hulka, mida vaja säilitada ainult madala temperatuuri juures. Marineerimiseks kasutatakse



Joonis 34. Soolasest pooltootest marineeritud heeringa valmistamise tehnoloogiline skeem.

laialdaselt 70—80%-st äädikhapet, mida nimetatakse äädika-essentsiks, samuti ka suurema kontsentratsiooniga — 90%-st ja säärast, mille happesisaldus on vähemalt 98%. OCT HKJEC 235 «Äädikhape, metsakeemiline: puhas toidu ja puhas» järgi on 70—80%-se toiduhappe või äädikaessentsi eri-kaal 20° t. juures 1,07—1,068, kuiva jäägi sisaldus mitte üle 0,01%, sipelghapet — mitte üle 0,5%, ei oma tükati lõhna ja veega segamisel ei sogastu. Väävel- ja soolhappe ning nende soolade, tinasoolade ja arseeni lisandid ei ole lubatud. Hape pakitakse klaaspudelitesse mahuga 25—30—40 kg neto.

Peale äädikhappe kasutatakse veel nõrku äädikhappelahu-seid, mis saadakse mitmesuguste vähese piirituse sisaldusega vedelikkude käärimisel: viinamarjaäädikas, piiritusäädikas, lin-naseäädikas. Mitmesugustes äädikates kõigub äädikhappesisal-dus 3—6%. Peale selle sisalduvad äädikas ekstraktiivained, mis annavad temale meeldiva aroomi ja maitse. Marineerimiseks kasutatakse vürtse ja mõningaid teisi maitseaineid: sibulat, kurke, sinepit, porgandeid, jahu, taimeõli, mis on vajalikud val-mistoodete pakkimisel lisandatavate garneeringute ja kastmete valmistamiseks.

Joonisel 34 on toodud soolaheeringa marineerimise protsessi tehnoloogiline skeem. Peamiste protsesside järjekord, nagu näi-datud skeemil, võib muutuda vastavalt heeringa lahkamise vii-sile. Nii näiteks lahkamine fileeks, seljatükiks (balökiks), kere-keseks ja tükikesteks toimub pärast äädikalahuses leotamist, ku-na rappimine ja rookimine toimub enne leotamist. See on seleta-tav sellega, et filee, balöki, tükikeste ja kerekeste leotamisel äädikavannis täheldatakse kudede vigastumist ja kobestumist.

Äädikhappe difusiooni kiirus kudedesse sõltub tema kont-sentratsioonist soola-äädikalahuses või kastmes, temperatuu-rist, soolasisaldusest kudedes ja kala suurusest. Värske heeringa kudedesse tungib äädikhape kiiremini kui riivsoolatud või soo-latud heeringa kudedesse.

Nii näiteks soolaheeringa hoidmisel 3,5 % äädikat sisalda-vas soola-äädikalahuses 70 tunni kestel tõusis kudede happesus 0,7 %-le, samal ajal kui värskel heeringal sama happesus tähel-dati juba 40 tunni pärast.<sup>1</sup> Soola-äädikalahuse kaal heeringa kaalule võetakse vahekorras: 1:1 kuni 1,5:1. Soolasisaldus lahu-ses kõigub 8 kuni 10 %, äädikhappes — ligi 3 %. Praktikaga on kindlaks tehtud, et heeringad tuleb lahuses hoida, kuni liha valgeneb pooleni või 2/3-ni kaugusest, alates pinnast kuni selg-rooni, sel puhul on äädikhappe keskmine sisaldus kudedes — 0,7%. Pärast hoidmist soola-äädikalahuses või leotamist (soola-heeringa töötlemisel) ja nõrgumist pakitakse heeringas liigse vedeliku kõrvaldamiseks tünni ja puistatakse üle esimesel juhul vürtsi-soolaseguga, teisel — vürtsiseguga. Vürtside segu on ana-loogiline seguga, mida kasutatakse vürtsiheeringa valmistami-seks värskest või soolasest toorainest. Pärast pakkimist täide-takse heeringatünnid ühe või teise kastmega.

**Kastmete valmistamine.** Vürtsi-äädika-soola-kaste valmista-takse vürtsikastmest segades sellesse puhast küllastatud soolvett erikaaluga 1,2, äädikhapet ja vett. Kaste peab sisaldama äädik-

<sup>1</sup> Happesuse all mõistetakse äädikhappesisaldust %-s liha kaalust.

hapet 4%, soola 10—12%. Kastme suhe heeringaga on 10% ümber. Marineeritud heeringale valmistatakse vürtsikaste ühe järgmise retsepti kohaselt (tabel 28).

Tabel 28

Vürtside nimetus	Grammides 100 l kastmele		
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3
Suhkur	250	750	500
Pipar, kibe	50	250	165
Piment	50	500	335
Koriander	200	750	500
Nelk	—	250	165
Loorberileht	50	—	—
Aniis	100	—	—
Köömen	100	—	—

Segu keedetakse 30 min. kestel sellise vee kogusega, et kastme maht peale jahutamist oleks 20 l. Vahekord vürtsikastme, äädikhappe ja soolvee vahel on vürtsi-äädika-soola-kastme valmistamisel järgmine (tabel 29).

Tabel 29

Äädikhape		Vürtsi-keedust (l)	12% soolaga kastme jaoks		10% soolaga kastme jaoks		Kokku kastet
Kontsentratsioon (%)	Kogus (l)		Soolvesi erikaaluga 1,2	Vesi	Soolvesi erikaaluga 1,2	Vesi	
70	5,32	20	44	30,68	42,8	31,88	100
75	5,00	20	44	31,00	42,8	32,25	100
80	4,65	20	44	31,55	42,8	32,55	100

Selleks, et kaste pärast juurdelisamist ühtlaselt jaotuks kalade vahel ja et äädikhappe ning soola kontsentratsioon selles ühtlustuks, on heeringa säilitamisel vaja perioodiliselt tünne keerata poole ringi võrra. Säilitamise temperatuur valmistamisel kõigub 7 kuni 10°, valminud toote säilitamisel — 0 kuni 2°.

Marineeritud heeringaga karpide täitmiseks kasutatakse vürtsi-äädikhappe-soola-kastme asemel sinepikastet või spetsiaal-seid kastmeid. Eriti levinud on sinepikaste, mille valmistamiseks on mitu retsepti. Astrahani VNIRO osakonna kastme koosseisu kuuluvad: sinep, peen suhkur, äädikhape, vesi ja taimeõli. Esialgu kupatades sinepit keeva veega valmistatakse temast pasta, mis siis segatakse peensuhkru ja veega; saadud lahusesse lisatakse äädikhapet ja seda segades valatakse juurde taimeõli. Kastme mitmesuguste komponentide vahekord on: sinepit

(pasta) 12—20%; suhkrut — 15%, äädikhape 6%-st — 3%, taimeõli 13%, vett 57—49%. Sinepikastme puuduseks on tema kihistumine. Tema stabiliseerimiseks, intensiivselt segades, lisatakse munarebu. NSVL Kalatööstuse Ministeeriumi instruksiooni kohaselt kasutatakse marineeritud heeringa filee kastmeks valget kastet, mis valmistatakse nisujahust ja provanksoolist. Nisujahu kupatakse keevas vees ja saadud mass filtreeritakse läbi marli, pärast seda lisatakse sellesse provanksooli. Provanksooli valmistatakse munarebudest, sinepipastast, suhkrust, soolast, mis hoolikalt segatakse, lisades segamisel peene joana taimeõli. Pärast ühtlase paksu massi saamist lisatakse sellele äädikat ja pasta segatakse uuesti hoolikalt läbi, kuni see muutub valgeks ja saadakse ühtlane konsistents.

Sinepipasta saadakse segades kuiva sinepit keeva veega, kuni ta muutub sitkeks taignaks, mis valatakse siis üle keeva veega. 24 tunni möödumisel kallatakse jahtunud massilt vesi, massile lisatakse, seda segades, suhkrut, õli, soola ja äädikat. Allpool tuuakse kastme, pasta ja provanksooli üksikute komponentide vahekord.

#### Kaste

Provanksool . . . . .	34%
Nisujahu . . . . .	13%
Vesi . . . . .	53%

#### Provanksool

Oli . . . . .	84%
Mune . . . . .	10,4%
Sinep (pasta) . . . . .	2%
Suhkur . . . . .	1,5%
Sool . . . . .	0,8%
8% äädikas . . . . .	1,3%

#### Sinep (pasta)

Kuiv sinep . . . . .	44%
Suhkur . . . . .	18%
Oli . . . . .	18%
Sool . . . . .	2%
8% äädikas . . . . .	18%

### MARINAADITSEHHIDE SISSESEADED

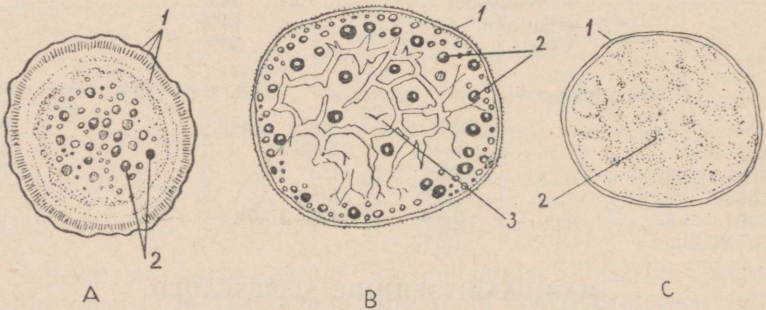
Marineerimise ja vürtsidega soolamise seadmed on: sorteerimislauad, puuvannid toormaterjali pesemiseks ja leotamiseks, lauad heeringa lahkamiseks, nõrgumiseks enne pakkimist, sulgemismasinad, kui pakitakse karpidesse, emailleeritud või tinutatud katlad kastmete valmistamiseks, kaalud toormaterjali vastuvõtmiseks ja selle ning abimaterjalide osadeks kaalumiseks. Heeringa ümberpaigutamiseks ühelt operatsioonilt teisele kasutatakse spetsiaalsetes marinaaditsehhides lintranspordööri, mille äärde pikuti asetatakse lahkamislauad, leotamis- ja nõrgumisevannid. Väiksemates ettevõtetes on töödeks sobivad liikuvad nõrgumislauad, mis on üheaegselt heeringa ümberpaigutamise vahendiks leotamisvannides pakkimiskohtadele.

#### IV PEATÜKK

### KALAMARJAKAUPADE VALMISTAMINE

#### KALAMARI — TOORAINE

Peaaegu kõikide töenduslike emaskalade sugunäärmeid (munasarju ehk pumpe) võib kasutada toiduaine — kalamarja — valmistamiseks. Selles suhtes on eriti väärtuslikud tuurlased ja lõhilased, kelle marjal on kõrged toite- ja maitseomadused, mis lubavad seda pidada delikatesstüüpi kaubaks.



Joonis 35. Marjaterade ehitus:

A — tuurlaste marjatera; B — lõhilaste marjatera; C — tõugja marjatera;  
1 — kest; 2 — rasvakogumid; 3 — rebumass.

NSVL kalatööstus on monopolistiks mitte ainult tuurlastest ja lõhilastest, vaid ka soomkaladest (koha, vobla, tõugjas, haug, karpkala, kefaal) kalamarjakaupade valmistamise alal.

Munasarjad ehk pumbid koosnevad kahest sümmeetrilisest laperguse kujuga, kõhuõõnes asuvast rullikesest. Munasarja maht muutub sõltuvalt tema küpsuseastmest. Enne kudemist täidab munasari peaaegu kogu kõhuõõne; peale kudemist pole ta peaaegu tähtsatu. Munasarja aluse moodustab sidekude-kest, mille

sisepinnal asuvad üksikud, peaaegu keraja kujuga munad — marjaterad. Olenedes munasarja valmistamisest, väheneb marjaterade seos sidekoega ja üsna kudemise eel võib neid temast võrdlemisi kergesti lahutada. Peale marjaterade võib munasarjades üksikute sisselülitistena esineda mõningates kogustes rasvkude. Enne kudemise algust rasvkude peaaegu puudub, kuid valmimata munasarjadega kaladel võib teda olla niivõrd palju, et marjaterade eraldamine pumbist muutub peaaegu võimatuks.

Erinevate kalaliikide marjaterade ehitus ei ole ühesugune (joon. 35). Näiteks tuurlaste marjateradel on kolmekordne kest, kestade all, ühtlases valgumassis, asetsevad rasvatilgad; lõhilaste marjateradel on üks kest, rasvatilgad asetsevad keсталähe-dases valgumassis. Pigmendikiht, mis annab marjaterale ühe või teise värvingu, asub kesta all ja piirneb valgumassiga. Kõige muutlikum värving on tuurlaste marjateradel — helehallist kuni mustjashallini ja mustani; lõhilaste marjaterad on värvitud mitmesuguse varjundiga oraanžvärvi; soomkalade marjateradel (toorelt) on mitmesugune värvus — heleoraanž, helehall, hallikas-roheline.

Pumbid, peale kõhuõõnest väljavõtmist, läbides rea ettevalmistavaid operatsioone, mis on seotud pesemisega ja kvaliteedi järgi sortimisega, soolatakse kas tervelt (kefaali, koha, vobla valmimata pumbid, tuurlaste valmimata rasvapumbid) või sidekoest vabastatud marjateradena (tuurlaste, lõhilaste ja soomkalade mari, sealhulgas ka vobla ja koha mari). Peamine tähtsus kalamarjakaupade valmistamisel pole mitte tervetel pumpidel, vaid sidekoest eraldatud marjateradel.

## KALAMARJA TÖÖTLEMISE VIISID

Kalamarjakaupade põhiliseks konserveerimise viisiks on soolamine — kuiva soolaga, küllastatud lahusega, hariliku või kõrge-datud temperatuuri juures. Mõningatel juhtudel lõpetatakse soolamine kuumutamise-ga (pastöriseerimisega) või kuivatamisega (vinnutamise-ga).

Tuurlaste (teraline kalamari) ja soomkalade marja töödeldakse kuiva soolaga. Teralise karbikalamarja valmistamisel lisatakse soolale antiseptikuid, soomkalade kalamarja valmistamisel — salpeetrit, mis annab valmistootele roosa varjundi.

Lõhilaste ja kefaali mari soolatakse hariliku temperatuuri juures küllastatud soolalahuses. Lõhilaste kalamarjale lisatakse pärast soolamist antiseptilisi aineid, kefaali kalamari aga vinnutatakse.

Tuurlaste kalamarja (pressitud kalamarja) soolamine toimub kuumendatud küllastatud soolalahuses. Pärast soolamist kalamarjari pressitakse. Soolamist (maitseks vajalikul määral) sellele järgneva kalamarja kuumutamise, pastöriseerimisega, võib kasutada tuurlaste, lõhilaste ja soomkalade kalamarja valmistamisel.

Emaskalade munasarjad, nagu kõik koed ja organid, alluvad peale surma autolüüsile, kusjuures kõige enne hakkab muutuma marjaterade kest. Autolüütilised protsessid kulgevad eriti kiirelt, kui pumbid peale kala surma jäävad kõhuõõnesse. Sel juhul terakeste kestade elastsus väheneb niivõrd, et nende vabastamisel pumbi sidekoest tekib suur arv lõhkisi. Intensiivselt kulgeb autolüüs ka pumpidel, mis on kalast välja võetud, kuid säilivad kõrge temperatuuri juures. Sellised pumbid on vähe kõlblikud marjaterade saamiseks, ja kui neid lubatakse töödelda, siis suunatakse nad soolamisele tervel kujul.

Pumpide kaitseks autolüütiliste muudatuste eest lahatakse tuurlasi viivitamatult pärast püüdmist ja marjaterad vabastatakse kilest, sõelutud teri säilitatakse erilistes vaasides või kausides jää sees, külmutuskappides või jahutatavates kambrites 0° temperatuuri juures. Lõhilaste kalamarja valmistamisel jahutatakse pumpe süstemaatiliselt lumega või jääga, et nende temperatuur ei tõuseks üle 5°, alates kalast väljavõtmise momendist kuni sõelumiseni.

Soola annus ja soolamise kestus määratakse kindlaks sõltuvalt värskuse astmest, s. t. autolüütiliste muudatuste astmest, mis toimuvad pumpide või terade säilitamisel. Mida parem on tera kvaliteet, seda väiksem on soola annus ja sooldumise kestus, ning vastupidi, nõrga kestaga tera soolamisel suurendatakse kas sooldumise kestust või soola annust. Näiteks, kõrgema sordi keta kalamarja sooldumine kestab 8—10 minutit, kuid II sordi — 12—18 minutit.

## SOOL JA ANTISEPTIKUD

Kalamarjakaupade valmistamisel on erilise tähtsusega konserveerivad materjalid. Kasutatav sool peab olema maksimaalselt puhas ega tohi sisaldada kuigi suurtes kogustes lahustamatuid lisandeid ning kaltsiumi ja magneesiumi soolasisid, mis annavad kibeda kõrvalmaitse. Soolamisel kuiva soolaga peavad kristallidel olema võimalikult väikesed mõõted, s. o. soola mahuühiku (kaalu) eripind peab olema kõige suurem, et väikeste annuste puhul ta võiks ühtlaselt jaguneda kogu marjaterade massis, millel samuti

on arenenud eripind (näiteks tuura keskmiste marjaterade eripind on 18—20 piirides, aga sevrjuugal — 20—25. Veel suurem eripind on soomkalade — vobla, tõiuga jt. marjateradel).

Vastavalt nendele nõudmistele kasutatakse tuurlaste kalamarja soolamiseks slajjanski alaturve soola, mis vastab sort ekstra nõudmistele ГОСТ — 153—41 järgi ja sõelumisel läbib täielikult sõela, mille ruudu silma külje pikkus on 0,8 mm, külje pikkusega 0,5 mm aga mitte vähem kui 95%. Soomkalade kalamarja soolamiseks võib kasutada soola jahvatus nr. 0, mis vastab ГОСТ 153—41 järgi kõrgema sordi nõudmistele.

Lõhilaste kalamarja ja tuurlaste pressitud kalamarja soolamisel kasutatakse soolvee valmistamiseks ГОСТ 153—41 järgi kõrgema sordi nõudmistele vastavat soola, kuid tema jahvatus võib sel juhul olla kuni nr. 3, kaasaarvatult. Lõhilaste kalamarja ja tuurlaste teralise karbi-kalamarja vastupidavuse suurenemine saavutatakse antiseptiliste ainete lisamisega soolamisel; esimesel juhul booraksi ja urotropiini segu; teisel — boorhappe ja booraksi segu.

Urotropiin ehk heksametüleentetramiin, värvita kristallid või valge pulber, on formaldehüüdi (formaliini) ja ammoniaagi reaktsiooni produkt.

Boorhape  $H_3BO_3$  on valged kristalsed helbed, mis kompamisest tunduvad rasvased. Booraks ehk tetraboorhappe naatriumi sool kujutab endast prismataolise vormiga valget kristalset pulbrit. Vesilahustest kristalliseerub 10 molekuli veega ja selle valem on  $Na_2 B_4O_7 \cdot 10H_2O$ .

Kaalisalpeeter ehk lämmastikhapu kaalium  $KNO_3$  on prismataolised värvita kristallid, mis lahustuvad hästi vees.

Kalamarjatööstuses kasutatava urotropiini, boorhappe, booraksi ja salpeetri kvaliteeti reguleeritakse vastavate ГОСТ-ide, БТУ ja Tervishoiu Ministeeriumi juhtnõuudega.

Antiseptikuna kasutamiseks ettenähtud booraksis, vastavalt БТУ МХП 1551-47, peab sisaldama vähemalt 51% veevaba naatriumtetraboraati (mitte vähem kui 96,5% ümberarvestatuna kümnekristallveelisele booraksile), lahustumata jääki mitte üle 0,05%, kloori soolasid 0,005%, väävelhaput naatriumi 0,1%, süsihaput naatriumi 0,1%, metallide hapendeid 0,05%, arseeni 0,001%.

Vastavalt ОСТ 27-1830 ei tohi boorhape sisaldada boorhapet mitte vähem kui 98%; lahustumata lisandeid mitte üle 0,02%; rauast ja raskeist metallidest on lubatud ainult jäljed.

NSVL farmakopöa järgi peab urotropiin sisaldama puhast ainet mitte vähem kui 99%; kuumutusjääki (tuhka) mitte üle 0,1%.

ГОСТ 1949-43 järgi peab kaalisalpeeter sisaldama lämmastikhaput kaaliumi mitte vähem kui 99%, vees lahustamatuid lisandeid mitte üle 0,04%, kloori soolaid mitte üle 0,1%, süsihappesoola, arvestatult süsihapule kaaliumile, mitte üle 0,05%.

Antiseptikute annus on piiratud, sest suurtes annustes on nad kõik organismile kahjulikud.

On kindlaks tehtud, et tuurlaste teralises karpidesse pakitud kalamarjas ei tohi antiseptikuid, ümberarvestatult kümnekristallveelisele booraksile, olla üle 0,6%, lõhilaste kalamarjas ei tohi booraksit olla üle 0,3% ja urotropiini üle 0,1%.

Karpidesse pakitud tuurlaste teralise kalamarja valmistamisel soolatakse soola ja antiseptikute seguga. Enne segamist sool kuivatatakse ja antiseptikud peenendatakse puudriks.

Tuurakalade kalamarja valmistamise juhendiga on määratud järgmine soola ja antiseptikute vahekord enne segamist, sõltuvalt nende annusest soolamisel (tabel 30).

Tabel 30

Segu koostisosade nimetus	Segu annus soolamisel		
	4,50/0	5/0	5,50/0
Sool . . . . .	19,5 kg	20 kg	20,5 kg
Boorhape . . . . .	2,2 "	2 "	1,8 "
Booraks . . . . .	3,3 "	3 "	2,7 "
Kokku segu . . . . .	25 kg	25 kg	25 kg

Hoolikalt segatud ühtlane segu säilitatakse kuivas ruumis puuvillase riidega seestpoolt kaetud 50 l mahuga tammepuust tünnides.

Tünnidele tehakse pealkiri, mis näitab, missuguse protsendilise annuse jaoks on segu valmistatud.

Kui soomkalade kalamarja valmistamiseks kasutatakse salpeetrit, siis viimane esialgu samuti segatakse soolaga ühtlaseks massiks.

Enne lõhilaste kalamarjasse panekut segatakse booraks ja urotropiin järgmises vahekorras: booraksit 75%, urotropiini 25%.

### TUURLASTE KALAMARJA VALMISTAMINE

Valdav osa tuurlaste kalamarjast saadakse marjateradest, mis on sidekoest vabastatud sõelumise teel. Ainult nõrga teraga rasvapumpide või autolüüsile allunud pumpide puhul soolatakse need ilma tera sidekoest eraldamata. Teradest saadakse teraline karpidesse pakitud kalamari; pumpidest — pumbiskalamari.

Teraline karbi-kalamari valmistatakse soolates kuiva soolaga (antiseptikute lisamisega või ilma) ja pakitakse siis kohe pärast soolamist plekk-karpidesse mahuga 1—1,6 kg.

Teraliseks tünni-kalamarjaks nimetatakse kalamarja, mis on soolatud kuiva soolaga (ilma antiseptikute lisamiseta) ja pakitud tünnidesse.

Pressitud kalamarjaks nimetatakse kalamarja, mis on soolatud soolvees, pressitud ja pakitud tünnidesse või karpidesse.

Pumbiskalamari valmistatakse nii, et üksikud kalamarja tükid soolatakse soolvees ja pakitakse tünnidesse.

Tuurlaste kalamarja erilise väärtuse tõttu on tema valmistamisel, eriti teraliste toodete puhul suur tähtsus mõnel ettevalmistaval operatsioonil ja soolamisel.

Eespool oli märgitud, et tuurlaste marjaterade värvus kõigub suurtes piirides, mitte ainult erinevate liikide, vaid ka üht ja sama liiki kalade juures. Et valmistada ühtlase värviga toodangut, sõelutakse iga üksiku beluuga, tuura ja šipi kala pumbid eri vaasidesse. Sevrjuuga pumpe võib sõeluda üldisesse vaasi, kuid neid valitakse tera värvi järgi.

Sõelumine — marjaterade pumpide sidekoest vabastamine toimub nii, et vajutatakse kergelt pumbitükkidele, liigutades neid edasi-tagasi vaasi kohale asetatud sõelas (puust raam, millesse on põimitud tugevasti keerutatud nõõrid).

Sõelutud mari sorteeritakse enne soolamist värvi, elastsuse, mõõdete, lõhna ja maitse järgi ning sõltuvalt tema seisukorrast töödeldakse ühel või teisel viisil.

Kalamarja töötlemisviiside iseloomustus on antud tabelis 31.

Tabel 31

Tunnused	Teraline karbi-kalamari	Teraline tünni-kalamari
Marjaterade küpsuseaste	Küps	Küps
Kestade elastsus	I sordis kõva või veidi lõdvenenud	Kest võib olla lõdvenenud
Marjaterade määrded	Suured ja keskmised (I sordis võib olla peenike)	Kõik määrded
Värvus	Hele, helehall, helepruun ja mustjashall (I sordis kuni must, kaasa arvatud)	Igasugused värvused (tünnis peab olema ühtlase varjundiga tera)
Lisamaitset	Lisamaitseta (muda, rohu, tõrva) I sordis on lubatud vaevast tunduv rohu kõrvalmaitse	Sama
Lõhn	Kõrvallõhnadeta	Sama

Töõndusliku kvalifikatsiooni kohaselt on tuura, sevrjuuga ja beluuga marjateradel järgmine maht (tabel 32).

Tabel 32

Tera mõõdet	100 marjatera maht sm <sup>3</sup>		
	tuura	sevrjuuga	beluuga
Suur . . . . .	üle 1,9	üle 1,3	üle 2
Keskmine . . . . .	1,4 kuni 1,9	0,9 kuni 1,3	1,5 kuni 2
Väike . . . . .	alla 1,4	alla 0,9	alla 1,5

Marjaterade värvuse ja nende mõõdete vahel on täheldatav otsene side: mida suurem on marjatera, seda heledam on ta värvus ja überpöördult.

Muda kõrvalmaitse tundub kõige sagedamini mõnedest Põhja- ja Lõuna-Kaspia rajoonidest püütavate beluuga ja tuura marjateradel, rohu kõrvalmaitse — Volga, Doni ja Kubani deltas. Kõrvalmaitsete tekkimise täpsed põhjused on seni selgitamata, kuid nähtavasti, nende ilmumine on seoses tuurlaste toitluse iseärasustega teatud rajoonides.

Terast, mis pole kõlblik teralise kalamarja töötlemiseks, valmistatakse pressitud kalamarja.

**Teraline karbi-kalamari.** Veretükkide ja lisandite kõrvaldamiseks pestakse teralise karbi-kalamarja valmistamiseks kõlblik tera hoolikalt veega. Marjaterade rakumahla ja vee osmootilise rõhu erinevuse tõttu algab tera vette asetamisel viimase osmoos läbi marjatera kesta tema sisemusse. Osmoos kutsub esile tera tursumise, mis vähendab tema kvaliteeti, sellepärast tuleb pesemine läbi viia kiirelt. Pesemine toimub väga kiirelt erilistes auklike lisapõhjadega varustatud vaasides, kusjuures vesi antakse alt pidevalt lisapõhja alla ja valgub üle ääre välja. Sel juhul ühes ja samas vaasis toimub pesemine ja nõrgumine vee ülejäägi eraldamiseks. Pestud terad sorteeritakse värvuse järgi, kusjuures on lubatud mitmelt kalalt võetud tuurlaste marjaterade segamine, kui nende värvus, suurus ja elastsus on ühesugune.

Pärast neid ettevalmistavaid operatsioone on mari soolamiseks valmis. Soolatakse vaasides või kaussides mahuga mitte üle 15 kg. Soola ja antiseptikute segu jaotatakse ühtlaselt vaasis või kausis asuvale märja pinnale, külvates seda läbi sõela, mille silma suurus on 1 mm<sup>1</sup>. Kohe pärast soola ja antiseptikute lisa-

<sup>1</sup> Tuura, sevrjuuga ja sammakala marja puhul on soola ja antiseptikute segu annus 1. maist kuni 1. oktoobrini 5%; 1. oktoobrist kuni 1. maini 4,5%. Beluuga marja puhul on see vastavalt 5,5—5%. Antiseptikuteta soolamine toimub ainult ministeeriumi loal.

mist segatakse marja hoolikalt kuni segu täieliku lahustumiseni. Sõltuvalt marjaterade temperatuurist ja kvaliteedist lõpeb segamine 2—3 minuti pärast. Sooldumise lõpp tehakse kindlaks mõningate väliste tunnuste järgi: kestale ilmuvad valged viirud; valgumass omandab tihedavõitu konsistentsi; marjaterad kaotavad kleepivuse, eralduvad üksteisest, lõpeb soolvee kogumine.

Sooldumise lõppemisel eraldatakse marjast soolvesi, selleks asetatakse vaasi või kausi sisu tervelt sõelale, mida ettevaatlikult raputatakse, kuna teri segatakse vahukulbiga. Kohe pärast nõrgumise lõppemist asetatakse mari spetsiaalsetesse marjakarpi-desse, mis täidetakse väikese kuhjaga (1,5—2 sm üle karbi kor-puse) ja viivitamatult kaanetatakse tihedalt, nii et marja pealis-pinna ja kaane vahele ei jääks õhku.

Soolvee jäägi kõrvaldamiseks asetatakse kaetud karbid küljeli spetsiaalsetele kallakuga laudadele, seejärel asetatakse 4—5 karbi viisi riita ja hoitakse marjatihendamise otstarbel nii mõne tunni kestel.

Pärast kaane korduvat pealeasetamist ja karbi puhastamist käterätikuga asetatakse karbi kerele kummirõngas, mis katab kaane ja korpuse kokkupuutekoha ja kindlustab pakendi õhu-kindluse.

Endise NSVL KTM tehnoloogilise juhendi järgi on sevrjuuga kalamarja puhul, enne karpi pakkimist, ette nähtud mittetäielik soolvee kõrvaldamine, samuti asetatakse karbid pakitud kalamar-jaga küljeli kallakpinnale. Selle operatsiooni asemel pannakse karbid kohe 4—5 kaupa riita 1 tunniks. Pärast kaante asetamist, pannakse karbid teistkordselt üksteisele, kuid vahetatakse kohad: ülemised alla, alumised üles.

**Teraline tünni-kalamari.** Teralise tünni-kalamarja valmistami-seks toorainet ei pesta. Soolatakse soolaga ilma antiseptikuteta, kusjuures soola annus, võrreldes teralise karbi-kalamarjaga, suu-reneb peaaegu kaks korda (sevrjuuga kalamarja jaoks 7—8%, tuura ja beluuga jaoks 7—10%). Soolaga segamine kestab seni, kui tera hakkab kokku tõmbuma (väheneb kalamarja massi kõr-gus) ja vaasi koguneb tunduv hulk soolveet. Soolamise lõpul muutub tera kest tugevaks. Et soolvesi ära nõrguks, tõstetakse kalamari sõela, kuid erinevalt karbi-kalamarjast, ei eraldata ka tuura, beluuga ja šipi kalamarja juures soolveet täielikult (eral-datakse kuni 70% eritunud soolveest, sevrjuuga kalamarjal kuni 60%). Niiske tera koos soolvee jäägiga pannakse 30—50 l mahuga tammepuust tünnidesse, mis seestpoolt parafineeritud ja

väljastpoolt kaetud värnitsaga. Tünnid täidetakse pealepoole uurdeid ja kaanetatakse järgmisel päeval.

**Pressitud kalamari.** Erinevalt teralisest kalamarjast soolatakse terad pressitud kalamarja valmistamiseks küllastatud soolalahuses, erikaaluga mitte alla 1,19. Soolalahus esialgu keedetakse ja pärast kallatakse kaanega kaetud tõrde.

Soolvett soojendatakse enne tarvitamist kuni 40—42° temperatuurini, arvestades, et peale kalamarja sissepanemist ja segamist keskmine temperatuur oleks 38° ümber. Vanni, tema poole mahuni, kallatakse soojendatud soolvesi ja põhjale raputatakse 5—7 sm paksune kiht soola. Soola ülesandeks on hoida soolalahuse kontsentratsiooni ühel tasemel, kuna see ilma soolata kiiresti alaneks.

Kalamari asetatakse vanni (mitte rohkem kui 20% soolalahuse kaalust, harilikult 25—30 kg, mis vastab soolalahuse 125—150 kg), segatakse kiiresti ja kohe kontrollitakse ka temperatuuri. Kui see kaldub kõrvale 38°, siis lisatakse kas soojendatud või jahutatud soolalahust. Segades kestab soolamine 1,5—2 minutit, pärast seda võetakse sõelaga kalamari kiiresti välja, raputatakse ja kallatakse lõuendist kotti.

Soolamise lõpu tunnuseks on marjaterade kerge kleepumine ühtlaseks massiks peoga pigistamisel.

$\frac{2}{3}$  võrra täidetud kotid pannakse käsipressi lauale, kalamarja pealispind kaetakse koti otsadega ja pressitakse kang- või vintpressiga; pressimise aste sõltub soolamarja hulgast ja nõutavast konsistentsist. Harilikult lõpetatakse pressimine, kui kõik soolvesi on eraldunud ja hakkab eralduma piimjas vedelik, mis kujutab endast rasva emulsiooni koemahlas.

Pressitud marja hoitakse teatud aeg (kuni 30 min.) kottides ja pannakse siis 20—50 l mahuga seestpoolt parafineeritud ja väljastpoolt värnitsaga kaetud tammepuust tünnidesse või seestja väljastpoolt lakeeritud karpidesse mahuga 100, 200, 500 g.

Tünnid kaetakse enne täitmist seestpoolt puuvillase riidega, mis on keedetud soolalahuses (soolvees) ja millest selle ülejääk on välja pressitud. Kalamari pakitakse tihedalt, nii et tünni ei jääks tühje kohti. Kalamari kaetakse pealt lehvikutaoliselt puuvillase riide otstega, samuti (enne tünni täitmist) asetatakse ka põhja peale pärgamentketas ja tünnid kaanetatakse kas samal või järgmisel päeval.

Karpidesse pakkimisel asetatakse põhjale ja kaane alla pärgamentkettakesed. Karbid täidetakse nii, et nendes ei oleks tühiikke, peale selle karbid kaanetatakse sulgemismasinaga, kontrollitakse õhukindlust ja puhastatakse.

Pumbiskalamarja valmistamisel soolatakse soolalahuses, mille

erikaal on 1,19. Pumbid lõigatakse 10—12 sm pikkusteks tükkideks ja hoitakse soolalahuses 35—45 minuti kestel. Soolatud pumbid pannakse restidele ja jäetakse sinna 5—7 tunniks, kuni ülearune soolvesi ära nõrgub.

**Kalamarja säilitamine ja pakkimine.** Teralist karbi- ja tünni-kalamarja säilitatakse külmutusmajas kambrites temperatuuriga alates —2 kuni 4°. Külmutusmajade puudusel säilitatakse kalamarja jäähoidlates, kusjuures sel korral karbid asetatakse jää sisse.

Enne ärasaatmist pakitakse teraline karbikalamari ja karpidesse pakitud pressitud kalamari tünnidesse või kastidesse, luues sellega sellise termilise režiimi, mille juures kalamarja temperatuur jääb kogu transpordi perioodi kestel peaaegu muutumatuks. Suvel saavutatakse seda tünnidesse pakkimisega ja vaba ruumi täitmisega peeneks lõhutud jääga, talvel — pakkimisega kastidesse, mis on vooderdatud termoisolatsioonmaterjaliga ja vaba ruumi täitmisega kuiva saepuruga.

Enne tünnidesse pakkimist õmmeldakse karbid 3 kaupa, enne kastidesse pakkimist aga 2—3 kaupa, kaantega ülespoole, karpetihedalt hõlmavatesse puuvillasest riidest kottidesse.

Vee äravooluks on kasutatavail (soolveekindlad, 350—400 l mahuga pärna- või männipuust) tünnidel põhjas neli auku, seestpoolt on nad vooderdatud seinte külge kinnilöödud hundinuiast või kõrkjast matiga, keskele on kinnitatud raam, et sellele tihedalt asetada kahte kihti 18 kotti karpidega, igas kihis kolm rida. Raam kinnitatakse pealt plankudega, mis hoiavad kotte ühes ja samas asendis kogu tünnide transpordi ja veeretamise perioodi kestel. Vaba ruum tünnis (seinte ja raami vahel ja raami peal) täidetakse peeneks lõhutud jääga, mille hulk ei tohi vähem olla kalamarja kaalust. Jää kaetakse pealt matiga ja tünnid kaanetatakse.

Teralise kalamarja transpordiks talve tingimustes kaetakse kastid seestpoolt kogu sisepinna ulatuses vildiga. Pärast 12—15 karbiga koti asetamist ühte kihti täidetakse vaba ruum kuiva saepuruga, kottide pealmine külg kaetakse kinni vildi äärega ja kastid kaanetatakse. Väljastpoolt õmmeldakse kastid samuti vildiga ja roguskiga.

Pressitud karbi-kalamari pakitakse kastidesse. Karbid keeratakse 5—6 kaupa pakkimispaberisse ja pannakse tihedalt kastidesse. Vaba ruum täidetakse kuiva saepuruga, seejärel kastid kaanetatakse.

Pärast pakkimist nii tünnid kui ka kastid teralise karbi-kalamarjaga, teralise tünni-kalamarjaga ja pressitud kalamarjaga plombeeritakse.

Nagu juba varem oli nimetatud, kaasneb soolamisega soolvee eraldumine. Eraldunud soolvee hulk on võrdeline soola annusega. Nii, näiteks, teralise karbi-kalamarja soolamisel eraldub vähem soolvett kui teralise tünni-kalamarja soolamisel.

Soolvees lahustub teatav hulk orgaanilisi valkaineid, mis suurendavad sitkust ja takistavad soolvee vaba väljavoolu teramassist.

Sellepärast on väga tähtis katkestada õigeaegselt soolamine, vältida orgaaniliste ainete suurt üleminekut lahusesse ja kindlustada võimalikult suur soolvee eraldumine marja nõrgumisel.

Osa soolvee kõrvaldamise tagajärjel, millega viiakse kaasa teatav hulk soola ja antiseptikuid, on nende sisaldus kalamarjas vähem, kui arvestatakse annuse kohaselt. 4—5% soola annuse puhul kõigub soola kasutamise prantsent 85 kuni 95%, aga sellise antiseptiku kasutamisel, nagu booraks, ei ületa 60%. 5—15% kasutatud soolast ja 40% booraksist viiakse soolveega kaasa. Teraline kalamari, olles kõrgete toite- ja maitseomadustega, on võrdlemisi väikese vastupidavusega säilitamisel. Isegi —3° temperatuuri juures säilitamisel on täheldatav järk-järguline hapu ja kibeda maitse tekkimine, kalamarjas kogunevad vees lahustuvad ja mittelahustuvad vabad happed. Ebarahuldavates säilitamise tingimustes, koos intensiivsema hapete kogunemisega, täheldatakse valkainete lagunemise lõpp-produktide — ammoniaagi ja lenduvate amiinide — kogunemist.

Kalamari muutub toiduks kõlbmatuks, kui lenduvate aluste lämmastiku sisaldus ületab 30 mg 100 g kalamarja kohta.

**Kalamarja pastöriseerimine.** Teralise kalamarja vastupidavuse suurenemine, ilma temas soola ja antiseptikute sisalduse tõstmiseta, saavutatakse soolamise kombineerimisel pastöriseerimisega, s. t. kalamarja kuumutamise 60—65° temperatuuri juures. Pastöriseeritud kalamarja võib valmistada värskest kui ka soolasest toorainest. Esimesel juhul kulgeb tema valmistamise protsess järgmiselt: sõelutud ja sorteeritud marjaterad soolatakse pärast veega pesemist ja nõrgumist. Soolamiseks kasutatakse puhastatud ekstra sorti soola (soola võib puhastada kuumutades teda kuni 100—105° ja säilitades steriilses nõus). Soola annus võib soolamisel kõikuda 4—4,5% piirides. Sool jaotatakse samuti kui teralise kalamarja soolamisel. Pärast segamist ja kogu soola sulamist asetatakse kalamari sõelale ja kohe, ära ootamata kogu soolvee väljanõrgumist, jaendatakse klaaspurkidesse mahuga 56 ja 112 g (jaendada võib ilma kalamarja sõelale asetamata).

Purgid kaetakse kaantega viivitamatult pärast kalamarjaga täitmist ja antakse alaturve-kaanetajasse, peale seda pastörisaatorisse. Pastörisaatoriks võib olla vann, katel või mõni muu

raudnõu, millesse valatakse vesi. Vee ja sisseasetatavate purkide suhe peab olema 5 : 1. Enne pastöriseerimise algust kuumutatakse vesi kuni 60—65° ja hoitakse sellel tasemel kogu pastöriseerimise kestel (pastörisaatorit kuumutatakse auruga või elektrivooluga). Et vesi kõigis pastörisaatori osades oleks ühtlane, segatakse teda vahet pidamata või pumbatakse pumbaga alt üles. Purke hoitakse pastörisaatoris 90 minuti kestel, vee temperatuuri juures 60—65°. Pärast pastöriseerimist jahutatakse purgid kiiresti veega, kuni nende keskkohas on 20—25° ja hoitakse termostaadis ööpäev 24° juures. Ööpäeva möödudes korratakse samades tingimustes pastöriseerimist ja sellele järgnevat ööpäevast termostateerimist, peale selle toimub viimane, kolmas pastöriseerimine.

Kui toorainena kasutatakse teralist karbi-kalamarja, mis on soolatud antiseptikutega või ilma nendeta, langevad ära kõik ettevalmistavad operatsioonid ja protsess algab kalamarja purkidesse jaendamisega. Käesoleval ajal on VNIRO poolt välja töötatud kalamarja ainukordse pastöriseerimise režiim.

Võrreldes teralise kalamarjaga säilib pastöriseeritud kalamari kõrgema kui ka madalama temperatuuri juures paremini.

Erinevalt teralisest kalamarjast on pastöriseeritud kalamarjal tihedam kest, mis võimaldab pastöriseerida nõrgenenud kestaga teri.

Tuurlaste valminud kalamarjal on VNIRO andmetel protsentides järgmine koostis (tabel 33).

Tabel 33

Nimetus	Vesi	NaCl	Valkained	Rasv
Teraline karbi-kalamari	46,2—53,2	2,9—4,4	22,5—27,5	13,7—18,2
Teraline tünni-kalamari	45,2—45,7	6,0—8,1	25,0—26,3	—
Pressitud kalamari	30,6—41,7	3,3—6,4	30,8—36,9	14,1—17,2

Üksikute koostisosade sisalduse kõikumised sõltuvad töötlemisviisist, kalamarja liigist ja igale kalamarja liigile omasest niiskuse- ja rasvasisalduse individuaalsest kõikumisest.

Et miinimumini viia mikroorganismide kalamarjasse sattumise võimalused soolamise ja pakkimise protsessi kestel, tuleb kõikide kalamarja liikide töötlemisel rangelt kinni pidada sanitaar-hügieenilistest tingimustest. Kalamarjatsehhide ruumid, seadmed ja inventar tuleb hoida eeskujulikult puhtad. Vesi tuleb kloreerida.

## LÖHILASTE KALAMARJA VALMISTAMINE

Lõhe kalamarja valmistamiseks kasutatakse kaug-ida lõhede: keta, gorbuša, sima ja vähemal määral nerka, kizutši ning tša-võõtša munasarju.

Lõhe kalamarja valmistamise kogu tehnoloogilist protsessi võib jaotada kolme järku: ettevalmistav, pärissoolamine ja pakkimine. Ettevalmistavasse järku kuuluvad järgmised operatsioonid: sortimine, pesemine ja pumpide sõelumine; pärissoolamise järku: tera hoidmine soolvees, nõrgumine, antiseptikute ja õli juurdelisamine; pakkimise järku: tunnide täitmine kalamarjaga, pakkimine ja säilitamine.

Kalast väljavõetud pumbid sorteeritakse kohe värvuse ja tera seisukorra järgi. Praktika on näidanud, et kõrgema sordi kalamarja valmistamiseks tuleb võtta heleoraanzid pumbid, esimese sordi jaoks tumeoraanzid. Esimest liiki pumpidel on tera sõmer ja elastse kestaga, teist liiki — tera vähem sõmer, kuid kest elastne, kolmandat liiki — tera veidi sõmer, kest nõrgenenud.

Kvaliteedi ja kala liikide järgi sorteeritud pumpe ei segata üksteisega järgneval töötlemisel.

Sortimisel pumbid ühtlasi pestakse (loputatakse) vees, mille temperatuur ei ületa 5°.

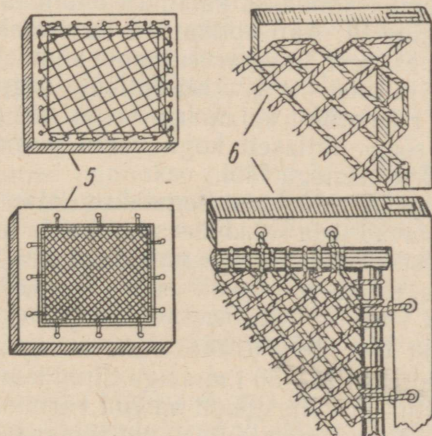
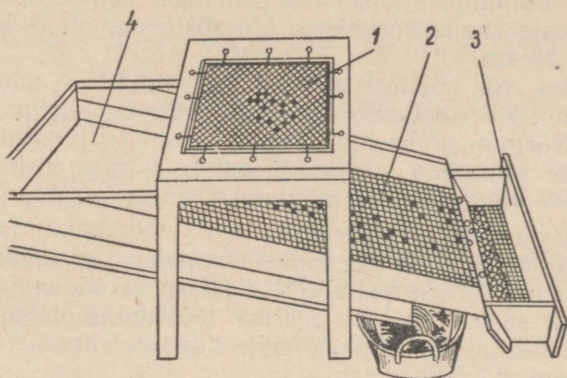
Sidekoest — kilest lahutamiseks pestud pumbid sõelutakse. Sõelumine toimub marja sõelumise laual (butara).

On olemas mitmesuguse ehitusega marja sõelumise laudu, kuid üldiselt kujutavad nad kõik endast kahe sõelaga ja kallaku võrkpinnaga lauda (joonis 36). Keta pumpide sõelumiseks on ülemise sõela silma suurus 8—10 mm, gorbuša pumpide puhul 7 kuni 8 mm; alumise sõela silma suurus on 10 kuni 12 mm. Kallak võrkpind (äravoolusõel), mis asetatud 50—40° nurga all, on määratud marjateradest vee, kile ja teiste lisandite eraldamiseks ning valmistatakse tsingitud raudvõrgust silma suurusega 4 mm või tsingitud rauast pikerguste avadega, mille laius on 4 mm.

Kalamarja meister Jerošenko kasutas kalamarja sõelumiseks lauda, mis oli konstrueeritud kahest marja sõelumise lauast, kusjuures üks oli asetatud veidi allapoole teist: esimesel, kõrgemal asetseval laual sõelutakse kõige suurem, parem tera. Esimesest sõelumisest ülejäänud tera, mis tugevamalt seotud sidekoega, kummutatakse esimeselt laualt teisele, kus ka lõpetatakse sõelumine. Selle ettepaneku rakendamine tõstis kalamarja üldist väljatulekut ja sordilisust, eriti pumpidest, mis saadakse kalade lahkamisel konservitööstustes, kus kalu säilitatakse lahkamatult.

Sõelutud kalamari soolatakse. Soolatakse keedetud küllastatud soolvees, erikaaluga 1,2 ja temperatuuriga mitte üle 15°. Sool-

vesi valatakse toobrisse, mille maht on 0,5 kuni 1 m<sup>3</sup>. Selleks, et hoida soolvee kontsentratsiooni ühel tasemel kogu soolamise ajal, lisatakse temale 5—6 kg puhast soola iga tsentneri kohta. Kalamarja ja soolvee suhe peab olema 1 : 3.



Joonis 36. Kalamarja sõelumise laud ja sõel:

1 — ülemine sõel; 2 — äravoolusõel; 3 — sõel-kandik terade jaoks; 4 — kallak laud jäätmete kõrvaldamiseks; 5 — traatvõrgust sõelad; 6 — võrgulinast sõelad.

Vahetpidamata ettevaatlikult segades kestab soolamine 8 kuni 18 minutit, sõltuvalt tera liigist ja kvaliteedist ning nõutavast soolasisaldusest valmistootes. Sooldumise lõppemise tulemused on:

1) näppude vahel marjaterade katkipigistamisel ei piserdu

ega jookse nende sisu laiali, vaid hoiab alal tilgakeste kuju ja tal ei ole vere värvust;

2) peos kokkupigistatud marjaterad, pärast peo avamist valguvad vabalt laiali.

Pärast sooldumise lõppemist tõstetakse kalamari kiiresti väikeste koguste kaupa korvidesse või sõeltesse, nii et kihi paksus ei ületaks 10 sm.

Korvides või sõeltes soolvesi kõrvaldub ja toimub lõplik sooldumine — soolasisalduse ühtlustumine kogu kalamarja massis. Nõrgumise kestus kõigub 3 kuni 10 tunnini ja sõltub soolamisele suunatud tera kvaliteedist. Nõrga kestaga kokkukleepuv tera vajab pikemat nõrgumist kui normaalne sõmer tera.

Kalamarja-meister Privalov tegi ettepaneku lasta terad (pärast töötlemist soolvees) läbi sõelumislaua, et vabastada kalamari lõhkenud terade kestadest, sidekoe- ja sõelumisjäätmetest ning muust sellesarnasest. Selline töötlemine vabastab tõesti kalamarja lisanditest ja peale selle kiirendab tunduvalt soolvee väljanõrgumist kalamarjast.

Pärast nõrgumist pannakse kalamari vanni ja lisatakse antiseptikud ning taimeõli. Antiseptikutena kasutatakse booraksi ja urotropiini segu: esimest ümberarvestatuna kümnekristallveelisele booraksile 0,3% ja teist 0,1%. Antiseptikute segu valmistatakse ette, arvestades 1 tsentneri kalamarja kohta 400 g. Antiseptikud sõelutakse läbi sõela ühtlaselt kogu vanni pinnale, peale selle kalamari segatakse hoolega läbi.

Pärast antiseptikute lisamist segatakse kalamari õli ja glütseriiniga, mis hoiavad teda kokkukleepumisest ja annavad parema välimuse. Olidest kasutatakse järgmisi: arahiisi-, seesami-, rafineeritud puuvilla, maisi- ja päevalilleõli, mis vastavate FOCT-ide järgi vastavad I sordile. Ühe tsentneri kalamarja kohta kulutatakse 600 g õli ja 15 g glütseriini.

Kalamari pakitakse 25—50 l mahuga tünnidesse, mis on seestpoolt parafineeritud ja väljastpoolt kaetud värnitsaga. Seestpoolt kaetakse tünni põhi ja seinad küllastatud soolvees niisutatud pärgamendiga ja taimeõlis niisutatud puuvillase riidega.

Tünnid täidetakse kalamarjaga tihedalt natuke pealtpoolt uurdeid ja jäetakse kaanetatamult 4—5 tunniks vajuma. Enne kaanetamist kaetakse kalamarja pealmine kiht puuvillase riidega ja pärgamendiga.

Enne ärasaatmist säilitatakse kalamarja külmutusmajade kambrites —4° juures või jääga kaetult jääkeldrites.

Lõhilaste kalamarja kvaliteedi näitajate muutumise protsessid on analoogilised tuurlaste teralise kalamarja muutumisele.

N. A. Nikonovi järgi (tabel 34) on valminud lõhilaste kala-marjal, protsentides, järgmine keemiline koosseis.

Tabel 34

Nimetus	Vesi	NaCl	Valkained	Rasv
Keta kalamari . . .	42,7 —45,42	3,46—8,09	30,6 —33,83	9,91—16,69
Gorbuša kalamari . . .	45,18—45,38	2,89—7,06	31,58—33,20	9,28— 9,73

### SOOMKALADE KALAMARJA VALMISTAMINE

Paljude kalade (vobla, koha, karpkala, tõugja, kefaali, haugi) munasarju kasutatakse sõelutud kui ka pumbiskalamarja saamiseks.

Pumbiskalamarja valmistatakse voblast, latikast, kohast, kefaalist. Sõelutud kalamarja valmistatakse kõigist loetletud kaladest, peale kefaali.

Vobla, latika ja nuru pumpidest saadud kalamari kannab nimetust «tarama», koha pumpidest — «galagan».

**Tarama valmistamine.** Tarama valmistamiseks kasutatakse kõvu, elastseid ja läikivaid väikese rasvavahekihiga varase — kevadpüügi või hilise — sügispüügi vobla ja latika pumpe. Soolatakse күnades, segades pumpe soola ja salpeetri seguga. Tarama valmistamiseks võetakse 12—14% soola ja 0,1% salpeetrit pumpide kaalust.

Pärast segamist pannakse pumbid koos külgekleepunud soolaga 50—100 l mahuga tünnidesse. Enne seda asetatakse tünnidesse puuvillasest riidest kotid, mille mõõted vastavad tunni läbimõõdule. Künasse jäänud sool kasutatakse pumpide üleraputamiseks tünnidest. Uuretest natuke kõrgemale pakitud pumbid kaetakse kinni puuvillase riide väljaulatuvate äärtega, asetatakse kaas peale ja jäetakse nii 3—5 ööpäevaks 3 kuni 10° temperatuuri juures soolduma.

Pärast sooldumise lõppemist, mis loetakse toimunuks, kui kõik sool on sulanud, lõdvendatakse vitsad, et tunni laudade vahele tekkinud piludest saaks soolvesi välja joosta. Nõrgumine kestab 1 kuni 2 ööpäeva. Tünnid järeldatakse samal päeval soolatud pumpidega, kaanetatakse ja, soolsuse ühtlustamiseks, keeratakse kaanetatud otsaga alla. Kevadel 2—3 päeva pärast ja sügisel 4—5 päeva pärast antakse tünnid tarama-pooltootega säilitamiseks lattu (külmsoolamishoonesse, jääkeldrisse), temperatuuriga 5—6°; külmales ladudes toimub tarama valmimine, mis kestab 2—3 kuud. Madalama temperatuuri juures, nagu see on sügisel, kestab valmimine 5—6 kuud.

**Galagani valmistamine.** Galagan ehk koha kalamarja soolased pumbid valmistatakse värsketest, läikivatest, elastsetest ja kompamisel tugevatest pumpidest, millel puuduvad sisselõiked ja lõhkenud kestad.

Galagan soolatakse spetsiaalsetesse lahtivõetava esiseinaga ja aukliku põhjaga tõrde, mille kaudu vahetpidamata välja jookseb soolamisel tekkiv soolvesi. Enne soolamist kaetakse tõrre sisesein puhtate roguskitega.

Pumbid segatakse soola (16% pumpide kaalust) ja salpeetri (0,1% pumpide kaalust) seguga ning tõrde ladumisel lisatakse 17% soola. Tõrre põhja raputatakse kiht soola, jahvatus nr. 3, ja laotakse pumbid sisse. Ritta laotud pumbid kaetakse rohke soolakorraga, nii et pumpide pealispind pole nähtav, siis laotakse teine rida jne.

Sooldumine kestab mitte vähem kui 12 ööpäeva.

Sooldunud galagan pakitakse 50—100 l mahuga tammepuust tünnidesse. (Vahel pakitakse galagan esialgu 150—200 l mahuga kuivtaara tünnidesse, kus teda säilitatakse spetsiaalsetes laoruumides kuni lõpliku valmimiseni). Galagan pestakse enne pakkimist kunstlikus soolvees, erikaaluga 1,16, millele on lisatud 0,2% salpeetrit. Pestud ja sorteeritud pumbid pakitakse tünnidesse, mille põhi on kaetud soolveega niisutatud pärgamendist ja puuvillasest riidest ketastega. Pumbid pakitakse serviti tihedate ristuvate ridadena. Pealne kiht kaetakse samuti pärgamendi ja puuvillase riidega. Kaanetatud tünni säilitatakse külmutusmajas temperatuuris alla 0°.

**Kefaali kalamarja soolamine.** Kefaali kalamari valmistatakse soolatult vinnutatud kujul lobani või suure kefaali pumpidest. Endise NSVL KTM tehnoloogilise juhendi kohaselt soolatakse hästi puhtaks pestud pumbid soolvees, erikaaluga 1,18—1,20; lobani pumpide sooldumine kestab kuni 2 tundi, kefaali pumpide — kuni 30 minutit<sup>1</sup>.

Pärast soolamist pumbid pestakse ja pärast neile kuju andmist suunatakse kuivatamisele. Kuivatatakse katuse all, kusjuures kärbeste kaitseks lauad pumpidega eraldatakse võrguga. Kuivatamise protsessis, mis kestab 12 ööpäeva ümber, keeratakse pumpe iga päev mitu korda. Mõni päev enne kuivatamise lõpetamist soovitatakse töödelda poolkuivanud pumpe veega. Sellega saavutatakse üleliigse soola eraldumine pealmistest pumbikihti-

---

<sup>1</sup> Kefaali pumpe võib soolata segaviisil: raputades üksikud pumbid üle soolaga ja kallates viivitamatult peale soolvee. Sel juhul leotatakse pumpe enne vinnutamist, kuni soolasisaldus on neis 2% ümber.

dest ja välditakse järgnev soolakristallide (alglahuse) ilmumine pumpide pinnale.

Leotamiseks pannakse pumbid 40—60 minutiks keeva vette, temperatuuriga 60—70°, mida võetakse pumbi kaalu suhtes kahekordses koguses. Pärast leotamist kuivatatakse pumbid lõplikult. Pumpide kaitseks muudatuste eest säilitamisel (niiskuse imandamine õhust või veel suurem kuivamine, samuti ka pinnale väljuva rasva hapendumine), kaetakse nad kaitsva vahakihi-ga. Pumbid kastetakse 3—4 korda 70—80° kuumutatud sulatatud meevahasse. Vahakihi paksus peab olema 2—3 mm.

Valmistoodang pakitakse seestpoolt pärgamendiga kaetud kastidesse.

Soolatult — vinnutatud kefaali kalamari sisaldab 10—15% vett, 3,5—5% soola, 30—35% valke ja kuni 40% rasva.

**Sõelutud kalamari.** Soomkalade sõelutud kalamarja saame, kui sõelume pumbid läbi sõela, mille silma suurus on 0,5—0,6 sm ja soolame siis terad varem valmistatud soola (12,5% tera kaalust) ja kaalisalpeetri (0,16% tera kaalust) seguga. Üheaegselt soolamiseks võetakse kalamarja mitte üle 50 kg, mille peale raputatakse ühtlaselt nimetatud segu. Soolamisvanni sisu segatakse hoolikalt mõlataolise segajaga 15 kuni 30 minutit. Alguses tekib soolvesi, vanni sisu vedeldub ja siis, kalamarja sooldudes, hakkab paksenema, tükid langevad laiali ja marjaterad kaotavad kleepuvuse.

Nende tunnuste ilmumine näitab sooldumise lõppu ja kalamari pannakse siis kohe 50—100 l mahuga tünnidesse. Täidetud tünnidel lõdvendatakse soolvee äravoolu võimaldamiseks pealmised vitsad ja jäetakse tünnid niiviisi 4—5 ööpäevaks. Vajaduse korral järeltäidetakse tünnid samasuguse kalamarjaga, kaanetakse ja jäetakse hoiule 0—4° temperatuuri juures. 1—2 kuu pärast kalamarja kontrollitakse ja, vajaduse korral, pakitakse ümber.

Sõelutud kalamari pakitakse ümber tünnidesse, mis on seestpoolt vooderdatud puuvillasest riidest või mitkalist kotikujulise katteriidega. Katteriided esialgu loputatakse soolvees, väänatakse välja ja tuulutatakse kergelt. Kalamari, mis kuulub ümberpakkimisele, võetakse laudadele välja, segatakse, kuni saadakse ühtlane mass ja siis pakitakse tihedalt tünnidesse. Tünni põhjale ja pärast selle täitmist kalamarjaga ka peale pannakse mõni loorberileht.

Täidetud tünnid kaanetakse 3—4 päeva pärast. Seismisel kaetakse tünnid kaantega ja presendiga.

Vobla ja latika kalamarja keemiline koosseis (%-des)

Nimetus	Vesi	NaCl	Valkained	Rasv
Vobla kalamari . . .	53,9—58,9	8,7—14,5	21,9—25,2	3,9—5,4
Latika kalamari . . .	57,0—58,2	8,1— 9,8	24,5—27,9	2,7—4,2

### KALAMARJAKAUPADE STANDARDISEERIMINE

Põhiliste kalamarjatoodete kohta on olemas üleliidulised standardid, mille järgi hinnatakse kalamarja kvaliteeti ja liigitatakse seda ühte või teise sorti. Vastavate standardite tehniliste tingimuste lõikes on toodud nõudmised, millele peab vastama valmis- toode oma organoleptiliste ja füüsikalise-keemiliste näitajate pool- lest. Nendest nõudmistest juhindutakse kalamarja määramisel ühte või teise sorti kuuluvaks. Keemilisteks näitajateks on: niiskuse, soola, antiseptikute ja salpeetri sisaldus. Vastavate standarditega on kindlaks määratud erinevate kalamarja sortide piir- denäitajad.

Organoleptilisteks näitajateks on värvus, kalamarja ja üksiku- kute marjaterade konsistents, väline ilme, lõhn, maitse, sõelu- mata kalamarja (galagan) pumpide mõõted ja terviklus. Erilist tähelepanu pööratakse kalamarja maitsele ja lõhnale.

### SANITAAR-HÜGIEENILISED REEGLID

Kalamarja soolamisel on eriti tähtis sanitaar-hügieenilistest reeglitest kinnipidamine, alates lahkamisest, pumpide väljavõt- misest ja lõpetades valmistoodangu tunnidesse pakkimisega. Vähenesoolasisaldus ei kindlusta suurema osa mikroorganismide elutegevuse suigutamist isegi sel juhul, kui kasutatakse antisepti- kuid ja säilitatakse madala temperatuuri juures, sellepärast teh- noloogilise protsessi teostamine aseptilistes tingimustes, nii et väljastpoolt satuks kalamarjasse minimaalselt mikroorganisme, on absoluutselt sunduslik.

Tuurlaste lahkamisel kasutatakse erilisi ettevaatuse abinõu- sid. Enne lahkamist pestakse lima kõrvaldamiseks kala kõht veega puhtaks ja alles pärast seda lõigatakse puhta noaga lõhki, ilma sisikonda riivamata ja, et mitte läbi lõigata soolestikku, ei viida lõiget pärakuavani. Pumbid võetakse kõhuõõnest puhtaks- pestud kätega ettevaatlikult välja ja kui kala ei saa töötlemiskoh- tadele toimetada elusalt, siis sõelutakse pumbid püügilaevadel

kohe läbi sõela vaasidesse. Saastumise vältimiseks kaetakse vaasid kinni ja asetatakse jäässe, kus hoitakse kuni töötlemiseni. Pärast tööd tuleb kalamarjatsehhide kogu inventar ja põrandad hoolikalt pesta (kupatada) keeva veega ja aeg-ajalt desinfitseerida. Selleks otstarbeks peab tsehhis alati olema kloreeritud vett, mida samaaegselt kasutatakse tööliste käte pesemiseks. Seda-mööda, kuidas inventar ja seadmed tööprotsessis saastuvad, tuleb neid pesta. Kõik töölised peavad olema absoluutselt puhtais erirõivais. Tsehhis tuleb põrandad, lauad, pingid teha veekindlast materjalist (kaetud tsemendiga, marmoriga, marmoripuruga, sanitaarlakkidega jne.) ja tehniline inventar (marja sõelumise lauad, vaasid, vannid, sõelad, katlad, kastrulid jm.) — mittesaastuvast materjalist, plastmassist, alumiiniumist, duralumiiniumist, emaleeritud rauast, siidist, jõhvist.

---

# VI JAGU

## KALADE KUIVATAMINE, VINNUTAMINE JA SUITSUTAMINE.

V. N. Podsevalov

---

### I PEATÜKK

#### VINNUTATUD JA KUIVATATUD KALAKAUBAD

#### KUIVATAMINE JA VINNUTAMINE KUI KONSERVEERIMISE VIISID

Vee eraldamine kalatoodetest koos eelneva soolamisega on üks kõige vanemaid viise kaladest toidusaaduste valmistamiseks. See kalade alalhoidmise viis on lihtne, ei nõua keerukat sisseaset ja annab maitsva, valkuderikka, toitva toote, mis hoidub alal võrdlemisi pikka aega. Kalade konserveerimisel kuivatamise ja vinnutamise ajal kalatööstuses tunduv koht.

Kuivatatud tooted säilivad hästi, sest kuivatatud kalatootel ei ole mikroorganismid aktiivses seisundis, vaid esinevad suuremalt osalt spooridena.

Nende toodete vähene, isegi kohatine niiskumine soodustab mikrobioloogiliste protsesside arenemist.

Värsket kala harilikult soolatakse enne vinnutamist ja kuivatamist.

Keedusoola lahusel on kõrge osmootiline rõhk. Isegi üheprotsendilisel selle soola lahusel võrdub osmootiline rõhk 6,1 atm.

Kõige aktiivsemad roiskumise bakterid on väga tundlikud kõrgele osmootilisele rõhule. Nende bakterite suurema osa kasv lõpeb 10—15% soola kontsentratsiooni puhul.

Nende keemilist aktiivsust pidurdatakse isegi veel madalamate soola kontsentratsioonidega.

Kõrgendatud osmootilise rõhuga soolalahuses vesi ja ühes sellega ka toit ei saa bakterite kehasse tungida. Nendes tingimustes toimub vastupidine protsess — bakterid kaotavad oma vee, mille tagajärjel nende sisu mahu poolest väheneb, eemaldub kestat ja siis bakterid lõpetavad toitumise ja toote laostamise.

Kalade soolaga konserveerimisel, sellele järgneva vinnutamise ja kuivatamisega, saadakse säilitamisel vastupidav, vaja-

liku niiskusesisaldusega toode. Seletatakse seda sellega, et soolatud kalast vee eraldamisel suureneb tunduvalt soola kontsentratsioon lihaskoe rakumahlas. Nii, näiteks, soolatud voblal, niiskusesisaldusega (W) 40% ja soolasisaldusega (S) 10%, võrdub soola kontsentratsioon rakumahlas:

$$x = \frac{100 \cdot S}{W + S} = \frac{100 \cdot 10}{40 + 10} = 20\%.$$

See soola kontsentratsioon vinnutatud kala rakumahlas tagab toote hea säilivuse.

Vinnutatud ja kuivatatud kalakaubad (loomuliku või kunstliku vee eraldamisega kalast) valmistatakse temperatuuri juures, mis on alla valgu kalgestumise algpunkti, aga kuiv-soolane kuumkuivatuse kala — temperatuuri juures, mis on üle valgu kalgestumise algpunkti.

#### VINNUTAMISE JA KUIVATAMISE TÄHTSUS KALATÖÖSTUSES

Vinnutatud kala kujutab endast toodet, mis on tarvitamiseks kõlblik ilma eelneva kulinaarse töötlemiseta.

Kõrge kvaliteedilisi vinnutatud tooteid saab rasvasest kalast.

Vinnutatakse voblal, vimma, mereviidikat, aasovi-musta mere kefaali, muksuni jt. Vinnutatud balõkid valmistatakse tuura ja lõhe liiki kaladest. Vinnutamise protsessis toimuvad kalas valgu ja rasva suured keemilised muudatused. Rasv vabaneb rakkudest ja imbub kogu kalasse. Liha muutub poolläbipaistvaks ja omandab erilised maitseomadused. Vinnutatud kala sisaldab 50% ümber täisväärtuslikke valke ja kuni 10% rasva. Sellise toote kaloreite sisaldus on suur. 1 kg vinnutatud kala liha annab 2500—3000 kal.

Tuurlaste ja lõhilaste balõkid on oma maitse poolest ületamatud kalatooted ja kuuluvad gastronoomiliste delikatesskaupade gruppi.

Mõnedes Nõukogude Liidu kohtades, näiteks, loode oblastite järvede rajoonis, samuti ka Balti vabariikides on suure tähtsusega kuumkuivatatud kala väljalask: kuivatatud järvetint, mere-tint ja muu peenkala — viidikas, ahven, kiisk. Põhja rajoonides, kus pikemat aega aastas valitseb madal temperatuur, kasutatakse kaladest vee eraldamiseks külma. Mage-kuivad kaubad tursklas-test valmistatakse külmutamise meetodil.

Suurt tähtsust omandab kalade alarõhu all kuivatamise viis. Alarõhu all, mille lõpprõhk on vähem kui 5 mm veesammast,

toimub toote isekülmumine. Selle temperatuur küünib kuni  $-25^{\circ}$ . Vee eraldamise protsessi kestel tõuseb toote temperatuur pidevalt. Kui temperatuur tõuseb kuni  $0^{\circ}$ , siis toote kaalu kadu küünib 70%.

Sellisel viisil kuivatatud toode tursub vees hästi ja maitselt erineb vähe värskest kalast.

## KUIVATATUD JA VINNUTATUD KALADE KLASSIFIKATSIOON

Sõltuvalt tooraine keemilisest koosseisust ja valmistamise viisist toimub kala kuivatamise ajal kas ainult vee eraldamine tootest või kaasneb vee eraldamisega kala valmimise protsess. Esimesel juhul saadakse pooltoode, s. o. kuivatatud kala, mida enne toiduks tarvitamist tuleb kulinaarselt töödelda.

Teisel juhul — vee eraldamise ja kala valmimise protsessis toimuvad valgu ja rasva sügavad keemilised muudatused, liha omandab erilise maitse ja muutub söödavaks ilma täiendava kulinaarse töötlemiseta. Toote valmimine toimub sel juhul, kui töödeldakse rasvast või keskmise rasvasusega kala ja vesi eraldatakse temperatuuris  $15-35^{\circ}$  piirides.

Kalade kuivatamine madalama temperatuuri juures, samuti toote kõrge soola kontsentratsioon pidurdab, vahel koguni peatab valmimist.

Kalade kuivatamine  $70^{\circ}$  ja kõrgema temperatuuri juures lõhub kala rakumahlas leiduvad fermentid ja toode ei valmi. Kõrge temperatuuri mõjul toimub kala liha valkude denatureerimine, millega kaasneb dehüdratsioon, s. o. lihast vee eraldumine. Tootest vee eraldamise protsessis kõrvaldub teatav hulk toitaineid ja kaob kala toores lõhn.

Sõltuvalt töötlemise viisist, valmimise toimumisest või mitte, tehakse vahet kuivatatud ja vinnutatud kalakaupade järgmiste põhiliste liikide vahel.

### A. Vinnutatud kaubad

Kala liha valmib kuivatamise protsessis. Kala enne sooldub, vee eraldumine tootest toimub temperatuuris mitte üle  $40^{\circ}$ . Sellesse kaupade liiki kuuluvad:

Balõkid —

- a) tuura
- b) lõhe
- c) muude kalade

Vinnutatud kalad —

- a) vobla, nurg
- b) vimm, mereviidikas
- c) muud kalad

## B. Kuivatatud kaubad

Kala ei valmi kuivatamise protsessis:

### Kuiv-soolatud kala

Kuiv-soolatud koha, haug      Soolatud kalast eraldub vesi  
temperatuuris mitte üle 40°

### Kuivatatud kala

Kuivatatud tursk      Magedast kalast eraldub  
vesi temperatuuris mitte üle 40°

### Kuumkuivatuse kala

Kuivatatud järvetint ja muu      Terve kala kuivatamine toi-  
peenkala      mub temperatuuris üle 70°

### Toidu kontsentraadid kalast

- a) toidujahu, kruubid, hel-      Kala liha kuivatatakse tem-  
bed      peratuuris üle 70°
- b) kuivikud kalast

## VINNUTATUD KALA VALMISTAMINE

Vinnutatud tooted valmistatakse mitmesugustest soolaga konserveeritud kala liikidest, millele jaguneb pikaldane vee eraldamine temperatuuri juures mitte üle 40°.

Vinnutatud tooteid valmistatakse harilikult kevadel alates märtsist kuni mai lõpuni. Tunduvalt vähemal hulgal lastakse teda välja sügisperioodil. Kevadel ja septembris viiakse vinnutamise protsess läbi ainult loomulikes tingimustes.

Aasta IV kvartalis täheldatakse kalatöötlemisrajoonides, eriti öösel, kõrget õhu suhtelist niiskust. Sel perioodil ei saa kala loomulikes tingimustes nõutud niiskuseni kuivatada. Sellepärast valmistatakse vinnutatud kala sel aasta-ajal kunstlikes tingimustes — spetsiaalsetes kuivatuskambrites.

Vinnutada lubatakse kala mitte alla I sordi, värskelt või kergelt soolatult, soolasisaldusega lihas 3,5 kuni 6%.

Vinnutamise protsessi kestel aurb vesi kalast pikkamööda välja ja soolasisaldus lihas, võrreldes pooltootega, suureneb 2—2,5 korda. Kui soolamisele suunatakse kala soolasisaldusega üle 6%, siis ta leotatakse, sest muidu valmistoodete saab väga soolane, kala pinnale ilmuvad soolakristallid ja toode arvatakse II sorti.

Suurel kalal on kaalu ühiku kohta suhteliselt väike keha pind. See olukord pikendab tunduvalt soolamise ja kalast vee eraldamise protsesse ning võib põhjustada rikkumise vinnutatud toote valmistamise protsessi kestel. Selline kala enne vinnutamist lahatakse.

Standardi poolt on vinnutatud toote valmistamisel lubatud järgmised lahkamise viisid:

- a) rapitud kala — kõrvaldatud lõpused ja osaliselt sisikond;
- b) roogitud kala — lahatud kõhust;
- c) lapik;
- d) selg, balõk;
- e) külg, säga puhul.

Tervikuna vinnutatakse harilikult voblat, sorogat, nurgu, mereviidikat ja vimba, samuti ka mõõdetelt mitte üle suure, kefaali. Sõltuvalt nende suurusest ja temperatuuri tingimustest suunatakse ülejäänud kala liigid vinnutamisele tervikuna või lahatud kujul.

Vinnutatud kaubad valmistatakse järgmise tehnoloogilise skeemi kohaselt: toorkala vastuvõtt → toorkala hoidmine enne soolamist lima eraldamiseks → kala lahkamine → kala pesemine → kala soolamine → kala pesemine või leotamine → nagidele või raamidele riputamine → vinnutamine vabas õhus või kuivatuskambris → nagidelt või raamidelt mahavõtmine → kala sortimine → valmiskauba pakkimine taarasse → vaguni vormistamine → valmistoote ärasaatmine.

## Tööstuslikud ehitused

Kalade vinnutamine toimub nagidel või kuivatuskambrites.

**Nagid.** Nagid tehakse kalatehase territooriumil lahtisele kohale. See tagab vinnutamisel rohke päikese juurdepääsu ja kala hea tuulutamise õhuga. Töö hõlbustamiseks asetatakse nagid üksikute sektsioonide kaupa, mille vahele jäetakse laiad käigud. Nagid kujutavad endast rööbiti asetatud latte, mis on pandud puitpostide külge kinnitatud põikprussidele. Lattide vahe on 0,2 m, postide — 2,5—3 m.

Kaspia rajoonis ehitatakse nagid ühe- — kolmekorruselised, ilma katusealuseta. Iga korruse kõrgus on 2 m ümber. Keskmiste mõõdetega sektsioon võtab enda alla pindala  $15 \times 24 = 360 \text{ m}^2$ . Aasovi—Musta mere rajoonis, kus on sagedamini sademed, ehitatakse kõrged mitmekorruselised ja tingimata kaetud nagid.

**Kuivatuskambrid.** Kambritel on tunnelite kujü, pikkus 6—25 m, laius ja kõrgus 1,7—2 m. Niisugustesse tunnelitesse asetatakse

kala vagonettidega või raamidega. 20—30° temperatuuriga soe, kuiv õhk pumbatakse ventilaatoriga kambrisse selle otsast. Läbis- tades kalu, muutub õhk niiskeks, selle temperatuur langeb. Kül- m, suurema niiskusega õhk väljub tõmbetoru kaudu vastaspool tun- neli otsas. (Kuivatuskambreid on üksikasjaliselt kirjeldatud pea- tükis «Kalade suitsutamine».)

### Vinnutatud vobla valmistamine

On teada, et vobla kohe pärast püüdmist ja esimeste tundide kestel peale surma eritab lima. Sellepärast äsjapüütud kala hoi- takse vastuvõturuumis 6—12 tunni kestel, sest elusa vobla soola- misel kala välispinnale eritunud lima tardub soolvee mõjul ja pikendab sooldumist. Enne soolamist vobla tingimata pestakse kuni lima täieliku kõrvaldamiseni. Lima puudumine loob sooldu- miseks soodsad tingimused. VNIRO katsetööde andmeil on kind- laks tehtud, et lima kõrvaldamise arvel kaotab vobla kaalus 0,8 kuni 2%. Pestud kala sorteeritakse ja aetakse nõõrile mөөdete järgi. Sortimine ja nõõrile ajamine toimub erilistel laudadel.

Kala aetakse nõelaga kanepist nõõrile läbi silmade nii, et sel- jad oleksid kõik pööratud ühele poole. Sõltuvalt mөөdetest aetakse nõõrile järgmine arv kalu:

valitud kalu mөөdetega 19 sm ja rohkem . . . . .	2—4 tk.
suuri, mөөdetega alla 19 kuni 17 sm . . . . .	6 „
keskmisi, mөөdetega alla 17 kuni 14,5 sm . . . . .	8—10 „
väikesi, mөөdetega alla 14,5 kuni 13 sm . . . . .	15 „

Valitud vobla ülesriputamiseks kasutatakse 70 sm pikkust nõõri, teiste mөөdetega kala jaoks 90 sm pikkust. Välispinnalt lima kõrvaldamiseks pestakse nõõrile riputatud vobla erilistes vannides puhta mageda veega. Soolamisele saabub ainult hästi puhtaks pestud vobla.

Vinnutamiseks soolatakse vobla segaviisil. Tõrre põhja vala- takse 20—30 sm paksune kiht heakvaliteedilist loomulikku sool- vett, erikaaluga 1,14—1,16. Paremini kasutada heeringa soolvett, lahjendades veega, kuni selle soolasisaldus on 18—21%. On lubatud kasutada kunstlikku soolvett. Soolasuselt ühtlase kala- partii saamiseks pannakse tõrde soolveega ainult ühesuguste mөөdetega vobla. Kala heidetakse tõrde ühetasaste ridadena või- malikult kõhuga ülespoole. See kiirendab vobla sooldumist. Kui kala ulatub soolveest välja, siis on vaja ta ühetasaselt kuiva soo- laga üle puistata.

Kala soolamiseks kasutatakse võrdsetes kogustes valget soola,

jahvatus nr. 2, ja läbisõelatud rasvasoola. Soola segu segatakse hästi läbi. Vobla soolamiseks on soola norm kindlaks määratud 12—14% piirides. Peale selle kulutatakse kalade tõrtes ümberasetamiseks (kantovka) soola 1% toorkala kaalust.

Erinevalt harilikust soolast ei ole rasvasoolal väikesi kristalle, mistõttu ta soolamise protsessis nii ruttu ei lahustu. See sool sisaldab vähem naatriumkloriidi ja rohkem niiskust ning mineeraalse kui ka orgaanilise päritoluga lahustamatut jääki. Rasvasool sisaldab 1 kuni 2% valku, 0,1 kuni 0,3% fosforit. Rasvasoolal on nõrgem mõju kui harilikul soolal, sellepärast kasutatakse seda vobla soolamisel segus hariliku soolaga.

Ridade vahele jaotatakse sool ebaühtlaselt. Alumistele vobla ridadele antakse vähem soola, pealmistele — rohkem. Pealmisele kala reale raputatakse 1—1,5 sm paksune soolakord.

Et mitte luua liigset rõhumist ja maitseomaduste kahjuks mitte välja pigistada mahlu, ei panda tõrde laotud voblale raskust peale.

Pealmised vobla read asetsevad tõrres pealpool soolvee pinda. Kogu vobla partii ühtlaseks läbisooldumiseks asetatakse kalad ümber (kantovka), mille kestel 6—7 alumist rida asetatakse üles. Pealmised vobla read, mis asusid tõrres pealpool soolvee pinda, pannakse ümberasetamisel soolvette. Valitud ja suur vobla asetatakse ümber 1—2 päeva enne tõrrest väljavõtmist, keskmine ja väike 12 tundi enne seda.

Jahutamata ruumides sooldub vobla järgmise aja kestel (tabel 1).

Tabel 1

Kala mõõted	Sooldumise kestus (ööpäevades)	
	märts	aprill
Valitud . . . . .	6	5
Suur . . . . .	5	4
Keskmine . . . . .	3	2
Väike . . . . .	2	1,5

Soolamisel külmades ruumides pikeneb sooldumise aeg 12—24 tunni võrra.

Valmistootte sordilisus langeb, kui kala hoitakse soolas üle aja. Kala võetakse tõrtest välja, kui soolsus on 3,5—6% ja kui selgroo juures on sooldumise tunnused — see on kõige raskemalt soolduy koht. Väljavõtmiseks valmisoleval kalal on tihenend selg, läbilõikel peab liha olema ühtlaselt tumehalli värvust, mari

omandab kollakas-punase värvuse. Kala, mille soolasisaldus on üle 6%, ilma leotamata vinnutada ei lubata.

Sõltuvalt kala suuruselt ja soolususest, kaotab vobla soolamisel 10—15%, keskmiselt 12,5% kaalust.

Sooldunud vobla võetakse tõrtest välja ja toimetatakse vinnutamise paigale.

Enne nagidele ülesriputamist pestakse kala magedas vees, kuni tema pinnalt on täielikult kõrvaldatud mustus ja lima. Soola ja lima paremaks kõrvaldamiseks kala pinnalt pestakse teda kolm korda järjest.

Tehakse vahet lihtsa ülesriputamise viisi ja viisi vahel, kus esimesele reale riputatakse alla veel üks või kaks rida. Lihtsa ülesriputamise viisi puhul riputatakse lati 1 jooksvale meetrile kaheksa kimpu. Ülesriputamisel heidetakse kimbust kindel arv kalu üle lati, nii et kalad oleksid pööratud kõhuga väljapoole ja seljaga lati poole. Et tuul paremini peale puhuks, peab iga kimbu pool asuma eri kõrgusel. Kui kalu asetatakse allariputatult, siis riputatakse esimese kimbu otsa alla teine ja selle alla kolmas. Seejuures riputatakse lattidele rõhtselt kolm-neli rida niisuguse arvestusega, et kalade arv igas reas oleks võimalikult ühesugune.

Nagidele ülesriputamisel on kalade kimbus asetuse skeem järgmine:

### 1. Lihtne ülesriputamine

neljakaupa	kuuekaupa	kümnekaupa	viieteistkümnekaupa
2	3	5	8
///	///	///	///
2	3	5	7

Ülemised arvud vastavad pealmisele reale, alumised — teisele.

### 2. Ülesriputamine allariputamisega.

#### A. Ühe rea allariputamisega

kuuekaupa	kümnekaupa
4	7
///	///
22	33
///	///
4	7

#### B. Kahe rea allariputamisega

kuuekaupa	kümnekaupa
4	8
///	///
23	25
///	///
32	52
///	///
4	8

Et vältida alumiste ridade aeglast vindumist, ei soovitata nagidele üle kahe rea alla riputada.

Vinnutamise protsessile avaldavad olulist mõju kliimatilised

tingimused; kuiva, kuuma ja tuulise ilmaga toimub vindumine kiiremalt, vaigse, niiske ja külma ilma puhul pidurdub tunduvalt.

Kalade vindumise kestus sõltub samuti nende mõõdetest, ülesriputamise viisist ja nagil asetsemise paigast.

Kehtiva tehnoloogilise juhendi kohaselt on lahtiste nagide peal vobla vindumise kestus järgmine (ööpäevades):

valitud . . . . .	23 kuni 30
suur . . . . .	17 „ 22
keskmine . . . . .	15 „ 17
väike . . . . .	13 „ 15

Vee eraldumine kalast toimub esimestel vinnutamise päevadel kiiremalt kui viimastel; mida väiksem on kala, seda suuremad kaod kuivatamisel.

Tabelis 2 on toodud andmed, mis iseloomustavad vobla kaalu muutumist vinnutamise protsessi kestel (kilogrammides).

Tabel 2

Vobla kaalu muutumine vinnutamise protsessi kestel (kg-des)

	Vinnutamise kestus (ööpäevades)							
	0	1	2	3	5	10	15	22
Vobla, suur (kuuekaupa) . . . . .	100	90	82	75	69	60	56	54
Vobla, keskmine (kümnekaupa) . . . . .	100	87	79	73	66	57	53	—

Vobla keemiline koosseis, samuti ka soolvee analüüs töötlemise põhiliste järkude järgi on toodud tabelites 3 ja 4 (protsentides).

Tabel 3

	Kala liha				Kala tervikuna			
	vesi	sool	tihedad ained	kokku	vesi	sool	tihedad ained	kokku
Värske kala . . . . .	77,8	0,1	22,1	100	71,0	0,1	28,9	100
Kala, pärast sooldumist . . . . .	67,4	4,4	28,2	100	61,0	5,8	33,2	100
Kala, pärast vindumist . . . . .	36,4	11,2	52,4	100	32,0	10,2	57,8	100

Tabel 4

Nimetus	Vesi	Sool	Orgaanilised ained	Sellest	
				valk	fosfor
Soolvesi	77,1	21,3	1,4	1,2	0,03

Vobla paremaks vinnutamise ajaks peetakse varakevadet, kui õhk sisaldab tunduva hulga osooni ja kala on pikemat aega päikesekiirte otsese mõju all ning õhk temast vabalt läbi puhub.

Kalade valmimine on tingitud kala rakkudes ja kudedes leiduvatest proteaasi ja lipaasi tüüpi fermentidest. Esimesed mõjuvad kala liha lämmastikuainetele, teised — rasvadele.

Nende fermentide hüdrolüütiline aktiivsus kasvab teatavate tingimuste juures järsult. Nimetatud fermentid, mis varem on adsorbeeritud rakustruktuuridel, avaldavad oma hüdrolüütilist tegevust kala liha kuivamisel ja tema temperatuuri tõusmisel ning põhjustavad sellega valkainete ja rasvade struktuurilisi muudatusi.

Vinnutamise protsessis toimuvat rasvade hüdrolüütilist lõhusumist iseloomustavad järgmised andmed, mis on saadud värskel ja vinnutatud vobla analüüsimisel (tabel 5).

Tabel 5

Nimetus	Happesuse arv	Seebistumise arv	Joodi arv	Oksühapped
Värskel vobla rasv	1,4	179	136	1,8
Vinnutatud vobla rasv	3,9	199	115	4,1

Seebistumise arvu suurenemine vihjab lagunemise protsessile, mille juures toimub vähema molekulaarkaalu hapete moodustumine. Joodiarvu alanemine ja oksühapete suurenemine annab tunnistust rasvas toimuvatest hapendumisprotsessidest.

Kõige parem vinnutatud kaup saadakse jääaluse merepüügi voblast, kui kala sisaldab endas suhteliselt rohkem rasva.

Viimasel ajal on hakatud vinnutatud voblat valmistama sügisperioodil, mehhaniseeritud suitsutamistööstuste kuivatuskambrites, siis kui loomulikes tingimustes vinnutatud toodet praktiliselt on võimatu valmistada.

Sõltuvalt kalade mõõdetest, samuti ka temperatuurist, suhtelisest niiskusest ja õhu liikumise kiirusest kuivatuskambrites, kestab vobla kuivatamine kunstlikes tingimustes 6 kuni 10 ööpäeva.

Kuivatustunnelitest väljavõetud voblal ei ole valminud vinnutatud voblale omast maitset. Kuid kunstlikes tingimustes kuivatatud vobla, pärast 10-päevast seismist pakitult 15—20° temperatuuri juures, läheneb oma maitseomaduste poolest natuke harilikes tingimustes valmistatud vinnutatud kalale.

Vinnutatud kala valmidust otsustatakse organoleptiliste näitajate järgi. Kalal peab olema vetruv-tugev liha konsistents ja tume selja värvus. Vastu valgust vaadates peab lihal olema merivaigu värvus. Ei tohi olla toore kala maitset. Kala läbi lõigates peab pumbismari olema tihe ja roosakaskollast värvust.

Kõhtivate tehnoloogiliste normide kohaselt peab valmistoote väljatulek olema protsentides toorkala kaalust:

vobla, valitud . . . . .	52
„ suur . . . . .	50
„ keskmine . . . . .	48
„ väike . . . . .	46

Nagidelt võetakse vobla maha, kui ta liha niiskuse on 45% ümber. Ülemääraste kadude vältimiseks ei soovitata vindunud voblat nagidel üle aja hoida.

### Vinnutatud latika valmistamine

Vinnutamisele suunatakse mitte alla I sorti latikas tervelt ja lahatult (roogitud ümarkala). Valitud latikas suunatakse vinnutamisele ainult lahatult.

Lima eraldamiseks hoitakse esialgu elusat kala jääga või ilma 4—8 tundi. Siis see kala pestakse hoolikalt puhta veega.

Soolamisele suunatakse, enne seda möödete järgi sorteeritud, latikas:

väike latikas	kuni 19 sm
keskmine „	alates 19 kuni 22
suur „	„ 22 „ 26
valitud „	„ 26 „ 30
„ „	„ 30 „ 35

Latikas soolatakse segasoolamisviisil kolme moodi: jahutamata, jahutamise ja eeljahutamise.

Jahutamata soolatakse harilikult väike ja keskmine latikas, kui kala temperatuur ei ületa 10°, samuti ka kõik lahatud latikad, välja arvatud valitud. Kui soolatakse lahatud kala, siis raputatakse soola esialgu kõhuõõnesse ja lõpustesse.

Tabelis 6 on toodud normatiivsed andmed, mis iseloomustavad jahutamata latika soolamist.

Tabel 6

Nimetus	Lahkamata	Lahatud
Soola kulu, ühes arvatud ümberasetamine (kantovka) (%-des)	22	25
Sooldumise kestus (ööpäeva):		
väike latikas	3—4	2—3
keskmine „	4—5	3—4
suur „	—	4—5

Jahutamisega soolamisel heidetakse tõrde kala, jää ja sool. Mida kõrgem on kala temperatuur, seda rohkem kulutatakse soola ja jääd protsentides kala kaalust (tabel 7).

Tabel 7

Kala keha temperatuur (°C)	Jää kulu	Soola kulu
10 ja alla selle	10	25
11—15	15	27
16 ja üle selle	25	30

Eeljahutamisega soolamine viiakse läbi kahe võttega: esimeses tõrres jahutatakse kala kuni temperatuurini 0°, teises — soolatakse.

Jahutamise protsess kestab 8—12 tundi. Jahutatud soolamise puhul sooldub suur latikas 6—7 päeva. Keskmiste mõõdetega latikas — 1 ööpäeva võrra varem.

Latikas laotakse tõrres ümber harilikult sooldumise aja keskel. Sooldumise protsess katkestatakse, kui soolasisaldus lihas küünib 8%; pärast seda võetakse kala tõrrest välja, laotakse restidele 0,5—0,6 m paksuse kihina ja hoitakse 1 ööpäeva kestel. Selle aja jooksul jaguneb sool kalas ühtlaselt.

Kala riputatakse nõõrile, pistes nõelaga läbi silma — väikseid kuuekaupa, keskmisi 4-kaupa, suurt ja valitud 2-kaupa.

Nõõrile lükitud kalu (pooltoode) leotatakse magedas vees, kuni soolasisaldus kala lihas on 7%.

Kala pestakse siis magedas vees ja riputatakse nagidele, nii et kimpude vahe oleks 5—8 sm. Lahatud latika kõhuõõnesse pannakse selle lahtihoidmiseks tikud.

Kala pesemisel magedas vees, peale tarretanud veretükkide kõrvaldamist, väheneb ka soolasisaldus kala keha välimistes kih-

tides, mis väldib soolakristallide ilmumist kala välispinnale pärast vinnutamist.

VNIRO andmeil on vinnutatud voblal ja latikal järgmine keemiline koosseis (tabel 8).

Tabel 8

Näitajate nimetus	Vinnutatud vobla		Vinnutatud latikas	
	valitud	keskmine	valitud	keskmine
Vesi (%-des)	35,8	33,5	39,4	37,6
Rasv	6,4	5,0	7,1	5,4
Valk	45,1	46,6	41,1	42,3
Tuhk	12,7	14,4	12,4	14,5
sellest:				
Keedusool (%-des)	10,7	12,0	10,2	12,6
Kaltsium (mg %-des)	338,0	398,0	229,0	292,0
Fosfor	461,0	479,0	400,0	410,0
Kaalium	620,0	610,0	600,0	530,0
Magnium	44,0	45,0	44,0	46,0
Raud	4,4	8,1	4,2	5,6

Valmistoodang sorteeritakse kaheks sordiks — I ja II.

I sorti arvatakse mitmesuguse toitumisega, igasuguses suuruses kala. Kala keha pealispind peab olema puhas, ilma valjakristalliseerunud soolakirmeta; kohht tihe ja tugev; kala liha lõhn ja maitse — omased antud tootlemisviisi kalale, ilma halva lõhnata ja kõrvalmaitseta; kala soolsus mitte üle 14%. Liha konsistents tihe ja tugev. Lubatakse: kohati mahavarisenud soomus; kohht veidi lõtvunud, kergelt kolletunud; kalade peadel valjakristalliseerunud sool; tähtsusetud kõrvalekalded õigest lahkamisest.

II sorti arvatakse mitmesuguse toitumisega, igasuguses suuruses kala.

Lubatakse: soomuste puudumine; lodvnenud ja kolletunud kohht; pinnal valjakristalliseerunud soola kirme; kõrvalekalded õigest lahkamisest; kudenud latikas; voblal, väikestel siialistel, sarjel, teivil — kõhu tähtsusetu vigastus ahiku juures kuni 5%-l kaladest (arvuliselt). Liha konsistents tihe ja tugev. On lubatud kerge lõtvumine.

Maitse ja lõhn samad mis esimesel sordil.

On lubatud nõrk sumbunud lõhn; lahatud kalal kohuoones ja loikepindadel nõrk hapendunud rasva lõhn ja nõrk muda kõrvalmaitse; kala soolsus, välja arvatud üksikud liigid, võib olla üle 14%.

Niiskusesisaldus sama mis esimesel sordil, sõltuvalt kala liigist, kuni 45%.

Kehtivate standardite järgi võib vinnutatud kalu pakkida

roguskisse, kottidesse, kastidesse, karpidesse ja korvidesse, mahuga kuni 50 kg, samuti ka kuivtaara tünnidesse mahuga kuni 100 l.

Valmis vinnutatud kala pakitakse vastavalt GOCT 1551-55.

### Vinnutatud kala tootmise kontroll

Selleks, et saada hea kvaliteediga vinnutatud toodet, tuleb õigeaegselt jälgida, et kalade töötlemine toimuks täpselt kehtestatud tehnoloogiliste juhendite järgi.

Vinnutatud kala valmistamise protsessi kontrollitakse järgmise skeemi kohaselt (tabel 9).

Tabel 9

Põhiliste tootmisprotsesside nimetus	Kontrolli olemus
1. Kalade vastuvõtt	Vastavalt kehtivatele tehnilistele tingimustele määratakse värske ja jahutatud kalade kvaliteet
2. Kalade hoidmine enne soolamist	Valitakse välja ja kontrollitakse kalade säilitamise tingimused ja säilitamise kestus
3. Nööri lükkimine	Instrueeritakse ja jälgitakse kalade sortimist mõõdetate järgi ning tema nöörile lükkimist. Määratakse kindlaks nööri pikkus
4. Pesemine	Kontrollitakse kala hoolikat pesemist ja jälgitakse õigeaegset vee vahetamist
5. Soolamine	Määratakse kindlaks soola annus ja kvaliteet ning jälgitakse seda eriti rasvasoola osas; kontrollitakse soolvee annust ja kvaliteeti: erikaalu, värvust, lõhna, proovi H <sub>2</sub> S suhtes, proovi peroksüdaasi suhtes, joodiimavuse suhtes, kimpude asetuse õigsust tõrtes, tõrres viibimise aega
6. Kalade ümberasetus (kantovka)	Ümberasetuse aeg ja viis; juurdelisatava soola kogus
7. Tõrtest väljavõtmine	Kala kvaliteet, kala liha soolasisaldus, valmidus väljavõtmiseks
8. Pesemine	Kala pinnalt soola ärapesemise hoolikus; vee puhtus ja soolsus
9. Vinnutamiseks ülesriputamine	Lattidele ülesriputamise õigsus
10. Vinnutamine	Jälgitakse temperatuuri, niiskust ja õhu liikumise kiirust kuivatuskambrites
11. Nagidelt mahavõtmine	Niiskusesisaldus vinnutatud kala lihas
12. Sortimine ja pakkimine	Jälgitakse mõõdetate ja sordi kohast kalade sortimist, toodangu kvaliteetset pakkimist ja kaubatoote koguselist väljatulekut
13. Vaguni partiide formeerimine	Tehakse ekspertiis vee- ja soolasisalduse kohta valmistootes ja tehakse laboratoorsed analüüsid

Kuivatatud kaubad valmistatakse külmal ja kuumal viisil. Esi- mesel juhul kuivatatakse kalu temperatuuris mitte üle 40°, s. o. allpool valgu kalgestumise punkti. Nii valmistatakse soomkala- dest soolaselt-kuivatatud kaupu, mis on pooltooteks edaspidisel kulinaarsel töötlemisel. Teisel juhul kuivatatakse kala tempera- tuuris üle valgu kalgestumise punkti, s. o. temperatuuris üle 70° ja saadakse järvetindi või kalakontsentraatide tüüpi, toidu seis- kohast, valmistoode.

**Soolaselt-kuivatatud soomkalade valmistamine.** Enne soola- mist lahatakse kala lapikuks või väljapöördega lapikuks. Lapi- kuks lahkamisel lõigatakse kala seljast piki selgroogu lõhki alates peast kuni sabauimeni, pea lõigatakse pikuti lõhki kuni pealmise huuleni. Seestpoolt tehakse kummassegi poolesse põikilõiked ilma nahka läbi lõikamata.

Väljapöördega lapikuks lahkamise puhul tehakse kala pahe- mal poolel lõige, mis läheb alates peast pikuti kõhtu mööda natuke allpool küljejoont ja lõpeb sabauime juures, sealjuures roideid ega selgroogu läbi ei lõigata. Edasi lõigatakse läbi kogu lihaserikas kereosa pikuti selgroogu, mis siis moodustab välja- pöörde. Pärast seda lahatakse kala lapikuks.

Lahatud kala puhastatakse hoolikalt sisikonnast ja pestakse puhtas voolavas vees. Soolamise protsessis väljapööre ja sisselõi- ked täidetakse hoolikalt soolaga, pärast seda laotakse kalad tõrde. Kala on lubatud soolata soolvees erikaaluga 1,2, kusjuures kala ja soolvee kaalu suhe on 1 : 2. On teada, et lahatud kala sooldub kiiremalt, sellepärast soolamise protsess viiakse läbi lühendatult 24—36 tunni kestel, kuni kalas on 7—8% soola. Pooltoodet ei soovitata tugevamalt soolata, sest muidu tekivad kuivatamise protsessis kala pinnale soolakristallid. Pärast sooldumist pes- takse kala magedas vees ja suunatakse kuivatamisele.

Kalu kuivatatakse nagidel või laotatakse laiali selleks sisus- tatud lahtistele väljakutele.

Nagidel kuivatamise puhul riputatakse kala üles nahkapidi, mis katab selja paksu osa, kus asub selgroog, või nahkapidi väljapöördel.

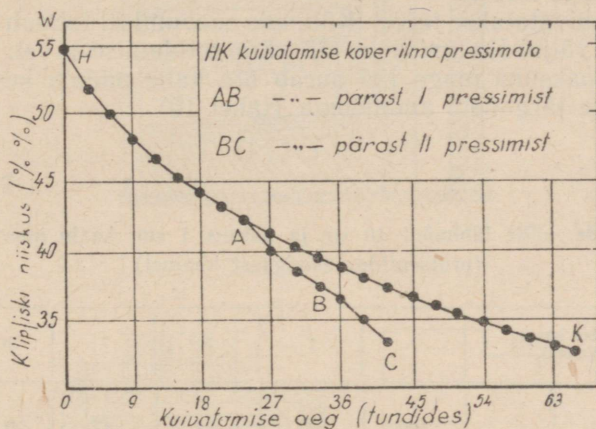
Sellise ülesriputamise viisi juures kala säilitab kuivatamisel oma kuju.

Kala asetatakse väljakutele lahtikeeratult lõikega üles. Kui kala veidi taheneb ja liha kõveneb, asetatakse kalad 4—5-kaupa püramiididesse, sabade peale püsti, soomusega väljapoole. Selliselt kuivatatakse kala, kuni niiskus lihas ei ületa 30%.

**Klipfiski kuivatamine.** Klipfiskiks nimetatakse tursklasest soolatult-kuivatatud toodet. Klipfisk valmistatakse eriliselt lahatud ja tugevalt soolatud suurest tursast ja pikšast. Kuivatatud klipfisk sisaldab 40% niiskust ja 20% soola. Ta on vastupidav kõrgetele temperatuuridele ja tema järele on suur nõudmine paljates lõunamaades.

Klipfisk kuivatatakse vabas õhus või kuivatuskambrites.

Klipfiski kuivatamise ratsionaalseks režiimiks on õhu temperatuur 30° ja tema suhteline niiskus mitte üle 50%.



Joonis 1. Klipfiskist vee eraldamise kõverjoon.

Loomulik kuivatamine toimub järgmisel viisil: pooltoode pestakse ja laotatakse erilistele alustele, nahaga allapoole. Pärast mõnepäevast kuivatamist pannakse kalad hunnikutesse (110 tk. kaupa) ja pressitakse. Pressimisel asetatakse hunnikule raskus. Pressimine kestab 3 kuni 8 päeva. Kalad laotatakse siis uuesti laiali ja jätkatakse kuivatamist. Niisugune vaheldumisi kuivatamine ja pressimine toimub mitu korda. Kuivatamise kestus sõltub ilmastikust. Normaalsetes tingimustes ei ületa protsessi kestus 40 päeva.

Uurimistega on kindlaks tehtud, et pressimise protsessis toimub kala pealispinna niiskumine, taastub kapillaarne side sügavalasuvate kihtidega, mis tagab edaspidist vee eraldamise protsessi. Pressimise mõju võib näha klipfiskist vee eraldamise kõverjoonest. Nagu joonisest 1 nähtub, küünib kala liha niiskus

33% pärast 42-tunnilist pressimist, ilma pressimata — pärast 66 tundi. Praktikas on kindlaks tehtud, et peale lühendatud kuivatamise aja annab perioodiline kuivatamine vahepealse pressimisega parema kvaliteediga toote.

Klipfiski kunstlikul kuivatamisel ei tõsteta õhu temperatuuri kambris üle 32—35°, et vältida kala pinna tumenemist ja tema lõhestumist kihtide kaupa.

**Magedalt-kuivatatud kalakaupade valmistamine.** Magedalt kuivatamisele suunatavat kala ei soolata, vaid kohe pärast lahkamist riputatakse nagidele, kus teda kuivatatakse, kuni lõppniiskus on 10—15%.

Kalu kuivatatakse talvel. Külmade saabumisel toimub kuivatamine vee väljakülmumise ja jää väljatuuldumise arvel.

1 sm paksune mage jää aurab ära kahe nädala kestel, mis tõestatakse järgmiste andmetega (tabel 10).

Tabel 10

Jäätükkide, mille läbimõõt 10 sm ja paksus 1 sm, kaalu muutumine (protsentides esialgsest kaalust)

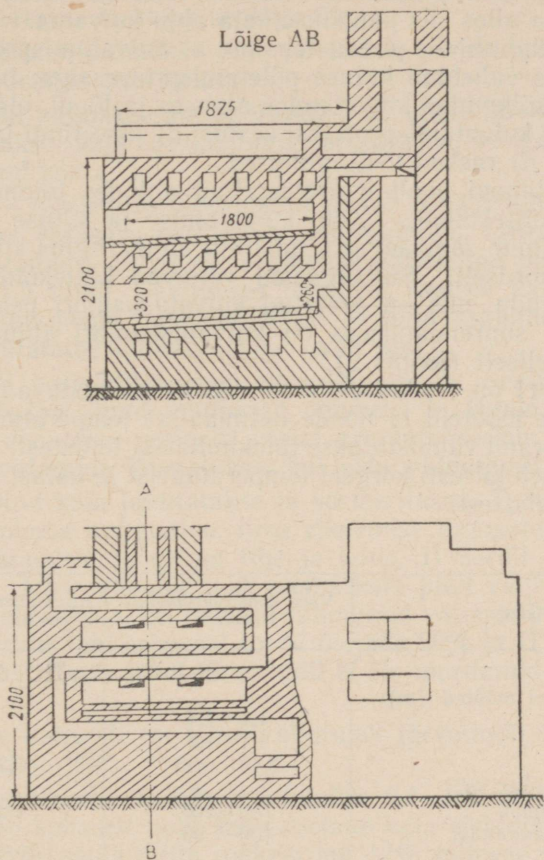
Jää auramise kestus (ööpäevades)	0	1	3	7	10	14
Jää, mage . . . . .	100	90	68	47	29	0
Jää, 2% soola sisaldusega . . . . .	100	93	74	55	40	3

Need andmed näitavad kujukalt loomuliku külma ja tuule kasutamise võimalust niiskuse auramiseks kalade kuivatamisel.

Harilikult valmistatakse külmutamise meetodil mage-kuivad kalakaupad turskladest ja soomkaladest. Protsess toimub järgmisel viisil.

Kala lahatakse lapikuks või väljapöördega lapikuks ja, vere kõrvaldamiseks, pestakse hoolikalt. Kala soovitakse üles riputada seljauime juurest. Sellise ülesriputamise viisi juures asub kala enda raskuse mõjul kuivatamisel lahtikeeratud seisundis. Võib üles riputada ka sabavart pidi. Sel juhul tuleb kala nagidel perioodiliselt laiali seada. Suur kala tuleb üles riputada paari-kaupa, väikene — kimpudena. Kaitseks lume eest kuivatatakse kaetud nagidel. Kuivatamise protsessi kestel kala kontrollitakse ja kokkutõmbunud eksemplarid seatakse laiali. Kuivades kasvab

kala vastupidavus. Sulailmad ja temperatuuri kõikumised soodustavad kuivamist. Kuivatatud kala seatakse hoolikalt laiali, pressitakse mahu vähendamiseks ja pakitakse kõvasse või pehmesse taarasse.



Joonis 2. Ahi kuiv-soolase kala valmistamiseks.

**Järvetindi kuivatamine.** Järvetinti ja muud peenkala — mere-tinti, kiiska, ahvenat ja viidikat kuivatatakse erilistes ahjudes temperatuuri 250—90° juures.

Kuiv-soolase järvetindi ja muu peenkala peamine tootmine on keskendatud VNFSV loodeoblastitesse ja samuti ka Lätisse ja Eestisse.

Järvetindi kuivatamistööstusel on 2 kuni 40 ahju.

On olemas kaht tüüpi ahjusid: vana ja uue konstruktsiooniga. Vana tüüpi ahje köetakse, põletades kütust otse ahju põrandal. Puude ja kivisöe põlemisest saadud tuhk kõrvaldatakse ahju põrandalt ja alles siis pannakse kala ahju kuivama.

Seda tüüpi ahjude puudusteks on: a) kuivatamisprotsessi katkemine, mis vaheldub kütuse põletamisprotsessiga; b) temperatuuri suur kõikumine kuivatamise alguses ja lõpul, olenevalt sellest ka pikk kuivatamisprotsessi kestus; c) järvetindi ja muu kala kõrbemine; d) rasked töötingimused.

Ins. Batanovi poolt konstrueeritud ahjudes toimub kütmine eraldatud küttekolletes. Kala kuivatamise ja kütuse põletamise protsess toimub samaaegselt, mistõttu ahju ringlus kiireneb pea-aegu kahekordselt. Suitsugaasid väljuvad küttekoldest eriliste kanalite kaudu, mis on asetatud kuivatuskambri peale ja alla. Tootlikkuse suurendamiseks on kuivatuskambri ahjud asetatud kahekorruseliselt (joonis 2).

Tabelis 11 on toodud andmed, mis iseloomustavad vanade ja uute ahjude mõõteid ja nende optimaalset temperatuuri režiimi.

Ahju põrand valmistatakse tulekindlatest tellistest, sest harilik tellis laguneb kiiresti kõrgest temperatuurist ja kalast väljajooksvast soolalahusest.

Tabel 11

Näitajad	Vana konstruktsiooniga ahjud	Ins. Batanovi konstruktsiooniga uued ahjud
Ahju sisemised mõõted (m):		
pikkus	1,5—1,8	1,8
laius	1,1—1,5	1,8
kõrgus	0,45—0,55	0,32—0,26
Ahju temperatuur (°C):		
enne täitmist	240—200	180—190
„ tühjendamist	100—90	160

Kuumkuivatamise viisil kuiv-soolase kala valmistamise tehnoloogia on järgmine.

Ettevalmistatud kala pestakse jooksvas või perioodiliselt vahetatavas vees kuni lima ja mustuse täieliku kõrvaldamiseni. Pestud kala soolatakse kanges soolvees või kuiva soolaga, kuni kala liha sisaldab 3—4% soola. Sõltuvalt kala mõõdetest kestab sooladumine: soolvees 7—15 minutit, kuivas soolas 5—6 tundi, kusjuures soola annus on 10—15% kala kaalust.

Kala pinnalt soolvee kõrvaldamiseks hoitakse teda enne kuivatamist kahe tunni kestel raamidil või võrkudel.

Peenkala võib kuivatada ilma eelneva soolamiseta, kuid sel puhul raputatakse ta ahjus soolaga üle.

Enne täitmist pannakse ahju põrandale jämedateralist soola, 0,5—1 kg põranda 1 m<sup>2</sup> kohta.

Tavaliselt pannakse ahju põranda 1 m<sup>2</sup> kohta 25—35 kg kala. Pealt kaetakse kala soolakihiga, arvestades 1—1,5 kg ahju põranda 1 m<sup>2</sup> kohta.

Termilise töötlemise üldprotsess kestab 3—4,5 tundi ja jaguneb kolmeks võrdseks perioodiks: küpsetamine, tahendamine ja päris kuivatamine. Järvetinti segatakse pärast iga perioodi, mis kestab 1—1,5 tundi. Sealjuures tagapool asetsev kala paigutatakse ahjusuu poole, aga eespoolne — ahju tagumisse osasse. Ümberpaigutamine toimub erilise roobi abil.

Esimesel perioodil toimub kala küpsemine. Sealjuures kala liha küpseb läbi, luud muutuvad pehmeks ja kalale tekib kuiv kooruke. Kahe teise perioodi kestel eraldub niiskus kogu kala lihast. Kuivatamine lõpetatakse, kui kala painutamisel murdub.

Kuivatatud kala jahutatakse ja sorteeritakse. Toote iga sordi lõhn peab olema normaalne, ilma riknemise tunnusteta. I sordil peab liha konsistents olema tihe ja kõva, II sordil on lubatud veidi rabe. I sordi tootel peab olema kala pind väljanägemiselt puhas. II sordi kalal on lubatud tuhmunud välispind. Murdunud kalakeste arv ei tohi esimesel sordil ületada 20% ja II sordil 25% kalade arvust. Teise sordi järvetindil ei ole murdunud kalade arv piiratud.

Normide kohaselt on toote väljatulek järvetindil 34%, kiisal ja peenkalal — 25%.

Ühele tsentnerile tootele kulutatakse 0,4—0,8 m<sup>3</sup> puid. Standardi nõuete kohaselt peab kuiv-soolane kala sisaldama niiskust mitte üle 38%, soola mitte rohkem kui 12% esimese sordi puhul ja kuni 15% teise sordi puhul.

Kuiv-soolane kala pakitakse tihedalt, reatamata, kastidesse mahuga kuni 16 kg või punutud (peergudest) korvidesse, netokaaluga mitte rohkem kui 16 kg.

II sordi kuiv-soolases järvetindis on lubatud teiste kalade lisandit (arvuliselt) mitte rohkem kui 15%.

Kui teiste kalade lisandit on rohkem kui 15% kuni 50%, siis markeeritakse toode «järvetint teiste kalade lisandiga».

Tabelis 12 on toodud andmed, mis iseloomustavad järvetindi kui kauba keemilist koosseisu.

## Järvetindi keemiline koosseis (%)

Nimetus	Vesi	Rasv	Valk	Sool	Tuhk ilma soolata
Tint värskel . . . . .	78	3	16	—	2
„ kuiv-soolane . . . . .	27—38	8—12	30—40	9—20	4

Valmistoodet säilitatakse kuivades, hästi õhustatavates ruumides.

## II PEATÜKK

### KALA KUIVATAMISE TEOREETILISED ALUSED

Kala kuivatamise protsess kulgeb kindlate füüsika ja füüsikalis-keemiliste seaduste järgi, mille teadmine aitab tehnoloogil valida kõige ratsionaalsema kuivatamise režiimi.

Niiskuse eraldumine kalast sõltub õhu temperatuurist ja niiskusest, kuivatatava kala vee seosest ja teistest teguritest.

### KALA NIISKUS

Kala koosseisu kuuluvad tahked ained ja niiskus.

Tehakse vahet kalaliha niiskuse ja üldise kala niiskuse vahel. Protsendilises suhtes sisaldab kala tervikuna niiskust vähem kui liha üksi (tabel 13).

Tabel 13

Nimetus	kalaliha	kala tervikuna
Vobla värske . . . . .	77,8	71,0
„ pärast soolamist . . .	67,4	61,0
„ pärast kuivatamist . .	36,4	32,0

Niiskust arvestatakse kalaliha või kogu kala suhtes protsentides, samuti ka tahkete ainete kaalu suhtes. Esimesel juhul saadakse suhteline niiskus või lihtsalt kala niiskus, seda märgime W, teisel juhul — absoluutne niiskus või  $W^a$ .

Kala kuivatamise protsesside jälgimisel on niiskuse arvutamisel protsentides tahke aine suhtes rida paremusi võrreldes niiskuse arvestamisega kala kaalu suhtes.

Kala suhteline niiskus on alati väiksem kui 100%. Absoluutne niiskus võib olla nii vähem kui ka rohkem kui 100%.

$W$  ja  $W^a$  vahel on olemas järgmine seos:

$$W^a = \frac{W}{100 - W} \cdot 100; \quad (1)$$

$$W = \frac{W^a}{100 + W^a} \cdot 100. \quad (2)$$

Näide.

a) Värske kala niiskus  $W = 80\%$ . Määrata kindlaks absoluutne niiskus:

$$W^a = \frac{W}{100 - W} \cdot 100 = \frac{80}{100 - 80} \cdot 100 = 400\%.$$

b) Kuivatatud kala liha absoluutne niiskus  $W^a = 50\%$ . Määrata kindlaks suhteline niiskus  $W$ :

$$W = \frac{W^a}{W^a + 100} \cdot 100 = \frac{50}{50 + 100} \cdot 100 = 33,3\%.$$

#### NIISKUSE SEOSE LIIGID MATERJALIDEGA

On olemas mitmesuguseid niiskuse seoseid materjalidega. Akadeemik N. A. Reh binder esitas järgmise niiskuse seose liigituse skeemi:

- 1) keemiline;
- 2) füüsikalise-keemiline;
- 3) mehaaniline seos.

1. Keemilise seose puhul on niiskus väga tugevasti materjaliga ühenduses. See seos on stahhiomeetriline, s. t. on olemas täpne suhe materjali ja niiskuse hulga vahel. Keemiliselt seotud niiskus kuivatamisel ei eraldu, et seda seost purustada, tuleb materjal ülekuumutada.

2. Füüsikalise-keemilise seose puhul ei ole materjali ja niiskuse vahel kindlat koguselist suhet; liigitatakse adsorbtsiooniliseks ja osmootiliseks suhteks:

- a) adsorbtsiooniline niiskus on hüdraatilistes kiledes;
- b) osmootiliselt seotud niiskust on uuritud akadeemik S. M. Lipatovi poolt.

Mahlade kontsentratsioon on rakkude sisemuses kõrgem kui selle ümbruses ja osmootiliste rõhkude vahest tingituna tungib vesi raku sisemusse. Teatud osa osmootiliselt seotud niiskusest

kogub keha endasse oma vahetul kokkupuutel vedelikuga. Osmootiliselt seotud niiskus ongi paisumise niiskus.

Kui kala asetada kõrgema kontsentratsiooniga lahusesse kui rakusisene fraktsioon, siis osmootiliselt seotud niiskus läheb lahusesse väljaspool rakku, tavaliselt pannakse seda tähele kala soolamisel.

3. Mehaaniliselt seotud niiskus ei ole nii kindlalt materjaliga seotud; tehakse vahet kapillaarse ja märgamisniiskuse vahel.

Füüsikast on teada, et kapillaartorukestes tõuseb vesi anumasse oleva vee nivoost kõrgemale. See kõrgus on seda suurem, mida väiksem on kapillaari raadius ja võib ületada 1 km kõrguse. Kui kapillaartorukese pikkus on vedeliku tõusu kõrgusest väiksem, siis kapillaari vedeliku meniski juures tekib negatiivne rõhk (atmosfäärilisest madalam). Atmosfääriga võrreldes alandatud rõhu arvel võib kapillaarides, mille raadius on väiksem kui  $10^{-5}$  sm niiskes, kuid mitte küllastatud õhus, toimuda auru kondensatsioon. Õhku ümbritsevate aurude arvel hakkab kapillaar pikkamööda veega täituma. Kapillaarides, mille raadius on suurem kui  $10^{-5}$  sm, niisugust nähtust ei esine.

Selle nähtuse olemasolu tõttu jaotatakse kapillaare kahte liiki: mikrokapillaarid — raadiusega  $r < 10^{-5}$  sm ja makrokapillaarid — raadiusega  $r > 10^{-5}$  sm.

a) **Makrokapillaaride niiskus.** Kapillaar täitub veega ainult materjali ja vee vahetul kokkupuutel.

b) **Mikrokapillaaride niiskus.** Kapillaar täitub veega mitte ainult otsesest kokkupuutest, vaid ka niiskes õhus oleva vee neeldumisest. Kuivatatud ja suitsutatud kala hoidmisel niiskes õhus tõuseb kala kaal niiskuse neelamisest mikrokapillaaridega.

c) **Märgamisniiskus.** Keha (kalapinna) otsesel kokkupuutel toimub vee «kleepumine». See on tingitud vee pinnapingisusest.

Vesi, mis on kalas mehaanilise seose arvel, eksisteerib vabana ja hoiab alles oma omadused.

Kalas leidub peamiselt adsorbtsiooniliselt ja osmootiliselt, kuid ka kapillaarselt seotud niiskust.

## VEE AURUMINE VABALT PINNALT

Kala veetustamise protsessis on niiskuse aurumisel pinnalt otsustav tähtsus. Sellepärast tuleb veetustamise protsessi uurimist alustada vee aurumisega vabalt pinnalt.

Vabalt pinnalt auruva vee kogus määratakse kindlaks järgmise valemi järgi:

$$W = F \cdot K (P_k - P_a) \frac{760}{B} \text{ kg/t,}$$

- kus:  $W$  — auruva vee kogus (kg/t);  
 $F$  — pindala, millelt toimub aurumine ( $m^2$ );  
 $K$  — koefitsient, mis on sõltuv õhu liikumise kiirusest veepinna kohal;  
 $P_k$  — küllastunud auru rõhk veepinnale (elavhõbedasamba mm);  
 $P_a$  — veeaurude partsiaalne rõhk (elavhõbedasamba mm);  
 $B$  — baromeetiline rõhk (elavhõbedasamba mm).

Üleliidulise Soojustehnilise Instituudi uurimuste järgi

$$K = 0,22 + 0,0286 v,$$

kus  $v$  — õhu liikumise kiirus (m/sek.).

Nagu valemist näha, toimub vee aurumine ainult sel juhul, kui

$$P_k > P_a, \text{ s. o. } P_k - P_a > 0.$$

Auruva vee kogus oleneb:

- 1) pindalast, millelt toimub aurumine;
- 2) õhu liikumise kiirusest;
- 3) veepinnal ja õhus olevate veeaurude partsiaalse rõhu vahest, mis omakorda oleneb:

a) vee temperatuurist: mida kõrgem on vee temperatuur, seda suurem tähendus on  $P_k$ ;

b) õhu suhtelisest niiskusest ja temperatuurist.

Madalama õhutemperatuuri puhul on vee aurude partsiaalne rõhk väiksem.

Baromeetrilise rõhu  $B$  alanemisel suureneb pindaaurumine.

N ä i d e. Määrata kindlaks pinnalt auruva vee kogus  $F = 2 m^2$   $20^\circ$  vee temperatuuri juures; õhu parameetrid:  $t = 15^\circ$ ,  $\varphi = 50\%$ ,  $B = 745$  mm el. sammast,  $v = 2$  m/sek.

L a h e n d u s. Siis kui  $t = 20^\circ$ ,  $P_k = 238 \text{ kg/m}^2 = 0,0238 \text{ kg/sm}^2 = (0,0238 \times 735,6) = 17,5$  mm elav.sammast; kui  $t = 15^\circ$ ,  $P_k = 174 \text{ kg/m}^2 = 0,0174 \text{ kg/sm}^2 = (0,0174 \times 735,6) = 5,4$  mm elav.sammast;  $P_a = \varphi P_k = 0,5 \times 5,4 = 2,7$  mm el. s. kui  $v = 2$  m/sek;  $K = 0,22 + 0,0168 \times 2 = 0,056 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{tund mm el. s.}$

$$W = F \cdot K (P_k - P_a) \frac{760}{B} = 2 \cdot 0,0556 (17,5 - 2,7) \frac{760}{745} = 1,67 \text{ kg/tundi.}$$

#### TAHKETE KEHADE KUIVATAMINE

Kuivamine toimub sel juhul, kui veeaurude kontsentratsioon keha pealispinnal on suurem õhus olevate veeaurude kontsentratsioonist; teisiti öeldes, kui keha pealispinna veeaurude partsiaalne rõhk ületab õhu veeaurude partsiaalse rõhu.

Kuivamise protsessiga kaasneb olukorra muutumine — vedeliku üleminek auruks. Selleks üleminekuks kulub teatud hulk soojust. Soojus, mis kulub niiskuse aurumiseks, kandub kalasse ümbritsevast õhust. Sel puhul õhu temperatuur langeb, suhteline niiskus aga tõuseb. Toimub soojuse asendumine niiskusega — õhust läheb soojus kalasse ja samaaegselt toimub tekkivate aurude neeldumine õhu poolt. Kuivatamise protsessis on õhk soojuse ja niiskuse edasikandjaks.

Aurumise protsessis kala pealiskihi niiskuse kontsentratsioon väheneb. See kutsub esile niiskuse ülemineku sisemistest kihtidest pealiskihitidesse. Erinevate kontsentratsioonide mõjul tekib niiskuse difusioon.

Kuivamine koosneb kolmest protsessist:

- 1) soojuse üleminekust õhust kalasse;
- 2) niiskuse aurumisest pinnalt;
- 3) niiskuse üleminekust pealiskihiti.

Ükskõik missuguse sellise protsessi seismapanek toob enesega kaasa edasise kuivamise täieliku lõpetamise.

Kuivamise intensiivsus oleneb sellest protsessist, mis kulgeb kõige aeglasemalt. Selleks, et kiirendada mahajäävat protsessi, on vaja teada igasuguste tegurite mõju nendele protsessidele, et kiirendada mahajäävat protsessi ja sellega tõsta kuivamise intensiivsust.

Kuivatamise protsessi läbiviimisel on tarvis teada:

- 1) missuguse niiskuseni võime kala kuivatada;
- 2) kuivatamise kestus;
- 3) õhu temperatuuri, suhtelist niiskust ja liikumise kiirust, mille puhul toimub produkti maksimaalne veetustumine;
- 4) kuidas jaguneb niiskus kala kihis.

Neid küsimusi käsitleb kuivatamise staatika, kineetika ja dünaamika.

## KUIVATAMISE STAATIKA

Kuivatatud kala muutub kõrge õhuniiskusega laos säilitamisel uuesti niiskeks.

Seda protsessi, kus kala võtab endasse õhust niiskust, nimetatakse sorptsiooniks, ümberpööratud protsessi — desorptsiooni protsessiks (kuivamiseks). Sorptsiooni ja desorptsiooni protsess kulgeb seni, kuni aurude rõhk kalas ja õhus tasakaalustub. Kuivamise kui ka sorptsiooni tulemusena sisaldab kala eneses teatud koguse niiskust. See niiskus on võrdne niiskusega, mida õhk sisaldab, sellepärast ta kannabki «tasakaalulise» ehk «püsiva» niiskuse nimetust.

Kala tasakaaluline niiskus muutub veeaurude muutmisega õhus. Tavalise kuivatamise režiimi puhul pole võimalik kõike niiskust kalast eemaldada, eemaldatakse vaid see osa niiskusest, mis on üle tasakaalulise.

Kala tasakaaluline niiskus määratakse tavaliselt kindlaks järgmisel meetodil: kalaproovid pannakse kaalukaussiga eksikaatorisse, kus õhk on teatud veeauru rõhu all. Selleks kallatakse eksikaatorisse erineva kontsentratsiooniga väävelhapet. Kindlale väävelhappelahusele vastab kindel veeauru rõhk, ja järelikult ka viimase kindel suhteline elastsus (tabel 14).

Tabel 14

Õhuniiskuse ja väävelhappe kanguse vaheline sõltuvus

Väävelhappe erikaal	1,435	1,335	1,245	1,190	1,140
Õhuniiskus % . . . . .	30	50	70	80	90

Jälgimine lõpetatakse pärast näidiste pikemaajalist hoidmist, siis kui hakitud kala kaalus muutusi enam ei esine. Pärast seda määratakse kindlaks kala lihas olev niiskus. See ongi kala tasakaaluline niiskus.

Tabel 15

Kala tasakaaluline niiskus autori uurimise järgi on näidatud tabelis 15.

Kala nimetus	Näitajad	Kala analüüs enne kuivatamist %/0		Õhuniiskus %/0				
		sool	niiskus	30	50	70	80	90
Vobla	Värske . . . . .	—	80	4	6	12	17	25
	Nõrga soolsusega .	9	77	6	9	21	41	103
	Keskmise soolsusega . . . . .	11	61	7	10	26	60	104
	Tugeva soolsusega	17	56	9	14	38	125	163
Latikas	Nõrga soolsusega .	8	76	6	8	23	92	140
	Tugeva soolsusega	17	54	7	10	30	154	200

Katsete varal saadud andmed kinnitavad, et kui kuivatatud kala asetseb kõrgendatud niiskusega õhus (üle 80%), siis muutub ta uuesti niiskeks.

Kala tasakaalulist niiskust 100%-lise õhuniiskuse juures nimetatakse hügrokoopiliseks niiskuseks.

Kui kala niiskus  $W$  on hügrokoopilisest niiskusest  $W_h$  suurem, siis auru rõhk kala pinnale  $P_r$  on kala temperatuuri juures võrdne küllastunud veeauru rõhuga  $P_k$  ega sõltu kala niiskusest.

Kui kala niiskus on hügrokoopilisest niiskusest väiksem, siis on aururõhk kala pinnale väiksem kui küllastunud veeauru rõhk ja on niiskuse ning kala temperatuuri funktsioon.

### NIISKUSE ÜLEMINEK NIISKETES KEHADES

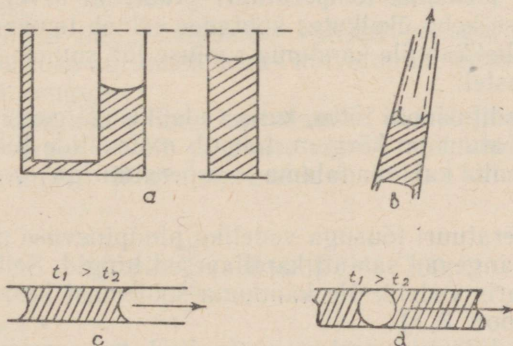
Kala kui ka teiste ainete kuivamise protsessis aurub niiskus pinnalt. Niiskuse langemise arvel läheb niiskus üle sisemistest kihtidest pealiskihidesse. Niiskuse üleminek võib toimuda nii vedeliku kui ka auru näol.

Professor A. V. Iõkov uuris niiskuse ülemineku seadusi kõige lihtsamates kapillaarides ja nimelt:

1) kapillaaris, mis on üht otsa pidi vedelikku asetatud, märgatakse vedeliku tõusu. Mida väiksem on kapillaari diameeter, seda kõrgemale vedelik tõuseb. Kapillaarides, mille diameeter on  $10^{-6}$  sm, ulatub vedeliku kõrgus kuni 1,5 km, s. t. kapillaari imemisjõud on võrdne ligikaudu  $150 \text{ kg/sm}^2$ ;

2) kahes vedelikuga täidetud kapillaaris, mille kuju on näidatud joonisel 3, a, kulgeb aurumine palju intensiivsemalt esimeses kapillaaris, mida põhjustab vee aurumine kitsa kapillaari osa meniski pinnalt, kuna kitsas kapillaar imeb endasse vett laia kapillaarist;

3) koonilises makrokapillaaris, vähese vedeliku hulga olemasolu puhul võib jälgida järkjärgulist vedeliku ülekandumist laiemast otsast kitsamasse (joonis 3, b);



Joonis 3. Niiskuse ümberpaiknemine kapillaarides.

4) koonilises makrokapillaaris võib niiskus ümber asetseda auru näol. See sõltub auru rõhkude vahest erineva läbimõõduga kapillaaride vedeliku meniskil. Mida suurem on mikrokapillaari diameeter, seda suurem on auru rõhk. Niiskus hakkab auruma suurema diameetriga vedeliku meniskist ja hakkab kondenseeruma vedeliku meniskile, mille diameeter on väiksem. Aurumine kulgeb sel juhul kondenseerimissoojuse arvel.

Kolloidilistes kehtades toimub niiskuse ülekandumine niiskuse üleandmise gradiendi kui ka temperatuuri gradiendi arvel.

**Niiskuse ülekandumine niiskuse gradiendi arvel.** Niiskus kandub kõrgemakontsentratsioonilisest keskkonnast üle madalama kontsentratsiooniga keskkonda. Selline ülekandumine kulgeb vedeliku või auru difusioonina.

Osmootiliselt seotud vesi difundeerub vedelikuna raku seinte kaudu lahustuva fraktsiooni kontsentratsioonide vahe tõttu raku sisemuses ja selle ümbruses.

Adsorbtsiooniliselt seotud niiskus kui kolloididega kindlamalt seotud difundeerub auruna.

Kalas kui kapillaarselt urbses kolloidses kehas toimub niiskuse ülekandumine nii kapillaarsete kui ka difusioonilis-osmootiliste jõudude tõttu.

Professor A. V. Lõkov nimetas niisugust niiskuse ülekannet niiskusejuhtivuseks — «see hõlmab vedeliku ja auru difusiooni igasugusel kujul seotud niiskusega, aga samuti vedeliku ülekandumise kapillaarselt».

«Kui materjali niiskus on suur, siis niiskus kandub üle vedelikuna. Niiskuse vähenemisega auruna ülekanduv niiskuse hulk suureneb, niiskuse väikese tähtsuse puhul aga toimub ülekandumine peamiselt auruna».

**Niiskuse ülekanne temperatuuri gradiendi arvel.** Kui kapillaarselt urbse keha üksikutes kohtades esineb temperatuuri vahe, siis niiskus hakkab üle kanduma soojuse joa suunas ja seda järgmistel põhjustel:

1) termodifusiooni tõttu, kuna vedeliku või gaasi keskkonnas, mille temperatuur on kõrgem, toimub molekulide liikumine palju intensiivsemalt kui madalama temperatuuriga vedeliku keskkonnas;

2) temperatuuri tõusuga vedeliku pindpinevuse pinge langeb, mille tõttu langevad samuti kapillaarsed tungid. Sellepärast hakkab kapillaaris vedelik üle kanduma soojemast keskkonnast külmemasse (joon. 3, c).

Vedeliku liikumist, mis on tingitud temperatuuride vahest, nimetatakse termo-niiskusejuhtivuseks;

3) vedelikuga täidetud kapillaaris on õhu mullike. Temperatuuri tõusuga õhk paisub ja paneb vedeliku soojuse suunas liikuma (joonis 3, d).

**Termo- ja niiskusevahetus.** Kui kalas on niiskuse ja temperatuuri gradient, siis vedelik peab üle kanduma nii niiskusejuhtivusest kui ka termo-niiskusejuhtivusest:

1) kui niiskuse gradiendi suund langeb ühte temperatuuri gradiendi suunaga, siis niiskuse liikumine toimub ühes suunas ja niiskuse ülekande kiirus on sel juhul kõige suurem (kõrgesagedusega vooludega kuivatamine);

2) kui nende gradientide suund on erinev, siis esineb vastasuunaline voolamine ja summaarne liikumine võrdub niiskusejuhtivuse ja termo-niiskusejuhtivuse vahega.

Kala kuivatamise juures kandub niiskuse tavaliselt üle niiskuse gradiendi arvel, kuid termo-niiskusejuhtivus avaldab niiskuse liikumisele sisemisest kihist pinnale mõningat vastupanu.

Kala kuivatamisel madalates temperatuurides (vinnutamine, külmsuitsutamine) pole temperatuuri gradient kuigi suur, sellepärast ei avalda siin termo-niiskusejuhtivus peaaegu mingisugust mõju.

Kõrgemates temperatuurides kuivatamisel (kuumsuitsutamisel, kontsentraatide valmistamisel) pinnalt sisemistesse kihtidesse suunatud termo-niiskusejuhtivus etendab juba tunduvalt osa niiskuse ülekande mehhanismis.

## KALA KUIVATAMISE KINEETIKA

Kala kuivatamise perioodil toimub niiskuse aurumine protsessi algul keha pinnalt, kuid pärastpoole võib tekkida aurumine ka keha seest.

Kuivatamise mõju väljendub väliselt sellega, et kala kaal muutub. Niiskuse aurumise kiirus kuivatamise erinevail perioodidel ei ole ühesugune.

Teades kala kaalu enne kuivatamise algust ja esialgset kala niiskust tervikuna<sup>1</sup>, võib järgmise valemi abil kindlaks määrata kaalu muutumise järgi veesisalduse kalas kuivatamise igal momendil:

$$W_x^a = \frac{G_x}{G_1} (100 + W_1^a) - 100,$$

<sup>1</sup> Kalatööstustes määratakse niiskuse kindlaks kala lihas, mitte aga kalas tervikult: kuivatamise arvestusteks tuleb analüüsida tingimata tervikkala.

- kus:  $W_x^a$  — kala absoluutne niiskus kuivatamise antud momendil (%-des);  
 $G_x$  — kala kaal samal kuivatamise momendil;  
 $G_1$  — kala kaal enne kuivatamise algust;  
 $W_1^a$  — kala absoluutne niiskus enne kuivatamise algust (%-des).

Et teada kuivatamise protsessi käigu kulgemist, tuleb kala teatud ajavahemikkude möödumisel kaaluda. Kaalus esinenud muutused kantakse graafikusse. Kui on teada tervikkala esialgne niiskus ja kala kaalu kadu teatud ajavahemikkude järel, siis on kerge kindlaks määrata kala absoluutse niiskuse muutumist. Seda kõverat, mis kujutab kala kaalu või absoluutse niiskuse muutumist kuivatamise protsessis, nimetatakse «kuivatamise kõveraks» (joonis 4, a).

Nagu joonisel näha, muutub kala absoluutne niiskus:

- 1)  $AB$  piirkonnas küllalt kiiresti;
- 2)  $BC$  piirkonnas ühtlaselt, maksimaalse suurusega;
- 3)  $CD$  piirkonnas ebaühtlaselt, järkjärguliselt langedes.

Esimesel perioodil toimub materjali soojenemine. Teisel perioodil, mida nimetatakse kuivamise alalise kiiruse perioodiks, muutub  $W^a$  sirgjoonelisel. Niiskuse muutumist sirgjoonelises piirkonnas pannakse tähele kala tükkide või farsi kuivatamisel. Tervikkala kuivatamisel kuivatamise alalise kiiruse periood võib puududa. Kolmandal perioodil on niiskuse muutumisel parabooli kuju. See on kuivamise kiiruse languse periood.

Kala kuivatamise kiiruse all mõistetakse niiskuse kaalu, mis aurub 1 tunni jooksul arvestatult 1 kg kala absoluutse kuivaine kohta. Tuues graafikus välja kala kuivatamise kiiruse, sõltuvalt tema niiskusest, saame «kuivatamise kiiruse kõvera».

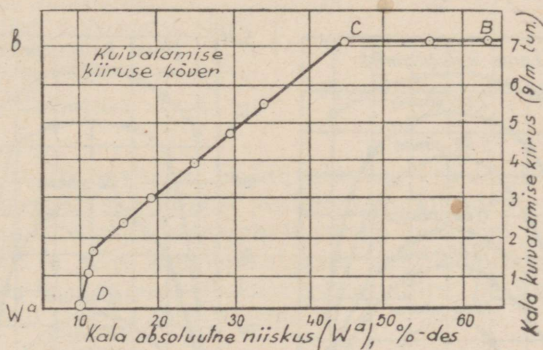
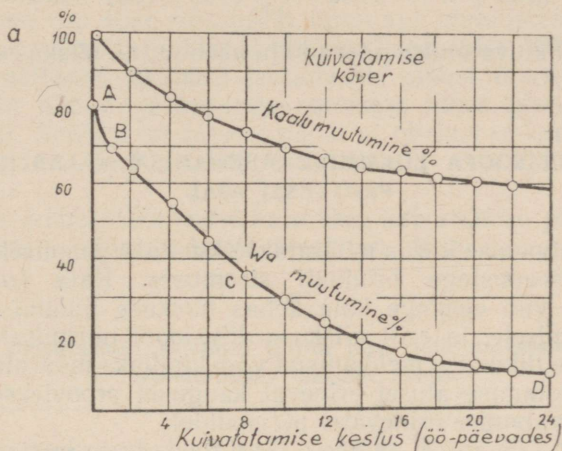
Tüüpilist «kuivatamise kiiruse kõverat» võime näha kalatüki kuivatamisel, millel on korrapärane parallelelepipeedi kuju (joonis 4, b).

Joonisel 4, a on näha, et kala soojendamise perioodil kuivamise kiirus tõuseb nullist maksimaalse suuruseni (lõige  $AB$ ). Edaspidine kuivamine kulgeb alalise niiskuse juures, mida iseloomustab horisontaalne lõige  $BC$ . Pärast seda kuivamise kiirus langeb kuni tasakaalulise niiskuse saavutamiseni (punktis  $D$ ), millal kuivamise kiirus võrdub nulliga, s. t. kuivamine lõpeb.

Seda niiskust, mida kala sisaldab alalise kiiruse üleminekul langevale, nimetatakse prof. Lökovi terminoloogia järgi kriitiliseks niiskuseks.

Esimest kuivamise perioodi iseloomustab kala temperatuuri tõus. Kuivamise alalise kiiruse perioodil jääb kala temperatuur

pidevaks. Ta on peaaegu võrdne psühromeetri märja termomeetri temperatuuriga. Kiiruse langemise perioodil temperatuur kala keha pinnal tõuseb. Tasakaalulise niiskuse saavutamisel on kala



Joonis 4. Kuivamiskõverad.

temperatuur võrdne õhutemperatuuriga, kus kuivamine toimus (joonis 4, a).

N ä i d e. Kala esialgne niiskus  $W^a = 150\%$ . Kuivamise protsessis kala kaaluti iga päev. Kala kaal muutus järgmiselt: 100–85–75–70 kg. Määrata kindlaks niiskuse muutumine  $W^a$ .

Lahendus. Pärast esimest kuivamise ööpäeva oli kala absoluutne niiskus

$$W_x^a = \frac{G_x}{G_1} (100 + W_1^a) - 100 = \frac{85}{100} (100 + 150) - 100 = 112\%;$$

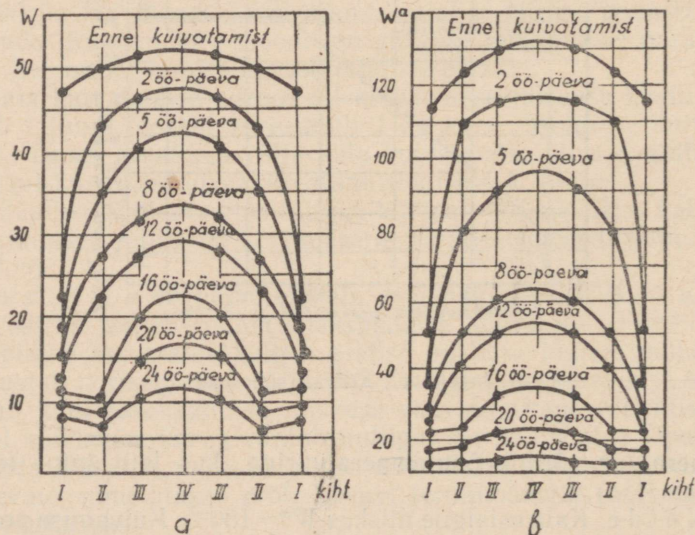
pärast 2—3 kuivatamise päeva kala absoluutne niiskus oli võrdne 83 ja 75%.

### NIISKUSE JA SOOLA LIIKUMISE MEHHAANISM KALAS KUIVAMISE PROTSESSI AJAL

Kala kuivamise kiirus määratakse kindlaks peamiselt niiskuse liikumise seadustega produkti sisemuses. Kala kuivatamise dünaamika viib eelkõige kala kehas niiskuse liikumise mehhanismi uurimisele, ja eriti niiskuse difusiooni uurimisele.

Niiskuse liikumise mehhanismi võib kindlaks määrata niiskuse ja soola jaotamise alusel erineval kaugusel proovieksemplaride pinnalt kuivatamise erinevatel perioodidel.

Joonisel 5 on autori andmete järgi toodud vee jaotamise kõverad tüki soolakala kuivatamise protsessi käigus. Abstsissi teljel — niiskuse protsentides.



Joonis 5. Vee paiknemine kihtides vobla kuivatamisel.

Kuivatamise protsessis on soolakala pinnal vähem niiskust kui kalaliha sisekihtides. Kuivatamisel konstantse kiiruse perioodil (esimesed kolm kõverat) niiskuse protsent pealmises kihis alaneb tunduvalt. Kiiruse languse perioodil kaotab kala pealne kiht väikese osa enda niiskusest, kuna aga sisemistes kihtides on samal ajal märgata tunduvalt niiskuse langemist. Viimased kolm kõverat näitavad niiskuse jaotamisele omast murrukohta. See murrukoht näitab, et aurumise protsess liikus pinnalt kalaliha teise kihti. Sellega on katses näha, et niiskus ei kandu sisemistest kihtidest pealmistesse mitte ainult vedelikuna, vaid ka auruna.

Soola ümberpaiknemine kalatükis kuivatamise protsessi ajal on näidatud autori andmete järgi tab. 16.

Tabel 16

Soolasisaldus kalalihas kihtide järgi selle kuivatamisel (protsentides tahkaine suhtes)

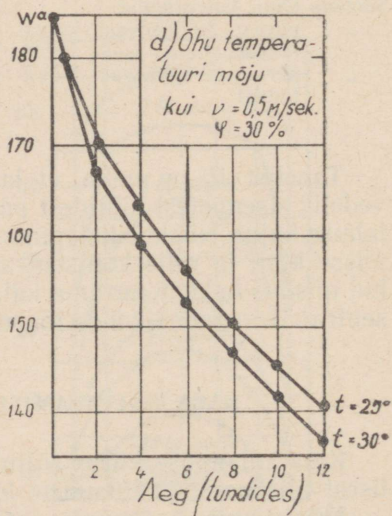
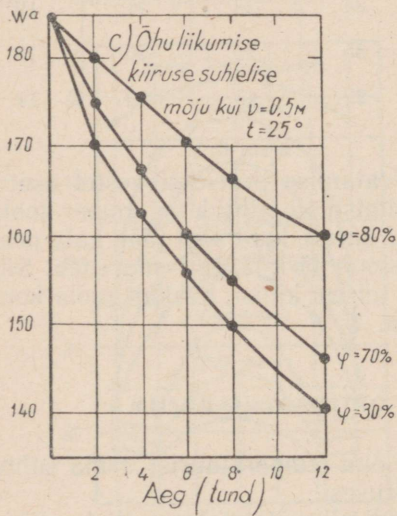
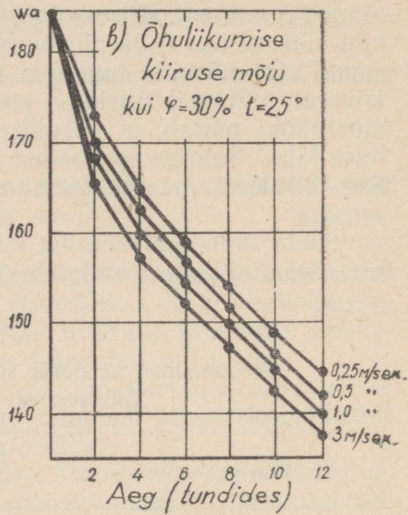
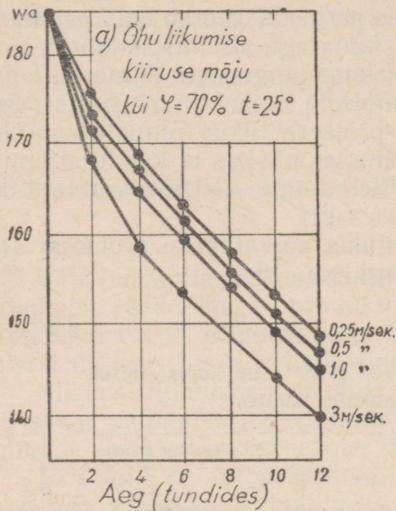
Kuivatamise kestus	Kihi sügavus (mm)			
	0—2	2—4	4—6	6—8 *
Soolsus enne kuivatamist . . . . .	24	23	21	19
„ pärast 8-ööpäevast kuivatamist . . . . .	35	22	20	18
„ pärast 20-ööpäevast kuivatamist . . . . .	22	45	12	11

Tabelist 16 on näha, et kuivatamise protsessi kestel asetub vedelik sisemistest kihtidest pealmistesse kihtidesse ümber soolalahuse kujul. Niiskus kalapinnalt aurub, kuid sool jääb kala pealmisse kihti ja selle kontsentratsioon järk-järgult suureneb. Siis, kui niiskus hakkab auruma kala teisest kihist, hakkab soola kontsentratsioon selles kohas tõusma.

### KALA KUIVATAMISE OPTIMAALNE REŽIIM

Kala kuivamise kiirus sõltub õhu temperatuurist, tema suhtelisest niiskusest ja liikumise kiirusest.

Kuivatamise optimaalse režiimi all mõistetakse sellist režiimi, mil niiskus kalast eraldub teatud piirini minimaalse ajaga, väikseima soojuse kulutusega ja et seejuures oleks kindlustatud kõrge kvaliteediga valmiskaup.



Joonis 6. Kuivamise optimaalne skeem.

Joonisel 6 on näidatud kuivatamise kõverad erisuguste õhu parameetrite puhul.

Selleks, et kala, mille niiskusesisaldus  $W^a = 187\%$ , teatud määral veetustada ja ta niiskusesisaldus viia  $W^a = 160\%$ , tuleb kala kuivatada: õhuniiskuse puhul  $80\%$  — 12 tundi, õhuniiskuse puhul  $70\%$  — 6 tundi ja õhuniiskuse puhul  $30\%$  — 4,5 tundi, kuid tingimustel, et teised õhu parameetrid jäävad ühesugusteks. Teisiti öeldes,  $25^\circ$  õhu temperatuuri juures ja õhu liikumise kiiruse juures  $0,5$  m/sek. õhuniiskuse alandamine 80 protsendilt  $70\%$ -ni lühendab kuivamise kestust kaks korda. Kala kuivatamisel  $30\%$ -lise õhuniiskuse juures kuivati tootmisjõudlus tõuseb pea-aegu kolm korda võrreldes režiimiga, kus  $\varphi = 80\%$ .

Joonisel 6 näidatud katsete andmed tõestavad, et veetustub vobla kõige kiiremini järgmiste režiimide juures:

- 1)  $t = 30^\circ$ ,  $\varphi = 30^\circ$  ja  $v = 0,5$  m/sek;
  - 2)  $t = 25^\circ$ ,  $\varphi = 30^\circ$  ja  $v = 3,0$  m/sek.
-

### III PEATÜKK

## KALAKONTSENTRAADID

Kalakontsentraatideks nimetatakse kõrge temperatuuri juures kuivatatud, söödavaid kalaosi. Kala lahkamisel eraldatakse ligi 50% mittedöödavaid osi; kuivatamisel kõrvaldatakse niiskust  $\frac{3}{4}$  söödavate osade kaalust.

### KONTSENTRAATIDE TOOTMISE TÄHTSUS

Kalakontsentraatidel on kõrge toiteväärtus, nad on vastupidavad säilitamisel, sobivad käsitlemisel ja transportimisel ning on tooteks, mis on vahetult kõlblik toiduks kasutamiseks.

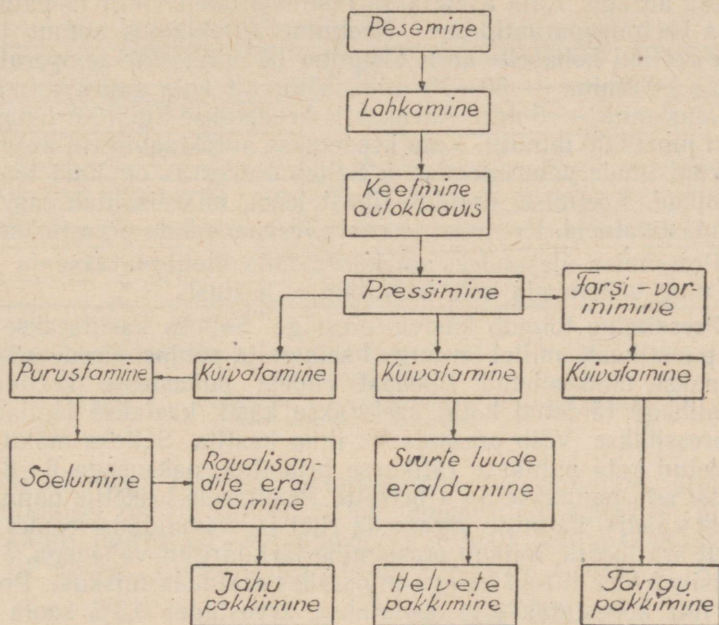
Kalakontsentraadid sisaldavad kuni 80% valke, millel on suur tähtsus inimeste organismile. Toidukontsentraadid on sobivad ekspeditsioonidel, rännakutel, kauakestvatel talvitustel ja osaliselt ka koduses elus. Suure Isamaasõja ajal tootis Nõukogude Liidu toiduainetetööstus suurtes kogustes kõrgeväärtuslikke toidukontsentraate.

Sel ajal toodeti kalakontsentraate Kaug-Idas ja Kaspia kalatööstuse rajoonides, samuti Põhja-, Siberi ja Aarali mere rajoonides. Põhilised kalakontsentraadid valmistatakse helveste, jahu, tangude ja kuivikutena. Kolm esimest toote liiki valmistatakse järgmise skeemi kohaselt: (skeem vt. lk. 159)

### KONTSENTRAATIDE TOORMATERJAL

Kala toidukontsentraadid valmistatakse kõrgemat sorti värskest, jahutatud ja külmutatud kalast. On lubatud kasutada ka kala, mis on arvatud teise sorti toitumuse ja väliste vigastuste põhjal, muud näitajad peavad vastama esimese sordi kala nõuetele. Toidukontsentraatide tootmiseks kasutatakse peamiselt lahja ja keskmise rasvasisaldusega kalaliike.

Standardi järgi ei tohi rasvasisaldus kalakontsentraatides ületada 15%. Heeringa perekonda kuuluvat kala harilikult ei kasutata kontsentraatide valmistamiseks. Nende kalade rasv ei ole püsiv ja heeringast valmistatud kontsentraadid riknevad kiiresti ning omandavad kibeda maitse.



## TOIDUJAHU, TANGUDE JA HELVESTE VALMISTAMINE

Lima ja mustuse kõrvaldamiseks pestakse tsehhi saabuv kala puhtas vees. Siis kõrvaldatakse mittesöödavad osad. Kala lahatakse peaaegu samuti kui konservitööstuses, välja arvatud soomuse kõrvaldamine. Kala lõigatakse lahti, kõrvaldatakse sisikond, puhastatakse hoolikalt kõhuõõs, lõigatakse pea koos lõpustega ja õlaluudega, samuti kõik uimed. Suurkala lõigatakse tükideks suurusega 6—8 sm.

Soomuste kõrvaldamine on kohustuslik, kui kala ei keedeta autoklaavis. Autoklaavis keeb soomus pehmeks, kollageen muutub glutiiniks ja väljub soomustest. Niisugune soomus muutub toidukõlblikuks. Sellepärast, kui kala lahatakse autoklaavis keetmiseks, siis temalt soomust ei kõrvaldata.

Kala vastuvõtmisel ja lahkamise protsessi ajal kontrollitakse rangelt saabuva kala kvaliteeti ja toidukõlbmatute osade hoolikat kõrvaldamist.

Pärast lahkamist filee, kerekesed ja tükid pestakse vere kõrvaldamiseks. Kala keetmine toimub autoklaavis või aurukastis kuuma auruga. Kala asetatakse restidele ühelt kihilt ja paigutatakse keetmisaparaatidesse. Keetmine autoklaavis toimub järgmise režiimi kohaselt: auru tõstmine 15 min.; 120° temperatuuri juures hoidmine — 50—70 min., sõltuvalt kala suuruselt; auru väljalaskmine — 5 min. Aurukastis keedetakse ligi 100° temperatuuri juures 90 minutit. Kala keedetakse autoklaavis või aurukastis kuni luude pehmenemiseni. Selles olukorras on luud toiduks kõlblikud. Keetmisel eraldub lihast leem, mis sisaldab rasva ja lämmastikaineid. Keedetud ja osalt veevaene kala pressitakse.

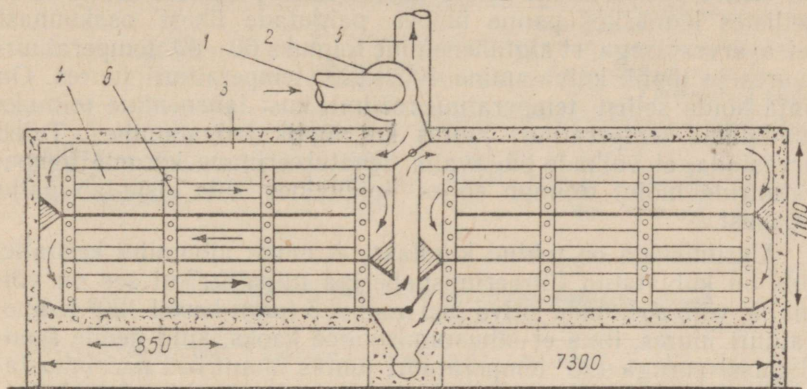
Pressimise ülesandeks on kõrvaldada üleliigne rasv ja niiskus ning vähendada kala kuivatamise kestust.

Pressimine toimub käsivintpressiga. Selleks kasutatakse erilist puust kasti, millel on augud seintes ja põhjas. Keedetud kala pannakse läbikēedetud tihedast riidest puhastesse kottidesse. Kalalihaga täidetud kotid asetatakse kasti, kaetakse laudadega ja pressitakse. Võib pressida ka ilma kastita. Selleks mähitakse keedetud kala puhtasse rätikusse briketina, paksusega 6—8 sm. Pressi alla pannakse 3—4 briketi. Pealmisele briketile pannakse puust «padi». Et mitte vigastada riidet ja võimaldada leemel ühtlaselt ära joosta, toimub pressimine järk-järgult vahedega. Hästi pressitud liha ei tohi kätega pigistades eraldada niiskust. Pressitud liha kobestatakse ja soolatakse, arvestades 0,5% soola keedetud kala kaalust.

Leem suunatakse ümbertöötamisele rasva eraldamiseks. Helveste ja jahu valmistamiseks kobestatakse keedetud liha tükkideks, mõõdetega 8—12 mm, ja suunatakse kuivatamisele. Tangude valmistamiseks puistatakse liha pärast kobestamist üle jahuga, koguses 1% keedetud kala kaalust, segatakse läbi kuni jahu ühtlase jagunemiseni ja lastakse läbi hakkmasina. Hakkmasina sõela augud ei tohi ületada 5 mm. Farss suunatakse kuivatamisele.

Kala liha kuivatamine toimub kapi tüüpi aurukuivatites, tulekalorifeerkuivatites ja mitmesuguse konstruktsiooniga ahjudes. Peenendatud keedetud liha või farss paigutatakse alumiiniumtraadist võrgule (läbimõõt 1,5 mm, ava 6×6 mm) või plekkpannidele kihij paksusega mitte üle 25 mm ja paigutatakse kuivatamiseks kambri. Võrkude vahe kambri peab olema vähemalt 10 sm. Aurukalorifeeriga kapi tüüpi õhukuivatites (joonis 7) hoitakse

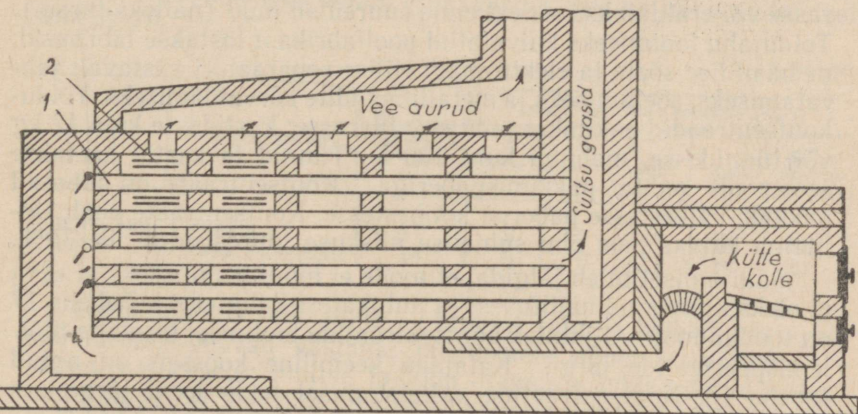
ühtlane temperatuur kogu kuivatuse protsessi kestel. Selline kuivati töötab õhu osalise retsirkulatsiooniga, mille suurust regulee-



Joonis 7. Aurukuivati (skeem), millist kasutatakse kalast toidujahu valmistamiseks:

1 — sisselaske-toru; 2 — ventilator; 3 — õhupuhuti; 4 — pannid farsiga; 5 — väljalaske-toru; 6 — kalorifeer.

ritakse siibritega. Optimaalne temperatuur helveste, jahu ja tangu kuivatamisel on  $70^{\circ}$  ümber. Õhu temperatuur hoitakse kuivati sissekäigu juures  $70-80^{\circ}$  ümber ja kuivati väljapääsu juures  $60-70^{\circ}$  ümber. Tulekalorifeeri tüüpi kuivatites (joonis nr. 8) on



Joonis 8. Tulekuivati (skeem), millist kasutatakse kalakontsentraatide valmistamiseks:

1 — kanalid suitsugaaside jaoks; 2 — pannid farsiga.

temperatuuritingimused teised. Kuivati kambri üksikutes osades on erinev temperatuur. Kala kuivatamise protsessi kestel tuleb sellistes kambrites panne ümber paigutada ühest osakonnast teise, arvestusega, et algtahenemine toimuks 60—80° temperatuuri juures ja lõplik kuivatamine 100—120° temperatuuri juures. On vaja hoida sellist temperatuurirežiimi, kus tahenemine toimuks madalama temperatuuri juures kui lõplik kuivatamine. Tuleb arvestada, et valkude sügavaim denatureerimine kõrgete temperatuuride mõjul toimub selles toiduaines, mis sisaldab palju niiskust.

Uurimistega on tehtud kindlaks, et muna albumiini kristalle, mis on kuivatatud filtreerimispaaberiga niipalju, kui see on võimalik, võib soendada kuiva õhu voolus 5 tunni kestel 120° temperatuuri juures, ilma et lahustumisvõime kaoks, kuid nende soendamisel auruga 120° temperatuuri juures muutuvad nad lahustamatuks juba pärast mõnda minutit. Kuivatamise kestel peab kuivatavat liha 4—6 korda läbi segama. Olenevalt režiimist ja kambrite konstruktsioonist kestab kuivatamine 4 kuni 7 tundi. Kala kuivatise sissepaneku võrdse normi juures kuivab farsss kiiremini kui harilik kobestatud liha. Kuivatamine on lõppenud, kui liha niiskuse ulatub 8—10%.

Kaad kuivatamisel ulatuvad kuni 75% keedetud liha kaalust. Farsist kuivatatud toodet nimetatakse tanguks. Tangud pärast kuivatamist jahvatatakse ja pakitakse taarasse. Helveste valmistamiseks kuivatatud mass pakitakse pärast jahutamist otse taarasse või eraldatakse sellest enne suuremad luud (näiteks tursal). Toidujahu tootmiseks kuivatatud poolfabrikaat lastakse läbi veski, mehaanilise sõela ja elektromagnetilise separaatori vastavalt jahvatamiseks, sõelumiseks ja metallilisandite kõrvaldamiseks. Toidukontsentratsioonid pakitakse puhtasse taarasse: kastidesse kuni 12 kg või tünnidesse, mahuga kuni 100 l. Tünnid ja kastid kaetakse seestpoolt puhta pakkimispaaberiga. Kontsentratsioonid on lubatud pakkida väikestesse paaberist kotikestesse. Kontsentratsioonid peab säilitama kuivas laos õhu suhtelise niiskuse juures mitte üle 75%.

Säilitamisel tuleb jälgida, et toode ei muutuks niiskeks ja et ta ei oleks nakatatud hallitusest ja putukatest-kahjuritest. Tabelis 17 on toodud toote väljatulek kontsentratsioonide tootmisel üksikute töötlemisprotsesside järgi. Kalajahu keemiline koosseis on antud tabelis 18. Kontsentratsioonide valmistamisel tekib leem järgmises koguses: autoklaavimisel 50%, pressimisel 20% keedetud kala kaalust. Autoklaavimisel saadud leem sisaldab valke 6% ümber ja rasva 0,3%, pressimisel saadud leem sisaldab valke 12% ja rasva 3%.

Tabel 17

Kala liik	Kaal (kg-s)				
	Kala enne lahkamist	Kerekesed	Keedetud liha	Liha peale pressimist	Valmistoodangut
Latikas . . . . .	100	68	35	28	11
Koha . . . . .	100	68	35	33	11
Väike soomkala . . . . .	100	60	40	30	11

Tabel 18

## Toidu-kalajahu keskmine keemiline koosseis (%-s)

Kalajahu valmistatud	Kokkuostu rajoon	Vesi	Rasv	Valgud	Tuhk	Seal hulgas sool
Kohast . . . . .	Kaspia	8	6	73	13	2
Navaagast . . . . .	Kaug-Ida	8	1	79	12	4
Tursast . . . . .	"	11	1	78	10	2
Väike-soomkalast . . . . .	Kaspia	8	10	66	16	3

Kontsentraatide rikastamiseks ekstraktiivainetega võib kasutada pressimisel saadud leent, millest enne on kõrvaldatud rasv. Leeme kasutamisel suureneb kontsentraatide väljatulek (3% võrra), samuti tõuseb nende toiteväärtus, mis on näha andmetest tabelis 19.

Tabel 19

Nimetus	Valmistamise viis	Toodangu väljatulek (0/0-s)	Tangu keemiline koosseis (0/0-s)				
			Vesi	Rasv	Tuhk	Valk	Sellest ekstraktiained
Tangud latikast . . . . .	Harilik . . . . .	11	9	7	18	66	14
	Kasutades leent	14	8	6	17	69	20

Toidu kalakontsentraadid — tangud, jahu ja helbed, vastavalt standardile, peavad vastama järgmistele nõuetele: välimus — puhas, hallituseta; maitse ja lõhn — omane läbikeedetud kuivatatud kalale, ei tohi olla kibedat, läppunud või teisi halbu kõrvalmaitseid ja lõhnu. Tangudel on lubatud nõrk suitsumise lõhn; kõrvalisi lisandeid ei ole lubatud; närimisel ei tohi esineda liiva kriginat. Niiskusesisaldus mitte üle 10%. Jahule ja helvestele on määratud täiendavad nõuded: rasvasisaldus mitte üle 15%;

metallilisandite sisaldus mitte üle 3 g — 1 kg toodangu kohta. Jahu tuleb täielikult sõeluda läbi sõela avaustega 2,0 mm. Helbeid ei jahvatata.

## KALAKUIVIKUTE VALMISTAMINE

Kalakuivikute valmistamisel on paremaks tooraineks lahja, suur kala — koha, tursk jt. Kalalt kõrvaldatakse soomus ja lõigatakse filee. Filee pestakse soolalahuses, erikaaluga 1,07—1,1. Kala ja soolvee vahekord 1 : 1. Nendes tingimustes kestab soolamine 15—20 minutit. Tükid hoitakse soolamisvannis kuni soolasisalduseni nendes 1,5—2%. Pärast soolamist laotakse kala tükid puust restidele 2—3 tunniks soolveest nõrguma. Kuivikud kuivatatakse mitmesuguse konstruktsiooniga ahjudes: a) põrandaga ahjudes — silmu-, järvetindi- ja tavalises leivaküpsetamise ahjudes; b) tulekalorifeerahjudes, näiteks Giprorõba või Volga-Kaspia Riikliku Trusti tüüpi ahjudes.

**Kuivikute kuivatamine põrandaga ahjudes.** Ahjud koetakse puudega; tulised söed aetakse põrandal ühtlaselt laiali ja ahi suletakse 20 minutiks, et ta kuumeneks. Kui ahi on kuumenenud 180°—200° temperatuurini, kõrvaldatakse söed ja tuhk ning pannakse kala sisse. Kala laotakse metallrestidele, mis asetatakse kolmelt realt ülestikku spetsiaalsetele riiulitele. Kuivatamise protsess kestab 8—12 tundi. Harilikult on ahju ülemises osas temperatuur 30—40° võrra kõrgem kui põrandal. Toote ühtlaseks kuivamiseks asetatakse kuivatamise protsessi kestel alumised restid kalaga üks kord üles ja ülemised alla. Kuivikute kuivatamine lõpetatakse siis, kui toote niiskuse on 6—10%. Ahjude õige temperatuurirežiimi juures saadakse küpsenud, kergelt pruunika varjundiga, pudevad ja maitsevad, meeldiva praetud kala lõhnaga kuivikud. Tunduvalt halvema kvaliteediga kuivikud saadakse, kui ahi ei ole küllalt kuum, s. o. kui temperatuur temas kuivatamise algul on 100—200°. Nendes tingimustes saadakse kahvatud, kõvad, seesmiste tühemiketa kuivikud. Kvaliteetne toodang pärast jahutamist pakitakse, kuivatamata tükid kuivatatakse teistkordselt. Valmiskuivikute väljatulek kohast ja haugist moodustab 10,5% toorkala kaalust.

Tabel 20

Kohast kuivikute keemiline koosseis (0/0-s)

Vesi	Rasv	Valk	Tuhk	1 kg kalorsus
10	2	81	7	3300

Vastavalt standardile peavad kalakuivikud kvaliteedilt vastama järgmistele tingimustele: välimus — tükid ühtlaselt kuivatatud, pudevad, välispind puhas, kõrbemata, tükide laius peab olema 2 kuni 10 sm. Kuivatatud kala maitse ja lõhn, ilma kibeda kõrvalmaitseta; kõrvalisi lisandeid ei ole lubatud, niiskusesisaldus mitte üle 10%; soolasisaldus mitte üle 6%.

Kalakuivikud pakitakse seest puhta paberiga kaetud kastidesse, mahuga kuni 12 kg. Kastid peavad olema tugevad, puhtad ja kuivad. «Kalakuivikute» murru ja raasude üldkogus tootmiskohtadest ärasaatmisel ei tohi ületada 20%. Kui partiis raasude või murru hulk ületab 20%, siis loetakse viimane kalakuivikute ja helveste seguks.

Kalakuivikute säilitamine on lubatud kuivades ruumides, õhu suhtelise niiskusega mitte üle 75%.

### KALAKONTSENTRAATIDE KEEMILINE KOOSSEIS JA TOITEVÄÄRTUS

Kalakontsentraatide toiteväärtust arvestatakse nende keemilise koosseisu ja kalorsusega, toiteväärtust — produktis sisalduvate toiteainete omandatavuse astmega.

Tabel 21

Näitajad	Koha			Väike soomkala	
	Kuivikud	Tang	Helbed	Tang	Helbed
Rasv (%-s) . . . . .	2	4,5	4,6	10,2	9,5
Valk (%-s) . . . . .	81	75	70	62	62
1 kg kalorsus . . . . .	3300	3500	3300	3500	3400

Valkude muudatused kontsentraatide valmistamisel on VNIRO andmeil näidatud tabelis 22.

Tabel 22

### Lämmastikuisaldus kalas ja kontsentraatides (%-s kuivainest)

Nimetus	Valkude hüdrolüüsi aste		
	üldlämmastik	valgulämmastik	mittevalguline lämmastik
Koha, värske . . . . .	14,9	13,5	1,4
Kuivikud kohast . . . . .	13,3	11,4	1,9
Tangud „ . . . . .	13,1	11,0	2,1
Helbed „ . . . . .	12,2	10,3	1,9

Kontsentraatide valmistamisel mittevalgulise lämmastiku kogus suureneb 1,4 kuni 1,9—2,1%. See tähendab, et kala termilisel töötlemisel kontsentraatide tootmisel toimub valkude hüdrolüüs. Hüdrolüüsi produktid osaliselt eralduvad autoklaavis ja koos leemega pressimisel.

Lämmastiku lahustatavuse langemine vee ja soola tõmmises näitab, et termilisel töötlemisel toimub valgu denatureerimine. Sealjuures rohkem denatureerivad soolas lahustuvad valgud. Kalakontsentraatide seeditavus kunstlikus maomahlas on toodud tabelis 23.

Tabel 23

	K o h a			Väike soomkala	
	Kuivikud	Tangud	Helbed	Tangud	Helbed
Seeditavus (%-s)	97	97	94	93	93

Kalakontsentraatide seeditavus kõigub 93—97% piirides.

### KUIVATUSAHJUDE TÕUBID

Toidu-kalakontsentraatide tootmiseks kasutatakse mitmesugust tüüpi kuivatusahje.

Laialdaselt kasutatakse aurukuivatusahje (joonis 7). Nende ahjude temperatuurirežiim on võrdlemisi alaline. Kalorifeeris kuumendatud õhk surutakse ventilaatoriga kuivatuskambrisse, läbib farsiga täidetud pannide vahelised horisontaalsed read ja kuivatab kala. Kuivatuskambrisse on üles seatud täiendava auru-kuumendusega torud. Harvemalt kasutatakse tulekalorifeerahje, kus soojuse kandjaks on küttegaasid, mis küttekoldest läbivad lõõri, horisontaal-vertikaalse jaotuskanali, raudtorud (kalorifeer) ja satuvad tõmbekorstnasse.

Õhk kuumeneb kuivatuskambris kalorifeerist ja kala kuivab.

Peale selle kasutatakse «kalakuivikute» tootmiseks leivaküpsetamise ahje ja samuti ka silmu ning järvetindi tootmise ahje.

## IV PEATÜKK

### KALADE SUITSUTAMINE

Suitsutatud kalu valmistatakse kahte liiki: külm- ja kuum- suitsu. Kuumsuitsutamisel küpseb kala enda mahlas, puidu põletamisel tekkivate suitsugaaside voolus, ja ta on säilitamisel vähe vastupidav gastronoomiline toode. Külmsuitsukala lastakse välja valminud toote kujul, mis on säilitamisel vastupidav, omapärase meeldiva aroomiga ja toiduks kõlblik ilma täiendava kulinaarse töötlemiseta.

#### SUITS, SELLE FÜSIKALIS-KEEMILISED OMADUSED JA SUITSU TEKKIMISE ISEÄRASUSED

Kalu suitsutatakse puitkütuse mittetäielikust põlemisest saadud suitsuga. Suits annab kalale aroomi, maitse ja värvuse. Suitsutamise protsessi kestel suits üheaegselt imab ja eraldab kalast niiskust. Suitsu niiskuse imavus sõltub temperatuurist ja tema suhtelisest niiskusest. Need mõlemad tegurid avaldavad suitsutamise kestusele otsustavat mõju.

Kolloidkeemias nimetatakse suitsuks niisuguse pihustamisastmega õhus hõljuvat tahket ainet, mille osakeste suurus kõigub ühest sajandikust kuni ühe miljondiku millimeetri osani.

Suitsutamiskambris kujutab suits endast tüüpilist aerosoli. Ta sisaldab gaasitaolisi aineid ja samuti ka tugevasti pihustatud seisundis õhus hõljuvaid tahkeid ja vedelaid aineid.

Aine osakeste hõljuv seisund iseloomustub sellega, et viibides õhus nad just kui ujuvad selles, avaldamata nähtavat tungi kukkuda maa peale. Olles väga väikese massiga liiguvad nad õhus rohkem õhuvoolude kui raskusjõu tegevuse mõjul.

Suitsu keemiline koosseis on keerukas ja veel vähe uuritud. Peale gaaside — lämmastiku ja hapniku, — mis kuuluvad õhu

koosseisu, on suitsus suur protsent süsihapet ja süsinikoksüüdi. Tunduvalt vähem sisaldab suits tahma, põlematute tahkete osakeste kujul, samuti ka mitmesuguseid puidu kuivdestillatsiooni produkte.

Suitsu koosseisu kuuluvad järgmised puidu kuivdestillatsiooni produktid (protsentides kuivast puidust):

tõrv	12,2
äädikhape	4,9
sipelghape	1,0
ketoonid	0,9
formaldehüüd	0,8
kõrgemad aldehüüdid	0,3

Suitsugaasi keemilise koosseisu üle võib otsustada puidu kuivdestillatsiooni analoogia alusel. Puidu kuivdestillatsiooni produktide seas on avastatud: vett, vesinikku, süsinikoksüüdi, süsihapet, mitmesuguseid süsivesikuid, piiritust, eriti metüül- ja allüülpiiritust; aldehüüde: formaldehüüd, furfurool; happeid: äädik-, propioon-, õli-, palderjan- ja sipelghape ning nende metüüleetreid, samuti ka tõrvasid. Suurem tähtsus on suitsutamisel fenoolidel.

Suuremal osal suitsu koosseisu kuuluvaist orgaanilistest ühendeist on antiseptilised omadused. Suitsu lenduvate komponentide seas paistab eriti tugeva antiseptilise toimega silma formaldehüüd. Bakteritsiidset toimet avaldavad ka säärased suitsu komponendid, nagu happed ja fenoolid.

Mõnedel suitsu orgaanilistel ainetel on väga väärtuslikud omadused — nad kaitsevad suitsutatud kalade rasva hapendumise vastu. Sellepärast ei «tulitu» külmsuitsukala isegi pikemal säilitamisel.

Uurides süsihappe ja süsinikoksüüdi sisaldust suitsus võib selgitada kütuse põlemise täielikkust ja kindlaks teha tema soojuse tekitamise võimet suitsutamise protsessis. Suitsu analüüs süsihappe ja süsinikoksüüdi sisalduse suhtes on, VNIRO andmeil, toodud tabelis 24 (mahuprotsentides).

Tabel 24

Nimetus	CO <sub>2</sub>	CO	O <sub>2</sub>	Kokku
Suits suitsutamiskambrites	0,45	0,65	19,9	21,0
Suits suitsutamistunnelites	0,20	0,50	19,5	20,2

Kogu «kuuri» kestel muutub süsinikoksüüdi hulk vähe, samal ajal kõigub süsihappe sisaldus järsult; maksimum on suitsuta-

misprotsessi (kuuri) algul ja miinimum suitsutamisprotsessi lõpul.

Suitsu osakesed on alaliselt pidevas liikumises. Aerosoli pihustusaste muutub samuti kogu aja; toimub suitsu «vananemine». Suitsu esimesed osakesed üksteisega kokku põrgates ühinevad (kaoguleeruvad), sünnitades agregaate. Pihustus väheneb ja koaguleeruvad osad sadestuvad kiiremini.

Harilikult on suitsutamiskambri pealmises osas suitsu kontsentratsioon suurem, mis nähtub järgmistest andmetest:

kõrgus kambri põrandalt (m) . . . . .	2	1,5	1
suitsu kontsentratsioon (mg/m <sup>3</sup> ) . . . . .	140	120	80

Loomulik, et kui kambri pealmises osas on suitsu kontsentratsioon suurem, siis kala pinnale sadestub kaalu järgi rohkem tõrvaineid, nagu nähtub tabelist 24-a.

Tabel 24-a

Tõrvaine sadestumine kalade suitsutamisel ööpäeva kestel  
(mg 100 sm<sup>2</sup> peale)

Kõrgus põrandalt (m) . . . . .	2,05	1,8	1,55	1,30
Sadestub rõhtsale pinnale . . . . .	70	55	50	40
„ püstloodis pinnale . . . . .	10	10	10	5

Rõhtsale pinnale sadestub tõrvaineid 5—8 korda rohkem kui püstloodis pinnale. Kui saepuru hakkab põlema, siis on suitsutamiskambri suitsu kontsentratsioon 4 korda suurem kui kuuri lõpul, saepuru põlemise lõpul.

Suitsu pihustusastmele, järelikult ka kala pinnale sadestuvate ainete hulgale avaldavad mõju kütuse põlemise tingimused ja õhu küllus või puudus.

Äsja tekkinud suitsul on, kuni tunduva segunemiseni õhuga, suur osakeste kontsentratsioon, mis koos kõrge temperatuuriga toob endaga kaasa väga kiire koaguleerimise. Suitsu omadused sõltuvad sellest, missugusel momendil ta segatakse õhuga. Tunnelkambrite küttekolletes tekkinud suits seguneb kohe värske õhuga ja osakeste koaguleerumine aeglustub. See suits on hästi pihustatud.

Suitsutamiskambrites toimub suitsu segunemine õhuga tunduvalt aeglasemalt ja suitsu osakeste koaguleerumine toimub täielikumalt. See vähempihustatud suits sadestub kala pinnale kergemini. VNIRO Astrahani osakonna katsetega on kindlaks teh-

tud, et suitsutamiskambrites sadestub pinna ühikule samal aja- vahemikul 1,2—1,5 korda rohkem tihkeid aineid kui suitsutamis- tunnelites. Niisiis, õhu üliküllus mõjustab mitte ainult suitsu kee- milist koosseisu, vaid ka tema pihustuse seisukorda.

## KÜTUS JA SELLELE ESITATAVAD NÕUDMISED

Kivisüsi, turvas ja masuut pole kõlblikud suitsutamiseks. Sää- rasest kütuse liigist tekkiv suits sisaldab kahjulikke lisandeid, mis annavad kalale ebameeldiva maitse ja lõhna.

Kalade suitsutamiseks kasutatakse eranditult puitkütust. Pare- maks kütuseks kalade suitsutamisel on: tamm, pöök, lepp, haab ja kooreta kask. Okaspuu liigid — kuusk, mänd ja nulg, mis sisaldavad palju vaiku, rikuvad kala maitset ja nende kasutamine on piiratud; okaspuude saepuru peab mitu kuud hoidma selleks, et välja tuulutada vaigu aromaatilisi aineid.

Tootele aroomi juurdeandmiseks lisavad mõned praktikud kütusele kadakat, kadakamarju ja kõrvenõgest.

Äsjaraiutud puu sisaldab niiskust 40 kuni 60%, samal ajal seisnud, kuivanud puud sisaldavad niiskust 15—20%.

Puidu koosseisu kohta, protsentides kuivast kütusest, võib otsustada järgmiste andmete põhjal (tabel 25).

Tabel 25

Nimetus	Tselluloos	Ligniin	Hemitselluloos		Tõrva- vaiku	Proteiin	Tuhk
			pento- saanid	heksa- saanid			
Lehtpuud	43—53	18—24	22—25	3—6	1,8—3	0,6—1,9	0,3—1,2
Okaspuud	54—58	26—29	10—11	12—14	2—3,5	0,7—0,8	0,4—0,8

Tselluloos ehk rakuskude, mis moodustab kuiva puidu kaalust poole ümber, kuulub süsivesikute gruppi ja omab empiirilist vormelit  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , s. o. sisaldab 44 osa süsivesikut, 6 osa vesinikku ja 50 osa hapnikku. Vees tselluloos ei lahustu.

Puidu rakkude seinad koosnevad rakuskoest, mis on läbi immutatud vähe tundmaõpitud aineist ligniinist.

Üldise nimetuse hemitselluloosi all tuntud pentosaanid ja heksosaanid kuuluvad polüsahhariidide (süsivesikute) hulka ja omavad vormelit  $C_5H_8O_4$  ning  $C_6H_{10}O_5$ . Lehtpuudes on rohkem pentosaane ja vähem heksosaane kui okaspuudes.

Vaiku on rohkem okaspuudes kui lehtpuudes.

Kuiva puidu keemiline koosseis on järgmine: süsinikku 50%, vesinikku 6%, hapnikku 43,1%, lämmastikku 0,3%, tuhka 0,6%.

Kütuse põlevateks elementideks on vesinik ja süsinik. 1 kg süsiniku põletamisel kuni süsihappeni ( $\text{CO}_2$ ) eraldub 8100 kal soojust. Süsiniku mittetäielikul põlemisel, kui lõpp-produktina saadakse süsinikoksüüd ( $\text{CO}$ ), eraldub soojust kõigest 2440 kal.

Vesinik, olles ühenduses hapnikuga, soojust ei anna. Sama vesinik, olles ühenduses süsinikuga, annab põlemisel 34 190 kal.

Mendelejevi järgi võrdub töötava kütuse soojusetekitamise kõrgem võime:

$$Q_p^B = 81 \cdot C + 300 \cdot H - 26(O - S) \quad (\text{kkal/kg kütust}).$$

Arvestades, et puitkütuses väävel praktiliselt puudub, toimub kütuse põletamisel suitsutamiskambrites mittetäielik põlemine ja et suitsus sisaldub kaunis suur protsent süsinikoksüüdi, võib suitsutamistööstuses kütuse soojusetekitamise võimeks kasutada järgmist valemit:

a) kõrgem, mittetäielikul põlemisel:

$$Q_p^B = 81 \cdot C_{\text{CO}_2}^B + 24,4 \cdot C_{\text{CO}}^B + 300 H^D - 26 \cdot O^D \quad \text{kkal/kg kütust};$$

b) madalam, mittetäielikul põlemisel;

$$Q_p^B = Q_p^B - 600 \frac{9 \cdot H + W}{100} \quad \text{kkal/kg kütust},$$

kusjuures:

$C_{\text{CO}_2}^B$  — süsinikuisalduse protsent, mis põleb kuni  $\text{CO}_2$

$C_{\text{CO}}^B$  — süsinikuisalduse protsent, mis põleb kuni  $\text{CO}$ ;

$\frac{9 \cdot H}{100}$  — veeauru hulk, mis tekib kütuse vesiniku põletamisel (kg);

$\frac{W}{100}$  — veeauru hulk, mis tekib kütuse niiskusest (kg);

600 — soojuse kulu 1 kg niiskuse auruks muutmiseks (kkal).

Vastavalt standardile loetakse saepuru, laastud ja puud kui-vaks, kui nad sisaldavad niiskust alla 25%, poolkuivaks — niisku-sega kuni 35% ja niiskeks — niiskusega üle 35%.

Suitsutamiseks tuleb kasutada kuiva kütust niiskusega kuni 25%.

Kütuse mahukaal, s. o. kütuse kaal  $\text{t/m}^3$ , on toodud allpool

Saepuru mahukaal VNIRO andmetel on:

Saepuru niiskus kuni 30%, 40%, 50%.

Saepuru mahukaal  $t/m^3$  0,15, 0,19, 0,24.

Puude mahukaal ( $t/m^3$ -tes) on toodud tabelis 26.

Tabel 26

Nimetus	Toored puud	Ohkkuivad puud	Täiesti kuivad puud
Tamm . . . . .	1,0	0,8	0,40
Kask . . . . .	0,9	0,6	0,35
Kuusk . . . . .	0,7	0,48	0,25

Kasutades neid andmeid võib puude kaalu välja arvutada nende mahu järgi. Tuleb ainult arvestada, et puude ladumise tiheduses võib vahe künida 30%.

Et kütus hakkaks põlema, peab tema pinnal olema kindel temperatuur. Seda kütuse põlema hakkamise temperatuuri nimetatakse süttimise temperatuuriks. Soojusest, mis tekib kütuse peal- ja külmpindade hõõgumise või põlemise tagajärjel, soojenevad ja hakkavad hõõguma või põlema ülejäänud kihid. Puidu süttimise temperatuur on 295° ümber. Tõrvane puu süttib 220° temperatuuri juures.

Suitsutuskambrites või suitsugeneraatoris kõigub temperatuur saepuru hõõgumisel põlemiskohtades 220 kuni 350°. Temperatuuri tõusmisel kuni 400° ja üle selle ilmuvad saepuru hunnikutes tulekeeled. Leegi temperatuur ja pikkus saepuru põlemisel sõltub kütuse ladumise tihedusest. Võrdse kvaliteediga saepuru puhul annab saepuru hunnikute kobe struktuur, võrreldes tihendatud saepuruga, pikema leegi ja kõrgema temperatuuri, mida tuleb arvestada suitsutamisprotsessi kontrollimisel.

### SUITSUTAMINE KUI KALADE KONSERVEERIMISE VIIS

Suitsutamise protsessis imbub kala läbi suitsus sisalduvate aroomaatiliste ainetega, omandab kuldse värvingu, allub samaaegselt termilisele töötlemisele ja temast eraldub niiskus.

Paljudel suitsu koosseisu kuuluvatel orgaanilistel ainetel on antiseptilised omadused. Niisugused pisikud, nagu stafülokokid ja mädapisikutest — proteid, hukkuvad vahetul suitsu mõjul kolme tunni kestel.

Spoore moodustavad mädapisikud on vastupidavamad ja kannatavad paksu suitsu mõju välja 7 tunni kestel.

On kindlaks tehtud, et pisikute vastupidavust võib vähendada soola suure kontsentratsiooniga kalas või siis suitsutamisel hapus keskkonnas. Suitsu bakteriitsiidne omadus on tingitud niisuguste suitsu komponentide mõjust nagu formaldehüüd, happed ja tõrvained.

Suitsutamisele suunatakse nii suuruselt kui ka rasvasisalduselt mitmesugust kala.

Tehakse vahet kahe suitsutamise viisi — külma ja kuumi vahel. Külmsuitsutamisel hoitakse varem soolatud, leotatud ja kuivatatud kala suitsutamiskambrites võrdlemisi madalas temperatuuris (25—40°), s. o. niisuguses temperatuuris, mis veel ei teosta valkude soojuslikku denatureerimist. Protsess kestab 1—5 ööpäeva. Saadakse vastupidav tahe toode, mis sisaldab kala lihas: vett mitte üle 55%, soola 8—12%.

Kuumsuitsutamise puhul hoitakse kala suitsutamiskambris lühikest aega kõrges temperatuuris. Kuumsuitsutamist teostatakse 80—120° temperatuuri juures, protsess kestab 2—4 tundi. Suitsu bakteriitsiidse tegevuse uurimine näitas, et kuumsuitsutamisel pisikute hulk kala lihas suuresti väheneb. Vaatamata sellele, on kuumsuitsukala säilitamisel vähe vastupidav, sest valmistoode sisaldab palju niiskust ja vähe soola.

## SUITSUTAMISE TÄHTSUS KALATÖÖSTUSES

Suitsutatud kala kujutab endast toitvat, maitsvat toodet, mis on tarvitamiskõlblik ilma igasuguse kulinaarse töötlemiseta. Kuumsuitsukala liha on õrn, mahlane ja maitsev. Selle toote järele on elanikkude keskel suur nõudmine.

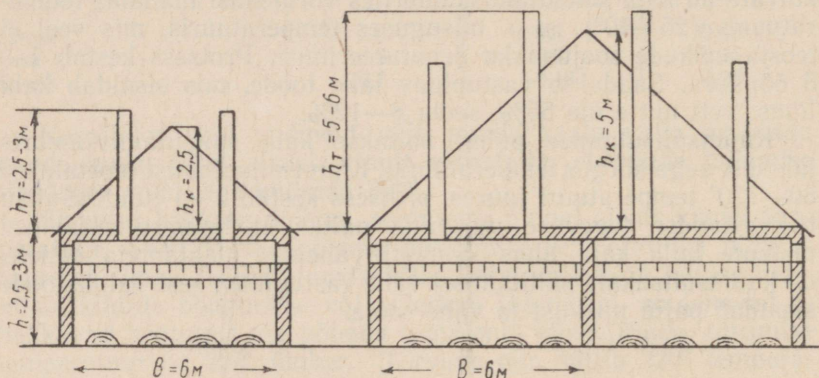
Külmsuitsukala annab vastupidava, taheda, meeldiva suitsulõhnaga valminud toote.

Külmsuitsukala valmistati varemalt suurtes kalatööstuse rajoonides, kust seda saadeti maa kõigisse rajoonidesse. Viimasel ajal on tootmispaikades tunda külmsuitsutoote väljalaske teatava vähendamise tendentsi. Kalatööstuse rajoonid lülituvad ümber suitsutamise otstarbel soolase pooltoote valmistamisele, et suitutada vahetult kalaturustuse ettevõtetes, maa tööstuskeskustes ja tarbimisrajoonides.

Tarbimispaikades suitsutamine võimaldab välja lasta mahlakamat kala vähemate tootmiskuludega. See suurendab suitsukau-pade tootmise tulukust.

Külmsuitsutamistsehhidel on leotamise, termilise töötlemise (kuivatamise-suitsutamise) ja pakkimise osakonnad.

**Leotamise osakonnal** on vajalik arv vanne, milles kalu leotatakse. Sõltuvalt kambrite läbilaskevõimest ja leotusvannide mahust seatakse ühe suitsutamiskambri kohta üles 0,7 kuni 1,4 vanni, kusjuures igapäevselt mahutab 7—10 ts kalu. Leotamise osakond on reeglipäraselt sisustatud veevärgiga.



Joonis 9. Kaspia rajooni suitsutuskambrid.

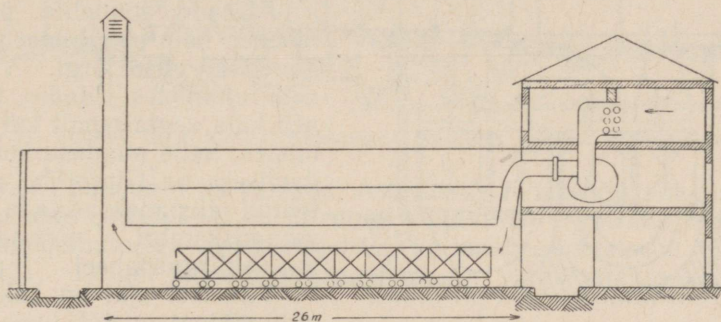
**Nagid.** Enne suitsutamist tahendatakse kalu nagidel või suitsutamiskambrites. Nagid asetatakse tornidesse või katuse alla ja piiratakse metallvõrguga. Kala riputatakse üles 2—6 ritta ülestikku. Maapealsed nagid ehitatakse 2,5—4,5 m kõrged. Kala kiiremaks tahenemiseks ja et tuul hästi läbi puhuks tehakse ehitused pika kitsa rõugu taolised, mis on asetatud põiki valitsevatele tuultele.

**Kambri tüüpi suitsutamisahjud.** Ühte ehitisse paigutatakse 3 kuni 20 kambrit. Tehakse vahet kambri ja tunneli tüüpi suitsutamisahjude vahel. Tunnelikambrit seatakse üles mehhaniseeritud tehastesse. Kalaturustuse Peavalitsuse ettevõtetes tarbimisrajoonidesse ehitatud kambritüüpi suitsutamisahjud erinevad natuke Kaspia basseini konstruktsiooniga ahjudest.

Kaspia basseini kambri tüüpi suitsutamisahjud on asetatud puitehitistesse. Iga kambri alumine osa on seestpoolt 0,5—0,8 m kõrguselt vooderdatud tellistega. Kambrid asuvad ühelt või kahelt realt (joonis 9). Kaherealise asetuse puhul peavad kambrid pare-

mini soojust, neil on pikemad korstnad, mis põhjustab parema suitsu tõmbe ja lühendab suitsutamisprotsessi. Kambrite üherealise asetuse puhul toimub paremini õhuvahetus ruumis ja suitsu kõrvaldamine ventilatsiooni õhuaknakeste avamise arvel. Suitsutamiskambrite pind kõigub 30 kuni 50 m<sup>2</sup>. Kambrite kõige rohkem levinud mõõted on 6×8 või 5×8 m. Kambrite kõrgus kõigub 2,3 kuni 3 m. Igal kambril on üks ja neli või kaks ventilatsiooni õhuaknakest, mõõdetega 0,25×0,4 m, mis asetsevad 0,5 m allpool lage.

Kalaturustuse Peavalitsuse ettevõtetes ehitatakse suitsutamiskambrid üleni tellistest. Võrreldes Kaspia basseini kambritega on need kambrid pinnalt väiksemad, kuid tunduvalt kõrgemad.



Joonis 10. Tunneli tüüpi kuivatamiskambrid.

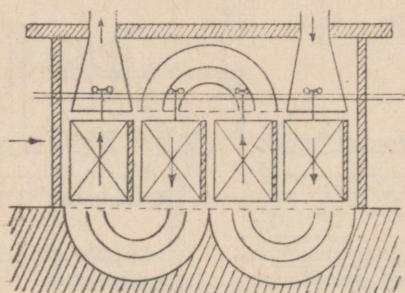
Kambri tüüpi suitsutamisahjude kõige levinumad mõõted on 5×4 või 6×3 m, kõrgus 3,5—4,5 m. Suitsutamine nendes kambrites toimub 4—6 ja isegi 8 reas ülestikku. Kambritel on tõmbekorstnad, mis tagavad hea suitsu tõmbe. Erinevalt Kaspia basseini kambritest on Kalaturustuse Peavalitsuse ettevõtete kambrite ventilatsiooni õhuaknakeste mõõted 0,5×0,5 m, nad asetsevad all, 1 m kõrgusel põrandast, mis võimaldab läbi viia veidi teistsuguse suitsutamisrežiimi.

Kalade esialgne nagidel kuivatamine, samuti ka suitsutamise protsess kambri tüüpi suitsutamisahjudes sõltub suurel määral ilmastiku seisukorrast. Külmal ajal pikeneb protsess tunduvalt.

Mehhaniseeritud kuivatamise-suitsutamise tunnelid väldivad vajaduse teha vaheaegu «kuuride» vahel ja kindlustavad vinnutamise ja suitsutamise erilistes tunnelites, kuhu suits antakse spetsiaalsetest küttekolletest, tõmme aga kindlustatakse ventilatorite süsteemi poolt. Kuivatamise-suitsutamise tunnelid on leid-

nud laialdaselt kasutamist meie suurtes ja väikestes mehhaniseeritud suitsutamistööstustes, mis asuvad töendusliku kalapüügi rajoonides, kui ka meie maa tööstuskeskustes ja tarbimisrajoonides.

Tunneli tüüpi kuivatamiskambrites tahendatakse kalu sooja õhuga. Kuivatamistunnelite pikkus on 16—26 m, läbimõõt 1,7×1,7 või 2×2 m. Kuivatamistunnelitesse pannakse 10 ja rohkem raamistikku või vagonetti kaladega. Vagonette lükatakse edasi rööbastel, raamistikke — rippraudteel. Tunnelisse pannakse kala ühest otsast, välja võetakse vastaspoolt. Kalorifeeris kuumendatud õhu andmine toimub ventilaatoritega vastuvoolu meetodil, s. t. vagonettide liikumisele vastu (joonis 10).



Joonis 11. Kuivatamiskamber 4-le raamistikule poolringsete õhu-ärajuhtijatega (autori projekt).

Pikkade tunnelite puhul taheneb kala ebaühtlaselt vagoneti kõrguse järgi. Vagoneti alumistes ridades taheneb kala aeglasemalt kui ülimestes. Selle puuduse kõrvaldamiseks on Giproröba poolt tehtud ettepanek asetada kuivatamiskambri põrandasse soojuskiirguspaneel.

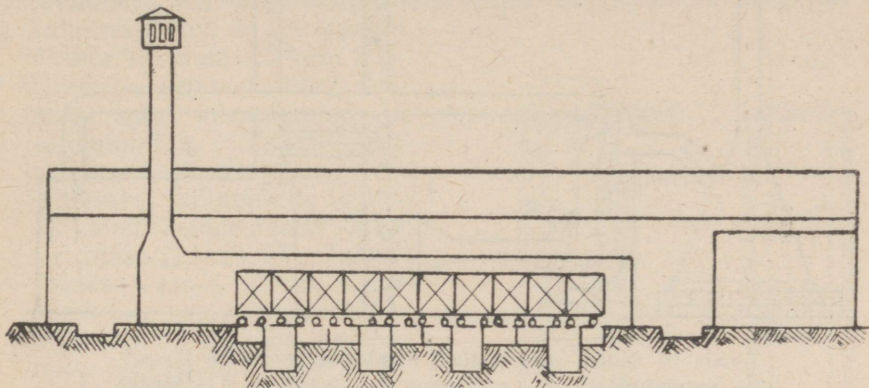
Viimasel ajal on hakatud uute suitsutamistööstuste ehitamisel kasutama tunneli tüüpi kuivatamiskambreid, mis korruga mahutavad neli vagonetti (joonis 11). Säärestes kuivatites saavutatakse

kalade intensiivne ja ühtlane tahenemine, kasutades õhu reversiivvertikaalset liikumist — ülevalt alla, alt üles, poolringsete õhuärajuhtijate ehitamisega vagonettide alla ja peale. Kuivatatakse vastuvoolu meetodil õhu retsirkulatsiooniga.

**Tunneli tüüpi suitsutamiskambriid põrandal asuvate küttekolletega** on 16 kuni 26 m pikad, läbimõõt sama mis kuivatamistunnelites, nimelt 1,7×1,7 või 2×2 m. Igal suitsutamistunnelil on vähemalt kaheksa põrandal asuvat küttekollet (joonis 12). Sae-puru pannakse küttekolletesse läbi koridoride, mis asuvad keldri-korrusel ja suunduvad perpendikulaarselt tunnelitele. Väljatõmbekorsten paigutatakse tunneli lõppu või keskele. Kala pannakse kambritesse vagonettidel või raamistikul.

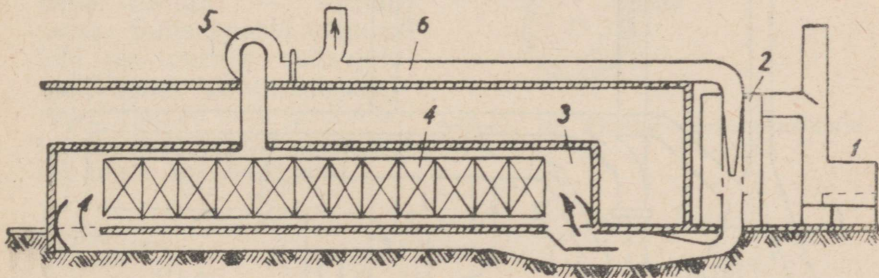
**Kambriid välispidise suitsugeneraatoriga.** Suur põrandal asuvate küttekollete arv raskendab termilise töötlemise osakonna teenindamist ega võimalda reguleerida temperatuuri ega kamb-

risse tuleva suitsu suhtelist niiskust ning kasutada automaatseid reguleerivaid aparate. Kasutades välispidist suitsugeneraatorit



Joonis 12. Tunneli tüüpi suitsutamiskamber põrandal asuvate küttekolletega.

võib need puudused kõrvaldada. Astrahanis Krupskaja nimelises kalatehases ehitati 1941. a. eriruumi väljaviidud tsentraliseeritud suitsugeneraatoriga mehhaniseeritud külmsuitsutamistsehh (joonis 13). Kõige lihtsam suitsugeneraator valmistatakse katla-

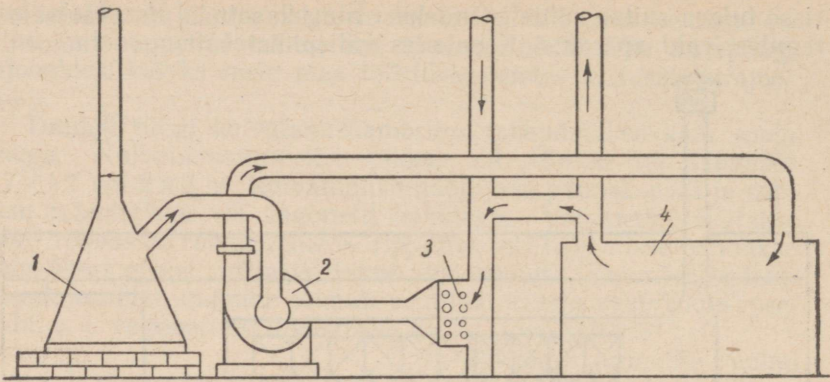


Joonis 13. Tunneli tüüpi suitsutamiskamber tsentraliseeritud suitsuandmisega generaatorist:

1 — suitsugeneraator; 2 — ežektor-sädemekustutaja; 3 — suitsutamiskamber; 4 — raamistikud kaladega; 5 — ventilaator; 6 — suitsu retsirkulatsiooni toru.

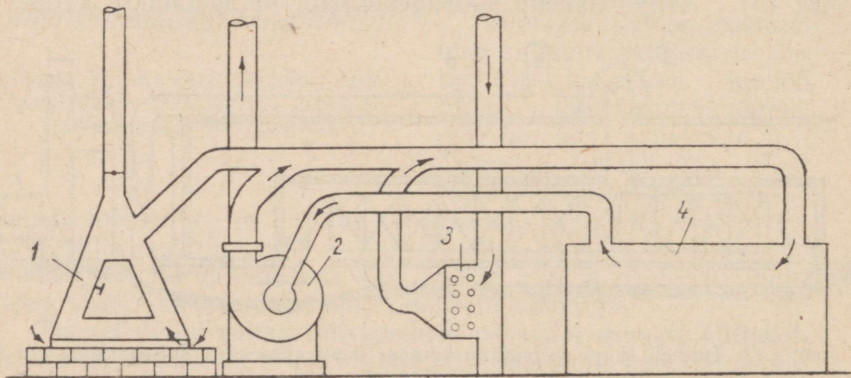
plekist ja tal on tüvikoonuse kuju; korpuse läbimõõt 2 m, kõrgus 1,8 m; korstna läbimõõt 0,4 m.

Suits antakse generaatorist suitsutamistunnelisse pumpamise meetodil, joonisel 14 kujutatud skeemi järgi. Säärase suitsuandmise viisi tagajärjel oli tunnelis üleliigne rõhk ja kogu ruum suitsu täis.



Joonis 14. Suitsu surumeetodil kambrisse juhtimise skeem:  
 1 – suitsugeneraator; 2 – ventilaator; 3 – kalorifeer; 4 – kamber.

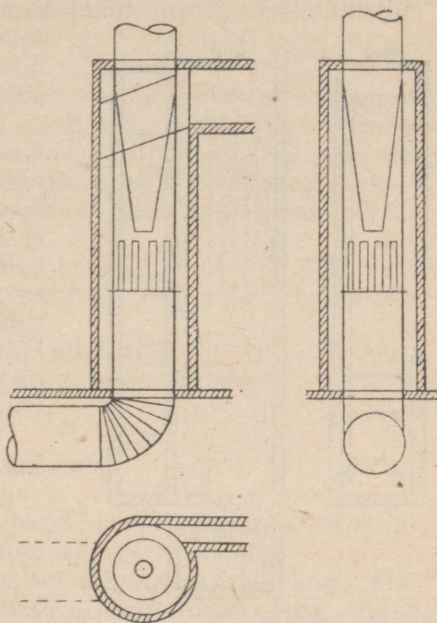
Kui on olemas eraldi generaator, siis tuleb VNIRO uurimuste põhjal suitsu anda imamise meetodil, nagu see on näidatud joonisel 15, ja kasutada erilist sädemekustutajat. Joonisel 16 on näi-



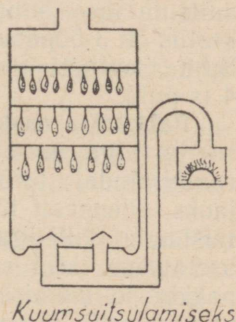
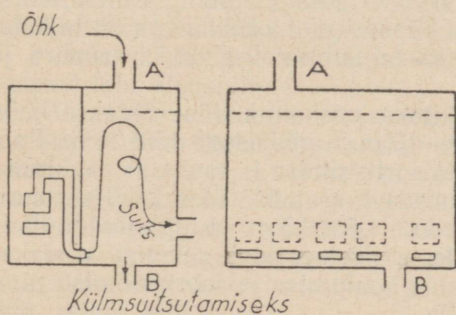
Joonis 15. Suitsu imamise meetodil kambrisse juhtimise skeem:  
 1 – suitsugeneraator; 2 – ventilaator; 3 – kalorifeer; 4 – kamber.

datud autori poolt väljatöötatud ežektor-sädemekustutaja skeem. Ežektor võimaldab tuleohutuse otstarbel püüda mitte ainult säde-  
 meid, vaid suurendada läbitöötatud suitsu ežeksiooni arvel ka  
 suitsu tõmmet generaatorist.

Leningradi tüüpi kambrid kujutavad endast tunnelit, mille pikus on 3 m, laius 1 m ja kõrgus 2 m. Varrastatud kala pannakse raamidele, mis kambris asetsevad neljas reas ülestikku. Sõltuvalt kala mõõdetest on iga kambri ühekordne maht 2,5 kuni 5 ts. Ühes ja samas kambris toimub kala tahendamine ja suitsutamine. Tahendamise protsessi ajal asetatakse õhu ühtlaseks jaotamiseks kambris kalade kohale auklik vineerist plaat (joonis 17). Tahendatakse sooja õhuga, mis kambrisse antakse ventilaaatori abil. Kuiv õhk pumbatakse läbi pealmise avause *A*, niiske õhk eemaldub läbi alumise avause *B*. Suits tekitatakse erilises ahjus, mis asub kõrvuti suitsutamiskambriga. Ahjul on kaks küttekollet, mis on asetatud teineteise peale; alumine — puude jaoks, peamine restiga — saepuru jaoks. Suitsugaasid väljuvad läbi rea aukude suitsujuhtme *B* kaudu suitsutamiskambrisse, uhuvad kala ja läbitöötatud suits väljub kambrist rea teiste aukude kaudu.



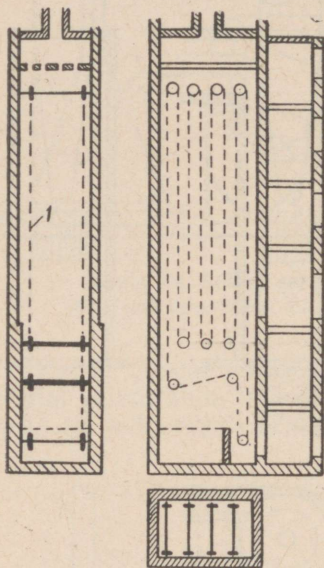
Joonis 16. Ežektor-sädemetekustutaja.



Joonis 17. Leningradi tüüpi suitsutamiskambrid.

Suitsutamiskambrite uste kohale seatakse üles kummid, mille kaudu juhatakse välja uste vahelt tsehhi ruumidesse tunginud suits.

**Torni tüüpi kambrid** on laialt levinud lihatööstuses lihatoodete suitsutamisel. Torni tüüpi kamber ehitati Mikojani nimelises



Joonis 18. Torni tüüpi suitsutusahi:

1 — lõpmatu kett.

Moskva kalakombinaadi suitsutamistööstuses 1938. aastal. Kamber kujutab endast šahti, mille kõrgus on 5 korrust ja aluse pind 30 m<sup>2</sup>. Kambris liiguvad kaks lõputut plaat-ketti, mis teevad kaheksa ringi. Ketid, mis asuvad teineteisest 2,5 m kaugusel, pannakse liikuma kuueharuliste tähthammasrataste abil 8 kW võimsusega elektrimootori poolt. Keldrikorrusel asub kütmise kamber, mis on suitsutamiskambrist eraldatud metallist võrega (joonis 18).

Sahti külje seintele on üles seatud soojendusaparaadid, mis tagavad kambris vajaliku suitsu temperatuuri. Šahti ülemisesse osasse on üles seatud väljatõmbe korsten.

Keti liikumise kiirusega 1,2 m/min. läbib kala šahti mitu korda ülevalt alla ja alt üles ja sellepärast valmistoode väljub kambrist kvaliteedilt ja niiskusest ühtlasena. Torni tüüpi kambrites

suitsutatakse suuri kalu. Nende kalade üldine suitsutamise kestus on 3 ööpäeva. Kambriga ööpäevane tootlikkus on 30 ts kalu. Saja tsentneri valmistoote kohta kulutatakse 30 ts saepuru ja 4 ts puid.

**Pakkimise osakond.** Pakkimise osakonna alla võetakse kuiv, soe ja valge ruum laiusel 8–10 m ja pikkusega 15–25 m. Pool ruumi pindalast võetakse kala sorteerimise ja taarasse pakkimise jaoks. Olenevalt tööstuse suuruselt seatakse üles 2–3 sorteerimislaua, mille igaühe mõõted on 1,5×2,5 m, ja tugipuud, millele asetatakse latid suitsukaladega. Teine pool ruumist võetakse pakkimise, valmiskauba kastide kaalumise ja markeerimise ning vagunipartii formeerimise alla.

### Pooltoode suitsutamiseks

Standardi kohaselt suunatakse külmsuitsutamisele I ja II sordi soolakala, samuti ka mitte alla I sordi toorkala, jahutatud ja külmutatud kala.

Parema kvaliteediga valmistoode saadakse, kui suitsutamisele suunatakse kala soolasisaldusega mitte üle 12%. Tugevalt soolatud kala nõuab pikaajalist leotamist, mis põhjustab lahustuvate lämmastikainete üleliigset kadu; peale selle denatureerib kala suur soolasisaldus liha valgud — kõik see vähendab valmistoote maitse- ja toiteomadusi.

Kui suitsutamisele suunatakse kalu, mille kõige paksemad kehaosad on puudulikult sooldunud, siis võib kala vinnutamise ja suitsutamise protsessis rikneda.

Suitsutamistsehhis tuleb, vastavalt GOCT 1368-55, kala enne hästi sorteerida kvaliteedi, sooluse ja mõõdete järgi.

### Kalade lahkamine

Lahkamise ülesanne on kala parem sooldumine ja ühtlasi kiireltriiknevate, söögiks kõlbmatute osade kõrvaldamine.

Roogitud ümarkalaks lahkamisel lõigatakse kala kõht lahti kuni pärakuavauseni. Lõige tehakse keskelt rinnauimede vahelt. Kogu sisikond, sealhulgas ka suguproduktid, kõrvaldatakse kõhuõonest ja see puhastatakse veretükkidest ning kilest.

Balõkiks (seljatükiks) lahkamisel lõigatakse kalal pea ära ja siis kõhutükk, alates pea juurest kuni pärakuavauseni 0,5—1,5 sm altpoolt selgroogu. Seljauimed lõigatakse ära ja kala puhastatakse sisikonna ning veretükkide jäänustest.

Mõnikord kõrvaldatakse kalal enne suitsutamisele suunamist lõpused läbi lõpuspilude.

Väike kala sooldub kiirelt ja seda suitsutatakse harilikult lahkamatult. Suur kala enne soolamist lahatakse roogitud ümarkalaks või roogitud peata kalaks. Mõned kalaliigid enne suitsutamist lahatakse balõkiks (seljatükiks).

Lahkamatult suitsutatakse: barabuljat, beloglazkat, voblat, nurgu, teibi, kefaali, särge, vimba, räabist, heeringat, siiga, abakala, skumbriat, aasovi-mustamere stavriidat, mereviidikat, nugakala, räime, kilu.

Roogitud ümarkalana või roogitud peata kalana suitsutatakse: lutsu, rahnkala, säga, karpkala, süsikat, turska, poislast ja haugi.

Seljatükiks (balõkiks) lahatakse: mereahvenat, säga, turska ja poislast.

Ülejäänud kalad, olenevalt kohalikest tingimustest, võivad minna suitsutamisele lahatult kui ka lahkamatult.

### Kalade leotamine

Kalade leotamine on kohustuslik. Leotatakse nii tugevalt kui ka nõrgalt soolatud kalu. Tugevalt soolatud kala leotamine on pikaldane ja selle eesmärgiks on tunduvalt alandada soolsust kogu kala lihas. Nõrgalt soolatud kala leotamine on lühiajaline ja selle eesmärgiks on kala nahkkatte soolsuse vähendamine, sest vastasel korral peale suitsutamist kristalliseerub sool kala pealispinnale. Kala pealispinnale ilmunud sool mitte üksnes ei riku kala välisilmel, vaid soodustab ka toote niiskumist, kui seda säilitatakse õhus suhtelise niiskusega üle 75%.

Kala leotamine on vastutusrikas protsess. Puudulikult leotatud kala annab suure soolsusega valmistoote. Vaatamata kala heale kvaliteedile loetakse suure soolsusega toode II sorti. Kala hoidmine vees üle normaalse aja alandab tema kvaliteeti. Kala kõht muutub vesiseks ja pehmeneb tugevasti, soomus langeb kergesti ära. Toimuvad suured toitainete kaod ja suitsukala liha muutub kõvaks ja kiuliseks.

Kalade leotamine toimub magedas vees.

On olemas kaks leotamise viisi:

- a) kalade leotamine ülesriputatult lattidele;
- b) kalade leotamine lahtiselt.

Latid kaladega asetatakse metallraamidele ja viimased lastakse vanni veega.

Sel leotamise viisil, mida soovitatakse lahkamatult suitsutamisele suunata kalade puhul, on järgmised eelised:

- 1) on võimalik mehhaniseerida vanni täitmise ja tühjendamise protsesse ja järgnev suitsutamiskambrite pidev töö;
- 2) leotamise kiirus suureneb, sest vesi puutub kokku kogu kala pinnaga;
- 3) ühe raami peal toimub kõigi kalade ühtlane ligunemine, sest leotamisvanni vesi muutub ainult veidi soolasemaks.

Ülesriputatult leotatakse kala suurtes suitsutamistööstustes, kindlustades sealjuures tööstuse töö jooksva lindi meetodil.

Lahtiselt leotatakse kalu varrastatult või lükitult nõõrile.

Kalade lahtiselt leotamiseks kasutatakse vanne kõrgusega 0,7—1 m, mahuga 1,5—2 m<sup>3</sup>. 10—20 sm kõrgusel vanni põhjast ehitatakse puust rest, millele pannakse kala 0,5—0,7 m paksuse kihina. Varrastatud kala leotamisel on kala ja vee suhe harilikult

1 : 2, lahtiselt leotamisel aga 1 : 1. Vett vahetatakse vannis mitte harvem kui üks kord vahetuses. Iga kuue tunni pärast tehakse leotamises vaheaeg 2 tunniks, kallates vee ära või tõstes kala veest välja. Leotamise vaheaegadel toimub kala lihas soola ümberjaotus. Vanni täitmisel veega asetatakse kalade peale puust kilp, muidu uhub vesi ära kala soomuse.

Leotamise kestus sõltub kala mõõdetest ja tema soolasisaldusest, samuti ka vee temperatuurist.

Leotamise protsessis ei tohi vee temperatuur olla kõrgem kui 12°. Talvisel ajal leotamisruumi kütakse ja vett soojendatakse. Suvel, vastupidi, vett jahutatakse jääga.

Vesi tuleb vanni kallata nii, et ta kataks kala pinna mitte rohkem kui 1 sm paksuse kihina. See soodustab kalade ühtlasemat ligunemist pealmises kihis.

Vannis, pealpool kalakihti asetsev vesi avaldab ligunemise ühtlusele mitte positiivset, vaid pigemini negatiivset mõju. Allpool resti kihti asetsev vesi avaldab ainult positiivset mõju.

Kalade leotamine, sõltuvalt sordist, lõpetatakse, kui kala liha sisaldab soola järgmiselt (%-des):

kõrgem sort	3,5—6,5
I „	3,5—7,5
II „	3,5—10

Tabelis 27 tuuakse 14—18% soola sisaldava kala leotamise näitlikud ajad.

Tabel 27

Leotamise kestus (tundides)	Sortiment
14—16	Vobla, nugakala, kefaal
20—30	Latikas, kutum, tõugjas, tursk
35—40	Koha, säga, haug
40—50	Heeringas, keta, gorbuša

Leotamise protsessis, sõltuvalt mõõdetest ja protsessi kestusest, suureneb kala kaal 6—18%. Madalama temperatuuri, järelikult ka pikema ligunemise aja kestel võtab kala kaalus juurde suurema protsendi.

Suurem hulk soola eraldatakse esimese vahetuse vee perioodil. Katsed näitasid, et neljakordsel vee vahetamisel eraldus soola esimeses vahetuses 50%, teise vahetuse kestel 25%, kolmanda — 15% ja neljanda vahetuse kestel 10% kogu soolast, mis ekstraheeritakse kalast.

Et kujutleda vee tungimist kala lihasse ja soola eraldumist

kala kudedest, vaatleme leotamisel kala kudeses toimuvaid histoloogilisi muutusi.

Oma anatoomilise ehituse poolest koosneb kala mitmesugustest kudetest ja nende poolt moodustatud organitest.

Kala nahk koosneb kahest kihist: õhukesest välimisest kihist — epidermisest ja põhilisest tugevamast seesmisest kihist — dermast. Epidermis on väga nõrk ja seisnud kalal, seda enam soolatul, harilikult langeb või hõõrdub ära. Derma koosneb vastastikku ristuvatest kollageensetest kiududest.

Lihaskude, mis kulgeb peast kuni sabauimeni, jaotatakse sidekoest vaheseintega reaks üksteise järel asetatud osadeks. Need, septideks nimetatud, sidekoest vaheseinad koosnevad kollageensetest niidikestest, mis suunduvad kala pinnalt selgroo juurde.

Kollageenniidid, mida nimetatakse peremüüsiümiks (lihaskestaks), seovad lihaskiudude vahed ja samuti moodustavad ka tunduva nahaaluse kihi.

Seda, mis asub kahe septi vahel, nimetatakse müotoomiks (lihaskõiguks). Müotoom koosneb lihaskoest. Septe pidi tulevad iga müotoomi juurde vere- ja lümfisooned, mis hargnedes kapillaarideks tungivad üksikute lihaskiududeni.

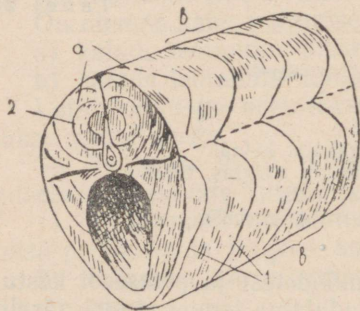
Leotamise protsessis tungib vesi järkjärgult läbi naha elementide ja nahaaluse rakuskoe, kust ta peamiselt septide kollageenkiudude ja peremüüsiümi (lihaskesta) kaudu tungib edasi lihaskoe sügavatesse kihtidesse.

Toimub naha kollageeni tursumine ja septide ning peremüüsiümi ruumi täitumine veega.

Tungides mööda septi ja peremüüsiümi kiude, küllastub niiskus järkjärgult soolaga, mis samade teede kaudu difundeerub kala pinnale.

Kudede histoloogilist struktuuri kalade suitsutamisel õppis tundma VNIRO töötaja sm. Bromlei.

Joonistel 19 ja 20 on näidatud vobla lihaskoe histoloogilised lõiked ja 4-tunnise leotamise mõju soolasele voblale. Välimisesse kala liha kihti, kuni 5 mm sügavusesse, tungis vesi koesse maksimumini laienenud pooride kaudu (joonis 20).



Joonis 19. Kalade koe struktuur:

*a* — sidekoest vaheseinad; *1* — septid; *2* — peremüüsiüm; *b* — müotoomid.

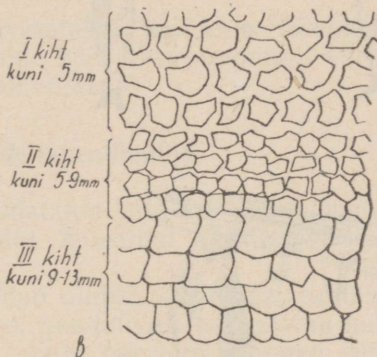
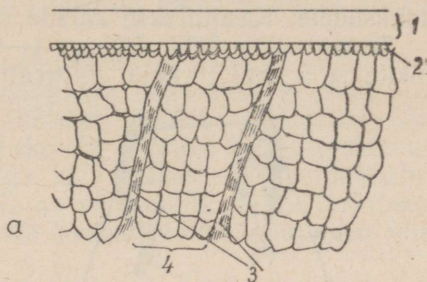
Teise, keskmisesse kihti, sügavusega 5 kuni 9 mm, tungis vesi lihaskoesse vähemal määral. Poorid on osaliselt laienenud. On olemas rakkude poolt tiheidalt kokkusurutud osasid, mis on selle tunnuseks, et nendes lihaskoe osades puudub vesi.

Väline niiskus pole veel tunginud kolmandasse sügavasse kihti, mis asub pealispinnast 9 kuni 13 mm kaugusel.

Leotamise protsessis kallatakse vesi vannist perioodiliselt ära ja kala jäetakse soolsuse ühtlustamiseks mõneks ajaks ilma veeta. Sel juhul välimises kihis asuvad laienenud poorid vähenevad ja niiskus läheb nendest koe sügavamatesse kihtidesse ning küllastab peremüüsi. Samaaegselt toimub niiskuse difusioon lihaskiudude rakkudesse. Kuid difusioon läbi kesta toimub tunduvalt aeglasemalt kui rakkudevaheliste ruumide küllastamine.

Leotamise protsessis eraldatakse kalast peale soola ka lämmastikaineid. Tugevalt soolatud kala lämmastikainete kadu on VNIRO andmetel protsentides esialgsest sisaldusest järgmine:

leotamisel lahtiselt . . . . .	8—15
lattidele riputatud kala leotamisel . . . . .	25—30.

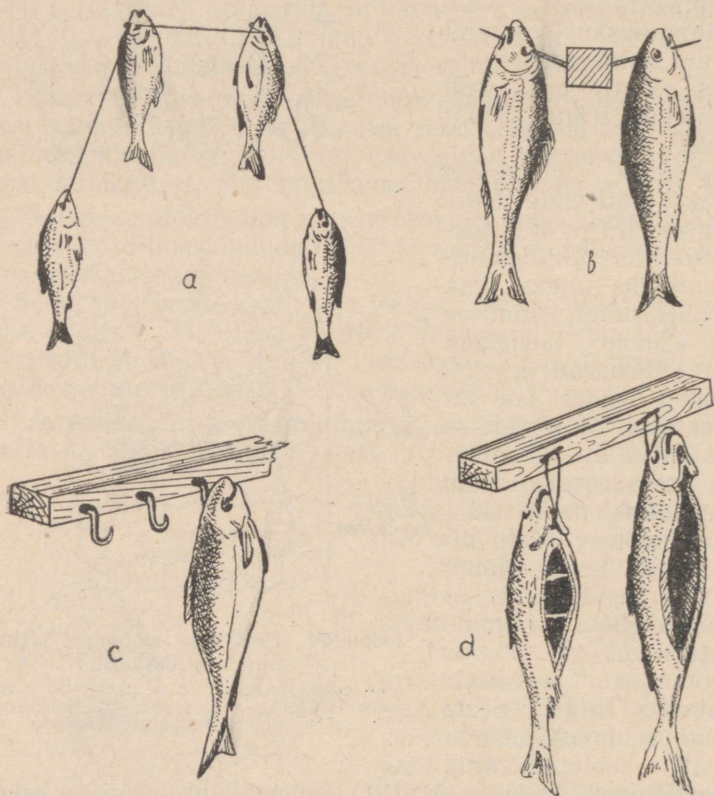


Joonis 20. Leotamise mõju koe histoloogilisele struktuurile:

a — enne leotamist; 1 — nahk; 2 — nahaalune rakkude; 3 — septid; 4 — müotoomid;  
 b — pärast 4-tunnilist leotamist.

## Kalade ülesriputamine ja sidumine

Harilikult riputatakse kalad varrastele või lattidesse löödud konksudele. Kasutatakse kalade sidumist ja nõõrile riputamist. Terasvardale, läbimõõduga 4—6 mm ja pikkusega 0,5—0,6 m, lükatakse 5 kuni 10 kala, sõltuvalt nende mõõdetest (joonis 29).



Joonis 21. Kalade ülesriputamise ja sidumise moodused:

*a* — ülesriputamine nõõrile; *b* — ülesriputamine ühepoolsetele sirgetele naelte; *c* — ülesriputamine ühepoolsetele konksudele; *d* — kalade sidumine.

Sirgete naelte otsa torgatakse kala kuklaluud pidi, konksude otsa riputatakse kala läbi silmade, vastavalt skeemile *b* ja *c*, joonis 21.

Suurte mõõdetega kalu (muksum, keta, valitud karpkala) seotakse peast kokkutõmmatud aasaga, vastavalt skeemile *d*, kuna

säga küljetükk õmmeldakse tüki otsast nõelaga läbi ja seotakse aasaga.

Mereahven ja muud balõkiks lahatud kalad seotakse kokkutõmmatud aasaga sabapidi.

Kalade nõõrile lükkimine toimub nõelaga. Suured kalad lükitakse kahekaupa, niisuguse arvestusega, et kummalegi poole latti jääb üks kala. Väikesi kalu, näiteks, voblat riputatakse üles 4 kaupa, nagu see on näidatud skeemil *a*, jättes üksikute eksemplaride vahele teatud vahe. Iga kala seotakse kokkutõmmatud aasaga. Nõõrile lükkimise viis on vähetootlik ja see tõrjutakse välja täielikuma — varrastele või konksudele ülesriputamise viisi poolt.

Suure roogitud kala konksule riputamisel või sidumisel pannakse kõhuõõnesse, selle lahtihoidmiseks, tikud pikkusega 5—7 sm ja laiusega 1 sm.

Paremaid tagajärgi saavutatakse, kui kala riputatakse üles enne leotamist, sest ligunenud kala ülesriputamisel variseb rohkem soomuseid ja langeb tööviljakus.

### Kalade tahendamine

Enne suitsutamist tahendatakse kalu kas vabas õhus nagidel või erilistes kuivatusahjudes kunstliku ventilatsiooni kasutamise-ga.

Kala tahendamine avaldab olulist mõju järgnevatele töötlemisprotsessidele. Nii näiteks, puudulikult tahendatud kala viibib kauem suitsutamiskambris, mille tagajärjel langeb suitsutatud kala väljalase.

Ületahendatud kala omandab halvasti suitsutatud toote värvuse ja lõhna.

Kalu tuleb nii tahendada, et järelejäänud niiskus oleks jaotatud ühetasaselt, et õige tahendamise tagajärjel kala ei deformeeruks ja edaspidises suitsutamisprotsessis ei puruneks, ei kukuks varrastelt jne.

Suurte mõõdetega kaladel avatakse nagidele riputamisel lõpusekaaned, sest «toorete lõpuste» puhul tuleb pikendada suitsutamisprotsessi. Sõltuvalt ilmastiku seisukorrast ja aasta-ajast kõigub kalade vabas õhus tahendamise kestus 1 kuni 4 ööpäevani. Aasta I kvartalis täheldatakse madalat temperatuuri ja õhu suurt suhtelist niiskust. Sel perioodil toimub kalade minimaalne taहनemine ja neid hoitakse nagidel pikemat aega. I kvartalis kaotab kala nagidel tahendamisel vähem niiskust, kui ta seda omandab leotamise protsessis.

Kalade nagidel hoidmise minimaalne aeg on kuumal aastaajal. Sel perioodil kaotab kala tahendamisel rohkem niiskust, kui ta seda omandas leotamise protsessis. Kuumal aastaajal tuleb kalad nagidele riputada õhtul.

Nagidel kuivatamise protsessis kaotab kala enda kaalust 5 kuni 20%. Kala tahendamise lõpp määratakse organoleptiliselt, kala pealispind peab olema kuiv ja liha veidi tihenenu.

Tunneli tüüpi kambrites toimub kalade tahendamine raamidesse või vagonettidesse asetatud lattidele. 1,8 m kõrgusesse vagonetti riputatakse kala harilikult 5—6 rida üksteise kohale.

Vagonetid kalaga, läbinud duši ja sellele järgneva veepiiskade 2-tunnise kestusega nõrgumise kala pinnalt, pannakse kuivatustunnelitesse. Kalu tahendatakse vastuvoolu meetodil, teisiti öeldes, vagonettide liikumine toimub õhu liikumisele vastupidises suunas.

Iga kahe tunni tagant pannakse kuivatustunnelisse vagonett toore kalaga, samal ajal võetakse kambri vastaspoolsest otsast välja vagonett tahenenud kalaga.

Kuivatustunnelisse sattuv kala puutub kokku niiske õhuga; vagoneti edasi liikudes väljapääsu poole uhub teda kuivem õhk. Vastuvoolu meetodil toimub kala tahenemine ühtlasemalt.

Iga kalaliik vajab tahendamisel oma temperatuurirežiimi. Nii näiteks, vobla tahendamiseks antakse kuivatamistunnelisse õhku temperatuuriga 26—28°. Selle temperatuuri juures on kambri tungiva õhu suhteline niiskus kuumal aastaajal 50—60% ümber ja külmal aastaajal 30% ümber.

Õhk, läbides kaladega vagonette, järkjärgult niiskub ja jahutub. Kuivatamiskambri väljub õhk niiskusega 70—75% ümber ja temperatuuriga 18—24°. Kala tahendamise protsessis imab õhk niiskust ja selle tõttu tema kaal muutub.

Kuuma õhuga kuivatamiskambri tungiv soojus kulutatakse kalast niiskuse väljaaurutamiseks, tahendatava kala, transportivahendite ja läbitöötatud õhu kuumendamiseks ning, lõpuks, osa soojust kaob kambri ümbritsevasse õhku.

See soojuse kulu tehakse kindlaks vastava arvutusega.

Mõnedes kaspia suitsutamistööstustes tahendatakse kalu ventilaatori perioodiliselt töötades — pärast iga kolme tunni tööd peatatakse ventilaator 1 tunniks. Vaheaeg ventilaatori töös on vajalik kala pealispinna kihtide üleliigse tahenemise vältimiseks.

Sellise režiimi juures on vobla tahendamise kestus 16 tunni ja latika — 20 tunni ümber.

Tahendamisel kaotab kala 20% ümber leotatud kala kaalust või 10% soolase pooltoote kaalust.

Enne tahendamist on vobla või latika liha niiskus harilikult 65—70% piirides, peale tahendamist alaneb liha niiskus kuni 58—63%.

Kuivatamiskambrites algtemperatuuri vähendamiseks ja tingimuste loomiseks igal aastaajal töötamiseks praktiseeritakse laialt kalade tahendamist nii, et osa läbitöötatud õhku pöördub (retsirkulatsioon) uuesti kuivatamiskambrisse.

Tagastatud läbitöötatud õhuga kalade tahendamise väärtus seisab selles, et tagastatud õhu hulga suurenedes langeb tahendamisagendi algtemperatuur, millel on suur tähtsus rasvaste kalaliikide tahendamisel. Õhu retsirkulatsioon on kasulik ka sel korral, kui on vaja kalu tahendada niiskemas õhus, võrreldes sellega, mis saadakse pärast vastavat kuumutamist kuni välisõhu temperatuurini.

### Kalade suitsutamise viisid ja võtted

Kalade suitsutamise protsess on tootmise kõige vastutusrikam moment. See protsess avaldab mõju tsehhi tootlikkusele ja valmistoote väljalaskele vastavas kvaliteedis ja koguses.

Suitsutamisprotsessile avaldab otsustavat mõju suitsu kvaliteet, ja nimelt: temperatuur ja suhteline niiskus, samuti ka pihustus ja keemiline koosseis.

Kalade külmsuitsutamise protsessis toimub kütuse puudulik põlemine, mis määratakse suitsu keemilise koosseisuga. VNIRO andmetel sisaldab suits tunneli tüüpi suitsutamiskambrites mahu järgi 0,25 osa süsihapet ja 0,75 osa süsinikoksüüdi. Sellise suitsu koosseisu juures väheneb saepuru põlemiseks vajalik õhu kulu, samuti järsult alaneb ka kütuse soojuse tekitamise võime.

Suitsu temperatuur ei tohi reeglipäraselt keskmise rasvasusega kalade suitsutamisel ületada 40° ja rasvaste kalade suitsutamisel 25—30°.

Suitsutamise esimesel päeval, kui kala sisaldab palju niiskust, ei tohi temperatuuri kambris tõsta maksimumini. Toote kvaliteedile avaldavad mõju keskkonna kõrge temperatuur ja kalas sisalduva niiskuse suur kogus. Toimub valkude denatureerumine soojuse mõjul ehk nagu räägitakse, «toimub kala ülekuumenemine».

Voblal toimub liha «ülekuumenemine», kui esimesel suitsutamise päeval temperatuur tõstetakse kuni 40°.

Suitsutamisprotsessi lõpul, kui vobla sisaldab vähe niiskust, kannatab ta kuiva suitsu atmosfääris temperatuuri üle 40° ilma kvaliteedi languseta.

Suitsutamisprotsessis kala valmib, imbub läbi suitsu aromaatilistest ainetest ja taheneb. Tahenemise protsess kulgeb väga aeglaselt, kui suitsu suhteline niiskus tõuseb üle 75—80%. Mida kõrgem on suitsu temperatuur, seda suurem on selle niiskuse mahutavus, s. t. seda rohkem niiskust võib see suits kalast eraldada.

Et suitsu suhteline niiskus ei oleks väga kõrge, peab tähelepanu pöörama kambri ventilatsioonile.

Need kolm tegurit — temperatuur, suhteline niiskus ja ventileeritava suitsu hulk, võimaldavad nende õige vahekorra puhul välja lasta heade kvaliteedi näitajatega suitsutatud toodet.

Suitsu temperatuuri reguleeritakse põletatava kütuse hulgaga ja põletamise viisiga, samuti ka ventilatsiooni siibritega.

Kalaturustuse Peavalitsuse ettevõtetes suitsutatakse kalu natuke teisiti kui tööstusliku kalapüügi rajoonides. Kalaturustuse Peavalitsuse tehastes täidetakse suitsutamiskambriid võimalikult tihedalt, kuid nii, et üksikud kalad kokku ei puutu. Kalad riputatakse üles 3—8 realt ülestikku. Üksikute ridade vahe on lubatud 25—30 sm. Vahemaa kambri põrandast kuni kalade esimese reani on harilikult 1,2 kuni 1,5 m. Kalade mahutatavus suitsutuskambri pinnale sõltub kalade mõõdetest ja see on erinevate liikide puhul erinev. Tabelis 28 on toodud andmed, mis iseloomustavad kalade mahutatavust suitsutamiskambri kasuliku pinna 1 m<sup>2</sup> (kilogrammides).

Tabel 28

Ohe kala kaal (g-des)	100—150	200—300	400—600	üle 1000
Soomkala (konksudel)	75	100	125	200
„ (nööri)	—	—	100	150
Lõhilased konksudel	—	90	100	180
„ nöiril	—	70	80	150
Heeringas konksudel	90	130	180	230
Tuurlased ja valgelõhi	—	—	—	230—240

Praktikas on kindlaks tehtud, et suitsutamise algul on vaja võimalikult kiirelt kala soojendada kuni temperatuurini 25—28°. Sel otstarbel asetatakse laastud kambri väikeste hunnikutena, läbimõõduga 0,5 m ja kõrgusega 10—15 sm ning need süüdatakse. Laastude põlemisel avatakse täielikult väljatõmbekorstnate ja ventilatsiooni õhuaknakeste siibrid. Jälgitakse, et kütus ei

hakkaks väga tugevasti põlema ega annaks suurt leeki, sest siis võib rikkuda kala. Olenevalt kütuse niiskusest ja hunnikute mõõdetest põlevad laastud ära umbes 40—60 minutiga. Laastude põletamine toimub pidevalt 4—6 tunni kestel.

Pärast seda, kui kala on kuumenenud ja vajalikult tahenenud, toimub pärissuitsutamine.

Suitsutamiseks pannakse suitsutamiskambri põrandale laastud ümmarguste hunnikute kujul, läbimõõduga 0,7 m ja kõrgusega 10 sm, hunnikute pealispind tehakse rõhtne. Laastude peale puistatakse 3—5 sm paksune saepuru kiht. Laastuhunnik süüdatakse 3—4 kohast. Ventilatsiooni õhuaknakeste ukсед pannakse täiesti kinni ja ventilatsioonitorude siibrid lükatakse kinni üle poole. Kui alumises saepuru kihis asetsevad laastud ja kui süüdatakse mitmest kohast, siis põleb kütus 6—8 tunni kestel ära, mispeale pannakse uus kogus kütust. Suitsutamisprotsessis pärast iga süütamist suureneb kütuse põlemise rinne ja suitsu temperatuur kambri tõuseb, edasi, selle järgi, kuidas laastud ja saepuru ära põlevad, langeb suitsu temperatuur ja selle suhteline niiskus tõuseb.

Suitsutamisprotsessi lõpul, kui kambri on suure niiskusega paks suits, avatakse väljatõmbekorstnate ja ventilatsiooni õhuakende siibrid. Pärast kütuse ärapõlemist ja niiske suitsu kambri kõrvaldamist süüdatakse kütus uuesti.

Niisiis, kehtiva viisi järgi kütust asetades ja seda põletades põletatakse kütust ööpäeva kestel 3—4 korda.

Alguses suitsutatakse temperatuuri juures 20—28°. Järgneval kütuse põletamisel tõuseb temperatuur kuni 32—36°. Lahja ja keskmise rasvasusega kala suitsutamisel soovitatakse suitsutamise viimasel etapil suitsu temperatuuri hoida 38—40° piirides.



Joonis 22. Saepuru asetuse skeem suitsukambrites.

Suitsutamisprotsessi kestel reguleeritakse suitsu tõmmet ventilatsioonitorudes. Kui suitsu on vähe, siis lükatakse torudes siibrid koomale, paksu suitsu ja saepuru nõrga põlemise puhul tõmmatakse ventilatsioonitorude siibrid rohkem lahti.

Kalade suitsutamise ajad (tundides), kaasa arvatud kambrites tahendamise aeg (tabel 29), määratakse kindlaks kehtivate tehnoloogiliste juhenditega.

Nimetus	Kaal kuni 250 g	Kaal 250—500 g	500 kuni 1000 g	Üle 1000 g
Soomkala . . . . .	48	60	68	72
Lõhilased . . . . .	—	50	60	65
Heeringas . . . . .	36	40	44	48
Tuurlased . . . . .	—	—	—	72
Valgelõhi . . . . .	—	—	—	72

Natuke teistmoodi suitsutatakse kalu Kaspia veekogu kala-tööstustes. Kütusena kasutatakse ainult saepuru. Saepuru asetatakse kambri põrandale ümmarguste või pikerguste hunnikutena, arvestades ühe hunniku 2,5 m<sup>2</sup> kambri pinnale. Pikerguse kujuga hunnikute pikkus on kuni 1 m, laius 30—50 sm ja kõrgus 20—30 sm, hunniku ristlõige — kolmnurk. Ümmarguse kujuga hunnikud asetatakse mõnel juhul paarikaupa ja nende vahele tehakse saepurust sillake, nagu see on näidatud joonisel 22.

Igaks hunnikuks kasutatakse saepuru: kuumal ajal 3—5 kg, külmal ajal 5—7 kg.

Keskliste mõõdetega kambrisse, pindalaga 40 m<sup>2</sup>, pannakse saepuru: kuumal aastaajal 50—60 kg, külmal aastaajal 120—160 kg.

Kui saepuru asetatakse pikerguste hunnikutena, siis süüdatakse need küljelt. Saepuru põlemine toimub väikesel rindel, mis võrdub hunniku ristlõikega. Sealjuures täheldatakse kambri temperatuuri järkjärgulist tõusu, maksimumiga 8—10 tunni pärast.

Saepuru ümmarguselt asetamisel ja keskelt süütamisel toimub kütuse põlemine kogu koonuse ringil, selle tagajärjel saepuru põlemise rinne suureneb, kutsudes esile temperatuuri kiire tõusu. Saepuru põleb kiiremalt, kui ta on asetatud ümmarguste hunnikutena. Seda põletamise viisi kasutatakse siis, kui on vaja kala tahendada.

Välisõhu võrdse temperatuuri juures kulutatakse väikeste mõõdetega kalale saepuru rohkem.

Põhja-Kaspia kala-tööstustes suitsutati kuni 1950. aastani kalu riputades need üles kahelt realt ülestikku. VNIRO katsetöödega, samuti ka meistrite-novaatorite Barjagini, Bagramovi jt. poolt on välja töötatud ja edukalt kasutamisel kalade 3—4 realt suitsutamise viis, kusjuures suitsutamiskambrite tootlikkus tõuseb tunduvalt väljatõmbekorstnate «Tsagi» deflektoritega täiendava sisustamise arvel.

Põhja-Kaspia rajoonis kõigub toote väljatulek suitsutamiskambri 1 m<sup>2</sup> keskmiselt 12 kuni 24 kg. Kalade mitmelt realt üles-

riputamise ja täielikuma suitsutamise režiimi kasutamise tagajärjel tõuseb suitsutamiskambrite tootlikkus 2—3 korda.

Suitsutaja-meister Volkov tegi ettepaneku asetada vardad kaladega mitte lattidele, vaid terastrossidele, mis on tugevasti pingutatud kambri ülemises osas. Selle tagajärjel kambrite tootlikkus suurenes 15% võrra kambri ratsionaalse ärakasutamise arvel.

V. L. Agejevi poolt ette pandud nii nimetatud «kardinad» kaladega varraste ülesriputamiseks võimaldavad kalu suitsutada kolmelt realt ülestikku.

Suitsutaja-meister A. N. Bagramov täiendas neid «kardinaid», asetades konksud kahele poole, mitmesugusele kaugusele vardast ja suurendas sellega kalade mahutavust suitsutamiskambrisse.

Suitsutaja-novaator Novikov muutis 1951. aastal Bagramovi «kardinaid», mis parandas kalade ülesriputamise tööd ja vähendas terastrosside arvu, millele «kardinad» üles riputati. Joonisel 23 on toodud «kardinate» skeem, mis iseloomustavad kalade ülesriputamist.

Aasovi-Mustamere kalatöötlemise basseinis töötasid Odessa suitsutamistööstuse eesrindlased-novaatorid välja ja kasutavad eduga uut tarani (aasovi-mustamere särje) külmsuitsutamise viisi, mis lühendab kala suitsutamise aega 2 korda.

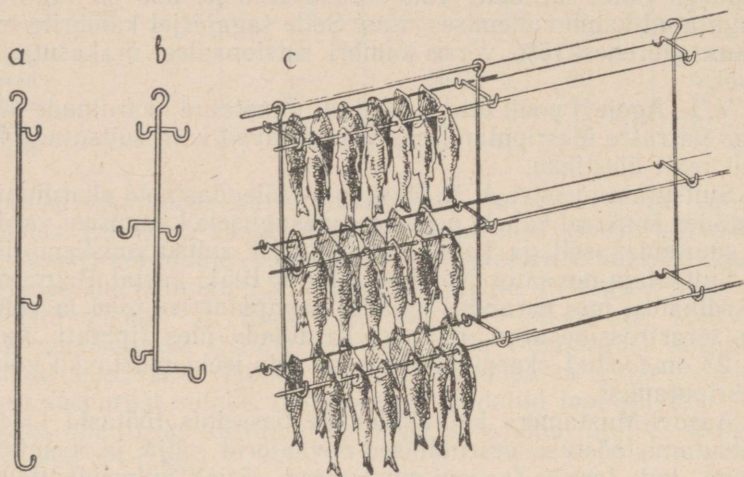
Kalade suitsutamise protsessi kiirenemine ja tööstuskulude vähenemine toimub kalade eelneva tahendamise likvideerimise ja kambrites kõrgendatud temperatuuri juures lühendatud suitsutamise režiimi kasutamise arvel. Suitsutamise protsess viiakse läbi nelja perioodiga (tabel 30).

Tabel 30

Suitsutamise periood	Suitsutamise kestus (tundides)	Temperatuur kambris (C)
Esimene . . . . .	4—5	33—35
Teine . . . . .	5—6	35—38
Kolmas . . . . .	9—10	38—40
Neljas . . . . .	10—11	40—45

Pisut teist teed läksid Leingradi kalakombinaadi novaatorid (suitsutaja V. F. Jegorov ja tehnoloog J. S. Gromova) — nad lühendasid kalade külmsuitsutamise üldist tsüklit 30% võrra. Selle meetodi järgi esimene operatsioon — vobla vinnutamine väljaspool ahju — kestab 24 tunni asemel ainult 3 tundi; teine

operatsioon — kalade tahendamine ja suitsutamine ahjus kestab 48 tunni asemel 24 tundi; kuid kala, pärast ahjust välja võtmist, hoitakse kudede tugevnemiseks nagidel 3 tunni asemel 24 tundi.



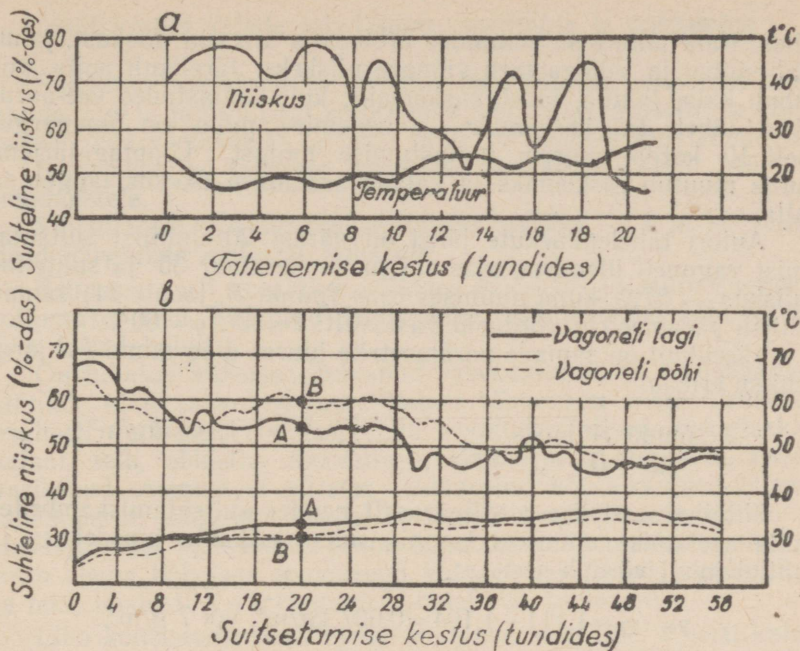
Joonis 23. Kambrites kalade ülesriputamiseks kasutatavad «kardinad»: *a* — Agejevi süsteemi kardinad; *b* — Bagramovi süsteemi kardinad; *c* — kala Bagramovi süsteemi kardinalel.

Vobla külmsuitsutamise üldine protsess lüheneb 75 tunnilt 51 tunnini. Samuti kiireneb latika, heeringa ja tuurlaste külmsuitsutamise tootmistsükkel. Sealjuures vähenevad suitsutamise tehnoloogilised kaod 3% võrra.

Põhilised näitajad, mis iseloomustavad tunneli tüüpi mehhaniseeritud tööstustes kalade tahendamise ja suitsutamise kestust, on graafiliselt näidatud joonisel 24.

Nagu graafikust nähtub, on suitsul kõige suurem suhteline niiskus tunneli alguses, kus asetsevad kolm esimest vagonetti. Tunneli lõpu poole niiskus harilikult järk-järgult langeb. Graafiku muutumisel on laineline iseloom. See oleneb sellest, et vagonetid, liikudes tunnelis, paigutatakse kordamööda kord küttekolde peale, kord küttekollete vahele.

Suitsutamistunnelites täheldatakse samuti mitmesuguseid suitsu voole, nii horisontaalses kui ka vertikaalses suunas. Üleval, päris kambri lae all, liigub suits 30 sm kihina horisontaalses suunas. Peaaegu kambri keskel suits hargneb, üks osa suundub kambri esimesse poolde, kuna teine osa liigub kambri teise poolde

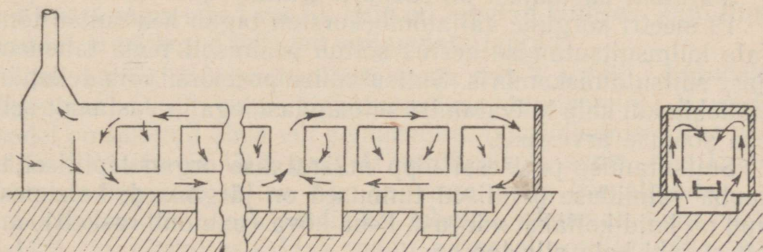


Joonis 24. Kalade tahendamise ja suitsutamise põhilised soojustehnilised näitajad mehaniseeritud tehastes.

a — tunneli tüüpi kuivatamiskamber; b — tunneli tüüpi suitsutamiskamber.

väljatõmbekorstna juurde. Tunneli alumises osas, otse vagonettide all, liigub suits väljatõmbekorstna suunas, nagu see on näidatud skeemil (joonis 25).

Kaladega vagonettide tsoonis laskub suits ülevalt alla, vagonettide ja kambri seinte vahelises ruumis aga tõuseb suits alt



Joonis 25. Suitsutuskambris suitsu liikumise skeem.

üles. Kala annab suitsutamise protsessis ära osa niiskust, jahutab suitsu ja sellega teeb viimase niiskeks. Järelikult suits, mis uhub kala, jahtub, läheb raskemaks, kuid küllastudes vee-aurudest läheb ta kergemaks. Jahenemise mõju on ümmarguselt 10 korda suurem küllastumise mõjust. Lõpptagajärjena suits muutub raskemaks ja kalade asetamise tsoonis langeb ta alla.

Autori tähelepanekute järgi oli pärast 20-tunnulist suitsutamist vagoneti ülemises osas suitsu temperatuur  $35^{\circ}$  ja suhteline niiskus — 57%, kuna alumises osas (punkt B, joonis 24) samad suitsu parameetrid võrdusid vastavalt:  $t=33^{\circ}$ ;  $\varphi=60\%$ .

Järelikult on samade parameetrite juures diagrammi *I-d* järgi suitsu erikaal:

punkt A	jaoks	1,104 kg/m <sup>3</sup>
„ B	„	1,111 „

Niiviisi saadakse reeglipäraselt nendes suitsutamiskambrites kala asetamise alumises tsoonis suitsu erikaalu juurdekasv ja antud juhul võrdub see:

$$\gamma_2 - \gamma_1 = 1,111 - 1,104 = 0,007 \text{ kg/m}^3, \text{ või } 7 \text{ g/m}^3,$$

mis kutsubki esile suitsu laskumise.

Kalade pideva suitsutamise protsessi puhul pannakse saepuru kogu ööpäev, teatavatel ajavahemikkudel, umbes iga 5—6 tunni tagant. Saepuru pannakse küttekolletesse keldriruumis asetsevate koridoride kaudu. Põrandal asetsevatesse küttekolletesse pannakse saepuru kolme pikergust vormi hunniku kujul, mõõtega  $1,2 \times 0,3$  m ja kõrgusega 0,1—0,15 m. Põrandal asetseva küttekolde ühekordsel täitmisel on saepuru üldine kulu: kuumal ajal 10 kg, külmal ajal 15 kg.

Sõltuvalt aastaajast on saepuru erikulu 0,4—0,6 ts.

10 meetri kõrgune väljatõmbekorsten tagab hea suitsu tõmbe. Kala külmsuitsutamise kestus sõltub peamiselt tema tahenemise ajast suitsutamiskambris. Suitsutamise protsessi võib sellepärast vaadelda kui kala kuivatamist suitsugaasidega ja vastavalt sellele teha soojust arvestuse.

Suitsutamise protsessi lõpp määratakse organoleptilisel teel. Kauba valmiduse põhilised tunnused on järgmised: kala pealispind on kuld-kollakat värvust, keha kõva (paindub raskelt), maitset ei tohi kala olla toores.

## Suitsutatud kalade jahutamine, sortimine ja pakkimine

Suitsutamiskambrist väljavõetud kala viiakse pakkimise osakonda, kus ta jahtub kuni ümbritseva õhu temperatuurini ja alles pärast seda võetakse ta lattidelt ning antakse sortimislaudadele.

Sorditakse ja taarasse pakitakse vastavalt GOCT 7450-55 nõudmistele.

Suitsutatud kala sorditakse kaheks sordiks — I ja II, standardi järgmiste näitajate kohaselt.

Esimesse sorti arvatakse kõikides mõõdetes ja mitmesuguses tootumuses kala. Kalapind puhas, tahe, lahatud kalal kõht terve, tihe, õieti lahatud.

On lubatud väikesed kuivanud rasvavalumid ja lõpuskaante, silmade ning sabauime juure juures tähtsusetu soola kirmetis; osaliselt varisenud soomus, välja arvatud siialised, beloglazka, kefaal, teib, abakala, mereahven, skumbria ja nugakala, kellel varisenud soomust ei piirata; tähtsusetud kõrvalekalded õigest lahkamisest; kaug-ida lõhedel kortsunud pealispind ja üksikutel eksemplaridel tähtsusetud praod kõhuõõnes. Soomuskatte värvus peab olema hõbejase soomusega kaladel hele- kuni tumekuldne ja teise loodusliku värvinguga kaladel veel tumedam.

Liha konsistents peab olema mahlane kuni tihe. I sorti kalal peab olema suitsu maitse ja lõhn, kala ei tohi olla toores ega omada teisi halvendavaid tunnuseid. Sõltuvalt kala liigist peab I sorti kala sisaldama 5—12% soola ja 42—58% niiskust.

Teise sorti arvatakse kõikides mõõdetes ja mitmesuguses tootumuses kala.

On lubatud suuremad rasvavalumid; tähtsusetu soola kirmetis; varisenud soomus; lõtvunud ja väikeste rebestustega kõht; roogitud kaladel vähekeese paljastunud roideotsad; kõrvalekalded õigest lahkamisest; kaug-ida lõhedel nahk lihast osaliselt eraldunud ja suuremad praod kõhuõõnes.

Värvus sama mis I sordil, kuid on lubatud kuldsest kuni tumepruunini ja väikesed heledad suitsumata laigud.

Liha konsistents peab olema sama mis I sordil. Lubatakse nõrgenenud, kuid ilma ülekuumenduse tunnusteta. Kaug-ida lõhedel on lubatud kõva või pehmeõitu, lahtilõikamisel liha vähe pudeneb. Maitse ja lõhn peab II sordil olema sama mis I, kuid lubatakse tugevam suitsu lõhn ja kerge muda kõrvalmaitse.

Soolasisaldus teises sordis on lubatud, olenevalt kala liigist, 5—14% ja niiskusesisaldus, nagu esimesel sordilgi, 42—58%.

Tabelis 31 on toodud andmed, mis iseloomustavad suitsutatud kalade soolasisaldust sortide järgi vastavalt standardile.

Suitsutatud kala nimetus	Sort	
	I	II
Mereviidikas, aasovi-mustamere vimb ja mõned teised kalad . . . . .	5—10%	5—13
Muud kalad . . . . .	5—12%	5—14

Esmajoones pakitakse rasvane kala — vimb, mereviidikas, heeringas. Roogitud kalal võetakse kõhuõõnest välja tikk, mis seda lahti hoiab. Seotud kalalt lõigatakse ettevaatlikult nöör.

Sorteeritud kala pakitakse kastidesse, karpidesse ja korvidesse, mahuga mitte üle 30 kg ja kuivtaaratünnidesse, mahuga kuni 100 l.

Kasutatakse kuiva ja puhast taarat, ilma halva lõhnata, seestpoolt vooderdatud pakkimispaaberiga.

Standardid koosnevad tavaliselt kolmest osast: I — Tehnilised tingimused; II — Vastuvõtu reeglid ja katsetamise viisid; III — Pakkimine, markeerimine, transportimine ja säilitamine.

Kohe standardi alguses näidatakse, missugustele kalade perekondadele levib antud standard, samuti antakse ka lühike määratlus kalade konserveerimise viisi kohta.

I osas «Tehnilised tingimused» on välja töötatud vastavad kriteeriumid, mis on võetud kaupade vastavatesse sortidesse jaotamise aluseks.

Siia kuuluvad — kala väline ilme, lahkamise õigsus, liha konsistents, toote maitse ja lõhn ja põhilised andmed kauba keemilise koosseisu kohta.

II osas «Vastuvõtu reeglid ja katsetamise viisid» tuuakse standardite numbrid antud kaubaliigi vastuvõtmise ja katsetamise meetodite kohta.

III osas «Pakkimine, markeerimine, transportimine ja säilitamine» määratakse kindlaks nõudmised, mis esitatakse taara kohta ja sellesse kauba pakkimise viisid, samuti ka põhilised andmed markeerimise, transportimise ja säilitamise kohta.

### Suitsutatud toodete valmistamise kontroll

Kehtivate tehnoloogiliste juhendite ja toiduainetetööstuses kehtestatud tervishoiu nõudmiste täitmine kindlustab kõrgeväärtusliku suitsutatud toote saamise. Külmsuitsutatud kala tootmise

Tootmisprotsessi nimetus	Kontrolli olemus
Soolase pooltoote vastuvõtt ja sortimine kvaliteedi järgi Leotamine	Soolase pooltoote sordi ja soolasisalduse määramine
Leotatud kala ülesriputamise lattidele ja vagonettides	Vee temperatuur vannides, vee hulga ja kala kaalu vahukord ning vee vahetatavus Raamidele ja «kardinatele» kalade mahutamise norm ja ülesriputamise õigsus, rangelt mõõdetud järgi. Lõpuskaante avamine suurtel kaladel
Tahendamine tunneli kambrites	Saabuva ja väljuva õhu niiskus ja temperatuur. Ohu liikumise kiirus. Niiskusesisaldus tahendatud pooltootes
Suitsutamine	Suitsu temperatuur. Suitsutatud kala niiskus ja soolsus. Saepuru niiskus
Kalade jahutamine ja lattidelt mahavõtmine, sortimine ja pakkimine Säilitamine	Kala jahtumine, standardite õige kasutamine kalade sortimisel ja taarasse pakkimisel
Partiide vormistamine ja ärasaatmine	Ohu temperatuur ja niiskus laos Ekspertiis ja suitsutatud kalade partii kohta analüüsitunnistuse väljaandmine vastavalt FOCT'ile

### KUUMSUITSUTAMISTSEHHIDE SISSESEADE

Kalade kuumsuitsutamistsehhide põhiliseks sisseseadeks on mitut süsteemi perioodiliselt ja pidevalt tegutsevad suitsutamishjud. Ahjud kalade kuumsuitsutamiseks ehitatakse tellistest. Kasutatakse kahte tüüpi perioodilise tegevusega ahje — kambri- ja läbitavad ahjud; pidevalt tegutsevad on torni tüüpi ahjud. Kütuse põletamise viisilt jagunevad need peale selle veel omakorda põranda ahjudeks, milles kütus põletatakse kambri sees ja välise küttekoldega ahjudeks.

**Kamberahjud** on suured ja väikesed. Väikestel kapi tüüpi ahjudel on mõõded  $1,8 \times 1,3$  m, kõrgus 2,2 m. Nendesse ahjudesse pannakse kala raamid. Kambri sees, pikuti küljeseinu on raamide jaoks mitmelt realt ülestiku asetatud plangud. Väikesed ahjud on levinud sprotte tootvates konservitööstustes.

Suured ahjud, mõõdetega  $2,5 \times 4$  m ja kõrgusega 2,3 m, on laialt kasutamisel Kalaturustuse Peavalitsuse ettevõtetes mitut sortimenti kalade suitsutamiseks.

Kamberahjudel on üks uks kalade sissepanemiseks ja väljavõtmiseks. Ahjude ukсед on raudsed, kahepoolsed, iga uks koosneb ülemisest ja alumisest poolest. See võimaldab avada kas kogu ukse või ainult selle alumise osa. Ukse alumises osas on avaused siibritega, mis reguleerivad värske õhu andmist küttekoldesse.

Nende ahjude puuduseks on üleliigne soojuse kadu kambri jahutamisel enne kalade väljavõtmist, samuti ka see, et kalade sisse- ja väljalaadimise protsess kambritesse ei ole mehhaniseeritud.

Uue konstruktsiooniga kambrites on sisse- ja väljalaadimise protsess mehhaniseeritud. Kala riputatakse esialgu metallraamistikule mitmelt realt ülestikku. Raamistik liigub roobasteel. Sisse- ja väljalaadimise protsess toimub kiirendatult. Peale selle toimub kütuse põletamine kambrites liikuvatel vankrikestel, mis on varustatud restiga. Vankrikesed liiguvad rullikutel mööda roopaid kogu kambri pikkuselt. See võimaldab igat kütusega vankrit asetada ükskõik missugusesse kohta kambri ja kala ühtlaselt läbi kuumutada.

Suitsu tõmbe reguleerimiseks on igal kambri siibriga väljavõtmekorsten. Siibri juhtimine toimub väljastpoolt, suitsutamiskambri sissekäigu ukse juurde ülesseatud hoova pöördega.

Uue ja enam täieliku konstruktsiooniga ahjude hulka kuuluvad Giproröba suitsutamiskambriid.

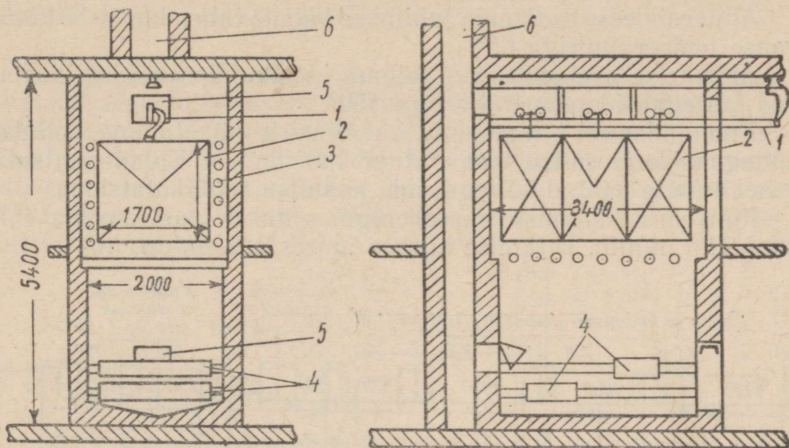
Kambriid võtavad enda alla 1,5 kuni 2 korrust. Keldrikorruisel asuvad küttekolded, esimesel korrusel — suitsutamiskambriid. Kambrisse asetatakse kolm raamistikku, mille igaühe mõõdet on  $blh - 1,7 \times 1 \times 1,6$  m.

Neid kambreid (joonis 26) kuumutatakse täiendavalt auruga, mis antakse pikuti kambri pikiseinte äärde asetatud kalorifeerisse. Läbitöötatud suits imetakse välja ventilaatoriga kambri ülemises tsoonis. Auru ja kunstliku ventilatsiooni kasutamine suurendab suitsutamiskambrite tootlikkust võrreldes samamõõteliste harilike kambritega.

**Läbitavad kambriid** kujutavad endist lühikesi tunneleid, mille otstes on ukсед, esimesed — kala raamistike sisseasetamiseks, teised — väljalaadimiseks. Sellesse tüüpi kuuluvad Balti riikide kambriid suitsuräime massiliseks tootmiseks, sprottide tootmiseks ja vahetuks realiseerimiseks.

**Suitsutamisahjud väljapoole asetatud küttekoldega** kujutavad endist tunneleid, mõõdetega  $l_{bh} 3 \times 1 \times 2$  m, kus suitsu ja kuumus antakse kütuse põletamise teel ahjus, mis on ehitatud kambri kõrvale. Põlemise produktid saavad kambri alumisesse osasse

läbi avauste, mis asetsevad malelaua korras kahes reas. Kambri ülemisse tsooni on üles seatud väljatõmbekorsten ekshaustoriga. Suitsu ja soojust reguleeritakse hoobade abil siibritega.



Joonis 26. Kalade kuumsuitsutamise ahi kalade mehaanilise sisse- ja väljalaadimisega ning auru kuumendamiseks.

**Torni tüüpi suitsutamisahjudel** on pidevalt töötav kettkonveier. Konveieri ketid pannakse liikuma elektrimootoriga ja lähevad vertikaalses suunas vaheldumisi ülevalt alla. Kala riputatakse üles nende kettide varrastele. Kamber jaotatakse eriliste vaheseintega kolmeks osakonnaks, kus järjekorras toimub kalade tahendamine, küpsetamine ja suitsutamine.

Õhku soojendatakse kuumusgeneraatoriga ja juhitakse ventilaatoriga kambri tahendamise osakonda. Retsirkulatsiooni ja eriliste siibrite olemasolu võimaldab tahendamise osakonnas hoida õhu optimaalset temperatuuri, suhtelist niiskust ja liikumise kiirust. Suitsu ja soojust kambri suitsutamise osakonda juhitakse läbi suitsukäikude kütuse põletamisega generaatoris, mis asetseb kambri kõrvuti.

Ahju gabariidid ja keti liikumise kiirus arvestatakse olenevalt vajalikust tootlikkusest.

Kalade sisse- ja väljalaadimine toimub pidevalt kambri mitmes kohas.

Et kaladele rasv peale ei tilguks, asetatakse iga lati alla pannid.

**VNIRO konstruktsiooniga mehhaniseeritud pidevalt tegutsev ahi** (joonis 27) sisustatakse väljaspool asetsevate soojuse- ja

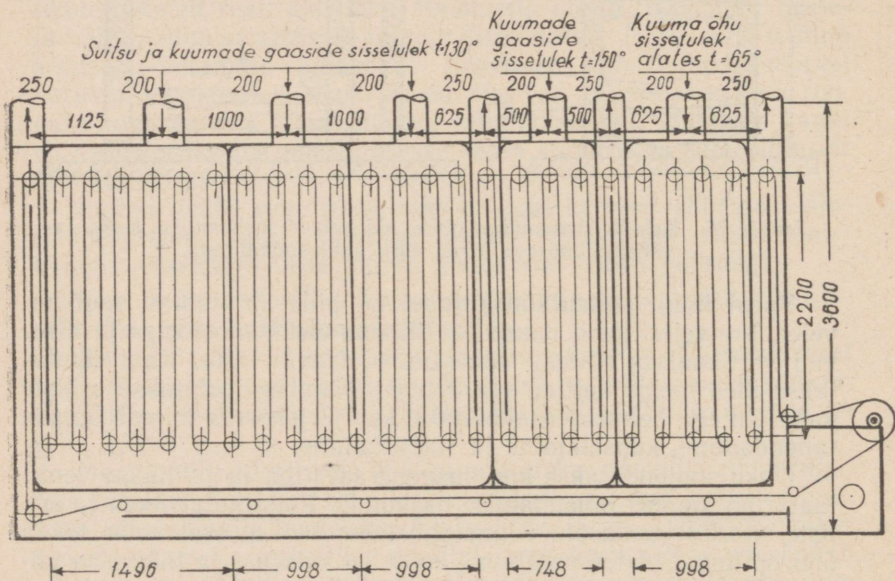
suitsugeneraatoritega, mis võimaldavad juhtida ahju kuuma õhku kalade tahendamiseks ja küpsetamiseks, samuti ka kuuma suitsu kalade suitsutamiseks.

Ahju esimesse osakonda juhitakse kalade tahendamiseks küttegaase temperatuuriga  $65^{\circ}$ .

Ahju teise osakonda, kus toimub kalade küpsetamine, saabuvad küttegaasid temperatuuriga  $150^{\circ}$ .

Kolmandas osakonnas, kus toimub pärisuitsutamine, hoitakse küttegaaside ja suitsu temperatuur  $130^{\circ}$  ümber. Kalade suitsutamisel on ette nähtud küttegaaside ja suitsu retsirkulatsioon.

Konveieri liikumise kiirust reguleeritakse variaatoriga 0,75 kuni 2,25 m/min, keskmise kiiruse juures 1,5 m/min.



Joonis 27. VNIRO süsteemi mehhaniseeritud, pidevalt töötav suitsutamiseahi kalade kuumsuitsutamiseks.

Kamber on sisustatud distantstermomeetritega ja termopaaridega, mis on toodud juhtimispuuldile.

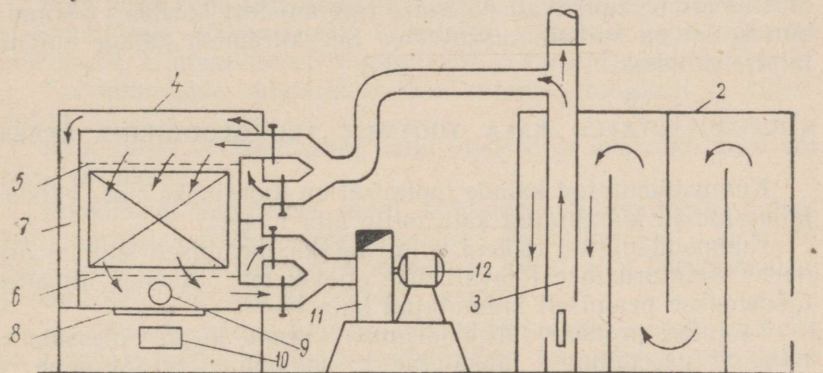
Suitsutamiskambril on järgmised näitajad:

Pikkus . . . . .	6,25 m	Varraste vahemaa	0,2 m
Laius . . . . .	1,45 „	Raamide üldine arv	650 tk.
Kõrgus . . . . .	3,6 „	Varraste üldine arv	1300 tk.

Konveieri pikkus . . . 130 m  
 Varda kasulik pikkus . . . . . 480 mm  
 Kalade arv vardal . . . 28 tk.

Ahju tootlikkus vahetuses (tooraines) 2500 kg

Veidi teistsuguse vormistuse sai pooltööstuslik suitsutamiskuivatamisseadeldis, mis on kokku monteeritud ins. Grilihhessi ja Pinajevi skeemi järgi ja proovitud Lenrõba tööstuse «Pištševik» eksperimentaaltsehhis. Seadeldis kiirendab suitsutamise protsessi, vähendab kütuse vajadust, parandab valmistoote kvaliteeti ja on universaalne. Temaga võib toota kuumsuitsutatud, küpsutatud ja kuumkuivatatud kala.



Joonis 28. Ins. Grilihhessi ja Pinajevi skeemi järgi Leningradi kalatööstuses «Pištševik» kokkumonteeritud pooltööstuslik suitsutamisseade:

1 — kuumuseandja küttekolle; 2 — kuumuseandja; 3 — tsüklon; 4 — suitsutamiskuivatamisahi; 5 — ülemine jaotusvõre; 6 — alumine jaotusvõre; 7 — õhusärk; 8 — plaat saepuru põletamiseks; 9 — aken saepuru sisselaadimiseks; 10 — ahju küttekolle; 11 — ventilaator; 12 — elektrimootor.

Seadeldis koosneb kahest agregaadist — suitsutamiskuivatamisahjust ja kuumusetekitajast, mis on ühendatud torustikuga. Küttegaaside liikumine toimub ventilaatori abil imemise meetodil (joonis 28).

Ahi on ehitatud tellistest. Ahju alumises osas asetseb küttekolle, mis on kuivatamiskambri eraldatud malmist plaadiga.

Kambri kuumutamiseks kuuma õhuga on piki lage, samuti ka piki kambri külge selle seespool küljes rauast õhusärk.

Kambri ülemises ja alumises osas on üles seatud jaotusvõred, mis kalade kuivatamisel jaotavad ühtlaselt kuuma õhku tema liikumisel kambris.

Kuumusetekitaja on valmistatud tulekindlast tellisest ja koosneb küttekoldest, kolmest vertikaalsest kanalist ja tsüklonist.

Küttegaaside lõplik põlemine toimub kanalites. Tsüklon on gaaside puhastamiseks hõljuvatest tahketest ainetest. Kala tahendamise ja küpsetamise protsessi kestel imeb ventilaator küttegaasid nii kambrist kui ka õhusärgist välja.

Suitsutamise protsessis katkestatakse kambrisse kuuma gaasi juhtimine. 500—600° temperatuurini kuumutatud plaadile riputatakse saepuru ja kamber suletakse hermeetiliselt. Langedes hõõguvtulisele plaadile süttib saepuru ilma õhu juurdepääsuta. Toimub puidu kuiva destillatsiooni protsess, mis on seotud suitsu intensiivse eraldamisega. Kütuse põlemine antud kambri tingimustes erineb tunduvalt põlemise tingimustest harilikes põranda küttekolletega suitsutamisahjudes. See kiirendab kalade suitsutamise protsessi.

## KUUMSUITSUTATUD KALA TOOTMISE TEHNOLOOGILINE SKEEM

Kuumsuitsutatud kalade tootmisel on tooraineks elus, värske, jahutatud ja külmutatud kala mitte alla I sorti.

Kuumsuitsutatud tooteid valmistatakse peamiselt suurtes linnades Kalaturustuse Peavalitsuse ettevõtetes. Nendes linnades töödeldakse peamiselt külmutatud kala.

Tootmise protsess läheb järgmise skeemi järgi: ülessulamine → pesemine → lahkamine → soolamine → sidumine → tahendamine → suitsutamine → jahutamine → sortimine ja pakkimine.

### Kalade ülessulamine

Olenevalt tööstuse töötingimustest kasutatakse üht või teist ülessulamise viisi. Tuurlasi sulatatakse üles peamiselt õhu käes sõrestikul, teisi kalaliike peamiselt vannides külmas vees ja soojendatud soolvees.

Sulatatakse kalu üles temperatuuris mitte üle 15° ja suure kala puhul mitte rohkem kui 6 tundi ning väikese kala puhul mitte rohkem kui 2 tundi.

Kalade ülessulamine soojendatud soolvees läheb kiiremalt; kogu protsess kestab 40—60 minutit. Kasutatakse 4%-list soolveet, temperatuuriga kuni 40°, kala ja soolvee vahekord on 1 : 3.

Õhu käes ülessulamine toimub temperatuuris 15—20°, sealjuures suur kala (tuurlased) asetatakse sõrestikule ühelt realt. Tuura ja sevrjuuga ülessulamine kestab 20—30 tundi.

Ülëssulamine loetakse lõpetatuks, kui kala kere kompamisel tundub pehme ja temperatuur ei ole alla  $-1^{\circ}$ .

Beluugat korraga täielikult üles ei sulatata. Teda hoitakse sõrestikul kuni momendini, millel liha on 3—4 sm sügavuselt üles sulanud ja alles pärast tükkideks lahkamist sulatatakse beluuga täielikult üles.

## Lahkamine

Enne lahkamist pestakse kala puhtas jooksvas vees kuni lima ja suure mustuse täieliku kõrvaldamiseni.

Suur kala enne suitsutamist lahatakse, väike kala suunatakse suitsutamisele lahkamatult. Lahatakse sõltuvalt kala liigist ja mõõdetest, kliimaatilistest tingimustest ja tarbija nõudmistest.

Suitsutamisele suunatakse kalu rapitult, roogitult ja tükel-datult.

Rappimisel kõrvaldatakse kalal lõpused ja sisikond, mari või niisk jäetakse.

Rookimisel lõigatakse kalal kõht lõhki rinnauimede vahelt kuni pärakuavauseni. Kogu sisikond kõrvaldatakse. Kõhuõõs puhastatakse hoolikalt veretükkidest ja kilest. Pea kõrvaldamisel peavad kalal õlaluud kere külge jääma.

Roogitakse valitud kalu — latikat ja kefaali, samuti ka koha ja karpkala kõigis mõõdetes peale väikse. Mereahven suunatakse suitsutamisele peata kujul.

Säga lahkamisel tükkideks (lakerda) teda esialgu roogitakse, siis kõrvaldatakse pea koos rinnauimedega ja pärast seda lõigatakse kere 25—30 sm pikkusteks tükkideks. Tükid kaaluga üle 0,8 kg poolitatakse piki selgroogu.

Tuural, sevrjuugal ja šipil puhastatakse pärast pea kõrvaldamist kõhuõõs hoolikalt veretükkidest, sisikonnast ja kile jäänustest. Vigastatud kohad ja muutunud koed kõrvaldatakse ning kõõlused võetakse välja. Niiskuse äravooluks tehakse sabaosas piki külje luuplaadikesi kummalegi poole 3—4 sm pikkused sisse-lõiked.

Beluuga ja suur tuur tükeldatakse. Suurel tuural lõigatakse pea ära, puhastatakse kõhuõõs, võetakse kõõlused välja, kõrvaldatakse vigastatud kohad, lõigatakse ära uimed ja sabaosa. Kala kere lõigatakse piki selga pooleks ja siis põiki tükkideks kaaluga mitte vähem kui 2,5 kg.

Beluugal lõigatakse pea ja uimed ära ning vigastatud kohad välja. Kala lõigatakse põiki tükkideks, pikkusega 30—40 sm.

Tükid lõigatakse omakorda pikuti tükkideks paksusega kuni 12 sm.

Pärast lahkamist pestakse kalad hoolikalt puhtas vees ja suunatakse soolamisele.

### Soolamine

Kuumsuitsutamiseks soolatakse kalu selleks, et anda tootele maitseomadusi. Soolatakse selle arvestusega, et kalas enne suitsutamist oleks soolasisaldus 1,8—2% piirides.

Kalu soolatakse kuiva soolaga või soolalahuses. Kuiva soolaga soolatakse tuurlasi ja tursklasi segades neid soolaga, tuurlasi peale selle veel hõõrutakse soolaga. Soolaga töödeldakse kõhuõõs ja lõpused ning kala pannakse siis ridadena vanni, nahaga alla. Tuurlastele on lubatud sooldumise kestus 6—12 tundi, tursklastele 3—5 tundi. Soola kulu on 7—15%.

Kõik ülejäänud kalad, mis suunatakse kuumsuitsutatud toote valmistamiseks, soolatakse peamiselt soolveega, mille erikaal on 1,18—1,2. Sõltuvalt kalade mõõdetest, liigist ja lahkamise viisist kõigub nende sooldumise kestus soolvees 3 kuni 6 tunnini, kusjuures kala ja soolvee suhe on 1 : 1. Soolatakse vannides, kõrgusega 70—90 sm. Kala kaalu kadu ei ületa soolamisel 3—4%.

Mustuse ja soola kõrvaldamiseks kala pinnalt pestakse teda pärast sooldumist duši all mageda veega ja saadetakse siis sidumisele.

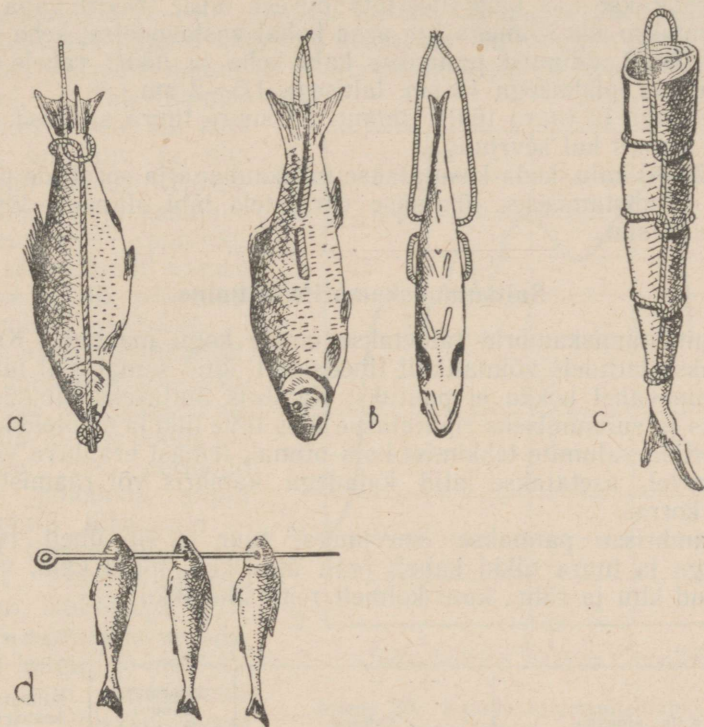
### Kalade sidumise, läbiõmblemise ja lükkimise viis

Olenevalt mõõdetest, kala liigist ja tema lahkamise viisist kasutatakse mitmeid kalade ülesriputamise viise: suur kala seotakse tikuga või ilma selleta, väiksema mõõdetega kala õmmeldakse läbi ja väike kala lükitakse varrastele.

a) **Sidumine tikuga.** Suuri kalu — karpkala, kutumi, valitud latikat jt. seotakse tikuga.

Tikk on puupulk, mis läbib kogu kala keha piki selgroogu. Tikk pistetakse läbi suu, väljub sabavarres, soomuskatte lõpus ja ulatub mõlemast kala otsast 1—2 sm pikkuselt välja. Pärast tiku asetamist kala seotakse. Selleks tehakse nõõri otsa aas, mis pannakse kalast väljaulatuva tiku otsa. Siis läheb nõõr kogu kala keha pikkuselt seda külge pidi, mis asub tikust läbistatud külje vastas. Sabavarre juurest kala seotakse ja tehakse aas latile ülesriputamiseks.

b) **Sidumine tikuta.** Tikuta seotakse turska, pikšat, mereahvenat ja säga. Kala seotakse pea juurest keha ümbert tugeva sõlmega ja siis tehakse kala pikkuselt võrdsetel vahemaadel kokkütõmbeasad. Pooltoote lattidele ülesriputamiseks tehakse soomkaladel sabauime juures ja sevrjuugal peasas aas. Kala keha



Joonis 29. Kuumsuitsutamisel kasutatavad kalade sidumise, lükkimise ja läbiõblemise viisid:

a — tikuga; b — läbiõmmeldult; c — seotult; d — kalade lükkimine vardale.

vastasküljel kinnitatakse nõör iga aasa kohal sõlmega. Kala seotakse harilikult 3—4 aasaga.

c) **Kalade läbiõmblemine.** Latikas, kefaal, heeringas, vobla ja muu väiksem kala riputatakse lattidele üles rookimata kujul läbiõmmeldult. Läbiõmblemisel tehakse kaks läbitorget: esimene kala keskelt, selgroo juurest küljest, teine sabavarrest 2 sm enne soomuskatte lõppu.

Kalade sidumise ja läbiõblemise kasutatavad viisid on skeemaatiliselt näidatud joonisel 29.

d) **Tuura liiki kalade sidumine.** Sevrjuuga ja tuur seotakse nõõriga tugeva sõlmega üle aasa, 20—25 sm kaugusel pea äralõike kohast tehakse peapoolse kehaosa suunas veel 3—4 aasa. Valmistatakse aas kala ülesriputamiseks latile. Nõõri vaba ots kinnitatakse siis sõlmega iga aasa kohal vastaspoolsel keha küljel. Pärast sidumist pannakse kala keha ja nõõri vahele 4—6 puutikku, pikkusega 18 sm, laiusega 1,5—2 sm.

Beluuga ja tuura tükid, samuti ka suure tuura sabaosa seotakse samuti kui sevrjuuga.

Väikesi kalu, keda kasutatakse turukaubana ja sprottide pooltoote valmistamiseks, lükitakse varrastele läbi silmade, lõpuspilude ja suu.

### Suitsutamiskambrite täitmine

Suitsutamiskambrid täidetakse nende kogu mahuni. Kalad lükitakse lattidele võimalikult tihedamalt, kuid samal ajal nii, et nad omavahel kokku ei puutuks. Kambris ühtlaseks läbiküpsemiseks ja suitsumiseks riputatakse üles ühte liiki ja mõõteid kala. Et vältida valumite tekkimist kala pinnal, temast eralduva vedeliku arvel, asetatakse latid kaladega kambris või raamistikul male korras.

Kambrisse pannakse: sevrjuuga, tuur ja šip ühelt realt; beluuga ja tuura tükid kahelt realt ülestikku; muid kalu, välja arvatud kilu ja räim, kuni kolmelt realt ülestikku.

Tabel 33

Kala nimetus	Lahang	Koormatus kambri põranda 1 m <sup>2</sup> (kg-des)	Suitsutamise kestus (tundides)
Mereahven . . . . .	Peata . . . . .	70	4—5
Tursk, rahnkala, luts . . . . .	Peata . . . . .	80	3,5—4,5
Latikas, koha . . . . .	Lahkamata . . . . .	55	2—3,5
” ” . . . . .	Roogitud . . . . .	50	3—6
Tõugjas . . . . .	Roogitud . . . . .	55	3—4,5
Haug, kutum . . . . .	Roogitud . . . . .	55	3—4
Peenkala . . . . .	Roogitud . . . . .	40	2—2,5

Kehtivate tehnoloogiliste juhenditega on kindlaks määratud suitsutamisahjude kaladega koormatuse ja kalade suitsutamise järgmised normid (tabel 33).

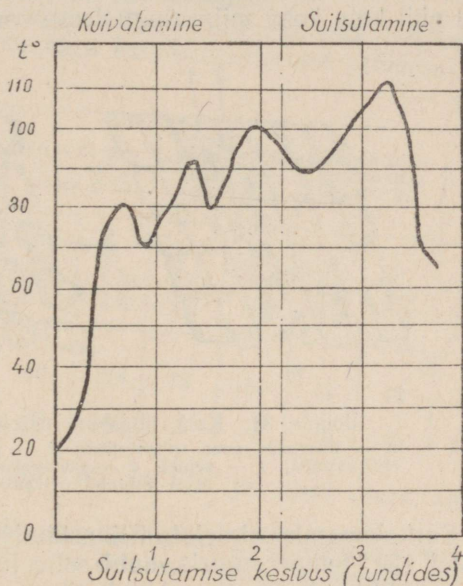
## Kalade kuivatamine ja suitsutamine

Kalade kuumsuitsutamine viiakse läbi kahes tsüklis: tahendamine ja pärisuitsutamine. Harilikes suitsutamisahjudes tahendatakse kalu täielikult avatud suitsukäikude ja tõmbeaukude juures. Puud põlevad sel perioodil heleda leegiga. Temperatuur hoitakse kambris 75—80° piirides. Kalade ühtlaseks tahendamiseks paigutatakse pannid kütusega teatavate vaheaegade järgi kogu kambri pikkuselt ümber ja jälgitakse hoolega, et leek ei küüniks kalani.

Tahendamise protsess lõpeb, kui kala nahk on kuiv ja liha eraldub luudest. Tahendamiseks võib kasutada kõiksuguseid puuliike, sest sel perioodil toimub kütuse täielik põlemine. Järgmisel perioodil — kala pärisuitsutamisel, kui suletakse tõmbeaugud ja suitsukorstnad, toimub kütuse poolik põlemine. Sel perioodil peab põletama ainult teatavaid liike puid — leppi, tammi, haabu või pärni. Puid, pikkusega 50 sm, läbilõikega 3,5 × 3,5 sm pannakse säärasel hulgal, et neid jätkuks kuni suitsutamise lõpuni. Põlevad puud kaetakse pealt 5 sm pakuse saepuru kihiga.

Suitsutamise perioodil vaadeldakse pidevalt kütuse põlemise protsessi ja suitsutekkimise intensiivsust. Vajaduse korral reguleeritakse õhu juurdevoolu tõmbeaukude kaudu ja suitsu väljumist väljatõmbekorstna kaudu. Hoolitsetakse ka selle eest, et suitsu temperatuur kambris oleks 100—120° piirides. Kalade suitsutamine kõrgemas temperatuuris (kuni 180°) kiirendab protsessi, kuid nõuab hoolikalt järelevalvet.

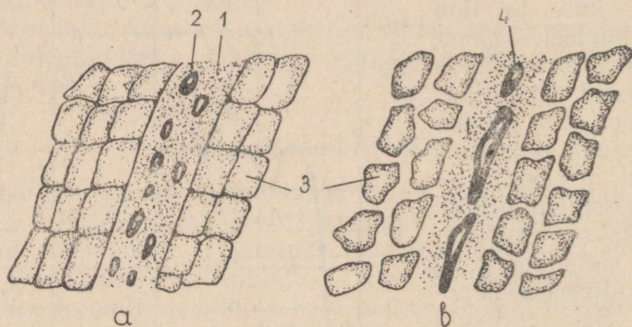
Et saada hea kvaliteediga toodet, peab tahendamise ja suitsutamise protsessi kestel õhu ja suitsu temperatuur järkjärgult tõusma (joonis 30).



Joonis 30. Kalade kuumsuitsutamise temperatuuri režiim.

Kõrge temperatuuri toimel muutub septide kollageen ja pereinüsiüm glutiiniks, mis vedelas olekus liigub septilisi teid pidi teise kohta, nagu see on näidatud joonisel 31. Kollageenmassi sidumisvõime väheneb. Kala liha lõtvub ja laguneb kergesti septide kaupa üksikuteks osakesteks, samuti eraldub ka nahast.

Temperatuuri tõusuga suureneb rasva laienemise mahu koeffitsient. Kalade kuumsuitsutamiskambrites valitseva temperatuuri toimel lõhkeb rasvakoe rakkude valgust kest. Kaotades tugistruktuuri lähevad kalarasvad kõrge temperatuuri juures kapillaarseid teid pidi kala keha mitmesugustesse osadesse (joonis 31).



Joonis 31. Kala lihaskoe histoloogilised lõiked:

*a* — lihaskude enne suitsutamist; *b* — lihaskude pärast kuumsuitsutamist; 1 — septid; 2 — rasvarakud; 3 — lihaste rakud; 4 — liitunud rasvamass.

Sarkolemmaks nimetatud lihaskiudude kest ei lagune 6 tunni kestel 120° temperatuuris, kuid selle juures toimub sarkoplasmil kalgendumine ja lihaste rakkude tihenemine.

Suitsutamise protsessis kala nahk taheneb ja ei tee läbi suuri muutusi, kuna kala liha taheneb natuke ja kaotab kaalus. Kala liha imbub läbi suitsu aromaatiliste ainetega. Tõrv- ja aromaatilised ained sadestuvad kala pinnale ja värvivad selle kuld-kollaseks.

Sõltuvalt liigist, mõõdetest, lahkamise viisist ja püügiajast, sisaldab kuumsuitsukala liha:

vett . . . . .	60—75%
soola . . . . .	1,5— 3%

Mereahvena lihas on lubatud soolasisaldus kuni 4%. II sorti valmistootes võib soolasisaldus olla 1% võrra suurem. Suitsutamise aste sõltub fenoolide sisaldusest kala lihas. Nii, näiteks, normaalse maitse ja lõhnaga kuumsuitsuräimes sisaldub iga

100 g kohta 7,5—10 mg fenoole. Fenoolide kõrgendatud sisaldus teeb liha kibedaks. Uurimistega on kindlaks tehtud, et kui suitsutatud räime lihas sisaldub 100 g kohta üle 15 mg fenoole, siis on tunda väga kibedat maitset.

On teada, et suitsutatud lihas on samuti ka lenduvad happed. Normaalselt suitsutatud räimes on lenduvate hapete sisaldus 0,03 kuni 0,1%. Lenduvate hapete sisalduse juures üle 0,2% omandab sama kala kibeka kõrvalmaitse.

Tabelis 34 on toodud VNIRO andmed, mis iseloomustavad latika ja murmani heeringa kuumsuitsutamise protsessi.

Tabel 34

Nimetus	Protsessi kestus (tundides)		Gaaside keskmine temperatuur (°C)		Kala temperatuur protsessi lõpul		Kaalukaadu protsentides tooraine kaalust		Puude kulu (kg-des)	
	tahendamisel	suitsutamisel	tahendamisel	suitsutamisel	tahendamisel	suitsutamisel	tahendamisel	suitsutamisel	100 kg kala kohta	1 kg äraauranud vees kohta
Latikas	1,3	1,1	80	114	58	80	12	10	23	1,0
Heering, murmansi	1,1	1,0	76	100	55	75	10	10	18	0,9

Kala peab suitsutama nii, et liha ja mari oleks täielikult küpsed.

Puude kulu kala suitsutamisel sõltub aastaajast, kambri konstruktsioonist, kala liigist ja mõõdetest, samuti ka puude niiskusest ning liigist.

Kütuse kulu, ahjude ringlus ja valmistoote väljatulek kuumsuitsutamisel on N. T. Berezini andmeil esitatud tabelis 35.

Tabel 35

Nimetus	Ahju ringluste arv 24 tunni kestel	Valmistoote väljatulek protsentides tooraine kaalust	Kulu 1 ts valmistoote kohta (kg-des)	
			puid	laaste
Latik, roogitud	8	74	43	5
Tursk, rahnkala, luts, peata	6	64	47	6
Tõugjas, muksun, sõrok, roogitud	7	65	43	5
Siig, roogitud	7	65	43	5
Sevrjuuga	5	56	47	6
Vobla	8	70	39	4
Säga-lakerda	6	49	43	5

**KALADE SUITSUTAMINE MEISTER-NOVAATOR  
KULAGINI MEETODIL**

E. J. Kulagini kuumsuitsutamise viis seisab selles, et esimene tsüklil — kalade küpsetamine — viiakse läbi kõrgema temperatuuri juures (tabel 36).

Tabel 36

Tsüklid	Temperatuur suitsutamiskambris (°C)	
	kestva juhendi järgi	Kulagini meetodi järgi
Esimene — küpsemine	70—80	130—150
Teine — suitsutamine	100—120	90—120

Enne suitsutamist tehakse kärule tuli peeneks lõhutatud kuivadest puudest, mis on asetatud restile 4 realt.

Esimesel suitsutamise perioodil, kui kala mitte ainult ei tahene, vaid ka küpseb, lükatakse kambriuksed kokku, kuid suitsukäik avatakse täiesti. See võimaldab suitsutamishjus hoida kõrget temperatuuri ja suurt niiskust. Sealjuures kala küpseb kiirelt läbi ja kaotab kaalus vähem.

Perioodiliselt, iga 3—5 minuti järel, lükatakse kärü tulega edasi ahju sügavusesse kolm korda, alguses lükatakse ta esimesesse (alg-) tsooni, siis keskmisse ja pärast kolmandasse, otsmisesse ahjutsooni, mis võimaldab kambri ühtlast kuumendamist ja väldib kalade kõrbemise.

Kalade küpsemine loetakse lõppenuks, kui kala liha on täielikult läbiküpsenud ja nahk kaotab kleepivuse.

Pärissuitsutamine viiakse läbi harilikult. Selleks tasandatakse põlemata puud koldes ja nende peale asetatakse tihedalt üksteise kõrvale 3 rida puid, mis pealt kaetakse saepuruga. Kambri- ja koldeuksed suletakse kohe suitsutamise alguses, suitsukäik jäetakse 15—20 minutiks avatuks, peale seda see suletakse. Sevrjuuga suitsutamisel suletakse suitsukäik kohe pärast küpsemise protsessi. Teisel suitsutamise etapil hoitakse temperatuur 100—120° piirides.

Tabelis 37 on toodud andmed, mis iseloomustavad temperatuuri režiimi kalade küpsetamisel Kulagini meetodi järgi.

Tabel 37

Küpsemise kestus (minutites)	0	5	10	15
Ahju temperatuur (°C)	30—40	80—90	120—130	140—150

Meister-novaator Kulagini meetodit uuriti VNIRO Leningradi osakonna poolt hästimineva sortimendi — mereahvena, tursa, siia ja sevrjuuga juures. Nimetatud kalade suitsutamise temperatuuri režiim on graafiliselt kujutatud joonisel 32.

Suitsutamise tagajärjed, mis iseloomustavad meister Kulagini poolt ette pandud uue meetodi eeliseid, on toodud tabelis 38.

Tabel 38

Nimetus	Protsessi kestus (min-tes)		Suitsutamishju ringluste arv vahetuses		Suitsutamishju koormatus pöranda 1 m <sup>2</sup> (kg-des)		Ohe suitsutamishju tootlikkus vahetuses			
							vana meetodi järgi		Kulagini uue meetodi järgi	
	juhendi järgi	Kulagini meetodi järgi	juhendi järgi	Kulagini meetodi järgi	juhendi järgi	Kulagini meetodi järgi	kg-des	o/n-des	kg-des	o/n-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	1230	183
Siig	145	90	3,3	5,3	55	57	762	100	1272	166
Sevrjuuga	—	175	—	2,7	—	115	—	—	1310	—

Suitsutamise perioodi tunduva lühenemise tagajärjel tõusis järsult kalade koormatus suitsutamishju pöranda pinnale. Selle tagajärjel tõusis suitsutamishjude tootlikkus:

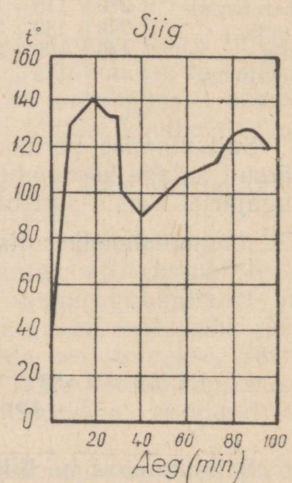
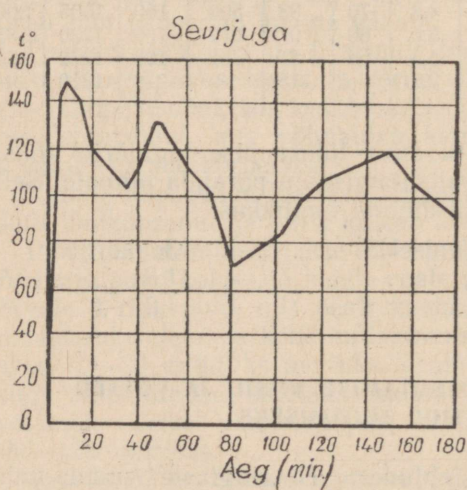
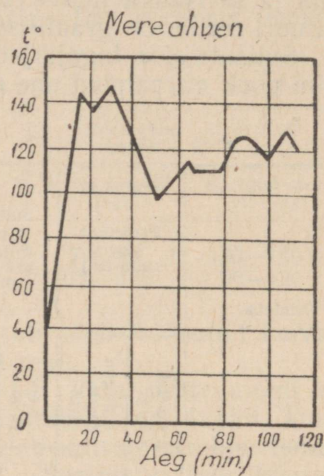
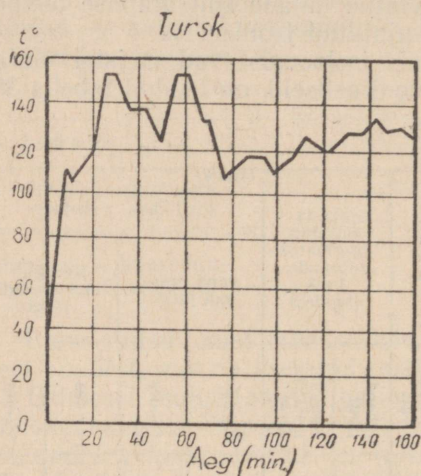
mereahvena suitsutamisel . . . . .	3 korda
tursa . . . . .	1,8 „
siigade . . . . .	1,6 „

### HEERINGLASTE SUITSUTAMISE VIISID JA VÕTTED SPROTTIDE TOOTMISEKS

**Suitsutamine harilikes ahjudes.** Heeringlaste suitsutamise režiim sprottide tootmiseks oli mitmesugustes kalatööstustes erinev. Suitsutatud tootel oli kõvavõitu liha konsistents ja tunduv protsent kalu oli katkise kõhuga või rikutud nahaga.

VNIRO Leningradi osakonna poolt on välja töötatud täielikum suitsutamise režiim. Selle tagajärjel hakati saama kõrge kvaliteediga pooltoodet sprottideks ja selle väljatulek moodustab 85—90%. Kõhu katkisust ja rikutud nahka kaladel ei täheldata.

Lahja kala suitsutamise aeg lühenes 160-lt 80 minutile ja rasvase kala suitsutamise aeg 120 minutini.



Joonis 32. Kalade kuumsuitsutamise temperatuuri režiim meister-novaator Kulagini meetodil.

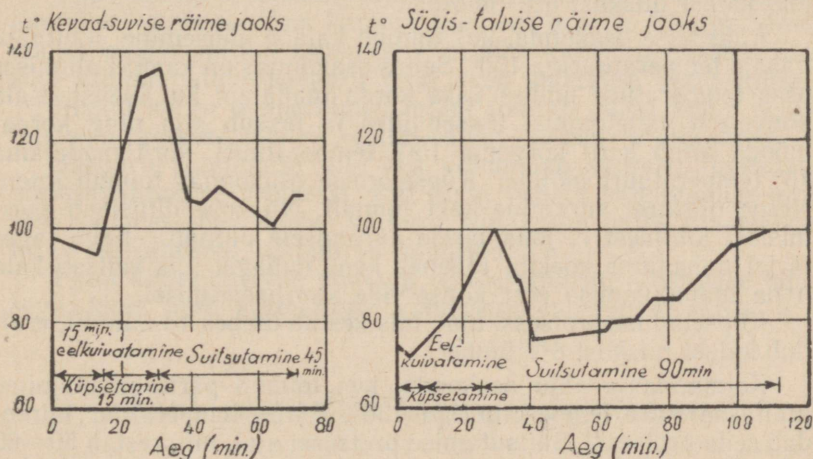
O. P. Gretskaja andmeil suitsutatakse VNIRO skeemi kohaselt kalu sprottide pooltooteks järgmise režiimi järgi: kõige enne aetakse ahi hästi kuumaks. Ahju kuumutamiseks hoitakse kamb-

ris 20—30 minuti kestel 140—150° temperatuuri. Enne kalade asetamist kambrisse peab ahju temperatuur olema mitte alla 70°. Ahju pannakse kalu mitte rohkem, kui 4-lt realt ülestikku.

Kalu tahendatakse 10—15 minuti kestel 70—80° temperatuuri juures. Kui suitsujuhe on asetatud kambri tsentrisse, siis viiakse iga 5 minuti pärast tulepesa kas küttekolde uste juurde või ahju kõige tagumisesse osasse.

Kui suitsujuhe on asetatud kambri tagumisesse osasse, siis peab tulepesa kogu aeg asuma ahju esimeses osas, küttekolde ukse juures.

Enne küpsetamist lisatakse põlevasse tulepesasse uus kogus puid, Leningradi tüüpi ahju puhul 25—30 halgu ja 10—15 halgu kapi tüüpi ahjude puhul. Puud asetatakse nii, et need põleksid kiiresti. Kalade küpsetamine kestab 15 minutit temperatuuri juures 120—130°, kui on lahja kevad-suvine kala, ja 100° juures, kui on rasvane sügisene kala.



Joonis 33. Räime kuumsuitsutamise temperatuuri režiim VNIRO Leningradi osakonna režiimi järgi.

Põlemata halgudele asetatakse enne suitsutamise protsessi uus kogus puid. Puud asetatakse võimalikult tihedalt, neid lastakse põleda 5 minutit ja kaetakse siis vähese koguse saepuruga. Esimesed 15—20 minutit on suitsujuhtme siiber avatud, siis lükatatakse see kokku nii, et suits oleks küllalt paks, temperatuur 90—100° ja samal ajal poleks märgata suurt auru kogunemist.

VNIRO Leningradi osakonna poolt esitatud räime suitsutamise temperatuuri režiim on graafiliselt kujutatud joonisel 33. Pärast suitsutamise protsessi lõppu, mis kestab 45—90 minutit, avatakse kambri ukсед ja võetakse kiirelt välja alumise rea raamid, siis aga iga järgmise rea raamid vertikaali järgi.

**Suitsutamine mehhaniseeritud ahjus.** VNIRO Leningradi osakonna mehhaniseeritud ahjus toimub tehniliste teaduste kandidaadi G. I. Bondarevi poolt esitatud skeemi kohaselt väikeste kalade suitsutamise protsess järgmisel viisil.

Läbi silmade varrastatud kala pannakse ahju läbi sisseandekna. Rippuvate raamide pesadesse asetatakse igale raamile tema pikkuselt kaks varrast kaladega. Ahju esimeses osakonnas toimub kalade tahenemine 65° temperatuuri juures.

Kõrgemat temperatuuri kalade tahendamiseks selles osakonnas ei ole vaja, sest muidu kala keeb ära ja kukub varrastelt alla.

Tahendamise protsessi ajal, mis kestab 10—15 minutit, eraldub kalast niiskust 5% ümber.

Ahju teise osakonda, kus toimub kalade küpsemine, juhatakse gaasid temperatuuriga 150°. Selles osakonnas on kambri alumises osas temperatuur umbes kaks korda madalam kui üleval. Kala konveieril vaheldumisi tõuseb üles ja laskub alla ning kordamööda allub kord kõrgema 150° temperatuuri, kord madalama 75° temperatuuri mõjule. Küpsetamise osakonnas toimub intensiivne niiskuse auramine kala pinnalt. Niiskuse difusioon seestmistest kihtidest ei jõua järele auramisele pinnalt. Selle tagajärjel nahaalune koekihht taheneb koos nahaga, mis kaitseb kala naha mahatulemise eest konservide steriliseerimisel.

Küpsetamise protsessi ajal, mis kestab umbes 10 minutit, eraldub kalast niiskust 8% ümber.

Kolmandasse ahju osakonda, kus toimub pärisuitsutamine, juhatakse suits temperatuuriga 130°. Kõrge temperatuur kiirendab seda protsessi. Suitsutamise protsessi ajal, mis kestab 50—60 minutit, eraldub kalast niiskust 20% ümber. Jahtumise ajal, kui kala on ahjust välja võetud, kaotab suitsutatud pooltoode täiendavalt niiskust 5% ümber. Suvisel kalal moodustuvad kala tahendamise, küpsetamise, suitsutamise ja jahutamise protsessi üldine niiskuse kadu 38%.

Kalade suitsutamine pidevalt tegutsevas ahjus annab kõrge kvaliteediga toote.

**Suitsutamine ins. Grilihhessi ja Panajevi skeemi järgi** toimub spetsiaalse konstruktsiooniga kuivatamis-suitsutamiskambris, kuhu kalu asetatakse lattidel neljalt realt ülestikku.

Kalade tahendamise ja küpsetamise protsess teostatakse

küttegaasidega. Kuumuse tekitajas süüdatakse tuli. Küttekoldest lähevad gaasid kolme vertikaalset kanalit pidi, milles toimub põlemata osade lõpuni põlemine. Edasi, läbides tsükloni, eralduvad küttegaasid lõplikult tahketest ainetest ja saabuvad suitsutamiskambrisse puhastatud kujul. Et kambrisse saabuksid gaasid kindla temperatuuriga ja niiskusega, reguleeritakse aurukatlast värske õhu ja auru andmist. Osa küttegaase satub suitsutamisahju õhusärki ja soojendab kambri metallseinad nõutava temperatuurini. Teine osa küttegaase tungib suitsutamiskambri ülemisse osasse, kust imbudes läbi ülemise jaotusvõre alla uhab kala ühtlaselt kogu kambri ulatuses, tahendab ja küpsetab kala. Läbitõttatud gaas imetakse ventilaatoriga nii kambrist kui ka ahju õhusärgist.

Kalade tahendamise ja küpsetamise protsess kestab 20—30 minutit temperatuuri juures 90—130° ja gaasi niiskuse juures 20% ümber.

Küpsetamise protsessi lõppedes katkestatakse küttegaaside andmine, avatakse aken kambri alumises osas ja hõõguvutulisele malmplaadile, mille temperatuur on 500—600°, riputatakse õhukese kihina natuke saepuru ning aken suletakse hermeetiliselt.

Plaadi kõrge temperatuuri mõjul toimub puidu kuiva destillatsiooni protsess, mis on seotud suitsu intensiivse eraldumisega.

Saepuru põletamise uus viis võimaldab suuresti lühendada pärisuitsutamise protsessi. Kui tursa vahetu suitsutamise protsess vanades seadeldistes võttas 2 tundi, siis uutest seadeldistes tursa suitsutamine toimub 15 minutiga.

Plaat kuumutatakse nõutava temperatuurini igasuguse küttega, kuna need küttegaasid kambrisse vahetult ei sattu.

## KALADE JAHUTAMINE, SORTIMINE JA PAKKIMINE

Valmistoode võetakse suitsutamisahjust välja ja pannakse jahtuma.

Jahutamise protsessi kestel jätkub vee auramine kuumast kalast.

Mida kiiremalt toimub jahutamine, seda vähemad on vee kaod ja suurem valmistoote väljatulek.

Peale selle kujutab palju niiskust ja vähe soola sisaldav kuumsuitsukala endast kiireltriiknevat toodet, mis on heaks söötmeiks mikroorganismide ja eriti hallituse arenemisele. Sellepärast peab kuumsuitsukala jahutatama kohe pärast ahjust väljavõtmist.

Väikest kuumsuitsukala jahutatakse spetsiaalsetes kambrites,

mis on sisustatud sisselaske-väljatõmbe-ventilatsiooniga ja filtri-  
tega sissetuleva välisõhu puhastamiseks.

Jahtunud kala võetakse lattidelt ja sorteeritakse vastavalt stan-  
dardi nõudmistele.

Sorteerimisel pööratakse tähelepanu kala välisele ilmele, liha  
konsistentsile, samuti ka valmistoote maitsele ja lõhnale ning  
soolasisaldusele kalas.

ГОСТ 7447-55 «kuumsuitsukala» esitab valmistootele järg-  
mised nõudmised: kala peab olema ühtlaselt läbisuitsutatud, kuni  
täieliku valmimiseni; liha, mari ja niisk läbiküpsenud, ilma too-  
reksjäämise tunnusteta; liha peab luudest kergesti eralduma ja  
veri olema täiesti hüübinud.

Välisilmelt võib kala olla mitmesuguse toitumusega. Pealis-  
pind peab olema puhas, ei tohi olla niiske ega vähekesse niisku-  
nud, helekuldse kuni tumepruuni värvusega.

Võivad olla tähtsusetud rasvavalumid kala pealispinnal, naha  
mehhaanilised vigastused ja ahiku juurest rebenenud kõht, hele-  
dad suitsust puutumatud laigud, või põlenud kohad; uimede  
vigastused ja kõrvalekalded õigest lahkamisest ning murdunud  
kalu mitte üle 2% nende arvust.

Liha konsistents peab olema tihe, mahlane, on lubatud vähe  
pudenev.

Soolasisaldus on lubatud alates 1,5 kuni 3,0%, mereahvenal  
ja tursal 1,5 kuni 4,0%.

Maitse ja lõhn peab olema meeldiv, omane antud kalaliigile,  
ilma halvendavate tunnusteta. On lubatud muda ja tõrvainete  
kerge kõrvalmaitse; kaug-ida lõhilastel — hapendunud rasva  
kerge kõrvalmaitse.

Väike kuumsuitsukala — räim, barabulja, stavriida, skumbria,  
kilu, räabis, meretint ja väike heeringas ning kuumsuitsutatud  
tuurlased, vastavalt standarditele jagunevad kahte sorti: esime-  
sesse ja teise.

Sorteeritud kala pakitakse taarasse.

Kuumsuitsutatud sevrjuuga, tuur ja šip pakitakse kastidesse  
mahuga kuni 40 kg.

Kastid peavad olema tugevad, kuivad, puhtad ja ilma võõra  
lõhnata.

Kalu pakitakse ridadena, kõrguselt ühte ritta, taarasse, mille  
sisse ja kaane alla on pandud pärgament, pärgamiin või tsello-  
faan. Igal kastil peab olema plomm ja ära näidatud tööstus, pak-  
kimise päev ja kuu ning kauba sort. Küljed asetatakse kasti mit-  
melt realt.

Soomkalu, tursklasi ja siitalisi pakitakse kastidesse ja peerust korvidesse, mahuga kuni 20 kg.

Räim, kilu, räabis, meretint, väike heeringas ja muu väike kala pakitakse kastidesse ja peerust korvidesse, mahuga kuni 8 kg ning karpidesse mahuga 250 g kuni 2 kg.

Taara peab olema tugev, kuiv ja puhas. Kastis otsades peab olema 2—3 auku läbimõõduga 2,5 sm. Taara sisepind, kaasa arvatud kaas, vooderdatakse pärgamendi, pärgamiini või tsellofaaniga. Kala pakitakse taarasse ridadena. Karbid väikese kuumsuitsukalaga pakitakse kastidesse mahuga kuni 20 kg.

## KUUMSUITSUKALA VALMISTAMISE KONTROLL

Kuumsuitsukalu toodetakse vastavalt kehtivatele tehnoloogilistele juhenditele. Väljalastav toodang peab vastama üleriiklike standardite kõigile nõudmistele.

Tootmise protsessis teostatakse kontrolli järgmise skeemi kohaselt (tabel 39).

Tabel 39

Põhiliste tootmisprotsesside nimetus	Kontrolli olemus
Kalade vastuvõtt ja sortimine	Kuumsuitsutamiseks määratud värske, jahutatud ja külmutatud kala ekspertiis
Kalade ülessulatamine	Soolalahuse kontsentratsioon ja temperatuur. Soolalahuse ja kala kaalu suhe. Ülessulatatud kala temperatuur
Kalade lahkamine	Kalade lahkamise ja soomustest puhastamise korralikkus
Kalade pesemine	Vee puhtus. Pesemise korralikkus
Soolamine	Soola annus segasoolamise viisi puhul. Soolalahuse kontsentratsioon ja temperatuur soolvees soolamise puhul. Soolasisaldus kala lihas
Sidumine	Protsessi õigsus
Lattidele ülesriputamine	Protsessi õigsus
Tahendamine ja küpsetamine	Ahju temperatuur. Tulepesa edasiliikumine
Suitsutamine	Ahju temperatuur. Tulepesa edasiliikumine
Jahutamine	Õhu temperatuur. Kala temperatuur
Mahavõtmine, sortimine ja pakkimine	Sortimise ja pakkimise korralikkus
Säilitamine	Lao temperatuur ja õhu niiskus
Partii vormistamine ja ärasaatmine	Suitsutatud kala partii ekspertiis ja analüüsitunnistuse väljaandmine

## KALADE SUITSUTAMINE ELEKTRIGA

Kiievi kalakombinaadis on käiku lastud kalade elektriga suitsutamise katsetsehh. Elektriga suitsutamine toimub ins. Kalitinõh'i skeemi järgi. Kalade suitsutamine toimub 3—6 minuti kestel suitsuga alalisvoolu toimel, mille pinge kõrgus on 40—60 tuh. v. Siis küpsetatakse kalu erilises induktoris 4—7 minuti kestel kõrgesageduse vooluga, 15—50 miljonit võnget sekundis (15—50 megaHertzi).

Võib ütelda, et kalade elektriga suitsutamise küsimus on printsiipiaalselt lahendatud. Paljud antud tootmise protsessid on mehhaniseeritud. Kuid meetod on veel katsetamise staadiumis. Täpsustatakse kalade küpsetamise küsimust kõrgesageduse vooludega vahetult konveieril, aga mitte statsionaarsetes tingimustes, nagu seda tehakse praegu, ja õpitakse uue tehnoloogia ökonoomilist külge.

Selle viisi juures kalade suitsutamise ja küpsetamise protsessid lühenevad mitu korda. Vähenevad tööstuslikud kaod ja suureneb toote väljatulek.

Kalade elektriga kuumsuitsutamine viiakse läbi järgmise skeemi kohaselt: kalade soolamine → sooluse ühtlustamine → tahendamine → suitsutamine suitsuga kõrgepingelise voolu toimel → kalade küpsetamine kõrgesageduse vooludega → kalade jahutamine → valmistootte sortimine ja pakkimine.

Soolamine ja sooluse ühtlustamine teostatakse samuti kui harilikult suitsutamise juures. Kalad tahendatakse kambris pidevalt tegutseval konveieril 35—60° temperatuuri juures.

Suitsutamisel kasutatakse sama elektrivälja toime printsiipi, mis elektrifiltriteski. Elektrifilter tugineb laengu ärakasutamisele elektriväljas elektroodide vahel, mis on asetatud gaasi ja kinnitatud alalisvoolu allika külge.

Elektrivälja mõjutusel toimub kõrgepingelise juhtme ümber, millel on negatiivne laeng, õhu ioniseerimine. Ioonid hakkavad välja suunas liikuma, s. o. negatiivse elektroodi juurest positiivse poole. Liikumisel ioonid sadestuvad vedelatel ja tahketel suitsuosakestel. Suitsuosakesed saavad negatiivse laengu ja liiguvad positiivse elektroodi poole, millel asub kala ja sadestuvad seal.

Elektriga suitsutamise katselise agregaadid (joonis 34) skeem koosneb järgmisest sisseseadest:

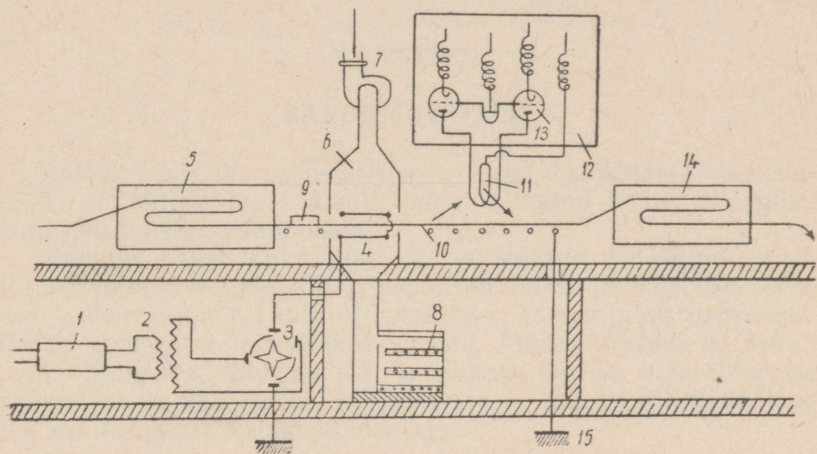
1. Transformaatorist, mis kõrgendab valgustusvõrgu vahelduvat voolu kuni 70 tuh. voldini.

2. Mehaanilisest alaldajast — kujutab endast sünkroonilist lüliti, mis muudab kõrgepingelise vahelduvvoolu pulseeruvaks alaliseks vooluks.

3. Elektrikambrid, mida läbivad konveieri terastrossid kaladega raamidel. See konveier on ühendatud maaga. Konveierist kõrgemale ja tema alla on asetatud elektroodid, mis on ühendatud kõrgevoldilise alaldaja negatiivse poolusega.

4. Suitsugeneraatorist — mitmekorruselisest, millel on suur pind saepuru põlemiseks.

5. Ventilaatorist, mis imeb generaatorist suitsu välja.



Joonis 34. Elektriga suitsutamise katselise agregaadid skeem:

1 — juhtimiskilp; 2 — transformator; 3 — alaldaja; 4 — kõrgepinge elektroodid; 5 — kuivatuskamber; 6 — elektriga suitsutamise kamber; 7 — ventilaator; 8 — suitsugeneraator; 9 — raamid kaladega; 10 — konveier; 11 — indikaator kalade küpsetamiseks; 12 — kõrgsagedusvoolu generaator; 13 — generaatori lambid; 14 — jahutamiskamber; 15 — maandamine.

Ventilaatoriga generaatorist väljaimetud suits satub elektrikambrisse. Viibides elektroodide vahel tugevas elektriväljas, saavad suitsuosakesed negatiivse laengu ja sadestuvad kiiresti kalal, millel on positiivne laeng. Elektriga suitsutamise protsessis omandab kala mõne minutiga helekuldse värvingu.

Pärast suitsutamist satub kala kõrgesageduse generaatori induktorisse, kus siis läbi küpseb. Kõrgesageduselise kuumutamise kõige tähtsamaks omaduseks on see, et soojus genereerub kalas endas, s. t. seal, kus ta vahetult ära kasutatakse, vastupidi vanadele meetoditele, kus soojus tuuakse väljast juurde, mis on seotud vajadusega luua suuri temperatuuri gradiente. Selle töötlemise meetodi eeliseks on kogu toote mahu üheaegse ja ühtlase

kuumendamise võimalus ja automatiseerimise hõlpsus. Kala kuumenemise intensiivsus sõltub laine pikkusest või voolu sagedusest, elektrivälja võimsusest ja kala keemilisest koosseisust. Pärast indikaatoris läbiküpsemist läheb kala konveieriga mehhaniseeritud jahutamiskambrisse.

Jahtunud valmistoodang sorteeritakse ja pakitakse taarasse.

---

## V PEATÜKK

### BALÖKK-TOOTED

Balökk-toodeteks nimetatakse eriliselt balökkideks ja kõhutükiks või küljeks lahatud kala, mida on hoitud soolas ja nagidel kuni liha täieliku valmimiseni.

Tehakse vahet vinnutatud ja suitsutatud balökkide vahel. Balökk-tooteid valmistatakse peamiselt tuura ja lõhe liiki kaladest, vähemal määral suurest heeringast, sägast ja mereahvenast. Balökk-tooteid valmistatakse Kaspia, Musta, Aasovi ja Aarali mere, Kaug-Ida, Murmanski ja Siberi jõgede kalatöötlemise rajoonides, samuti ka tarbimispaikades — suurtes tööstuskeskustes kalaturustuse kalakombinaatides.

### BALÖKK-TOODETE VALMISTAMINE TUURLASTEST

Balökk-toodete valmistamiseks kasutatakse ainult sellist kala, kes vastuvõtulaevale või kalatööstusesse lahkamisele saabub elusana ja kellel õigeaegselt on kõrvaldatud sooled.

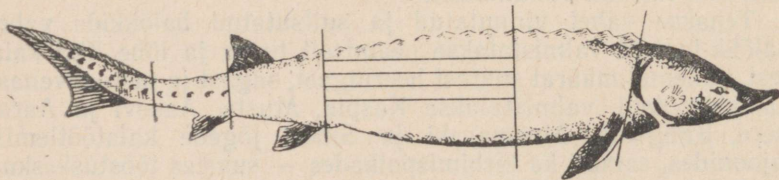
Surnud, rookimata tuurlaste vastuvõtt kaluritelt on keelatud, sest selline kala võib olla kalamürgiga mürgitamise allikaks. Uurimistega on kindlaks tehtud, et kalamürgituste tekitajaks on botuliinuse pisikud, kes eritavad toksiini (mürki). Need pisikud asetsevad tuurlaste sooltes ja pärast nende surma võivad sattuda kala lihasse ning esile kutsuda mürgituse. Kui kala lahatakse elusalt ja sooled kõrvaldatakse hoolikalt, siis ei saa liha nakatuda botuliinusest.

Elus kala tuleb pärast lahkamist kohe asetada jäässe ja saata õigeaegselt kalatööstusesse. Balökkide valmistamiseks kasutatakse rasvast, heas toitumuses elusat, jahutatud ja külmutatud kõrgemat ja I sorti kala, samuti ka I ja II sorti soolaseid balökk-pooltooteid.

**Lahkamine seljaks ja kõhutükiks.** Seljaks ja kõhutükiks lahatakse tuurakala, šipp ja sevrjuuga. Et saada selga soolatud pooltootena kaaluga mitte alla 5 kg, nagu nõuab standard, tuleb võtta kala kaaluga 10 kg ja rohkem.

Kala lahatatakse erilistel laudadel käsitsi. Pea koos rinnauimedega eraldatakse kehast noa-kiiniga. Siis lõigatakse välja kõhutükk. Seejuures tehakse lõige sirgjoont pidi, mis läheb teatava nurga all küljekilbikeste joone juurde ja lõpeb pärakuuime juures 4—5 sm allpool neid kilbikesi.

Kere paremalt küljelt tehakse samasugune lõige, kuid see tehakse pärakuuime juurest kala pea poole. See lõige peab täpselt vastama kere pahema külje lõikele. Pärast neid lõikeid eraldatakse kõhutükk seljast. Seljal, selgroo juures, avatakse neerud puittikuga, siis noaga või erilise labidakesega kõrvaldatakse veretükid ja kelme ning kala pestakse verest puhtaks. Seljal lõigatakse ära kõhred kogu pikkuselt.



Joonis 35. Beluuga küljeks lahkamise skeem.

Kõhutükil lõigatakse ära pärakusulgur ja siis lõigatakse kõhutükk pikuti kaheks pooleks.

**Lahkamine küljeks.** Beluuga ja suur tuurakala lahatatakse küljeks. Nende kalade lahkamise viisid on mitmesugused. Beluuga lahkamisel, samuti kui tuura lahkamisel seljaks, raiutakse esmalt ära pea. Siis raiutakse ära, pärakuuime lõpu kohalt, sabavars — saba- ja pärakuuime vaheline kala keha osa ning selja-, päraku- ja kõhuuimed. Pärast seda lõigatakse ära seljakilbikeste rida.

Lahatud kala, sõltuvalt kere pikkusest, lõigatakse põigiti tükideks pikkusega 30 kuni 45 sm. Need tükid lõigatakse omakorda seljast kaheks võrdseks osaks, mida nimetatakse «pooltükideks», kõrvaldatakse neerud, veretükid selgroo juurest ja kelmed. Pooltükke pestakse veega ja külmutatakse. Kala küljeks lahtraiumise skeem on toodud joonisel 35.

Pärast külmutamist lõigatakse pooltükkidest välja selja kõhred ja pooltükid lõigatakse naha poolt küljest pikuti kihtideks paksusega 8 sm ümber. Vastavalt standardile ei tohi soolase

külje minimaalne paksus olla alla 2,5 sm. Pooltüki kõhuosast väljalõigatud tükid loetakse kõhutükkideks.

Tuura ja šipi lahkamisel küljeks toimub pea, seljakilbikeste rea ja kala sabavarre kõrvaldamise protsess samuti kui beluga. Pärast seda lõigatakse kere selgroogu pidi kaheks võrdseks osaks, kõrvaldatakse neerud, veretükid ja kelme ning pestakse. Kõhutükk on lubatud jätta külje juurde või eraldada.

**Külmutamine, soolamine ja kala soolsuse ühtlustamine.** Enne soolamist ettevalmistatud pooltoode külmutatakse vannides jääsoola seguga. Selle segu peale asetatakse kala lõikepinnaga üles ja puistatakse üle soola-kihiga; teine kalakiht asetatakse esimesele lõikepinnaga alla. Selline kahekordne kalakiht puistatakse üle jää ja soolaga. Külmutamiseks on vaja 60% jääd ja 6% soola, arvestatud vanni pandud kala kaalust. Kalu külmutatakse kuni temperatuurini  $-4-6^{\circ}$ . Külmutamise kestus on 16—20 tundi. Sõltuvalt temperatuurist on lubatud jää-soola segu kulu kuni 100% kala kaalust ja veel suurem külmutamise aeg.

Olenevalt vajadusest võetakse külmutatud pooltoode vannist välja ja sulatatakse üles.

Ohus ülessulatamise puhul asetatakse kala raamistikule, ruumi, mille temperatuur hoitakse 6 kuni  $10^{\circ}$ . Kui kalaliha sügavates kihtides temperatuur tõuseb  $-1^{\circ}$ , siis kala soolatakse.

Soolatakse ruumides temperatuuriga  $6-8^{\circ}$ . Soolatakse vannides kuiva soolaga. Enne soolamist hõõrutakse kala soolaga. Paremaks sooldumiseks tehakse suurematesse selgadesse esialgu kuni 6 sissetorget. Torked tehakse puhta puittikuga kala kõhupoolsest küljest.

Vanni põhi kaetakse 1 sm paksuse soolakihiga ja siis asetatakse sellele kala.

Seljad paigutatakse ühte vanni, küljed ja kõhutükid teise.

Seljad laotakse ühetasaste tihedate ridadena, nahaga alla, peaosadega keskele ja sabaosadega vanni otsaseinte poole. Sabaosade alla asetatakse sooldunud kõhred või puust klotsid. Küljed ja kõhutükid laotakse samuti ridadena, nahaga alla. Iga kalarida puistatakse üle soolakihiga, mille paksus on 0,5—1,5 sm. Hoolitsetakse selle eest, et sool satuks ka kala külje pinnale. Pealmisele kalapinnale antakse suurem annus soola. Kalade ladumisel jäetakse kaev soolvee jälgimiseks. Kalu ei tohi vanni laduda paksemalt kui 70 sm. Soola kulutatakse seljale ja kõhutükile kuni 22%, küljele kuni 22% kala kaalust.

Balõkk-toodete soolamisel on lubatud kasutada kaalisalpeetrit, arvestades 120—130 g 100 kg lahatud kala kohta.

Sooldumise kestus: tuurlaste selgadel 10—13 ööpäeva, küljel 4—6 ööpäeva, tuurlaste kõhutükil 2—3 ööpäeva.

Neli päeva pärast peale soolamise algust valatakse vanni, kus asuvad seljad, jahutatud kunstlikku küllastatud soolalahust. Segaviisil soolamisel saadakse mahlakam ja maitavam toode.

Kala hoitakse soolas, kuni soolasisaldus on 6—12%, võetakse siis vannist välja ja asetatakse raamistikule või teistesse vannidesse soolsuse ühtlustamiseks.

Soolsuse ühtlustamise kestus kõigub järgmistes piirides: seljal 4—6 ööpäeva, kõhutükil ja küljel 3—4 ööpäeva.

**Soolane pooltoode.** Säärasel viisil soolatud seljad, küljed ja kõhutükid kujutavad endast soolatud balõkk-pooltooteid, mis lähevad edasiseks töötlemiseks või need pakitakse taarasse ja saadetakse sisemaale Kalaturustuse Peavalitsuse ettevõtetele tarbimiskohtadel balõkk-toodete valmistamiseks. Standardi kohaselt tuleb soolased balõkk-pooltooted väljastada järgmistes mõõdetes (tabel 40).

Tabel 40

Ühe tüki kaal (kg)				Pikkus (sm)	
selg		kõhutükk (pool)		külj	
tuura, šipi ja sevrjuuga	beluuga ja kaluuga	tuura ja šipi	beluuga ja kaluuga	tuura ja šipi	beluuga ja kaluuga
5 ja rohkem	14 ja rohkem	0,9 ja rohkem	1,1 ja rohkem	Paksus 2,5 ja rohkem Pikkus 37 ja rohkem	Paksus 4,5 ja rohkem Pikkus 21 ja rohkem

Sõltuvalt toitumusest, soolasisaldusest ja reast teistest näitajatest jagunevad soolased pooltooted kõrgemaks, I ja II sordiks.

Kõrgemasse sorti kuuluvad paksu rasvavahekihiga, väliste vigastusteta, muljutusteta, verevalumiteta ja lahkamise defektideta pooltooted, tasase ja puhta lõikepinnaga ning lihale tihedalt liibuva nahaga. Soolasisaldus lihas kuni 8%.

I sorti kalal on õhuke rasvavahekiht. Soolasisaldus lihas kuni 10%.

Kõrgemat ja I sorti pooltootes peab liha konsistents olema mahlakas ja tihe, kõrvalmaitseta ja halva lõhnata.

Soolased balõkk-pooltooted pakitakse leotatud, soolveekindlatesse trummi tüüpi tünnesse mahuga: 150 l kõhutükkide ja külgede puhul ning 250 l selgade puhul.

**Pooltoote leotamine, sidumine, pesemine ja sortimine.** Soolast pooltoodet leotatakse veega vannides, mis on täidetud  $\frac{2}{3}$  võrra pooltootega. Sõltuvalt soolasisaldusest kallatakse kala üle kas

mageda veega, kui selgade soolsus on alla 8%, või siis nõrga soolalahusega, erikaaluga 1,01—1,02. Pooltoote leotamise vee temperatuur peab olema 8—12° piirides; suvel jahutatakse vett jääga, kuna talvel soojendatakse, lisades kuuma vett.

Sõltuvalt nende soolsusest on selgade leotamise kestus 4 tundi kuni 2 ööpäevani. Pikaajalise leotamise puhul vahetatakse vedelikku 1 või 2 korda, katkestades iga kord leotamise 2 tunniks.

Pärast leotamist seotakse pooltoode nõoriga, pestakse harjaga puhtaks jooksvas vees ja sorteeritakse soolsuse astme kohaselt, hoitakse siis magedas vees 1—2 tundi, et vältida soolakristallide ilmumist valmistoote pinnale.

**Pooltoote vinnutamine ja suitsutamine.** Vinnutatakse balõkitornide erilistes ruumides, mis on külgedelt avatud, kuid pealt kaetud katusega. Kõrgetes tornides (10 m ja rohkem) ei ole kala ohustatud kärbestest ja tolmust.

Tabelis 41 on toodud vinnutatud kaupade vindumise kestus (ööpäevades).

Tabel 41

Nimetus	Tornis	Kinnises ruumis
Tuurlaste seljad . . . . .	25—30	30—40
Külg ja kõhutükk . . . . .	5—8	7—10

Suitsutatud balõkk-toodete valmistamisel on vinnutamise kestus 2 kuni 4 ööpäeva. Enne suitsutamist pooltoode sorteeritakse kaalu, mõõdete ja toote liigi järgi.

Suitsutatakse kambri tüüpi suitsutamisahjudes, kõrgusega 3 m. Kambris riputatakse kalad ühte ritta 20 sm kaugusele üksteisest. Suitsutatakse suitsuga, mille temperatuur on 23 kuni 27° piirides. Suitsutamise kestus on selgadel 60 tundi, küljel ja kõhutükil 50 tundi. Suitsutatud toode võetakse ahjust välja ja jahutatakse.

**Valmistoode.** Valmistoode sorteeritakse vastavalt GOCT 6481-55, hõõrutakse rätikuga kuivaks ja võitakse kalarasvaga. Enne pakkimist õmmeldakse selgadest, küljetükkidest ja külgedest nõör läbi, nõõri otsad seotakse sõlme ja plommitakse. Plommil peab olema näidatud: tehase nimetus, väljalaske kuupäev ja sort.

Valmistootel, vastavalt standardile, peavad olema järgmised mõõted (tabel 42).

Selg			Kõhutükid (poolikud)		Külj			
tuura ja šipi	beluuga ja kaluuga	sevr- juuga	tuura, šipi ja sevr- juuga	beluuga ja kaluuga	tuura, šipi ja sevr- juuga	beluuga ja kaluuga		
Ühe tüki kaal kg					Pikkus sm	Paksus sm	Pikkus sm	Ühe tk kaal kg
3,0 ja rohkem	12,0 ja rohkem	2,3 ja rohkem	0,4 ja rohkem	0,9 ja rohkem	35,0 ja rohkem	2,0 ja rohkem	20,0 ja rohkem	0,95 ja rohkem

Külje paksust mõõdetakse selle kõige väiksemas osas 1,5 sm kaugusel äärest.

Kõrgemasse sorti kuuluvad seljad, kõhutükid ja küljed paksu rasvavahekihiga; väliste vigastusteta; õige lõige, lõikepinnad tasased; ühtlaselt vinnutatud või suitsutatud; nahk puhas, vinnutatud tootel — halli värvust, kergelt kortsus, suitsutatud tootel — tumedat värvust kollaka helgiga. Soolasisaldus lihas 7%.

I sorti toote näitajad on samad mis kõrgemal sordil; võib olla õhuke rasvavahekiht; küljel võib olla välja lõigatud üks haavand kuni moonutatud koe täieliku kõrvaldamiseni. Soolasisaldus lihas 9%.

Kõrgemal ja esimesel sordil peab liha konsistents olema: suitsutatul — õrnmahtakas kuni tihedele; vinnutatul — tihenenust kuni tihedele. Maitse ja lõhn omased vinnutatud või suitsutatud balõkile, ilma halvustavate tunnusteta.

II sorti arvatakse seljad, kõhutükid ja küljed mitmesuguses toitumuses; soolasisaldus lihas 11%. Liha konsistents võib olla kuivavõitu, kihistuv. Võib olla nahaaluse rasvakoe kerge hapendumise lõhn, mis pole tunginud lihasse; nõrk muda kõrvalmaitse.

Balõkk-tooted pakitakse puitkastidesse vastavalt ГОСТ 3952-47. Kastid peavad olema tugevad, puhtad, kuivad, ilma kõrvalõhnata.

Balõkk-toodete valmistamisel on kehtestatud järgmised valmistoote väljatuleku normid (protsentides värske kala kaalust) (tabel 43).

Näitajad	Pärast lahkamist	Pärast sooldumist	Valmistooded	
			suitsutatud	vinnutatud
<b>A. Roogitud kala kaalust:</b>				
1) tuura selg ja kõhutükk . . . . .	70	61	50	45
2) tuura külg . . . . .	68	58	47	—
3) beluuga külg . . . . .	66,5	57,5	46,5	43,5
<b>B. Lahkamata kala kaalust:</b>				
1) tuura selg ja kõhutükk . . . . .	64	55,5	45,5	40,6
2) tuura külg . . . . .	62	52,5	42,5	—
3) beluuga külg . . . . .	59,5	51,0	41,0	38,0

**Balõkkide säilitamine ja transportimine.** Vinnutatud ja suitsutatud balõkk-tooteid säilitatakse ülesriputatult, kuivas hästi õhustatavas ruumis. Kastidesse pakitud valmistoodet peab säilitama kuivades, hästi õhustatavates ladudes. Säilitamise protsessi kestel tuleb valmistoodet aegajalt kontrollida. Kui kaubale ilmub hallitus, siis tuleb see linikuga viivitamatult kõrvaldada ja kauba pealispind värsket kalarasvaga sisse hõõruda.

Balõkk-tooteid transportitakse isothermilistes vagunites, kuhu kastid laotakse ridadena ülestikku, kuid mitte üle kümne kasti.

**Balõkk-pooltoodete pakkimine ja säilitamine.** Soolased balõkk-pooltooted pakitakse eelnevalt leotatud ja kaalutud trummi tüüpi soolveekindlatesse tünnidesse. Seljad pakitakse rööbiti ridadena, nahaga alla, peapooltega vastassuunas. Pealne rida tünnis asetatakse nahaga üles.

Tünnid kaanetatakse teisel päeval pärast pakkimist. Enne kaalumist keeratakse taara prundiauguga alla ja jäetakse nii 2 tunniks soolvee ärajooksuks. Pärast kaalumist ja trafarettimist täidetakse soolase pooltoote tünnid puhta külma soolveega, erikaaluga 1,16.

Tünne soolase pooltootega säilitatakse 0° temperatuuris.

Tabelis 44 on toodud andmed, mis iseloomustavad balõkk-toodete keemilist koosseisu (protsentides).

Tabel 44

Toote nimetus	Vesi	Rasv	Valk	Tuhk	Sellest sool
Tuura selg, suitsutatud . . . . .	58	15	18	9	8
Tuura külg, suitsutatud . . . . .	58	10	22	10	8
Tuura selg, vinnutatud . . . . .	55	10	21	14	11
Tuura kõhutükk, suitsutatud . . . . .	48	23	19	10	9
Beluuga külg, suitsutatud . . . . .	57	14	19	10	9
Beluuga külg, vinnutatud . . . . .	50	19	19	12	11

Tabelis 45 on näidatud mineraalainete sisaldus kalaliha tuhas (mg %).

Tabel 45

Nimetus	Kaltsium	Fosfor	Kaalium	Magneesium	Raud
Beluga külg . . . . .	30—45	160—200	160—360	25—30	2,5
Tuura selg . . . . .	35—40	150—210	160—330	20—30	2,5
Tuura kõhutükk . . . . .	35—40	140—150	120—130	20	2

### BALÖKKIDE VALMISTAMINE BELORÖBITSAST

Beloröbitsa emaskalad paistavad silma suure kaaluga ja hea toitumusega; väljapüütult Volga deltas sisaldavad nad kuni 28% rasva. Isaskalad on mõõdetelt väiksemad ja vähem toitunud, rasva sisaldavad kuni 15%.

Balöki paremaks tooraineks on suured emaskalad mõõdetega 80—110 sm.

Balökkide jaoks lahatakse kala külmunud seisukorras. Värske kala jahutatakse külmutusmajas või jää-soola segus, külmutatud kala sulatatakse kuni —1°.

Lahkamisel eraldatakse kõhutükk seljast. Lõige tehakse alates peast 2 sm allpool küljejoont. Kõhuosa külge jääb mitte vähem kui  $\frac{3}{4}$  pärakuuimest. Pärast kõhutüki eraldamist lõigatakse kalal lõpused välja, jättes pea selja külge.

Seljad ja kõhutükid puhastatakse hoolikalt sisikonnast, verest ja kelmest. Kõhutükile tehakse sisselõige pärakusulguri juures, siis lõigatakse välja soolikad, võetakse välja sisikond ja luu pärakuuime juures lõigatakse pikuti lõhki. Balöki lahkamisest saadud jäätmed lähevad töötlemisele: maks vitamiin A tootmiseks, rasvakogumid — rasva sulatamiseks.

Peale puhastamist pestakse selga ja kõhutükki hoolikalt puhta veega ning samaaegselt hõõrutakse pehme nuustikuga. Pärast seda hõõrutakse kala igast küljest soolaga: esmalt pärisoomust (peast saba poole) — lima ja mustuse kõrvaldamiseks pinnalt, siis vastu soomust — soola viimiseks soomuse alla. Sooldumise hõlbustamiseks tehakse puittikuga suurte kalade selgadesse kõhupoolt küljest selgroo juurde 4 kuni 6 torget.

Seljad ja kõhutükid soolatakse eraldi. Enne soolamist kaetakse vanni põhi 1 sm paksuse soolakihi. Siis laotakse kala tihedate ridadena, lõikega üles. Suuremad eksemplarid laotakse

alla, väiksemad vanni pealmistesse kihtidesse. Iga kiht raputatakse üle soolaga. Hoolitsetakse selle eest, et sool satuks ka selja küljepinnale.

Kala üldine kõrgus soolamisvannis ei tohi ületada 0,7 m. Kala ülemine kiht raputatakse soolaga üle ohtramalt, 2 sm paksuselt. Üldine soolakulu soolamisel ei tohi ületada 22% kala kaalust. Soolamise protsessi ja soolvee seisukorra jälgimiseks jäetakse vanni «kaev». Soolatakse ruumis temperatuuriga 6—10°. Soolamise protsessi kestel valatakse kaevu kaudu kalale vannis soolalahust, erikaaluga 1,19: selgadele 4 ööpäeva pärast, kõhutükki-  
dele väljavõtmise eelpäeval. Sooldumise kestus: selgadel 7—9 ööpäeva, kõhutükkidel kuni 2 ööpäeva.

Soldunud kala asetatakse ümber teise vanni. Kala laotakse  $\frac{3}{4}$  vanni kõrguselt, soola ei lisata ja hoitakse: selgi kuni 6 ööpäeva, kõhutükke kuni 4 ööpäeva. Selle aja kestel toimub kalaliha soolsuse ühtlustumine.

Enne vinnutamist kalu leotatakse. Kalad pannakse vanni selle poole kõrguseni. Leotatakse: selgi nõrgas soolalahuses, erikaaluga 1,03—1,05, kõhutükke — magedas vees. Leotamine kestab sõltuvalt kala soolasisaldusest: selgadel 24—48 tundi, kõhutükkidel 16—24 tundi.

Pärast seda kala seotakse nõoriga: seljad lõpuskaante alt, kõhutükid läbi torkeaugu peapoolses osas, millesse eelnevalt pistatakse naha alla puittikk, mis väldib kõhutüki keerdumise.

Pärast sidumist pestakse kalu magedas vees nuustikuga ja hoitakse nii selgi kui ka kõhutükke magedas vees 1—2 tundi. Seda tehakse selleks, et vältida soolakristallide ilmumist kala pinnale tema vinnutamisel või suitsutamisel.

Vinnutatud balökkide valmistamisel hoitakse selgi ja kõhutükke nagidel järgmine aeg (ööpäevades) (tabel 46).

Tabel 46

Nimetus	Selg	Kõhutükk
Balökitornis	10—14	3—5
Ruumis 20—25° juures	12—14	5—7

Suitsutatud balökkide valmistamisel tahendatakse kala eelnevalt 2—4 ööpäeva kestel nagidel ja siis suitsutatakse kambrites.

Kolme meetri kõrgustes suitsutamiskambrites riputatakse kala üles ühelt realt. Seljad suitsutatakse kõhutükkidest eraldi. Et suits kaladega ühtlaselt kokku puutuks, asetatakse nad üksteisest 20 sm kaugusele ja suitsutatakse 20—25° temperatuuris: selgi

60 tunni, kõhutükke 50 tunni kestel. Suitsutamiseks kasutatakse kuiva tamme, pöogi või pärna saepuru.

Balõkk-toodete valmistamisel on määratud järgmine toote väljatulek töötlemise etappide järgi (tabel 47).

Tabel 47

Nimetus	Protsentides lahkamata kalast			Protsentides soolasest pooltootest	
	Pärast lahkamist	Pärast sooldumist	Valmis-toode	Pärast lahkamist	Valmis-toode
Balõkk ja kõhutükk, suitsutatud	87	77	65	99	86
Balõkk ja kõhutükk, vinnutatud	87	77	62	99	83

Tabelis 48 on toodud belorõbitsa balõkkide keemiline koosseis.

Tabel 48

Nimetus	Vesi	Rasv	Valk	Sool	Tuhk
Balõkk (selg) vinnutatud	50—56	16—18	20 22	7—10	1
„ „ suitsutatud	54—58	13—15	19—21	6—10	1
Kõhutükk vinnutatud	45	22	22	10	1
„ „ suitsutatud	50	20	20	9	1

Valmis balõkk-tooted sorteeritakse kvaliteedi järgi kolmeks sordiks: kõrgem, esimene ja teine.

Kõrgemasse sorti arvatakse: hästi toitunud kala, õrna ja mah-lase lihaga, õieti lahatud, ühtlaselt vinnutatud või suitsutatud, soolasisaldusega kalalihas kuni 6%.

Esimesse sorti arvatakse mitmesuguse toitumusega, defekti-deta kala, soolasisaldusega kuni 8%. Kui on standardis ette nähtud defektid ja soolasisaldus kuni 10%, arvatakse balõkk-tooted II sorti. Pakkimise juures kontrollitakse balõkk-toodete kvali-teeti: organoleptiliselt (lõhna järgi), tehes tikuga torke.

Valmis balõkk-tooted pakitakse kastidesse mahuga: selgade jaoks kuni 60 kg, kõhutükkidele kuni 40 kg.

Seljad pakitakse kastidesse ühelt realt, peadega otsaseinte poole, kõhutükid 3—4 realt. Pakitud toote ridade vahele pannakse

pärgament. Sõltuvalt toote mõõdetest mahub kasti: selgi 10—14 tk., kõhutükke 50 tk. Varumiskohtadest saadetakse tarbimispaikadesse samuti ka soolaseid balõkk-pooltooteid, mis pakitakse soolveekindlatesse trummi tüüpi puittünnidesse. Soolased seljad pakitakse taarasse rööbiti, tasaste tihedate ridadena, peadega vastassuunas. Kõik kalade read, välja arvatud pealmine, asetatakse nahapoolega alla, pealmine rida — nahapoolega üles. Soolased kõhutükid pakitakse tünnidesse ridadena perpendikulaarselt üksteisele. Pärast kaanetamist valatakse tünni soolahust, erikaaluga 1,15.

Soolaseid pooltooteid säilitatakse kuivades, hästi õhustatavates ruumides, õhuniiskusega mitte üle 70%. Valmisbalõkke on lubatud säilitada pakkimatult: 5 kuni 10° temperatuuris kuni 20 ööpäeva, üle 10° — kuni 5 ööpäeva. Balõkkide pakkimisel kastidesse säilitatakse viimaseid mitte üle 5 ööpäeva.

Balõkke veetakse raudtee- ja veetranspordiga isothermilistes vagunites ja laevades.

### BALÕKID HEERINGAST

Balõkid valmistatakse valitud ja suurest heeringast, mis vastab kõrgema ja I sordi nõudmistele. Külmutatud heeringas sulatatakse üles vees või õhus kuni temperatuurini —1°. Värske heeringas jahutatakse, kuni temperatuur on kala kehas —2°.

Soolaheringas, keedusoolasisaldusega mitte üle 14%, lahatakse. Lahkamisel eraldatakse kerest kõhutükk. Selja väljatulek moodustab 60%, kõhutüki — 12%, jäätmed — 22% ja kaod — 6%. Selg puhastatakse ja pestakse hoolikalt. Soolamiseks kulub kuni 30% soola. Siis valatakse kala üle küllastatud soolahusega. Sooldumine kestab 6—10 ööpäeva. Kui tooraine on suure rasvasisaldusega, siis soola liigne küllus ei mõju toote kvaliteedile halvasti. Heeringa-balõkikese sooldumine loetakse lõpenuks, kui kalaliha soolasisaldus on tõusnud: kõrgemal sordil 5—7%, esimesel sordil — mitte üle 9% ja II sordil — mitte üle 12%.

Pärast sooldumist ja pesemist seotakse heeringa-balõkike sabapidi aasaga ja suunatakse leotamisele. Vee temperatuur ei tohi ületada 12°. Sõltuvalt sordist lõpetatakse heeringa leotamine, kui heeringa-balõkike sisaldab soola: kõrgem sort 5—6,5%, I sort 5—7,5%, II sort 5—10%. Pärast leotamist pestakse pooltoodet puhtas vees ja suunatakse vinnutamisele. Vinnutamise protsess nagidel kestab kuni 10 ööpäeva. Toote väljatulek lahatud toorikalast moodustab protsentides: pärast sooldumist 84%, pärast vinnutamist 43%.

Heeringast valmistatakse ka suitsutatud balõkke. Heeringa-balõkikest enne suitsutamist vinnutatakse looduslikes tingimustes, on lubatud vinnutada ka suitsutamiskambrites või kuivatusvinnutamistunnelites. Vinnutamise lõpul peab heeringa-balõki pind olema kuiv ja liha veidi tihenenud.

Suitsutamise protsess toimub 20—25° kambri temperatuuris, kusjuures peab jälgima, et temperatuur ei tõuseks üle mainitu. Suitsutamist jätkatakse, kuni balõki pinnale ilmub ühtlane kuldne värvus. Sealjuures peab liha konsistents olema õrn-mahlane kuni tihe.

Pärast sortimist pakitakse valmistoode kastidesse, vastavalt ГОСТ 8132-41, peadega kasti otsade poole.

Heeringa-balõkk kujutab endast kõrge kvaliteediga delikaatss-toodet.

## VI PEATÜKK

### KUIVATAMIS- JA SUITSUTAMISKAMBRITE ARVESTUSED ÕHU FÜSIKALISED OMADUSED

Atmosfäärilist õhku vaadeldakse kuiva õhu ja veeauru seguna.

Õhu absoluutseks niiskuseks nimetatakse veeauru kaalu, mis sisaldub niiske õhu 1 kuupmeetris antud temperatuuri ja rõhu juures.

Daltoni seaduse kohaselt täidab gaaside segu iga komponent kogu segu poolt täidetud ruumala. Ühes kuupmeetris gaaside segus, s. o. niiskes õhus sisalduv veeaur täidab järelikult ruumala, mis võrdub 1 m<sup>3</sup>-ga.

Veeauru maksimaalset kogust, mis võib sisalduda ühes kuupmeetris õhus antud rõhu ja temperatuuri juures, nimetatakse õhu niiskusemahtuvuseks. Igale õhu temperatuurile (konstantse rõhu juures) vastab teatud niiskusemahtuvus.

Õhu relatiivseks niiskuseks  $\varphi$  nimetatakse suhet õhu absoluutse niiskuse  $\gamma_a$  ja tema niiskusemahtuvuse  $\gamma_k$  vahel sama temperatuuri juures, s. o.

$$\varphi = \frac{\gamma_a}{\gamma_k} = \frac{\gamma_a}{\gamma_k} \cdot 100\%.$$

Veeauruga küllastatud õhul on  $\varphi = 100\%$ .

Kala kuivatamisprotsessis absorbeerib õhk niiskust, mille tulemusel õhu kaal muutub. Üheaegselt muutub õhu temperatuur ja ruumala. Kuivatamis- ning suitsutamiskambrite tehnilisteks arvestusteks on seepärast hõlpsam rakendada õhu ja suitsu niiskusesisaldust.

Niiskes õhus sisalduva veeauru kaalu ühe kilogrammi absoluutselt kuiva õhu kohta nimetatakse õhu niiskusesisalduseks (lisa 3).

Niiskusesisaldust väljendatakse tavaliselt grammides kuiva õhu kg kohta ning märgitakse tähega  $d$ .

Õhu niiskusesisaldust määratakse valemi järgi:

$$d = 622 \frac{\varphi P_k}{B - P_k} = 622 \frac{P_a}{B - P_a} \text{ grammi niiskust/kg kuiva õhu kohta,}$$

kus  $\varphi$  — õhu relatiivne niiskus (ühiku osades);

$P_k$  — auruga küllastatud õhu rõhk ( $\text{kg/m}^2$ );

$P_a$  — auru rõhk õhu  $t$  juures ( $\text{kg/m}^2$ );

$B$  — õhu baromeetrirõhk ( $\text{kg/m}^2$ ).

Õhu soojasisalduseks nimetatakse soojuse hulka, mis sisaldub 1 kg kuiva õhku sisaldavas niiskes õhus kuiva õhu antud olekus.

Niiske õhu soojasisaldus määratakse 1 kg kuiva õhu soojuse ( $C_\delta t$ ) ja  $\frac{d}{1000}$  kg veeauru soojuse ( $\frac{d}{1000} \cdot i$ ) summamana, s. o.

$$I = C_\delta t + \frac{d}{1000} \cdot i = 0,24 t + \frac{d}{1000}$$

(595 + 0,47  $t$ ) kkal/kg kuiva õhu kohta,

kus kuiva õhu soojamahtuvus  $C_\delta = 0,24$  kal/kg.kraad;

$t$  — õhu temperatuur;

$d$  — õhu niiskusesisaldus g/kg kuiva õhu kohta, auru soojasisaldus  $i = 595 + 0,47 t$  kkal/kg kuiva õhu kohta;

$I$  — niiske õhu soojasisaldus 1 kg kuiva õhu kohta kuiva õhu kkal/kg-s.

Õhu soojasisaldus mitmesuguste temperatuuride ja relatiivse niiskuse juures on antud lisa 4.

**I-d diagramm.** Õhu parameetrite määramine analüütilise meetodi järgi ülalmainitud valemite abil nõuab palju aega ega ole kuigi ülevaatlik. Palju lihtsamini võib neid küsimusi lahendada graafilisel teel  $I-d$  diagrammi abil, mis kujutab endast nõukogude teaduse väljapaistvat saavutust soojustehnika alal ja avaldati esmakordselt prof. Ramzini poolt Nõukogude Liidus 1918. aastal.

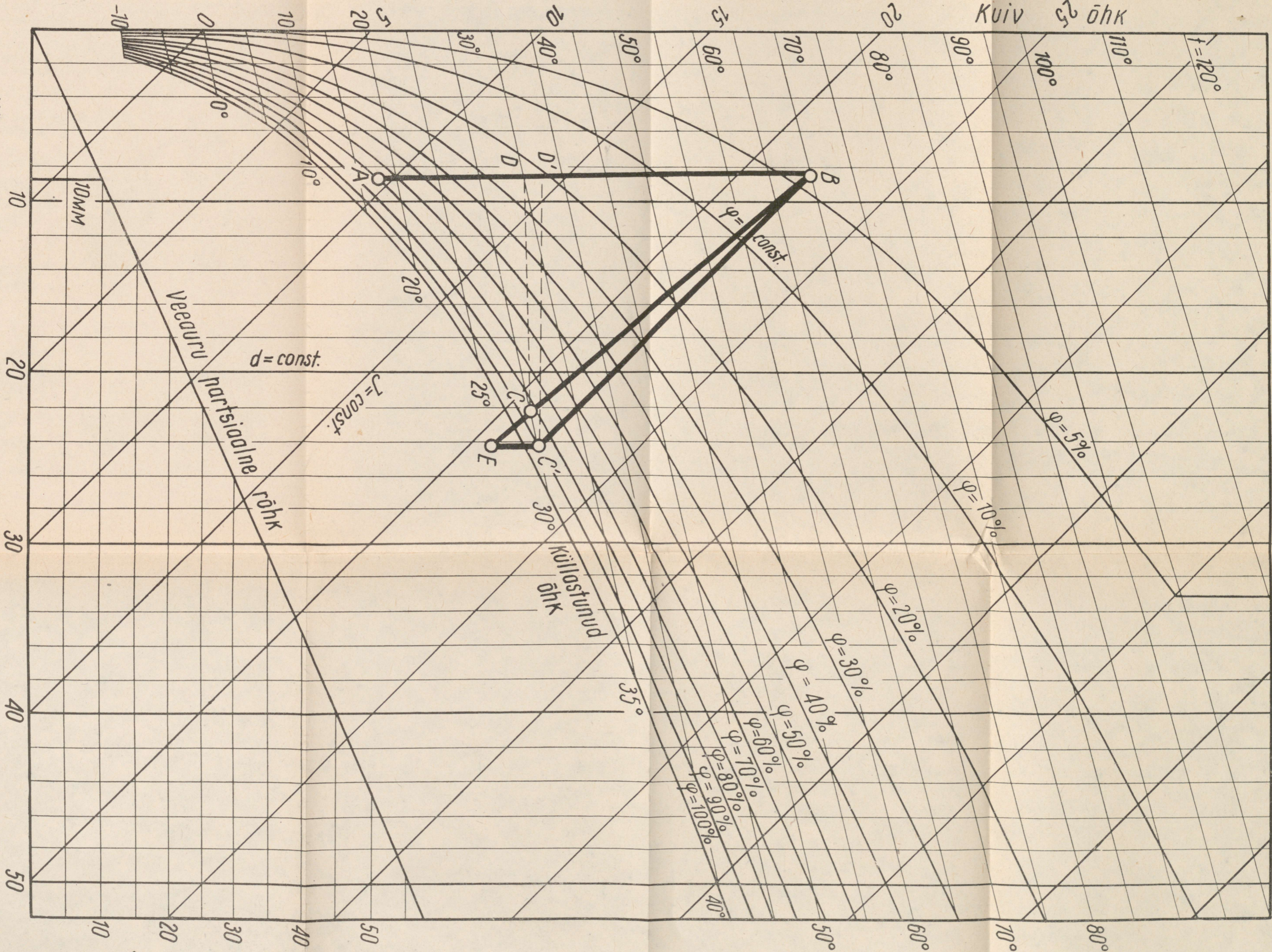
Niisket õhku iseloomustavad järgmised neli parameetrit: temperatuur ( $t$ ), niiskusesisaldus ( $d$ ), relatiivne niiskus ( $\varphi$ ) ja soojasisaldus ( $I$ ). Kahe parameetri tundmise korral nende hulgast võib määrata ülejäänud.

$I-d$  diagrammi aluseks on koordinaatide kaldnurkne süsteem. Selline diagramm 745 mm baromeetrirõhu jaoks on ehitatud joonisel 37, kusjuures telgede vaheline nurk võrdub  $135^\circ$ .

Soojasisaldus  $J$  kkal. 1kg kuiva õhu kohta (1mm = 0,1 kkal)

Kuiv õhk

Niiskuse sisaldus  $d$  grammides 1kg kuiva õhu kohta (1mm = 0,2g)



Joonis 36. Kõõla kuivatamise ja suitsutamise protsesside graafiliseks arvestamiseks kasutatav I-d diagramm.



Ordinaaditeljel on märgitud soojasisaldus  $I$  (kkal 1 kg kuiva õhu kohta), abstsissiteljel aga niiskusesisaldus  $d$  (grammides 1 kg kuiva õhu kohta).

$I-d$  diagrammile on kantud järgmised jooned:

a) isotermid. Ordinaaditeljel on märgitud temperatuurid. Neid punkte läbivad jooned  $t = \text{const}$  — isotermid, mis kulgevad vasakult üles paremale (joon. 37 a);

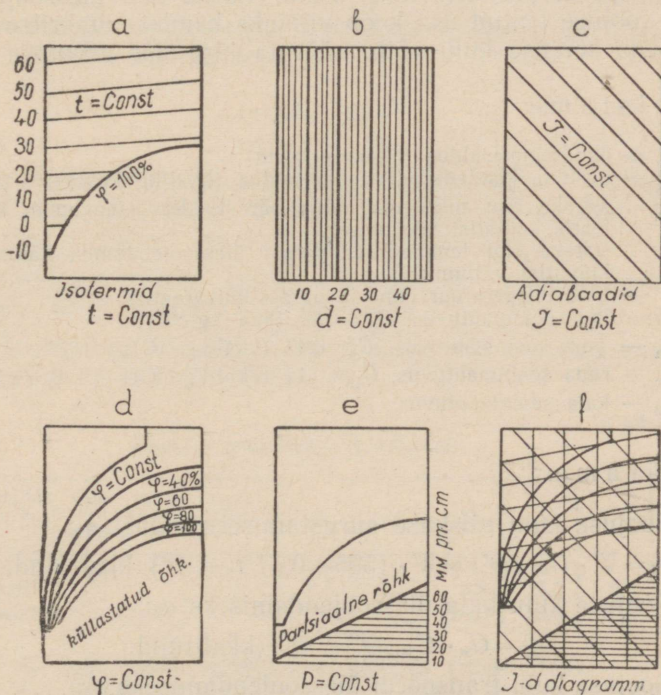
b) konstantse niiskusesisalduse jooned  $d = \text{const}$  kulgevad paralleelselt ordinaaditeljele (joon. 37 b);

v) adiabaa did — konstantse soojasisalduse jooned kulgevad paralleelselt abstsissiteljele  $135^\circ$  nurga all ordinaaditelje suhtes, s. o. vasakult paremale alla (joon. 37 c).

Niiske õhu soojasisaldus on määratud valemi järgi:

$$I = 0,24 \cdot t + \frac{d}{1000} (595 + 0,47 t) \text{ kkal/kg kuiva õhu kohta;}$$

g) konstantse relatiivse niiskuse jooned  $\varphi = \text{const}$ . Ühesuguse niiskusesisalduse, kuid erisuguste temperatuuride juures on õhul



Joonis 37. I-d diagrammi ehituse skeem.

erisugune relatiivne niiskus. Varieerides  $d$  ja  $t$  suurust ehitatakse kõverjooni  $\varphi = \text{const}$ , mis on näidatud lehvikutaoliselt laiuva kimbuna (joon. 37  $d$ );

d) veeauru partsiaalse rõhu joon niiskes õhus kulgeb koordinaatide algnurgast vasakult üles paremale (joon. 37  $c$ ).

Õhu olekut  $I-d$  diagrammil määrab mistahes kahe joone lõikepunkt. Võtame näiteks niiske õhu järgmiste parameetritega —  $t=17^\circ$ ,  $\varphi=70\%$ . Nende joonte lõikepunktis võib määrata samuti niiskusesisalduse ( $d$ ) ja soojasisalduse ( $I$ ). Sama diagrammi järgi võib hõlpsasti üles leida niiske õhu kastepunkti ja auru partsiaalse rõhu niiskes õhus.

## KUIVATAMISKAMBRITE SOOJUSARVESTUS

Kuivatamiskambrisse koos kuumendatud õhuga saabuvat soojust kulutatakse niiskuse aurustamiseks kalast ja kuivatatava kala, transpordivahendite ning äratarvitatud õhu ülessoojendamiseks; soojuse teatud osa kaob viimaks kambrit ümbritsevasse õhku. Seda soojuse kulu võib määrata järgmise arvutuse abil.

### T ä h i s t a m e:

- $I$  — õhu soojasisaldus (kkal/kg kohta);
- $i_a - i_k$  — auru ja kondensaadi soojasisaldus (kkal/kg kohta);
- $x_0 - x_1 - x_2$  — värsket õhu niiskusesisaldus pärast ülessoojendamist kalorifeeris kuivatist väljumisel;
- $t_0 - t_1 - t_2$  — värsket õhu temperatuur pärast ülessoojendamist kalorifeeris kuivatist väljumisel;
- $\theta' - \theta''$  — kala temperatuur enne ja pärast kuivatamist;
- $C_{\delta}$  — õhu soojamahtuvus,  $C_{\delta} = 0,24$  (kkal/kg  $\cdot$   $^\circ\text{C}$ );
- $C_a$  — auru soojamahtuvus,  $C_a = 0,47$  (kkal/kg  $\cdot$   $^\circ\text{C}$ );
- $C_{tr}$  — raua soojamahtuvus,  $C_{tr} = 0,12$  (kkal/kg  $\cdot$   $^\circ\text{C}$ );
- $C_M$  — kala soojamahtuvus.

### M ä ä r a m e:

1. Soojuse kulu niiskuse aurustamiseks kalast  $q_1$ :

$$q_1 = W \cdot (i_a - \theta') = W \cdot (595 + 0,47 t_2 - \theta') \text{ kkal/tund.}$$

2. Soojuse kulu kala ülessoojendamiseks  $q_2$ :

$$q_2 = G_M \cdot C_M (\theta'' - \theta') \text{ kkal/tund.}$$

3. Soojuse kulu transpordi ülessoojendamiseks  $q_3$ :

$$q_3 = G_{tr} \cdot C_{tr} (\theta'_{tr} - \theta'_{tr}) \text{ kkal/tund.}$$

4. Soojuse kadu ümbritsevasse keskkonda läbi kuivati katete  $q_4$ :

$$q_4 = \Sigma [F \cdot K (t_{\delta} - t_v)].$$

Summat väljendav märk  $\Sigma$  näitab, et soojusekulu tuleb arvestada eraldi iga katteliigi, põranda, lae, seinte ja uste kohta ning siis saadud tulemused summeerida.

$F$  — iga katte (seinte, lae, põranda, uste) välispind ruutmeetrites.

$K$  — katte soojuseülekanne koefitsient. See koefitsient näitab seda soojuse hulka, mis läbib 1 tunni jooksul katte  $1 \text{ m}^2$  katte välis- ja sisepinna ühe kraadiga võrduva temperatuuride vahe juures

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\delta}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_v}},$$

kus  $\alpha_{\delta}$  — soojuse äraandmise koefitsient kuivati sees viibivalt õhult seina juurde

$$\alpha_{\delta} = 5,3 + 3,6 v;$$

$v$  — õhu kiirus kambri sees (m/sek) tingimusel, kui  $v \leq 5$  m/sek. Suitsutamistehhede kuivatamiskambrites on õhu kiirus tavaliselt vähem kui 5 m/sek;

$\alpha_v$  — soojuse äraandmise koefitsient seina välispinnalt ümbritsevasse õhku ( $\text{kal/m}^2 \cdot \text{tund} \cdot \text{kraad}$ ).

See koefitsient arvestab soojuse kadu õhu konvektsiooni ja soojakiirguse arvel (tabel 50).

Soojuse äraandmise koefitsient  $\alpha_v$

Tabel 50

Temperatuuride vahe kuivati seina välispinna ja ümbritseva õhu vahel (kraadides)	5	10	15	20	25	30
Vertikaalpind . . . . .	7,7	8,2	8,8	9,2	9,3	9,9
Horisontaalpind . . . . .	8,6	9,2	10,0	10,4	10,6	11,3

$\delta$  — kuivati seina üksiku kihi paksus (meetrites);

$\lambda$  — iga materjali, millest sein on tehtud, soojajuhtivuse koefitsient ( $\text{kal/m} \cdot \text{tund} \cdot \text{kraad}$ ).

Soojajuhtivuse koefitsient  $\lambda$ 

Nimetus	$\lambda$	Nimetus	$\lambda$
Ehitusvilt . . . . .	0,04	Slakk . . . . .	0,2—0,25
Turbaplaadid . . . . .	0,06	Slakkbetoon . . . . .	0,25
Puutuhk . . . . .	0,06	Krohv . . . . .	0,6—0,75
Saepuru . . . . .	0,08	Tellised . . . . .	0,7
Puit . . . . .	0,12—0,30	Betoon . . . . .	0,65—1,1

Vahetult mullale asetatud kuivati põrandapinna soojuse ärandmine sõltub kuivati kaugusest välisseinast (tab. 52).

Tabel 52

## Soojusekadu põranda kaudu (M. J. Lurje andmete alusel)

Kuivati kaugus välisseinast (m)	1	2	5
Temperatuur kuivatis 20° . . . . .	19	15	13
„ „ 40° . . . . .	30	24	20

5. Soojuse üldkulu niiskuse aurustamiseks, kala ja transpordivahendite soojendamiseks ja ümbritsevasse keskkonda hajuv soojus  $Q$ :

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4.$$

6. Õhu üldkulu kala kuivatamiseks —  $L$ .

Õhu kulu  $L$  sõltub nii äratarvitatud õhu niiskusesisaldusest  $x_2$  ja kuivatisse saabuva õhu niiskusesisaldusest  $x_1$ , kui ka niiskuse üldkogusest, mis aurustub kalast ühe tunni vältel  $W$ :

$$L = \frac{W}{x_2 - x_1} \text{ kg.}$$

Õhu kulu väheneb kõige kuivema õhu kuivatisse saabumise ja kõige niiskema äratarvitatud õhu kambri eemaldamise korral.

7. Soojuse kulu kuivatamiseks —  $Q$ .

Õhu poolt jahtumisel temperatuurist  $t_1$  kuni temperatuurini  $t_2$  äraantava soojuse hulk võrdub:

a) kuiv õhk  $L \cdot C_0 (t_1 - t_2) = L \cdot 0,24 (t_1 - t_2)$  kal;

b) aur  $L \cdot x_1 C_a (t_1 - t_2) = L \cdot x_1 \cdot 0,47 (t_1 - t_2)$  kal, kokku aga

$$Q = L \cdot 0,24 (t_1 - t_2) + L x_1 \cdot 0,47 (t_1 - t_2) = L (0,24 + 0,47 x_1) (t_1 - t_2),$$

teades, et  $L = \frac{W}{x_2 - x_1}$ , saame

$$\frac{W}{x_2 - x_1} \cdot (0,24 + 0,47x_1)(t - t_2) = Q,$$

kust  $\frac{t_1 - t_2}{x_2 - x_1} = \frac{Q}{(0,24 + 0,47x_1)W}$ .

See on põhiline võrrand kuivatite arvestamisel, mis annab võimaluse täpsustada  $t_2$  ja  $x_2$ , kuna ülejäänud suurused ( $W$ ,  $Q$ ,  $x_1$  ja  $l_1$ ) on alati antud.

Vahekord temperatuuri ja õhu niiskusesisalduse vahel on antud lisas 3.

8. Soojuse kulu äratarvitatud õhuga  $q_5$ :

$$q_5 = L(0,24 + 0,47x_0)(t_2 - t_0).$$

9. Soojuse üldkulu kuivatis  $Q_{\text{üld}}$ :

$$Q_{\text{üld}} = Q + q_5$$

10. Õhu soojasisaldus  $I$ .

Õhu soojasisaldus määratakse valemi järgi:

$$I = 0,24t + x(0,47t + 595).$$

11. Kuivati soojusbilanss.

Kuivatisse antav soojus koosneb:

- |  |  |
|--|--|
| a) soojusest, mida toob kaasa värskel õhk . . . . .            | $LI_0$                                       |
| b) soojusest, mida toob kaasa retsirkuleeriv õhk . . . . .     | $L_{\text{rets}}I_2$                         |
| c) soojusest, mida annab kala niiskus . . . . .                | $Wv'$  |
| d) soojusest, mida annab kala . . . . .                        | $G_M C_M v'_M$                               |
| e) soojusest, mida annab transport . . . . .                   | $G_{\text{tr}} C_{\text{tr}} v'_{\text{tr}}$ |
| f) soojusest, millega varustatakse õhku kalorifeeris . . . . . | $Q_k = D(i_a - i_k)$                         |

Kuivatist väljub soojus:

- |  |   |
|--|---|
| a) koos kambrist väljuva õhuga . . . . .               | $LI_2$  |
| b) koos kuivatatud materjaliga . . . . .               | $G_2 C_M \theta''$                            |
| c) koos kambrist väljalaaditava transpordiga . . . . . | $G_{\text{tr}} C_{\text{tr}} v''_{\text{tr}}$ |
| d) kaona soojuseülekanne tõttu läbi katete . . . . .   | $q_4$   |

Kuivatamise perioodil on kuivatisse antava soojuse hulk võrdne soojuse hulga, mis kuivatist väljub.

Soojusbilanssi väljendatakse järgmisel kujul:

$$LI_0 + L_{\text{rets}}I_2 + Wv' + G_M C_M \theta'_M + G_{\text{tr}} C_{\text{tr}} \theta'_{\text{tr}} + D(i_a - i_k) = \\ = L_{\text{üld}}I_2 + G_2 C_M \theta'' + G_{\text{tr}} C_{\text{tr}} \theta''_{\text{tr}} + q_4.$$

## SUITSUTAMISKAMBRITE SOOJUSARVESTUS

Kala veetustamisprotsess selle suitsutamisel võtab palju rohkem aega kui teised protsessid — kala immutamine suitsu aro- maatiliste olustega, kala pealispinna muutumine kullakollavärvi- liseks ja kalaliha valmimine.

Kala külmsuitsutamisaega määrab põhiliselt kala veetustamis- aeg suitsutamiskambris. Suitsutamisprotsessi tuleb seepärast vaadelda kala kuivatamisena suitsugaaside abil ja sellele vasta- valt tuleb teha soojusarvestust.

Kala külmsuitsutamisprotsessis leiab aset kütuse mittetäielik põlemine, mida määrab suitsu keemiline koostis. Üleliidulise Merekalamajanduse ja Okeanograafia Teadusliku Uurimise Ins- tituudi («VNIRO») andmete järgi sisaldab tunneli tüüpi suitsu- tamiskambrite suits 0,25 mahuosa süsihappegaasi ja 0,75 mahu- osa süsinikoksüüdi. Suitsu sellise koostise juures alaneb saepuru põlemiseks vajaliku õhu kulu, alaneb järsult kütuse kütteväärtus.

Suitsutamisprotsessi arvestust toimetatakse suitsugaaside abil kuivatamise põhimõttel, arvesse võttes asjaolu, et põlemis- protsess ei toimu mitte lõpuni, ja nimelt:

1. Kuiva õhu kulu 1 kg saepuru kohta:

a) teoreetiline:

$$L_0 = 0,115C_{CO_2}^p + 0,0575C_{CO}^p + 0,345H^p - 0,043O^p;$$

b) õhu ülejääk  $\alpha$ , mida on vaja gaaside saamiseks, mille tem- peratuur võrduks 35°:

$$\alpha = \frac{Q_0^p \cdot \eta_{küt} + C_{küt} \cdot t_{küt} - \left(1 - \frac{9 \cdot H^p + W^p + A^p}{100}\right) \cdot C_{k.g.} \cdot \frac{9 \cdot H^p + W^p}{100} \cdot i_a}{L_0 \left(C_{k.g.} \cdot t_2 + \frac{i_a d_0}{1000} - 1\right)}$$

kus: suitsu soojamahtuvus  $C_{k.g.} = C_0 = 0,24$ ,

kütuse soojamahtuvus  $C_{küt} = 0,27$ ,

$i_a$  — auru soojasisaldus,  $i_a = 595 + 0,47 t_1$ ,

$\eta_{küt}$  — kütmise kasutegur,

c) kuivade gaaside ja veeauru kaal:

$$G_{k.g.} = 1 + \alpha L_0 - \frac{9 \cdot H^p + W^p}{100};$$

$$G_w = \frac{9 \cdot H^p + W^p}{100} + \frac{\alpha L_0 d_0}{1000};$$

d) suitsu niiskusesisaldus:

$$d_1 = \frac{1000 \cdot G_a}{G_{\text{k.g.}}}$$

2. Suitsutamiskambrite edasisi arvestusi tehakse analoogiliselt kuivatite arvestustele, s. o. määratakse soojuse kulu niiskuse aurustamiseks, materjali ja transpordi ülessoojendamiseks ning selgitatakse soojuse kadu läbi katete. Bilansi valemi järgi täpsustatakse temperatuur ja väljuva suitsu niiskusesisaldus. Määratakse suitsu kulu ning selle soojasisaldus enne ja pärast suitsutamist.

3. Lõppkokkuvõttes määratakse soojuse kulu suitsugaaside ülessoojendamiseks valemi järgi:

$$Q_{\text{küt}} = [LI_2 + G_m C_m \theta_m'' + G_{\text{tr}} C_{\text{tr}} \theta_{\text{tr}}'' + q_4] - \\ - [LI_0 + W\theta' + G_m C_m \theta_m' + G_{\text{tr}} C_{\text{tr}} \theta_{\text{tr}}']$$

4. Teades soojuse kulu suitsugaaside ülessoojendamiseks ja soojuse hulka, mis eraldub 1 kg saepuru mittetäielikul põlemisel, määratakse kütuse üldkulu suitsutamise protsessiks.

## KUIVATAMIS- JA SUITSUTAMISKAMBRITE ARVESTUS I-d DIAGRAMMIL

Arvestuse graafiline kujutamine seisab joonte kandmises *I-d* diagrammile, mis iseloomustavad järjekindlalt õhu oleku muutusi kogu protsessi vältel. Saadud joonte suurust diagrammil määrates ja nende lõikude mastaapi teades, määratakse nõutud näitajad — õhu kogus, mis on vajalik kala kuivatamiseks ning suitsutamiseks, soojuse kulu niiskuse aurustamiseks jne.

Soojasisaldus ja niiskusesisaldus määratakse diagrammil 1 kg kuiva õhu kohta.

### A. Teoreetiline kuivatamisprotsess

Siia kuulub kuivatamisprotsessi kõige lihtsam arvestus, mille juures tinglikult arvatakse, et kadu ümbritsevasse keskkonda, materjali ja transpordivahendite soojendamiseks puudub. Sel juhul arvatakse, et soojus kulub vaid niiskuse aurustamiseks materjalist ja kuivatist väljuva õhu ülessoojendamiseks.

**Kalorifeeris toimuv protsess.** Kalorifeerist läbimisel õhk soojeneb, tema temperatuur muutub  $t_0$ -st  $t_1$ -ni, kusjuures õhu niiskusesisaldus jääb muutmatuks, s. o.

$$d_0 = d_1 = \text{const.}$$

Diagrammil  $I-d$  vastab kalorifeeris toimuvale protsessile joon  $AB$  (vaata joon. 36). Selle joone ehitamiseks välisõhu kahe parameetri, tavaliselt  $t_0$  ja  $\varphi_0$  järgi määratakse punkt  $A$ . Punkti  $A$  viiakse ülespoole vertikaalne joon  $d = \text{const}$  kuni selle lõikumiseni isotermiga, mis vastab kalorifeerist väljuva õhu temperatuurile  $t_1$ , mille juures saadakse punkt  $B$ .

Temperatuur  $t_1$  on näidatud tehnoloogilistes tingimustes.

Punkti  $B$  järgi määratakse ülessoojendatud õhu ülejäänud parameetrid  $I_1$  ja  $\varphi_1$ .

Lõik  $AB$  soojasisalduste mastaabis näitab soojuse kulu kalorifeeris 1 kg kuiva õhu ülessoojendamiseks

$$q_1 = I_1 - I_0 = AB \cdot Mi \text{ kkal/kg kuiva õhu kohta,}$$

kus:  $AB$  — lõigu pikkus (mm);

$Mi$  — soojasisalduse mastaab, meie diagrammil on  $Mi = 0,1$ .

**Õhu segamise protsess suitsugaasidega.** Kala suitsutamisel lahjendatakse suitsugaase välisõhuga niisugusel kogusel, et segu temperatuur vastaks tehnoloogilistele tingimustele.

Õhu segamise protsessi suitsugaasidega näidatakse diagrammil  $I-d$  järgmiselt (joon. 38 c).

Teades suitsu temperatuuri ja niiskusesisaldust  $t_s$  ja  $\varphi_s$ , määratakse diagrammil punkt  $B'$ , ühendatakse see joone abil punktiga  $A$ , mis iseloomustab välisõhu parameetreid  $t_0$  ja  $\varphi_0$ .

Joonel  $AB'$  leitakse punkt, mis vastab segu nõutud temperatuurile. Segu koostis määratakse vahekorrast:

$$\frac{\text{suitsugaaside kaal}}{\text{õhu kaal}} = \frac{AB}{BB'}$$

Vajaliku temperatuuriga  $t_1$  segu saamiseks läheb vaja kuiva välisõhku ühe kg kuivade suitsugaaside kohta

$$n = \frac{BB'}{AB}$$

kus:  $n$  — kuiva õhu kogus,

$AB$  ja  $BB'$  lõikude pikkus (mm).

**Kuivatamisprotsess.** Niiskuse aurustamiseks kala kuivatamisprotsessis annab soojuse õhk. Tekkiv aur läheb siis kalast õhku. Õhu soojasisaldus jääb seega muutmatuks:

$$I_1 = I_2 = \text{const.}$$

Diagrammil  $I-d$  näidatakse kuivatamise teoreetilist protsessi sirgjoone  $BC$  kujul, mis kulgeb paralleelselt õhu konstantse soojasisalduse joontele (adiabaatidele).

Joone  $BC$  algpunkt  $B$  ühtib kalorifeeris toimuvat protsessi kujutava joone  $AB$  lõpp-punktiga.

Joone  $BC$  lõpp-punkt  $C$  määratakse adiabaadi lõikumise abil kuivatist väljuva õhu temperatuurile vastava isothermiga  $t_2$ , see temperatuur aga on tuntud tehnoloogilistest tingimustest.

**Õhukoguse määramine.** Kala kuivatamisprotsessis õhu niiskusesisaldus suureneb. Niiskuse juurdekasv 1 kg kuiva õhu kohta määratakse selle õhu niiskusesisalduse vahe järgi enne ja pärast kuivatamist, ja nimelt  $d_2 - d_1$ .

1 kg (1000 g) niiskuse aurustamiseks kalast on vaja omada kuiva õhku:

$$l = \frac{1000}{d_2 - d_1} = \frac{1000}{d_2 - d_0}$$

sest  $d_1 = d_0$ .

Suuruse  $l$  määramiseks  $I-d$  diagrammil on vaja punktist  $C$  tõmmata ristjoon sirgele  $AB$ , mis iseloomustab kalorifeeris toimuvat protsessi, ning mõõta lõik  $CD$  mm.

1 kg niiskuse kalast aurustamiseks vajalik õhukogus määratakse valemi järgi

$$l = \frac{1000}{CD \cdot Md} = \frac{1000}{CD \cdot 0,2} = \frac{5000}{CD} \quad \text{kuiva õhu kg/niiskuse kg kohta,}$$

kus  $Md$  — niiskusesisalduse mastaap, meie diagrammil  $Md = 0,2$ .

**Soojuse kulu määramine.** Soojust, mida saadakse kalorifeeris kuivatamise teoreetilises protsessis, võib välja arvutada õhu koguse järgi, mida kulutatakse 1 kg niiskuse aurustamiseks ( $l$ ), ning selle soojasisalduse muutuse järgi kalorifeeris soojendamisel ( $I_1 = I_0$ ). Seejuures tuleb arvesse võtta, et kalas sisalduval niiskusel, mis aurustub kuivatamisprotsessis, on juba teatud temperatuur  $\Theta$ , vee soojamahtuvus aga on teatavasti võrdne ühega.

Soojuse hulka tuleb nähtavasti vähendada suuruse  $\Theta$  võrra, et saada soojuse tõelist kulu, mis on vajalik kalast 1 kg niiskuse aurustamiseks. See määratakse järgmise valemi abil:

$$q = l(I_1 - I_0) - \Theta \text{ kkal/kg niiskuse kohta.}$$

Diagrammil  $I-d$  määratakse see soojuse kulu valemi järgi:

$$q = 1000 \cdot \frac{AB}{CD} \cdot \frac{Mi}{Md} - \Theta.$$

Meie diagrammi jaoks saame:

$$q = 1000 \cdot \frac{AB}{CD} \cdot \frac{0,1}{0,2} - \Theta = 500 \frac{AB}{CD} \text{ kkal/kg niiskuse kohta.}$$

Kuivatamiseks vajaliku soojuse kulu ja õhu üldkogust tuleb määrata eraldi talve ning suve jaoks. Talvel kulub rohkem soojust kui suvel. Suvel seevastu on täheldatud suurem õhu kulu kui talvel.

**Protsessi kujutamine kuivatamise puhul suitsugaaside abil.**  
 $I-d$  diagrammil märgitakse punkt  $A$ , mis iseloomustab välisõhu parameetreid, ning punkt  $B'$ , mis näitab kuumade suitsugaaside parameetreid. Joonel  $AB'$  leitakse punkt  $B$ , mis iseloomustab segu nõutud temperatuuri  $t_1$  (joon. 38 c).

Teoreetiline kuivatamisprotsess algab punktis  $B$  ja kulgeb piki joont  $I = \text{const}$  kuni punktini  $C$ , mida määrab adiabaadi lõikumiskoht isothermiga  $t_2$ , mis iseloomustab suitsutamiskambriilt eralduva segu temperatuuri.

Suitsusegu niiskusesisaldus on:

a) kambrisse saabumisel  $d_1 = OP \cdot Md$ ;

b) kambrist väljumisel  $d_2 = OS \cdot Md$ .

Suitsusegu kulu 1 kg niiskuse aurustamiseks kala suitsutamisprotsessis on võrdne:

$$l_{\text{segu}} = \frac{1000}{d_2 - d_1} = \frac{1000}{CD \cdot Md}.$$

Kuumade gaaside kulu parameetritega, mida iseloomustab punkt  $B'$ , määratakse valemiga järgi:

$$l_g = \frac{l_{\text{segu}}}{1+n} \text{ kg gaasi/kg õhu kohta,}$$

kus  $n$  — kuiva õhu kogus 1 kg kuivade suitsugaaside kohta.

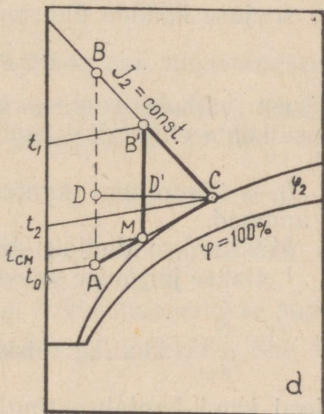
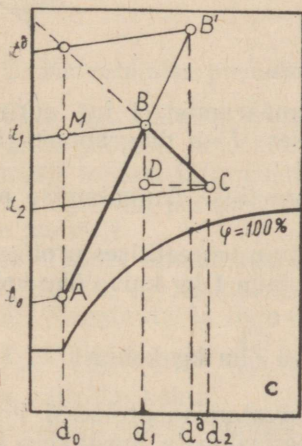
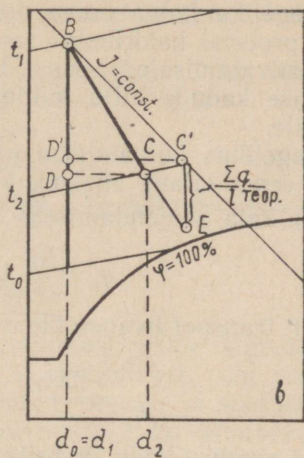
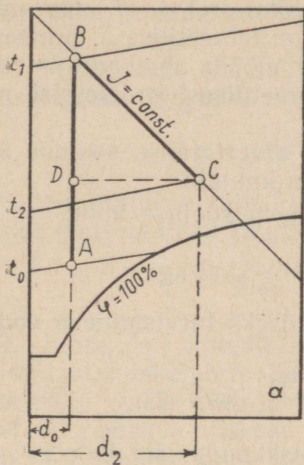
## B. Kuivamise tegelik protsess

Tegelik kuivatamise protsess erineb teoreetilisest selle poolest, et õhu soojusesisaldus, mis kuivatamiskambrit väljub, on harilikult kambrisse tuleva õhu soojusesisaldusest väiksem, s. t.  $I_2 < I_1$ , juhul, kui kambrisse soojust täiendavalt ei juhita.

See toimub sellepärast, et õhu soojus ei kulu mitte ainult kala niiskuse aurumiseks ega töödeldud õhu soojendamiseks, vaid ka kala enda ja transpordivahendite soojendamiseks, samuti ka paratamatuteks kadudeks.

Kuivatamis- ja suitsutamiskambrite mõnedes tüüpides soojendatakse täiendavalt kuivatamiseks tarvitavat gaasi.

Niiskuse aurustamiseks ja tarvitatud õhu soojendamiseks kulutatud soojus jääb samasse õhku. Ent see soojus, mis kulub



Joonis 38. Kala kuivatamise protsesside graafilised arvestused I—d diagrammi järgi:

*a* — teoreetiline kuivamisprotsess; *b* — tegelik kuivamisprotsess; *c* —  
*c* — kuivatamisprotsess suitsugaasidega; *d* — kuivatamine äratõotanud õhu tagastamisega.

kala enda ja transpordivahendite soojendamiseks ja samuti ka see, mis paratamatult kaob ümbritsevasse keskkonda, kujutab endast õhu soojusesisalduse jäädavat kadu.

Tegeliku kuivatamise protsessi ehitamisel  $I-d$  diagrammis jääb protsess kalorifeeris samaks, nagu teoreetiliselt protsessis, aga kuivatamise protsess ei lähe enam mööda abiabaati  $I = \text{const}$ . Soojuse kadude tõttu kaldub ta teoreetilisest protsessist pisut kõrvale.

Tegelikus kuivatamise protsessis arvestatakse soojuse kadu 1 kg eemaldatava niiskuse kohta. Sii kuulub:

a) kala soojendamiseks tarvismineva soojuse kulu:

$$q_k = \frac{C_k}{W} C_k (\theta'' - \theta') \text{ kkal/kg};$$

b) transpordivahendite soojendamiseks tarvismineva soojuse kulu:

$$q_{tr} = \frac{\sum G_{tr} \cdot C_{tr} (\theta''_{tr} - \theta'_{tr})}{W} \text{ kkal/kg};$$

c) soojuse kadu ümbritsevasse keskkonda läbi katete:

$$q_k = \frac{\sum [F \cdot K (t_s - t_k)]}{W} \text{ kkal/kg};$$

d) soojuse kadude üldsumma:

$$\sum q = q_k + q_{tr} + q_k.$$

Pärast kadude summa kindlaksmääramist 1 kg aurunud niiskuse kohta ehitatakse tegelik protsess  $I-d$  diagrammis järgmiselt:

1.  $I-d$  diagrammi kantakse teoreetilise kuivatamise protsessi andmed.

2. Määratakse kindlaks välisõhu kulu teoreetilises protsessis.

3. Leitakse järgmise valemi järgi kadu 1 kg kuiva õhu kohta:

$$\frac{\sum q}{l_{\text{teor}}} \cdot \text{kkal/kg niiskust kuiva õhu kg kohta.}$$

Need kaod kantakse tinglikult kuivatamise protsessi lõppu.

4. Saadud kadude suurus soojusesisalduste mastaabis kantakse allapoole mööda joont  $d = \text{const}$ . teoreetilise protsessi lõpppunktist  $C'$ . Saadakse joon

$$C'E = \frac{\sum q}{l_{\text{teor}}} \cdot Mi \text{ (joonis 38, b).}$$

5. Punkt  $E$  ühendatakse protsessi algpunktiga  $B$  joonega  $EE$ , mis näitabki tegeliku protsessi kulgemist.

6. Tegeliku protsessi lõpp asetseb sirge  $BC$  ja isotermi  $t_2$  lõikepunktis, kusjuures see isotherm vastab äratarvitatud õhu antud temperatuurile.

7. Määratakse kindlaks tegelik soojuse kulu 1 kg niiskuse aurustamiseks järgmise valemi järgi:

$$q = 1000 \frac{AB}{CD} \cdot \frac{Mi}{Md} - \Theta.$$

8. Selgitatakse välja kuiva õhu kulu 1 kg niiskuse aurustamiseks järgmise valemi järgi:

$$L = \frac{1000}{CD \cdot Md} \text{ kg/kg}.$$

9. Juhul, kui kuivatamiseks tarvitavat gaasi kuivatamisvõi suitsutamiskambris täiendavalt sojendatakse, siis selgitatakse välja vahe täiendavalt eraldatud soojuse ja soojuse kaovahel 1 kg auruva niiskuse ja 1 kg teoreetiliselt tarvismineva õhu kohta. Kui soojust tuleb juurde rohkem, kui seda kaduma läheb, siis  $\frac{\Sigma q}{I_{\text{teor.}}}$  kantakse  $I-d$  diagrammis ülespoole mööda sirget  $d = \text{const}$ .

### C. Kuivatamise protsess äratarvitatud õhu tagastamisega

Kala kuivatamise protsessi skeem retsirkuleeriva õhuga on näidatud joonisel 38,  $d$ . Niisuguse protsessi ehitamine  $I-d$  diagrammis toimub järgmiselt:

1. Välisõhu parameetreid mööda  $(t_0, \varphi_0)$  kantakse diagrammile punkt  $A$ .

2. Teades tehnoloogilistest tingimustest väljuva õhu parameetreid  $(t_2, \varphi_2)$  kantakse diagrammile punkt  $C$ .

3. Sirgete  $AC$  ja segu  $t_s$  isotermi lõikekohas leitakse punkt  $M$ .

4. Lõikude suhe  $\frac{AM}{MC} = n$  määrab retsirkuleeriva õhu hulga 1 kg välisõhu kohta.

5. Segu kuumendamise protsess parameetritega, mis vastavad punktile kalorigeemis, kulgeb mööda sirget  $d_s = \text{const}$ . Läbi kuumutamise lõpp tehakse kindlaks punkti  $B'$  järgi, mis saadakse sirgete  $d = \text{const}$  ja  $I_{1-2} = \text{const}$  lõikekohas.

6. Kala kuivatamise protsessi õhu retsirkuleerimisega kujutatakse  $I-d$  diagrammis murtud joone  $AMB'C$  kujul. See protsess ehitatakse kas punktide  $A, M$  ja  $C$  või  $A, C$  ja  $B'$  järgi.

7. Õhu üldkulu määratakse kindlaks järgmise valemi abil:

$$l = \frac{5000}{CD}.$$

8. Välisõhu kulu määratakse kindlaks järgmise valemi abil:

$$l = \frac{5000}{CD}.$$

Kala kuivatamise eelis äratarvitatud õhu tagastamisega seisneb selles, et retsirkuleeriva õhu hulga suurenemisega kuivatamiseks tarvitatava gaasi algtemperatuur ( $t_1$ ) langeb, millel on suur tähtsus rasvarikaste kalade kuivatamisel. Õhu retsirkuleerimine on kasulik ka siis, kui kala kuivatamist on tarvis läbi viia suurima niiskusega õhus võrreldes sellega, mis saadakse pärast välisõhu vastavat soojendamist vajaliku temperatuurini.

Sellise kuivatamismeetodi puuduseks on suur õhu kulu, millest tingituna tuleb üles panna võimas ventilaator. Võrreldes kiirkuivatiga suureneb õhu kogus retsirkuleerimisel ( $n+1$ ) korda.

Retsirkuleeriva õhuga kala kuivatamisel mingisugust soojuse kokkuhoidu ei tule.

## MEHHANISEERITUD SUITSUTAMISTSEHHI TERMILISE OSAKONNA NÄITLIK ARVESTUS

Termilisel osakonnal on kala kuivatamiseks ja suitsutamiseks tunnelkambrid. Ühe suitsutamiskambri ööpäevane läbilaskevõime on suitsutatud vobla jaoks 8,64 ts.

On vaja teha soojuse arvestus kuivatamiskambrile talveks ja suitsutuskambrile suveks.

### L a h e n d u s.

1. Kala kuivatamise ja suitsutamise kestuse ja toodangu suuruse saame tööstuslikest andmetest:

- kuivatamise kestus — 16 tundi, suitsutamise kestus — 48 tundi;
- toodangu suurus töötlemise staadiumide järgi (%):

Nimetus	Soolane pool-fabriikat	Pärast leotamist	Pärast kuivatamist	Pärast suitsutamist
Vobla . . . .	100	113	98	68

2. Vagonettide mõõtmed ja mahtuvus:

a) vagoneti mõõtmed  $hbl = 1,7 \times 1,7 \times 1,3$  m;

b) vastavalt toodangu suurusele töötlemise staadiumide järgi on ühe vagoneti mahtuvus (kg):

Nimetus	Kala hulk vagonetis tk	Soolane poolfabrikaat	Pärast leotamist	Pärast kuivatamist	Pärast suitsutamist
Vobla . . .	1200	212	240	208	144

3. Kambri mahtuvus ja läbilaskevõime:

a) ühe suitsutamiskambri ööpäevane läbilaskevõime:

$$n_{\delta} = \frac{P}{V} = \frac{8,64}{1,44} = 6 \text{ vagonetti};$$

b) suitsutamiskambri ühekordne mahtuvus:

$$n_{\ddot{u}} = \frac{n_{\delta} K_k}{24} = \frac{6 \times 48}{24} = 12 \text{ vagonetti};$$

c) kuivatamiskambri ühekordne mahtuvus:

$$n'_{\ddot{u}} = \frac{n_{\ddot{u}} L_{\delta}}{K_k} = \frac{12 \times 16}{48} = 4 \text{ vagonetti};$$

d) ühe kuivatamistunneli ööpäevane läbilaskevõime:

$$n'_{\delta} = \frac{n'_{\ddot{u}} \cdot 24}{L_{\delta}} = \frac{4 \times 24}{16} = 6 \text{ vagonetti}.$$

### A. Kuivatamiskambri soojuse arvestus talviseks perioodiks

1. Vastavalt kohaliku meteoroloogiajaama andmetele ja suitsutamiskambri nõutavale tehnoloogilisele režiimile kasutame järgmisi õhu parameetreid:

a) välisõhk:  $t = -15^{\circ}$ ;  $\varphi_0 = 90\%$ ;  $x_0 = 0,00094$  kg;

b) suitsutamiskambri saabus õhk:  $t_1 = 26^{\circ}$ ;  $\varphi_1 = 50\%$ ;  $x_1 = 0,01074$  kg.

Kuivatamiskamber töötab õhu retsirkuleerimisega.

2. Kuivatamisel eralduv niiskuse kogus:

a) Kala kaal pärast leotamist:

$$G_1 = \frac{B \cdot q' \cdot 24}{K_k} = \frac{4 \times 240 \times 24}{16} = 1440 \text{ kg/ööpäevas},$$

kus:  $B$  — vagonettide arv kuivatis;

$q'$  — leotatud kala kaal ühes vagonetis (kg);

$K_k$  — kuivatamise protsessi kestus (tund).

b) ühest kuivatist väljavõetava kala kaal ööpäevas:

$$G_{\text{ööp.}} = \frac{B \cdot q' \cdot 24}{K_k} = \frac{4 \times 208 \times 24}{16} = 1248 \text{ kg/ööpäevas,}$$

kus  $q''$  — kuivatatud kala kaal ühes vagonetis (kg).

c) Kala niiskuse kadu kuivatamiskambris ööpäeva jooksul:

$$W_{\text{kuiv.}} = G_1 - G_k = 1440 - 1248 = 192 \text{ kg/ööpäevas.}$$

d) Ventilaaatori töötundide arvuks võtame leppeliselt  $D = 18$  tundi.

e) Kalast eemaldatava niiskuse hulk kuivatamisel ventilaaatori tunniajalise töötamise jooksul:

$$W'_k = \frac{W_k}{D} = \frac{192}{12} = 11 \text{ kg/tunnis.}$$

3. Soojuse kulu niiskuse aurumisel  $q_1$ :

$$q_1 = W'_k \cdot i = 11 \times 593 = 6523 \text{ kal/tunnis,}$$

kus  $i = 595 + 0,47 t_2 - \Theta' = 595 + 0,47 \times 22 - 12 = 593$ ;

$\Theta'$  — kuivatisse tuleva kala temperatuur.

4. Soojuse kulu materjali (kala) soojendamiseks  $q_2$ :

$$q_2 = G_M \cdot C_M (\Theta'' - \Theta') \text{ kal/tunnis,}$$

kus  $G_M$  — tunni jooksul kuivatatud kala kaal

$$\frac{1248}{18} = 69,3 \text{ kg/tunnis;}$$

$C_M$  — vobla soojusemahtuvus  $C_M = 0,73$  kl/kg · graadi;

$\Theta'$  — kuivatisse asetatava kala temperatuur,  $\Theta' = 12^\circ$ ;

$\Theta''$  — kuivatist väljatuleva kala temperatuur, mis on õhu temperatuurist  $3^\circ$  madalam,  $\Theta'' = t_1 - 3 = 26 - 3 = 23^\circ$ ;

$$q_2 = 69,3 \times 0,73 (23 - 12) = 556 \text{ kal/tunnis.}$$

5. Soojuse kulu transpordivahendite soojendamiseks  $q_3$ :

$$q_3 = G_{tr} \cdot C_{tr} (\Theta''_{tr} - \Theta_{tr}) \text{ kal/tunnis,}$$

kus:  $G_{tr}$  — transpordivahendite kaal, arvestatult kuivatamiskambri ühe tunni töötamise kohta. Salve kaal 180 kg.

$$G_{tr} = \frac{180 \times 6}{24} = 45 \text{ kg/tunnis,}$$

$C_{tr}$  — raua soojamahtuvus,  $C_{tr} = 0,12 \text{ kal/kg;}$

$\Theta'_{tr}$  — kuivatamiskambrisse tulevate raamide temperatuur,  $\Theta'_{tr} = 12^\circ;$

$\Theta''_{tr}$  — kuivatamiskambrist väljavõetavate raamide temperatuur on võrdne sissetuleva õhu temperatuuriga  $\Theta''_{tr} = t_1 = 26^\circ, q_3 = 45 \times 0,12(26 - 12) = 76 \text{ kal/tunnis.}$

6. Soojuse kadu läbi katete  $q_4;$

$$q_4 = q'_4 + q''_4 + q'''_4 + q^{IV}_4 = \Sigma [F \cdot K(t_o - t_k)].$$

a) Kuivatamiskambri mõõtmed on  $lbh = 5,7 \times 2,15 \times 5,2 \text{ m.}$

b) Kadu lae kaudu  $q'_4.$

Lae pindala  $F = 5,7 \times 2,15 = 12,25 \text{ m}^2.$

Soojuse üleandmise üldkoefitsient  $K:$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_s} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_v}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{11} + \frac{0,01}{0,9} + \frac{0,15}{0,2} + \frac{0,1}{0,7} + \frac{0,01}{0,9} + \frac{1}{7,7}} = 0,88,$$

kus laekihtide paksus ja materjali soojajuhtivuse koefitsient on

Lagi koosneb kihtidest	Tsemendikord	Slakktäide	Betcon	Tsemendikord
Kihtide paksus (mm) $\delta$	0,01	0,15	0,10	0,01
Soojajuhtivus $\lambda$	0,9	0,2	0,7	0,9

Soojuse üleandmise koefitsient kuivatamiskambris õhult seintele:

$$\alpha_s = 5,3 + 3,6_v = 5,3 + 3,6 \times 1,6 = 11,0;$$

$v$  — õhu liikumise kiirus kuivatis,  $v = 1,6 \text{ m sekundis.}$

Seintelt äraantava soojuse koefitsient välisõhule horisontaalse pinna jaoks:

$$\alpha_k = 7,7.$$

Kuivatamiskambri sisemuse keskmine temperatuur:

$$t_k = \frac{26 + 22}{2} = 24^\circ, t_v - \text{tsehhi temperatuur} - 12^\circ$$

$$q'_4 = F \cdot K (t_k - t_v) = 12,15 \times 0,88 (24 - 12) = 129 \text{ kal/tunnis.}$$

c) Kuivatamiskambri mõõtmete ja materjali teadmise korral määratakse kindlaks pärast soojajuhtimise koefitsiendi väljaselgitamist soojuste kadu läbi katete.

Nimetus	Pindala (m <sup>2</sup> )	Sooja-juhtivuse koefitsient	Õhu temperatuur		Soojuste kadu
			sees	väljas	
$q'_4$ lagi	12,25	0,88	24	12	129
$q''_4$ põrand	12,25	—	—	—	240
$q_4^{\text{III}}$ seinad	42	1,16	24	12	585
$q_4^{\text{IV}}$ ukсед	9,5	1,05	24	12	120

$$q_4 = q'_4 + q''_4 + q_4^{\text{III}} + q_4^{\text{IV}} = 1074.$$

7. Üldine soojuste kulu nelja osa kohta:

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 6523 + 556 + 76 + 1074 = 8229 \text{ kal/tunnis.}$$

Täpsustame  $t_2$  ja  $x_2$  tasakaalu valemi järgi ära mineva õhu suhtelise niiskuse puhul  $\varphi_2 = 70\%$ :

$$\frac{t_1 - t_2}{x_2 - x_1} = \frac{Q}{(0,24 + 0,47x_1) W}$$

$$-\frac{26 - 22}{0,01184 - 0,01} = \frac{8229}{(0,24 + 0,47 \times 0,01074) \times 11}$$

$3330 \neq 3050$  saime suure vahe.

Võtame temperatuuri  $t_2 = 22,1$ :

$$\frac{26 - 22,1}{0,01202 - 0,01074} = \frac{8229}{(0,24 + 0,47x_1) 0,01074} \cdot 11$$

$3040 \approx 3050$

Täpsustatud õhu parameetrid on

$t_2 = 22,1^\circ$ ;  $x_2 = 0,01202$  ja  $\varphi_2 = 70\%$ .

8. Määrame kindlaks õhu kulu:

a) kokku õhku:

$$L_{\text{üld}} = \frac{W}{x_2 - x_1} = \frac{11}{0,01202 - 0,01074} = 8600 \text{ kg/tunnis};$$

b) värsket õhku:

$$L_v = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{11}{0,01202 - 0,00094} = 995 \text{ kg/tunnis};$$

c) retsirkuleerimisõhku:

$$L_{\text{rets}} = L_{\text{üld}} - L_v = 8600 - 995 = 7605 \text{ kg/tunnis}.$$

9. Soojuse kulu äratarvitatud õhuga:

$$q_5 = L(0,24 + 0,47 x_0) \cdot (t_2 - t_0) = \\ = 995(0,24 + 0,47 \times 0,00094) \times [22,1 - (-15)] = 8875 \text{ kal/tunnis}$$

10. Soojuse üldkulu kuivatamiskambris:

$$Q = \Sigma_1^4 Q + q_5 = 8229 + 8875 = 17104 \text{ kal/tunnis}.$$

11. Õhu soojasisaldus:

a) välisõhu soojasisaldus, kui  $t_0 = -15^\circ$  ja  $\varphi_0 = 90\%$ , siis  $I_0 = -3,04$ ;

b) äratarvitatud õhu soojasisaldus, kui  $t_2 = 22,1^\circ$ , siis

$$I_2 = 0,24 t_2 + x_2(0,47 t_2 + 595) = \\ = 0,24 \times 22,1 + 0,01202(0,47 \times 22,1 + 595) = 12,58.$$

12. Auru kulu survega 3 atm:

$$D = \frac{Q}{i_a - i_k} = \frac{17104}{651 - 115} = 31,8 \text{ kg/tunnis},$$

kus auru soojasisaldus  $i_a = 651$  kal/kg;

kondensaadi soojasisaldus  $i_k = 115$  kal/kg;

13. Kontrollime soojuse arvutusi:

$$L I_0 + L_{\text{rets}} I_2 + W \theta' + G_m C_m \theta'_m + G_{\text{tr}} C_{\text{tr}} \theta'_{\text{tr}} + D(i_a - i_k) = \\ = L_{\text{üld}} I_2 + G''_m C_m \theta''_m + G''_{\text{tr}} C_{\text{tr}} \theta''_{\text{tr}} + q_4,$$

$$995 \times (3,04) + 7605 \times 12,58 + 11 \times 22,1 + 69,3 \times 0,73 \times 12 + 45 \times 0,12 \times 12 + 31,8(651 - 115) = 8600 \times 12,58 + 69,3 \times 0,73 \times 25 + 45 \times 912 \times 26 + 1074, 110664 = 110664.$$

#### 14. Soojuse bilansi tabel.

Soojuse tulek	kal/tunnis	Soojuse kulu	kal/tunnis
Välisõhuga $L_{l_0}$	-3025	Äramineva õhuga $L_{\text{üld}} I_2$	108188
Retsirkuleerimisõhuga $L_{\text{rets}} I_2$	95670	Kuiva materjaliga $G_m C_m \theta''_m$	1262
Materjali niiskusega $W\theta'$	243	Transpordivahendi- tega $G''_{tr} C''_{tr} \theta''_{tr}$	140
Materjaliga $G_M C_M \theta'_M$	607	Kadu ümbritsevasse keskkonda $q_4$	1074
Transpordivahendi- tega $G_{tr} C_{tr} \theta'_{tr}$	65		
Auruga $D(i_a - i_k)$	17104		
<b>K o k k u</b>	<b>110664</b>	<b>K o k k u</b>	<b>110664</b>

#### B. Suitsutamiskambri soojuse arvestus suviseks perioodiks

1. Suitsutamisel eemaldatava niiskuse hulk.

a) Kala kaal pärast kuivatamist:

$$G_{\text{kuiv}} = n \cdot P_k = 6 \times 208 = 1248 \text{ kg.}$$

b) Kala kaal pärast suitsutamist:

$$G_{\text{suits}} = n \cdot P_s = 6 \times 144 = 864 \text{ kg,}$$

kus:  $n$  — ööpäevas väljalastavate vagonettide arv;

$P$  — kala kaal vagonetis.

c) Niiskuse kadu suitsutamisel:

$$W_k = G_{\text{kuiv}} - G_{\text{suits}} = 1248 - 864 = 384 \text{ kg/ööpäevas.}$$

d) Ventilaatori töötamise ajaks ööpäevas võtame:

$$B = 18 \text{ tundi.}$$

e) Ventilaatori tunniajasel töötamisel eralduv niiskuse hulk:

$$W = \frac{W_k}{B} = \frac{384}{18} = 21,3 \text{ kg/tunnis.}$$

## 2. Kütte ja suitsu keemiline analüüs.

### a) Saepuru keemiline analüüs:

Nimetus	Süsinik C	Vesinik H <sub>2</sub>	Hapnik O <sub>2</sub>	Lämmas- tik N <sub>2</sub>	Tuhk A	Niiskus W	Kokku
Kuivainele	50	6	41	1	2	—	100
Niiskusel 30%	35	4,2	28,7	0,7	1,4	30	100

### b) Suitsu keemiline koostis.

Astrahani VNIRO osakonna andmete järgi sisaldab suitsu tunneli tüüpi suitsutamiskambrites 0,25 mahuosa süsihappegaasi ja 0,75 mahuosa süsinikhapendit.

### 3. Kütuse kütteväärtus:

#### a) Kõrgeim, mittetäielikul põlemisel:

$$Q_k^k = 81 \cdot C_{\text{co}_2}^p + 24,4 \cdot C_{\text{co}}^p + 300 \cdot H^p - 26O^p.$$

$$Q_k^k = 81 \times 35 \times 0,25 + 24,4 \times 35 \times 0,75 + 300 \times 4,2 - 26 \times 28,7 = 1863 \text{ kal/kg.}$$

#### b) Madalaim, mittetäielikul põlemisel:

$$Q_k^m = Q_k^k - 600 \frac{9 \cdot H + n}{100} = 1863 - 600 \frac{9 \times 4,2 + 30}{100} = 1456 \text{ kl/kg.}$$

### 4. Kuiva õhu kulu 1 kg laastupurule.

#### a) Teoreetiliselt:

$$L_0 = 0,115 \cdot C_{\text{co}_2}^p + 0,0575 \cdot C_{\text{co}}^p + 0,345 \cdot H^p - 0,043 \cdot O^p = 0,115 \times 35 \times 0,25 + 0,0575 \times 35 \times 0,75 + 0,345 \times 4,2 - 0,043 \times 28,7 = 2,73 \text{ kg.}$$

b) Kohaliku meteoroloogiajaama andmete järgi arvestatakse õhu temperatuur suveks 22°; suhteline niiskus  $\varphi_0 = 63\%$ ; niiskuseisaldus  $x_0 = 0,01074$  ja soojasisaldus  $I_0 = 11,78 \text{ kal/kg.}$

c) Õhu üliküllus, mis on vajalik selleks, et saada 35° temperatuuriga suitsugaasi:

$$\alpha = \frac{Q_n^k \cdot \eta_s + C_s t^s - \left(1 - \frac{9 \cdot H^k + W^k + A^k}{100}\right) C_{\text{k.g.}} \cdot \frac{9 \cdot H^k + W^k}{100} \cdot i_a}{L_0 \left(C_{\text{k.g.}} t_2 + \frac{i_a d_0}{1000} - I_0\right)},$$

kus:  $C_{k.g.}$  — kuivade gaaside soojamahtuvus,  $C_{k.g.} = C_n = 0,24$ ;  
 $C_s$  — saepuru soojamahtuvus,  $C_s = 0,27$ ;  
 $t_k$  — kütte temperatuur,  $t_k = 22^\circ$ ;  
 $i_a = 595 + 0,47 \times 35 = 611,5$  kal;  
 $\eta_k = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 = 0,99 \times 0,92 \times 0,95 \times 0,99 = 0,85$ ;  
 $\eta_1 = 0,99$  — mittetäielikust puu keemilisest põlemisest;  
 $\eta_2 = 0,92$  — parvetatud metsa arvel;  
 $\eta_3 = 0,95$  — soojuse kadu generaatorist ümbritsevasse keskkonda;  
 $\eta_4 = 0,99$  — mittetäielik keemiline põlemine;  
 $d_0 = 10,74$  — õhu niiskusesisaldus (g/kg);  
 $I_0 = 11,78$  — õhu soojusesisaldus (kal/kg).

$$\alpha = \frac{1863 \times 0,85 + 0,27 + 22 - \left(1 - \frac{9 \times 4,2 + 30 + 1,4}{100}\right) 0,24 \times \frac{9 \times 4,2 + 30}{100} \times 622,5}{2,73 \left(0,24 \times 35 + \frac{611,5 \times 10,74}{1000} - 11,78\right)} = 134 \text{ kg/kg kütet.}$$

d) Kuivade gaaside  $G_{k.g.}$  ja veeaurude  $G_w$  kaal.

$$G_{k.g.} = 1 + L_0 \alpha - \frac{9 \cdot H^k + W^k}{100} = 1 + 134 \times 2,73 - \frac{9 \times 4,2 + 30}{100} = 366 \text{ kg/kg;}$$

$$G_w = \frac{9 \cdot H^k W^k}{100} + \frac{\alpha L_0 d_0}{1000} = \frac{9 \times 4,2 + 30}{100} + \frac{134 \times 2,73 \times 10,74}{1000} = 4,6 \text{ kg/kg.}$$

e) Suitsu niiskusesisaldus suitsutamiskambrisse tulekul  $d_1$ :

$$d_1 = \frac{1000 \cdot G_w}{G_{k.g.}} = \frac{1000 \times 4,6}{366} = 12,57 \text{ g/kg kuivi gaase.}$$

f) Suitsutamiskambrisse tuleva suitsu parameetrid.

Temperatuuri juures  $t_1 = 35^\circ$  ja niiskusesisaldus  $x_1 = 0,01257$  juures on suitsu suhteline niiskus  $\varphi_1 \approx 36\%$ .

5. Soojuse kulu.

a) Niiskuse aurumiseks  $q_1$ :

$$q_1 = W_k \cdot i_a = 21,3 \times 586 = 12482 \text{ kal/tunnis,}$$

kus:  $i_a = 595 + 0,47 t_2 - \Theta' = 595 + 0,47 \times 26,7 - 23 = 586$ ;

$t_2$  — äramineva suitsu temperatuur,  $t_2 = 26,7$ ;

$\Theta$  — suitsutamiskambrisse tuleva kala temperatuur,  $\Theta^1 = 23^\circ$ .

b) Soojuse kulu materjali soojendamiseks  $q_2$ :

$$q_2 = G_m \cdot C_m (\Theta'' - \Theta') = 48 \times 0,66 (33 - 23) = 317 \text{ kal/tunnis};$$

kus:  $G_m = \frac{864}{18} = 48 \text{ kg/tunnis};$

$$C_m = \frac{50 \times 1 + 5 \times 0,5 + 45 \times 0,3}{100} = 0,66 \text{ kal/kg} \cdot \text{graad};$$

$\Theta'$  ja  $\Theta''$  — kala temperatuur suitsutamiskambrisse tulemisel ja väljumisel ( $^{\circ}\text{C}$ ).

c) Soojuse kulu transpordivahendite soojendamiseks  $q_3$ :

$$q_3 = G_{tr} \cdot C_{tr} (\Theta''_{tr} - \Theta'_{tr}) = 45 \times 0,12 (36 - 25) = 60 \text{ kal/tunnis}.$$

d) Soojuse kadu läbi katete  $q_4$ :

$$q_4 = q_4' + q_4'' + q_4^{III} + q_4^{IV} = 538 + 410 + 1143 + 250 = 2341 \text{ kg/tunnis},$$

kus:

Nimetus	Pindala $\text{m}^2$	Soojajuhtivuse koefitsient $k$	Ohu temperatuur		Soojuse kadu (kal/tunnis)
			kambri sisemuses	väljas- pool	
$q_4'$ lagi	41	0,82	33	17	538
$q_4''$ põrand	41	—	—	—	410
$q_4^{III}$ seinad	40,85	1,75	33	17	1143
$q_4^{IV}$ ukсед	12	1,3	33	17	250

e) Soojuse üldkulu nelja osa kohta:

$$\Sigma_1^4 q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 12482 + 317 + 60 + 2341 = 15200 \text{ kal/tunnis}.$$

6. Väljuva suitsu parameetrid:

a) Täpsustame  $t_2$  ja  $x_2$  bilansi valemi järgi, suitsu suhtelise niiskuse juures  $\varphi_2 = 70\%$

$$\frac{t_1 - t_2}{x_2 - x_1} = \frac{Q}{(0,24 + 0,47x_1)w},$$

$$\frac{35 - 26,3}{0,01551 - 0,01257} = \frac{15200}{(0,24 + 0,47 \times 0,01257) \cdot 21,3},$$

$$2950 \approx 2910, \text{ mis lubatud}$$

b) Väljuva suitsu parameetrid:

$$t_2 = 26,3; \quad \varphi_2 = 70\%; \quad x_2 = 0,01551.$$

7. Määrame kindlaks suitsu kulu:

$$L_s = \frac{W}{x_2 - x_1} = \frac{2,1}{0,015511 - 0,01257} = 7245 \text{ kg/tunnis}$$

8. Suitsu liikumise kiirus suitsutamiskambris:

$$V = \frac{L_{\text{sek}} \cdot v_0}{f \cdot k} = \frac{2,0 \cdot 0,922}{4,6 \times 0,4} = 1 \text{ m/sek,}$$

kus:  $L_{\text{sek}}$  — suitsu kulu sekundis,  $L_{\text{sek}} = \frac{7245}{3600} = 2 \text{ m/sek;}$

$v_0$  — 0,922 kui  $t_{\text{kesk}} = 30^\circ$  ja  $\varphi_{\text{kesk}} = 60\%$ ;  
 $f$  — kambri läbilõige,  $f = 1,85 \times 2,5 = 4,6 \text{ m}^2$ ;  
 $k$  — pimendamise koefitsient,  $k = 0,4$ .

9. Gaaside soojasisaldus.

a) Kui välisõhu  $t_0 = 22^\circ$  ja  $x_0 = 0,01074$  juures:

$$I_0 = 0,24 t_0 + x_0(0,47 t_0 + 595) = 0,24 \times 22 + 0,01074(0,47 \times 22 + 595) = 11,78 \text{ kal/tunnis.}$$

b) Kui väljuva suitsu  $t_2 = 26,3$  ja  $x_2 = 0,01551$  juures:

$$I_2 = 0,24 t_2 + x_2(0,47 t_2 + 595) = 0,24 \times 26,3 + 0,01551(0,47 \times 26,3 + 595) = 15,73.$$

10. Soojuse kulu gaaside soojendamiseks:

$$\begin{aligned} & Q'_{\text{küte}} + [LI_2 + G'_m C_m \theta''_{\text{tr}} + G'_{\text{tr}} C_{\text{tr}} \theta''_{\text{tr}} + q_4] - [LI_0 + W\theta' + \\ & \quad + G'_m C_m \theta'_m = G'_{\text{tr}} C_{\text{tr}} \theta'_{\text{tr}}] = \\ & = [7245 \times 15,73 + 48 \times 0,66 \times 33 + 45 \times 0,12 \times 36 + 2341] - \\ & - [7245 \times 11,78 + 21,3 \times 2648 \times 0,66 \times 23 + 45 \times 0,12 \times 26] = \\ & = 30776 \text{ kal/tundi.} \end{aligned}$$

11. Kütte kulu.

a) Üks kilogramm saepuru eraldab soojust

$$q_{\text{sp}} = Q_v^k = 1456 \text{ kal.}$$

b) Saepuru kulu:

$$P_1 = \frac{Q_{\text{küte}}}{q_1} = \frac{30776}{1456} = 20 \text{ kg/tunnis.}$$

## 12. Suitsutamise soojusebilanss

Soojuse tulek	kal/t	Soojuse kulu	kg/t
Ohuga $LI_0$	85346	Lahkuva suitsuga $LI_2$	113964
Materjali niiskusega $W\theta'$	554	Valmiskaubaga	
Materjaliga $G_m''C_m\theta_m''$	729	$G_m''C_m\theta_m''$	1046
Transpordivahenditega		Transpordivahenditega	
$G_{tr}C_{tr}\theta_{tr}'$	140	$G_{tr}C_{tr}\theta_{tr}''$	194
Saepuruga	30776	Ümbritsevasse keskkonda $q_4$	2341
Kokku	117545	Kokku	117545

Kuivati arvestuse näide  $I-d$  diagrammis.

Kalast toidutangude valmistamisel määrata kindlaks soojuse ja õhu kulu 1 kg niiskuse aurustamiseks, kui kuivatatakse 100 kg keedetud kohafarssi tunnis. Produktsiooni niiskus enne kuivatamist  $W_1=60\%$ , pärast kuivatamist  $W_2=10\%$ . Õhu parameetrid  $t_0=17^\circ$ ,  $\varphi_0=70\%$ ,  $t_1=70^\circ$  ja  $t_2=30^\circ$ . Kuivati pealiskatte pindala  $30\text{ m}^2$ , kuivati seinte soojusejuhtivuse koefitsient  $K=2$ .

1. Määrame kindlaks niiskuse hulga, mis 1 tunni jooksul aurub:

$$W = G_1 \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} = 100 \frac{60 - 10}{100 - 10} = 56 \text{ kg/tunnis.}$$

2. Leiame kuivatatud produkti kaalu:

$$G_2 = G_1 - W = 100 - 56 = 44 \text{ kg/tunnis.}$$

3. Määrame kindlaks soojuse kulu kala soojendamiseks:

$$q_k = \frac{G_2}{W} \cdot C_k (\theta'' - \theta') = \frac{44}{56} \times 0,5 (65 - 15) = 20 \text{ kkal/tunnis,}$$

kus: kuivatatud tangu soojamahtuvus  $C_k=0,5$ ;

valmisproduktsiooni temperatuur  $\theta''=65^\circ$ ;

farsi temperatuur enne kuivatamist  $\theta'=15^\circ$ .

4. Leiame soojuse kulu transpordivahendite soojendamiseks:

$$q_{tr} = \frac{\Sigma G_{tr} \cdot C_{tr} \cdot (\theta_{tr}'' - \theta_{tr}')}{W} = \frac{25 \times 0,12 (70 - 15)}{56} = 3,0 \text{ kkal/tunnis,}$$

kus: transpordivahendite kaal  $G_{tr}=25$  kg/tunnis;  
 raua soojamahtuvus  $C_{tr}=0,12$ ;  
 transpordivahendite temperatuur enne kuivatamist  $\Theta'_{tr}=15^\circ$ ;  
 transpordivahendite temperatuur pärast kuivatamist  
 $\Theta''_{tr}=70^\circ$ .

5. Soojuse kaod läbi katete:

$$q_p = \frac{\Sigma[F \cdot k(t_s - t_v)]}{W} = \frac{30 \times 2(70 - 15)}{56} = 59 \text{ kkal/tunnis.}$$

6. Kadude summa aurustatud niiskuse 1 kg kohta:

$$\Sigma q = q_k + q_{tr} + q_p = 20 + 3 + 59 = 82 \text{ kkal/tunnis.}$$

7. Ehitame  $I-d$  diagrammi teoreetilise kuivatamisprotsessi (vt. joon. 36). Leiame seejuures õhu kulu:

$$l_{teor} = \frac{5000}{C_1 D_1} = \frac{5000}{76} = 65,8 \text{ niiskust kg/kg,}$$

kus 76 mm — lõigu  $C_1 D_1$  pikkus.

8. Arvutame välja kao ühe kilogrammi teoreetiliselt vajaliku õhu kohta:

$$\frac{\Sigma q}{l_{teor}} = \frac{82}{65,8} = 1,25 \text{ kkal/kg niiskust kg kuiva õhu kohta.}$$

9. Soojasisalduste mastaabi juures  $M_1=0,1$  näevad need kaod  $I-d$  diagrammil välja lõiguna, mis on võrdne:

$$\frac{\Sigma q}{l_{teor}} : M_1 = 1,25 : 0,1 = 12,5 \text{ mm.}$$

10. Leiame  $I-d$  diagrammis punkti  $E$  ja  $BE$  tegeliku protsessi lõikekohas äramineva õhu isothermiga  $t_2=30$ , määrame kindlaks praktilise kuivamise protsessi lõppu tähendava punkti  $C$ . Mõõdame lõiku  $CD$ , mis on võrdne 66 mm-ga.

11. Tegeliku kuivatamise protsessi järgi teeme kindlaks kuiva õhu kulu:

$$l = \frac{5000}{CD} = \frac{5000}{66} = 76 \text{ kg/kg niiskust.}$$

12. Kuiva õhu täielik kaal tunnis:

$$G_{k.õ.} = l \cdot n = 76 \times 56 = 4256 \text{ kg kuiva õhku/tunnis.}$$

13.  $I-d$  diagrammist leiame, et õhu partsiaalne veeaurude rõhk õhu sissetulekul kuivatamiskambrisse (kui  $d=8,5$  g):

$$P'_{v.a.} = 10 \text{ mm el.s.}$$

14. Kuivatamiskambrisse tuleva õhu maht määratakse kindlaks järgmise valemiga:

$$V_{\delta} = G_{k.\delta} \cdot \frac{R_{k.\delta} \cdot T}{p_{k.\delta}} = 4256 \frac{29,27 (273 + 70)}{(745 - 10) \times 13,6} = 4280 \text{ m}^3/\text{tunnis.}$$

Antud õhu mahu järgi valitakse ventilaator.

15. Soojuse kulu 1 kg niiskuse aurustamiseks:

$$q = 500 \cdot \frac{AB}{CD} - \Theta' = 500 \frac{125}{66} - 15 = 935 \text{ kkal/tunnis.}$$

16. Soojuse täielik kulu:

$$Q = q \cdot W = 935 \times 56 = 52360 \text{ kkal/tunnis.}$$

## VENTILAATORID

Sõltuvalt ventilaatorite poolt arendatavast survest liigitatakse need:

1. Madala survega — kuni 100 mm veesammast.
2. Keskmise survega — kuni 200 mm veesammast.
3. Kõrge survega — kuni 1000 mm veesammast.

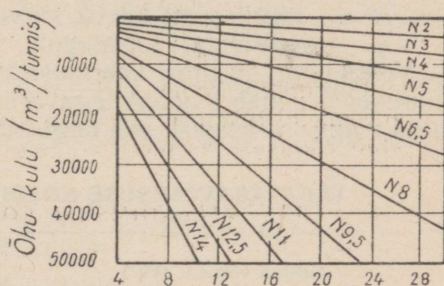
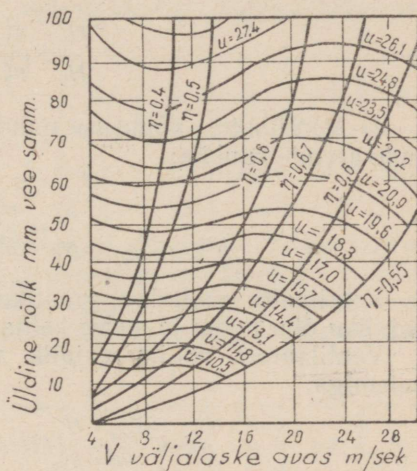
Kala kuivatamisel ja suitsutamisel kasutatakse tavaliselt madala survega ventilaatoreid.

Olenevalt töötamise põhimõttest liigitatakse ventilaatorid tsentrifugaalventilaatoriteks ja telgventilaatoriteks.

Telgventilaatorid on analoogilised laevakruvile.

Tsentrifugaalventilaatorid koosnevad pöörlevast labidaga rattast ja teokujulisest kaitsevarjust, mis juhib õhku.

Mida suurem on töörat-  
ta diameeter, seda suurema hulga õhku suudab ventilaator ümber paigutada.



Joonis 39. Tsentrifugaalse ventilaatori üldjooneline karakteristik.

Teatud ratta diameetrile vastab kindla numbriga ventilaator. Numbrilise ühikuks võetakse harilikult 100 mm, s. t. ventilaatoril Nr. 5 on  $5 \times 100 = 500$  mm diameetriga rootor.

Ventilaatori tiirude arvu muutumisega muutub ka tema režiim.

a) Ventilaatoriga antava õhu mahu muutumine on proportsionaalne tiirude arvule

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

b) Ventilaatori poolt tekitatava üldise surve muutumine on proportsionaalne tiirude arvude ruutudele:

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{n_1^2}{n_2^2}$$

c) Ventilaatori võimsuse muutumine on proportsionaalne tiirude arvude kuubile:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1^3}{n_2^3}$$

Ventilaator valitakse graafiku järgi, mis sisaldab andmeid vajaliku õhu mahu ja surve kohta (joonis 39).

Ventilaatori võllile vajalik võimsus määratakse kindlaks valemiga:

$$N = \frac{v_{\text{sek}} \cdot H}{75 \cdot \eta} \text{ HP} = \frac{v_{\text{sek}} \cdot H}{102 \cdot \eta} \text{ kW},$$

kus:  $v_{\text{sek}}$  — ventilaatori läbilaskevõime ( $\text{m}^3/\text{sek}$ );

$H$  — ventilaatori täielik surve (mm v.s.);

$\eta$  — ventilaatori kasutegur.

Ventilaatori mootori koormuse tõstmise võimalus vastusurve muutmistel nõuab mootori tagavaravõimsuse rakendamist arvestatud võimsuse asemel, mis ongi tab. 53 esitatud.

Tabel 53

**TAGAVARAVÕIMSUSE KOEFITSIENTIDE TABEL K**

Mootori võimsus (kW)	< 0,5	1	2	5	5
Koefitsient $K$	2	1,5	1,3	1,2	1,1

Ventilaatori mõõdud on antud lisas 6.

N ä i d e.

Valida madala survega tsentrifugaalventilaator 15000 m<sup>3</sup>/tun. õhu andmiseks, kui üldine rõhk on 50 mm v.s.

L a h e n d u s.

Tõmmates alumises graafikus (joonis 39) horisontaaljoone  $v=15000$  m<sup>3</sup>/tunnis vastavast punktist leiame, et otsitava läbilaskevõime saamiseks võib rakendada ventilaatoreid nr. 11; 9,5; 8; 6,5; 5.

Tõmmates vertikaaljoone graafikule kantud horisontaaljoone lõikekohtadest sirgetega, mis vastavad ventilaatori loetletud numbritele, leiame kiirused ventilaatorite väljalaskeavadades (m/sek):

Ventilaatori number	11	9,5	8	6,5	5
Kiirus . . . . .	5,5	7	10	15	24

Pikendades samu vertikaale ülemisel graafikul (kindla korrapärasuseta) kuni lõikumiseni horisontaaliga  $H=50$  mm v.s. määrame nendes tingimustes kindlaks igale loetletud ventilaatori numbrile kasuteguri  $\eta$ , aga samuti vastavate rataste tiirude kiiruse  $u$  (m/sek).

Ventilaatori number	11	9,5	8	6,5	5
Koefitsient . . . . .	0,4	0,4	0,5	0,6	0,58
Tiirude kiirus . . . . .	19,6	20,9	19,6	18,3	19,6

Peatume ventilaatoril nr. 6,5, millel on kõige kõrgem kasutegur.

Selle ratta läbimõõt  $D=0,65$  m; ventilaatori vajalik tiirude arv minutis on:

$$n = \frac{n \cdot 60}{\pi \cdot D} = \frac{18,3 \times 60}{3,14 \times 0,65} = 550 \text{ tiiru/min.}$$

Vajalik võimsus ventilaatori võllile on:

$$N = \frac{v \cdot H}{3600 \cdot 75 \cdot \eta} = \frac{15000 \times 50}{3600 \times 75 \times 0,9} = 4,63 \text{ HP}$$

Elektrimootori võimsus rihma ülekande kasuteguri  $\eta_{r.ü.} = 0,9$  ja tagavara koefitsiendi  $K=1,2$  puhul on (tabel 53 järele):

$$N_v = \frac{4,63 \times 1,2}{0,9 \times 1,36} = 4,5 \text{ kW}$$

### KALORIFEERID

Õhku kuumutatakse eriliste aparaatide — kalorifeeride abil. Suitsutamistehhis kasutatakse metallist kalorifeere. Ventilatsioonitehnikas on suur levik lestmelistel kalorifeeridel. Nad on kompaktsed ja kerged.

Lestmelised kalorifeerid ehitatakse siledatest pooltollistest torudest, millele asetatakse kuni 1 mm paksusega lehtterasest valmistatud täisnurksed plaadid. Torud keevitatakse otstest kokkupandavasse karbikestesse, mille kaudu tuleb kalorifeeri aur või kuum-vesi.

GOST'i järgi võib valmistada kolm mudelit lestmelisi kalorifeere: väikseid, keskmisi ja suuri.

Kalorifeer koosneb eraldi seksioonidest.

Väikese mudeli seksioonis on 4 toru, keskmise omas 6 toru ja suure mudeli seksioonis 8 toru.

Kasutatakse järgmist tinglikku märgistamist:

B—4 — suure mudeli kalorifeer 4 seksiooniga;

M—5 — väikese mudeli kalorifeer 5 seksiooniga jne.

Lisas 7 on toodud lestmeliste kalorifeeride peamised mõõtmed ühes soojeneva pinna näitamisega.

Kalorifeeri pinna soojus määratakse kindlaks järgmise valemi abil:

$$F = \frac{Q}{K \Delta t_k} m^2,$$

kus:  $Q$  — soojuse kulu õhu soojendamiseks (kal/tunn.);

$K$  — kalorifeeri soojajuhtivuse koefitsient (kal/m<sup>2</sup>tund kraad);

$\Delta t_k$  — kalorifeeris oleva auru ja õhu temperatuuride vaheline keskmine vahe, mida arvestatakse järgmise valemi abil:

$$\Delta t_k = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{1,31g \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}}.$$

Selles valemis

$\Delta t_1$  — auru ja õhu temperatuuride vaheline (suurem) vahe selles küljes, kust õhk tuleb kalorifeeri ( $t_a - t_0$ );

$\Delta t_2$  — auru ja õhu temperatuuride vaheline vahe (väiksem) selles küljes, kust õhk kalorifeerist väljub.

Kui suhe  $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} < 2$ , siis

$$\Delta t_k = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2}.$$

Kalofeeri soojajuhtivuse koefitsient määratakse kindlaks valemiga:

$$K = 2 + 7\sqrt{W}.$$

Lestmelise kalorifeeri tugevust, kiiruse piirides  $v = 20$  m/sek., võib küllaldase tehnilise täpsusega kindlaks määrata järgmise valemiga

$$\Delta S = 0,055 W^2 \text{ mm v.s.,}$$

kus  $W$  — õhu kiirus (m/sek).

Näide kalorifeeri valimiseks.

On tarvis leida lestmelist kalorifeeri 5000 kg/t õhu soojendamiseks temperatuurilt  $t_0 = -25^\circ$  temperatuurini  $t_1 = +5^\circ$ . Kalorifeeri soojendatakse auruga 3 atm. juures.

1. Õhu soojendamiseks vajalik soojuse hulk:

$$Q = L \cdot c \cdot (t_1 - t_0) = 5000 \times 0,24 [5 - (-15)] = 24000 \text{ kal/tundi.}$$

2. Kalorifeeri soojajuhtivuse koefitsient:

$$K = 2 + 7\sqrt{W} = 2 + 7\sqrt{9} = 23 \text{ kal/m}^2 \cdot \text{t} \cdot \text{kraad,}$$

kus õhu kiirus  $W = 9$  m/sek.

3. Temperatuuride keskmine vahe:

$$\Delta t_1 = 132,8 - (-15) = 147,8^\circ;$$

$$\Delta t_2 = 132,8 - 5 = 127,8^\circ,$$

kus auru ja kondensaadi temperatuur 3 ata juures võrdub  $132,8^\circ$ .

$$\text{Suhe } \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} = \frac{147,8}{127,8} < 2.$$

$$\text{Tähendab, } \Delta t_k = \frac{\Delta t_1 + \Delta t_2}{2} = \frac{147,8 + 127,8}{2} = 137,8.$$

4. Kalorifeeri soojenev pind:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_k \cdot \eta} = \frac{24000}{23 \times 137,8 \times 0,9} = 8,5 \text{ m}^2.$$

5. Keskmised õhu parameetrid kalorifeerist läbimisel on  $t_0 = -15^\circ$ ,  $\varphi = 90\%$   $I-d$  diagrammi järgi soojenemise juures, kui  $t_1 = +5^\circ$ ,  $\varphi_1 = 30\%$ :

$$t_k = \frac{-15 + 5}{2} = -5^\circ; \quad \varphi_k = \frac{90 + 30}{2} = 60\%;$$

kui  $t_k = 5^\circ$  ja  $\varphi_k = 60\%$ , siis õhu mahukaal  $v_k = 0,777 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

6. Õhu kulu sekundis:

$$v_{\text{sek}} = \frac{L_\gamma}{3600} = \frac{5000 \times 0,777}{3600} = 1,08 \text{ m}^3/\text{sek}.$$

7. Kalorifeeri läbilõige:

$$f = \frac{v_{\text{sek}}}{W} = \frac{1,08}{9} = 0,12 \text{ m}^2.$$

Lisa 7 järgi valime kalorifeeri M-3.

Kalorifeeril on soojenemise pind  $10,8 \text{ m}^2$ .

Kalorifeeri läbilõige on  $0,2 \text{ m}^2$ .

8. Kontrollime kalorifeeri arvutust:

$$W = \frac{v_{\text{sek}}}{f} = \frac{1,08}{0,2} = 5,4,$$

$$K = 2 + 7 \sqrt{W} = 2 + 7 \sqrt{5,4} = 18,2;$$

$$Q = F \cdot K \cdot \Delta t_k \eta = 10,8 \times 18,2 \times 137,8 \times 0,9 = 24300 \text{ kal/tunnis}.$$

Kalorifeer M-3 kindlustab õhu vajaliku soojendamise.

## VII PEATUKK

### KONTROLL-MÕÕTERIISTAD JA APARATUUR

#### ÕHU JA SUITSU TEMPERATUURI KONTROLL

**Klaastermomeetrid.** Termomeeter koosneb balloonikujulisest anumakesest sissejoodetud kapillaartoruga ning skaalast. Sõltuvalt anumakest täitvast vedelikust jaotatakse termomeetreid elavhõbe- ja piiritustermomeetriteks.

Piiritustermomeetreid tarvitatakse temperatuuride mõõtmiseks  $-130^{\circ}$  —  $+50^{\circ}$ , elavhõbetermomeetreid aga  $-30^{\circ}$  —  $+375^{\circ}$  piires. Viimaste abil võib mõõta isegi kõrgemaid temperatuure, kuid seda ainult sel juhul, kui kapillaaris asuva elavhõbedasamba kohal on loodud vastav rõhk.

Tuntakse järgmisi klaasist elavhõbetermomeetrite tüüpe: muster-, laboratoorseid, tehnilisi ja kontakttermomeetreid.

Mustertermomeetreid kasutatakse teiste termomeetrite kontrollimiseks ja nad kujutavad endast viiest termomeetrist koosnev komplekti, kusjuures iga nende skaala jaotuse kohta tuleb  $0,1^{\circ}$  kuni  $0,2^{\circ}$ .

Tehnilisi termomeetreid valmistatakse kas sirgeina või painutatuna  $90$ ,  $120$  ja  $135^{\circ}$  nurga all. «Jalakeseks» nimetatava termomeetri alumise osa pikkus on erisugune. Pika jalakesega termomeetritel võrdub selle pikkus  $85$  kuni  $1000$  mm-ga.

Suitsutamisprotsessi käigus tarvitatavate kuivatamis- ja suitsutamiskambrite jaoks sobivad kõige paremini pika jalakesega painutatud termomeetrid, torustikkude jaoks aga sirged ning lühikese jalakesega painutatud termomeetrid.

Kontakttermomeetreid, mida kasutatakse elektriliseks signaalseerimiseks maksimaalselt lubatava temperatuuri saavutamisel, valmistatakse kas ühe või kahe metallkontaktiga, mis on skaala teatud punktides kapillaarisse sisse joodetud.

Suitsutamistööstuse jaoks võib soovitada kontakttermomeetreid,

mille jaotuse kohta tuleb 1° ja mis näitavad 35—40 kraadiga võrduvat maksimaalselt lubatavat temperatuuri.

Termomeetreid tuleb asetada nõnda, et nende kasutamine ei tekitaks raskusi, s. o. et vaatleja silm asuks elavhõbeda- või piiritusesamba nivoojoone tasemel.

Tootmisprotsessis rakendatavad termomeetrid peavad olema varustatud tunnistusega, selle puudumisel aga tuleb termomeetreid kontrollida. Termomeetreid kontrollitakse nende näitude võrdlemise teel mustertermomeetrite omadega, termomeetrite 0° ja 100° punktid aga peavad vastama jää sulamis- ja vee keemispunktidele.

**Manomeetrilised termomeetrid.** Manomeetrilised termomeetrid koosnevad termoballoonist, kapillaartorust ja manomeetrist. Manomeeter kujutab endast ovaalse löikega toruvedru, mille lahine ots on ülekandemehhanismi abil osutiga ühendatud.

Termoballoonist, kapillaarist ja toruvedrust koosnev süsteem täidetakse teatud ainega ning joodetakse kinni. Termoballoon temperatuuri muutmise korral muutub ka süsteemisise rõhk, mille tulemusel vedru kas rullub lahti või kinni ja pöörab seejuures ülekandemehhanismi kaudu osutit kas ühele või teisele poole. Manomeetrilise termomeetri skaala jaotused vastavad Celtsiuse kraadidele.

Termomeetreid täidetakse kas vedelikuga (elavhõbe, ksülool, metüülalkohol), orgaaniliste ainete aurudega (atsetoon, bensool, eeter, metüülkloriid) või gaasiga (lämmastik ja haryemini heelium).

Manomeetritelistel termomeetritel on pikk metallist kapillaartoru ja nende abil on võimalik edasi anda näitused võrdlemisi suurtele kaugustele, mille ülempiiriks on 60 meetrit.

Valmistatakse kolme manomeetriliste termomeetrite tüüpi: näitavaid, kontakttermomeetreid ja isemärkivaid, mida tuntakse termograafide nimetuse all.

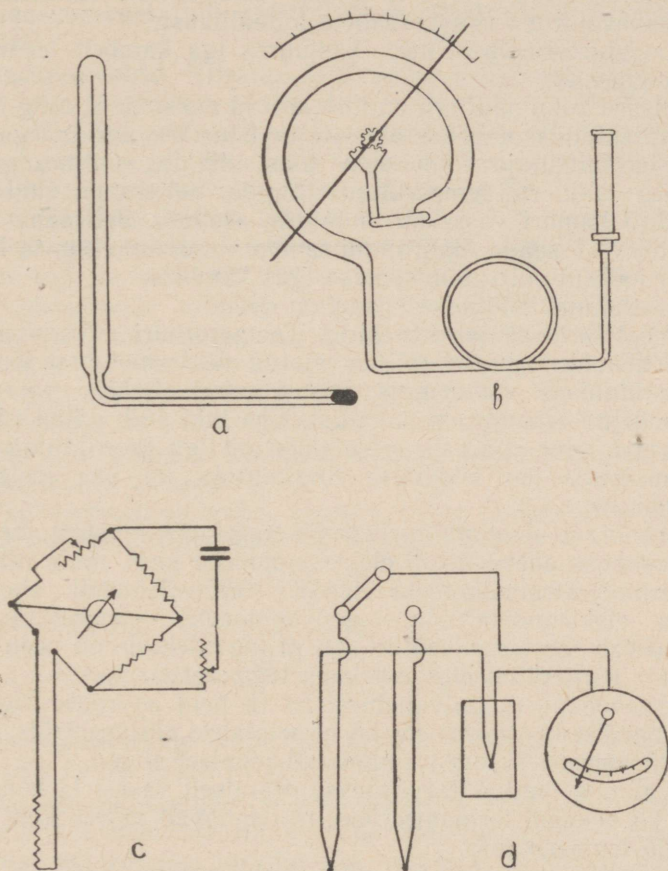
Suitsutamiskambritesse pandud manomeetrilised termograafid on väga hõlpsad ekspluaterida ning nad võimaldavad jälgida temperatuurirežiimi kogu kala suitsutamistsükli kestel.

**Takistustermomeetrid.** Metalltraadi temperatuuri muutumisel muudab ta oma takistust elektri voolamisele. Kuumendatud juhi takistuse mõõtmise läbi võib mõõta selle ja järelikult ka antud juhti ümbritseva keskkonna temperatuuri.

Metallide äsjamainitud omadusele ongi rajatud takistustermomeetrid.

Kõige lihtsama takistustermomeetri konstruktsioon on järgmine: kvartstorule keritakse peale oksüdeerumatust metallist

(plaatinast) peenike traat. Oksüdeerumisele alluva metalli tarvitamise korral tuleb seda oksüdeerumise vastu kunstlikult kaitsta (emalleeritud juhe). Spiraaliga varustatud toru on välisesse kvartstorusse tihedalt sisse lükatud.



Joonis 40. Termomeetrid:

*a* – vedeliktermomeeter; *b* – distanttermomeeter; *c* – takistustermomeeter; *d* – termoelement.

Ümbritseva keskkonna temperatuuri mõõtmiseks lülitatakse termomeetri takistused sisse nagu Wheatstone'i silla üks õlg ja mõõdetavat takistust registreeritakse galvanomeetri abil, mille skaala on gradueeritud Celsiuse kraadides.

Allpool on ära toodud suitsutamistehastes rakendatava ja takistustermomeetritega varustatud seadme lühike kirjeldus. Seade koosneb:

1. isemärkivast galvanomeetrist  $0^{\circ}$  kuni  $50^{\circ}$  skaalaga;
2. kambrite arvu järgi 12 punkti teenindavast ümberlülitist;
3. kahevoldisest akust, seadme toiteallikast;
4. takistustermomeetritest, kusjuures iga kambrit teenindab üks termomeeter.

Esimesed kolm aparati on üles seatud meistritoas ning ühendatud suitsutamiskambrites asuvate takistustermomeetritega.

Meister-suitsutaja võib oma toas viibides mitmesugustes kambrites valitsevat temperatuuri jälgida. Selleks on vaid vaja ümberlülitati kambri vastavale numbrile asetada. Sellesäma aparadi abil võib saada diagrammi temperatuuri muutumise kohta ööpäeva jooksul suitsutamistehase igas kambris.

Temperatuuri mõõtmise täpsus on  $\pm 0,5^{\circ}$ .

**Termoelektrilised termomeetrid.** Temperatuuri mõõtmine termoelektrilise termomeetri abil on rajatud elektromotoorse jõu tekkimisele kinnises vooluringis, mis koosneb kahest omavahel kokkujoodetud erisugusest metallist. Üks juht võib näiteks koosneda vasest, teine aga vase erisulamist nikliga (konstantaanist). Elektromotoorse jõu tekkimise tingimuseks on ühe jootekoha soojendamine.

Jootekohtade temperatuurivahede arvel erisugustest metallidest koosnevas ahelas tekib elektromotoorne jõud, mida nimetatakse termoelektromotoorseks jõuks. Termoelemendi ahelasse tundliku elektrimõõteriista — galvanomeetri — sisselülitamise korral näitab see teatud hälvet. Osuti kõrvalekalle on seda suurem, mida kõrgem on ühe jootekoha temperatuur.

Termoelemendist, galvanomeetrist ja neid aparate ühendavaist juhtmeist koosnevat seadet nimetatakse püromeetriks. Lihtsaima püromeetri skeem on näidatud joonisel 40 g.

Kuivatamistehnikas tarvitatakse peamiselt vasest ja konstantaanist koosnevaid termomeetreid, mis lubavad mõõta kuni  $400^{\circ}$  ulatuvaid temperatuure.

Üheaegseks temperatuuri mõõtmiseks mitmes kambris tuleb omada mitut termoelektrilist termomeetrit, ümberlülitit ja üht galvanomeetrit.

Toodetakse nii näitavaid kui ka registreerivaid püromeetreid. Viimasel juhul on seade varustatud isemärkiva aparadiga.

Ohu- ja suitsuniiskus on üks põhilisemaid näitajaid, mis avaldavad mõju nii kuivatamis- kui ka suitsutamiskambrite tootmisvõimele.

Gaasiniiskust võib kontrollida psühromeetrite ja hügromeetrite abil.

**Psühromeetrid.** Niiskuse määramise psühromeetriline meetod on rajatud järgmisele põhimõttele. Niiskuse aurustumisel märja keha pinnalt alaneb selle keha temperatuur; mida intensiivsem on aurustumise protsess, seda rohkem antud keha jahtub. Aurustumisintensiivsus sõltub kolmest tegurist: seda niisket keha ümbritseva gaasi niiskusest, temperatuurist ja kiirusest. Aurustumisintensiivsuse ja kahe teguri, temperatuuri ning kiiruse tundmise korral võib ka kolmanda teguri, gaasi või õhu niiskuse määrata.

Psühromeeter koosneb kahest termomeetrist: «kuivast» ja «märjast». Kuiv termomeeter näitab õhu temperatuuri. Teise termomeetri elavhõbedakerake on mässitud batisti sisse, mida hoitakse pidevalt niisutatud (märjas) olekus. Märj termomeeter näitab märja batisti temperatuuri vee aurustumise ajal.

Kuiva ja märja termomeetri näitude vahet nimetatakse «psühromeetriliseks vaheks».

Psühromeetrilist vahet aluseks võttes määratakse õhu relatiivne niiskus kas eritabeli või valemi järgi:

$$P_a = P_k^{(m)} - A(t_k - t_m),$$

kus  $A = 0,00089$ , kui  $V < 0,5$  m/sek,

$$A = 0,00001 \left( 65 + \frac{6,75}{V} \right), \text{ kui } V \geq 5 \text{ m/sek.}$$

Psühromeetrilise vahe ja kuiva termomeetri temperatuuri teadmise korral tabeli järgi võib määrata õhu relatiivse niiskuse.

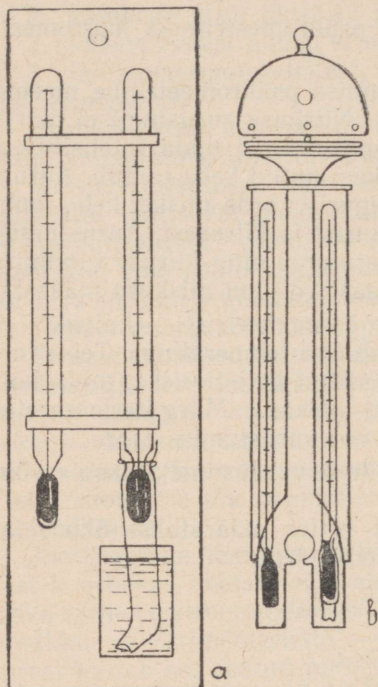
Teatud temperatuuri ja õhu relatiivse niiskuse juures sõltuvad märja termomeetri näidud õhu liikumise kiirusest. Keskkonna niiskuse määramisel tarvitatakse seepärast sõltuvalt õhu kiirusest erisuguseid tabeleid.

Määramisi teostatakse:

a) õhu tavalise ventileerimise puhul — Augusti psühromeetri abil (joon. 41);

b) õhu täpselt reguleeritud kunstliku ventileerimise puhul — Assmanni psühromeetri abil, kusjuures Assmanni psühromeetri näidud on kõige täpsemad.

Assmanni psühromeetri ülemises osas on olemas kellamehhanism, mis paneb liikuma ventilaatori, viimane aga imeb elavhõbedakerakestega varustatud torukeste kaudu õhku, mille kiirus jääb konstantseks ning võrdub 4,5 m/sek.



Joonis 41. Psühromeetrid:

*a* — Augusti psühromeeter; *b* — Assmanni psühromeeter.

meetrit hoida mõõdetavas keskkonnas mitte vähem kui 10 min.

**Hügromeetrid.** Hüromeetrite töö on rajatud rasvatustatud inimjuukse võimele pikeneda võrdeliselt ümbritseva õhu relatiivse niiskusega.

Rakendatakse registreerivaid ja isemärkivaid aparate. Nende aparate näitusid tuleb tihti võrrelda Assmanni psühromeetri näitudega.

Psühromeetrite jaoks kasutatakse eritermomeetreid, milles tuleb iga jaotuse kohta  $0,1^{\circ}$ . Need termomeetrid peavad olema varustatud vastavate tunnustustega, mille puudumisel neid tuleb mustertermomeetritega võrrelda.

Psühromeetrit tuleb hooldada järgmiselt:

1. termomeetri kerake tuleb mässida kas ühekihilise batistkatte või kahekihilise marlikatte sisse; kerakese mässimise korral kolme või suurema arvu riidekihi sisse näitab psühromeeter valesti;

2. tuleb jälgida, et riie liibuks hästi kerakese külge;

3. anuma nivoo peab asuma termomeetri kerakesest 20—30 mm kaugusel;

4. psühromeetri jaoks tuleb tarvitada vaid destilleeritud vett;

5. termomeetri kerakese batistist või marlist kate on aegajalt vaja uuega asendada;

6. mõõtmiseks tuleb psühro-

## ÕHU JA SUITSU LIIKUMISKIIRUSE KONTROLL

Ohu ja suitsu kiirust suitsutamistsehhides võib kas vahetult mõõta anemomeetri abil või määrata gaasi dünaamilise surve järgi, mida mõõdetakse Pitot-Zagi toru abil.

**Anemomeetrid.** Need aparaadid koosnevad tuulikust, mehhanismist, mis kannab liikumist üle teljelt mõõtja osutitele, ning kerest üksikosade kinnitamiseks.

Anemomeetreid on mitu tüüpi:

1. kaussidega — õhukiiruse mõõtmiseks, mis võrdub 1,5 m/sek või on sellest suurem;

2. tiibadega — õhukiiruste mõõtmiseks vahemikus 0,5 kuni 12 m/sek;

3. mikroanemomeetrid — õhukiiruste mõõtmiseks vahemikus 0,05 kuni 3 m/sek.

Anemomeetri mõõtja osutit ei ole vaja enne mõõtmist nullasendisse asetada. Osutite poolt läbitud jaotuste arv määratakse kindlaks aparadi näitude vahest enne ja pärast mõõtmist.

Igal anemomeetril on oma number. Peale selle on iga anemomeeter varustatud vastava tunnistusega, milles on ära näidatud korrigeerivad korrutajad osuti poolt sekundi vältel läbitud jaotuste arvu ümberarvutamiseks õhukiiruseks (m/sek.).

## SOOLALAHUSTE KANGUSE KONTROLL

**Areomeeter.** Keedusoolalahuse kangust määratakse selle erikaalu järgi areomeetri abil. Areomeetri rakendamine on rajatud Archimedese seadusele, mille kohaselt mingisugusesse vedeliku lastud areomeeter vajub seda sügavamale, mida lahjem on antud vedelik.

Areomeeter valmistatakse tavaliselt klaasist ning kujutab endast õõnsat silindrilist keha, mille alumine osa on laiem kui ülemine. Alumises otsas olevasse erireservuaari paigutatakse ballast (haavlid), aparadi ülemine kitsam osa aga on varustatud skaalaga. Areomeetriga mõõtmisel märgitakse alumise meniski järgi see joon, milleni areomeeter soolalahusesse vajub.

Tabelis 54 on ära toodud andmed, mis iseloomustavad soola kaaluprotsendi ja erikaalu vahelist suhet.

Tabel 54

Soola kaalu- protsent	Erikaal	Soola kaalu- protsent	Erikaal	Soola kaalu- protsent	Erikaal
1	1,007	10	1,073	20	1,151
2	1,014	12	1,088	22	1,167
4	1,029	14	1,104	24	1,184
6	1,044	16	1,119	26	1,201
8	1,058	18	1,135	26,4	1,204

## LISAD

*Lisa 1*

### VINNUTATUD, KUIVATATUD, SUITSUTATUD JA BALÖKKTOODETE KOHTA KEHTESTATUD STANDARDITE LOETELU

#### A. Üldised

1. OCT HKPΠ 55. Kalade ning kalade ja mereloomade töötlemise saaduste füüsikalise ja keemilise uurimise viisid.  
Kehtestamise aeg 1. V 1940. a.
2. Väljavõte GOCT-ist 7631-55. Kala, kalasaadused ja piimaga toituvate mereloomade töötlemise saadused. Vastuvõtu ja proovide väljavaliku eeskirjad.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.
3. Väljavõte GOCT-ist 7630-55. Kalakaupadega taara markeerimise eeskirjad.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.
4. GOCT 1368-55. Kõigi töötlemisviisidega töödeldavad kalad. Pikkus ja kaal.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.

#### B. Vinnutatud ja kuivatatud tooted

5. GOCT 1551-55. Vinnutatud kalad.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.
6. GOCT 7446-55. Soolatud-kuivatatud kalad (väikesed).  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.

#### C. Külmsuitsu tooted

7. GOCT 7450-55. Külmsuitsu-kalad.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.
8. GOCT 813-55. Külmsuitsu-heeringad.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.

## D. Kuumsuitsu tooted

9. GOCT 7447-55. Kuumsuitsu-kalad.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.
10. GOCT 7445-55. Kuumsuitsu-tuurakalad.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.
11. GOCT 812-55. Kuumsuitsu-heeringad.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.
12. GOCT 6606-55. Väikesed kuumsuitsu-kalad.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.

## E. Balõkk-tooted

13. GOCT 7444-55. Vinnutatud ja külmsuitsu balõkk-tooted belorõbitsast ja nelmast.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.
14. GOCT 2623-55. Külmsuitsu balõkk-tooted kaug-ida lõhedest.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.
15. GOCT 6481-55. Vinnutatud ja külmsuitsu balõkk-tooted tuurakala liikidest.  
Kehtestamise aeg 1. I 1956. a.

Lisa 2

### Veeauru partsiaalrõhk niiskes õhus

$P \pi$  (kg/m<sup>2</sup>); B=745 mm Hg

Ohu temperatuur (°-des)	Ohu suhteline niiskus (0/0-des)					
	100	80	60	50	40	20
— 15	16,85	13,48	10,11	8,43	6,74	3,37
— 10	26,50	21,20	15,90	13,25	10,60	5,30
— 5	40,91	32,73	24,55	20,46	16,36	8,18
0	62,26	49,81	37,36	31,14	24,91	12,46
5	88,96	71,17	53,39	44,49	35,59	17,80
10	125,20	100,17	75,14	62,62	50,10	25,05
15	173,86	139,11	104,35	86,96	69,58	34,79
20	238,40	190,76	143,10	119,26	95,42	47,72
25	322,98	258,45	193,89	161,59	129,29	64,66
30	432,67	346,24	259,77	216,51	173,23	86,64
35	573,40	458,90	344,31	286,98	229,63	114,86
40	752,18	602,03	451,74	376,54	301,31	150,73
50	1257,70	1006,86	755,67	629,94	504,13	252,24
60	2031	1626	1221	1018	815	408
70	3177	2545	1911	1594	1276	639
80	4828	3869	2907	2425	1942	973

Niiske õhu niiskusesisaldus  $d$  (grammides) temas sisalduva 1 kg kuiva õhu kohta, kui baromeetri rõhk  $B=745$  mm Hg

Ohu temperatuur (°-des)	Ohu suhteline niiskuskus (°/°-des)										Ohu temperatuur (°-des)
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	
-15	1,04	0,94	0,83	0,73	0,69	0,52	0,42	0,31	0,21	0,10	-15
-10	1,63	1,47	1,30	1,14	0,98	0,82	0,65	0,49	0,33	0,16	-10
-5	2,52	2,27	2,02	1,76	1,51	1,26	1,01	0,75	0,50	0,25	-5
0	3,85	3,46	3,07	2,69	2,30	1,92	1,53	1,15	0,77	0,38	0
5	5,51	4,95	4,40	3,85	3,29	2,74	2,19	1,64	1,09	0,55	5
10	7,78	7,00	6,21	5,43	4,65	3,87	3,09	2,31	1,54	0,77	10
15	10,86	9,76	8,66	7,56	6,47	5,38	4,30	3,22	2,14	1,07	15
20	15,00	13,46	11,94	10,42	8,91	7,41	5,91	4,42	2,94	1,47	20
25	20,50	18,39	16,29	14,21	12,14	10,08	8,04	6,01	3,99	1,99	25
30	27,78	24,89	22,03	19,19	16,37	13,59	10,82	8,08	5,36	2,67	30
35	37,37	33,43	29,54	25,70	21,90	18,14	14,43	10,76	7,13	3,55	35
40	49,98	44,62	39,35	34,16	29,05	24,00	19,07	14,20	9,40	4,66	40
50	88,42	78,47	68,79	59,38	50,21	41,29	32,60	24,13	15,88	7,84	50
60	156,64	137,54	119,35	102,00	85,44	69,61	54,48	39,98	26,10	12,78	60
70	285,99	246,21	209,73	176,15	145,16	116,33	89,83	65,03	41,90	20,27	70
80	571,34	471,60	387,06	314,53	251,62	196,55	147,96	104,77	66,18	31,41	80

## Niiske õhu soojusesisaldus 1 (kkal) temas sisalduva 1 kg kuiva õhu kohta, kui B=745 mm Hg

Õhu tem- peratuur (°-des)	Õhu suhteline niiskus (0/0-des)										Õhu tem- peratuur (°-des)	
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10		0
-15	-2,98	-3,04	-3,10	-3,16	-3,23	-3,29	-3,35	-3,41	-3,47	-3,53	-3,59	-15
-10	-1,43	-1,53	-1,63	-1,72	-1,82	-1,91	-2,01	-2,11	-2,20	-2,30	-2,39	-10
-5	0,30	0,15	0,00	-0,15	-0,30	-0,45	-0,60	-0,75	-0,90	-1,50	-1,20	-5
0	2,30	2,06	1,83	1,61	1,37	1,15	0,91	0,69	0,46	0,23	0,00	0
5	4,50	4,16	3,83	3,50	3,17	2,84	2,51	2,18	1,85	1,53	1,20	5
10	7,08	6,60	6,13	5,66	5,19	4,72	4,25	3,78	3,32	2,86	2,39	10
15	10,15	9,48	8,82	8,16	7,50	6,84	6,19	5,54	4,88	4,24	3,59	15
20	13,88	12,95	12,02	11,10	10,19	9,28	8,37	7,47	6,57	5,68	4,79	20
25	18,45	17,17	15,89	14,63	13,37	12,12	10,88	9,64	8,42	7,20	5,99	25
30	24,14	22,38	20,63	18,90	17,18	15,48	13,79	12,12	10,46	8,82	7,19	30
35	31,27	28,86	26,48	24,13	21,80	19,50	17,23	14,98	12,76	10,56	8,39	35
40	40,31	37,02	33,78	30,59	27,45	24,36	21,31	18,32	15,37	12,45	9,58	40
50	66,74	60,58	54,59	48,76	43,08	37,56	32,18	26,93	21,82	16,84	11,98	50
60	112,05	100,15	88,82	78,01	67,68	57,81	48,38	39,33	30,67	22,36	14,38	60
70	196,30	171,37	148,49	127,43	107,98	89,88	73,24	57,66	43,13	29,53	16,78	70
80	380,22	317,27	263,90	218,09	178,35	143,54	112,82	85,51	61,07	39,08	19,19	80

Niiske õhu maht arvestatult 1 kg temas sisalduvale kuivale õhule  $V_{\pi p}$   
(kuiva õhu  $m^3/kg$ ),  $B=745$  mm Hg

Õhu temperatuur (°-des)	Õhu suhteline niiskus (0/0-des)					
	100	80	60	40	20	0
-15	0,7472	0,7469	0,7467	0,7464	0,7462	0,7459
-10	0,7624	0,7620	0,7616	0,7612	0,7608	0,7604
- 5	0,7780	0,7773	0,7767	0,7761	0,7754	0,7748
0	0,7941	0,7932	0,7922	0,7912	0,7902	0,7893
5	0,8108	0,8094	0,8080	0,8065	0,8051	0,8037
10	0,8284	0,8263	0,8243	0,8222	0,8202	0,8182
15	0,8472	0,8442	0,8413	0,8384	0,8355	0,8326
20	0,8675	0,8633	0,8592	0,8551	0,8511	0,8471
25	0,8899	0,8841	0,8783	0,8727	0,8670	0,8615
30	0,9151	0,9070	0,8990	0,8912	0,8835	0,8760
35	0,9438	0,9327	0,9217	0,9111	0,9006	0,8904
40	0,9775	0,9620	0,9471	0,9326	0,9189	0,9049
50	1,0662	1,0368	1,0090	0,9827	0,9576	0,9333
60	1,2041	1,1468	1,0946	1,0469	1,0030	0,9627
70	1,4448	1,3244	1,2222	1,1345	1,0583	0,9916
80	1,9500	1,6513	1,4313	1,2625	1,1289	1,0205

Madalrõhu tsentrifugaal-ventilaatorid OCT 90033—40 järgi

Ventilaatori number	Töötava ratta läbimõõt (mm-tes)	Mõõdet (mm-tes)					
		A	B	C	D	E	G
2	200	260	160	260	208	182	234
3	300	370	240	390	298	252	344
4	400	470	320	520	380	310	450
5	500	580	400	650	470	380	560
6,5	650	740	520	845	585	455	715
8	800	910	640	1040	720	560	830
9,5	950	1080	760	1235	855	665	1045
11	1100	1250	880	1430	990	770	1210
12,5	1250	1430	1000	1625	1125	875	1375
14	1400	1600	1120	1820	1260	980	1540
15,5	1550	1760	1240	2015	1395	1085	1705

## Terasest plaat-kalorifeerid (ГОСТ B-1814-42)

	Välised mõõted (mm-tes)			Plaatide vahekaugused mm		Kuumutus- pind m <sup>2</sup>	Ohu läbi- mise elav pöiklõige m <sup>2</sup>	Sektisioo- nide arv	Plaatide arv ühes sektisioonis	Torude tuldine arv	Kalorifeeri kaal orien- teeruvalt (kg-des)
	A kõrgus	B laius	C sügavus	A <sub>1</sub>	B <sub>1</sub>						
M-1	734	309	260	648	237	4,1	0,08	2	107	8	65
M-2	932	427	260	846	355	8,1	0,15	3	140	12	103
M-3	932	545	260	846	473	10,8	0,20	4	140	16	134
M-4	1232	545	260	1146	473	14,6	0,27	4	190	16	163
M-5	1232	663	260	1146	591	18,3	0,34	5	190	20	197
M-6	1232	781	260	1146	709	21,9	0,41	6	190	24	230
C-1	734	309	302	648	237	6,2	0,08	2	107	12	84
C-2	932	427	302	846	355	12,1	0,15	3	140	18	137
C-3	932	545	302	846	473	16,2	0,20	4	140	24	179
C-4	1232	545	302	1146	473	21,9	0,27	4	190	24	220
C-5	1232	663	302	1146	591	27,4	0,34	5	190	30	268
C-6	1232	781	302	1146	709	32,9	0,41	6	190	36	316
B-1	734	309	344	648	237	8,2	0,08	2	107	16	102
B-2	932	427	344	846	355	16,2	0,15	3	140	24	169
B-3	932	545	344	846	473	21,6	0,20	4	140	32	221
B-4	1232	545	344	1146	473	29,3	0,27	4	190	32	274
B-5	1232	663	344	1146	591	36,3	0,34	5	190	40	337
B-6	1232	781	344	1146	709	43,9	0,41	6	190	48	395

## SISUKORD

### V osa. Kalade ja kalamarja soolamine.

<b>I peatükk.</b> Kalade soolamisprotsessi alused . . . . .	3
Soolamisviisid . . . . .	4
Keedusool . . . . .	6
Soolamisprotsessi füüsilis-keemiline olemus . . . . .	17
<b>II peatükk.</b> Kalasoolamise tehnika . . . . .	41
Soolamistsehhid . . . . .	41
Kala lahkamine . . . . .	43
Heeringlaste soolamine . . . . .	52
Lõhilaste soolamine . . . . .	61
Sjomga soolamine . . . . .	63
Tursklaste soolamine . . . . .	63
Soomkala soolamine . . . . .	64
Soolamisprotsesside mehhaniseerimine . . . . .	69
Soolakala pakkimine . . . . .	76
Soolatud kalatoodete säilitamine . . . . .	86
<b>III peatükk.</b> Vürtsidega soolamine ja marineerimine . . . . .	89
Vürtsid ja nende ettevalmistamine soolamiseks . . . . .	89
Toorainete iseloomustus . . . . .	93
Vürtsidega soolamine . . . . .	94
Marineerimine . . . . .	97
Marinaaditsehhide sisseseaded . . . . .	101
<b>IV peatükk.</b> Kalamarjakaupade valmistamine . . . . .	102
Kalamari-tooraine . . . . .	102
Kalamarja töötlemise viisid . . . . .	103
Sool ja antiseptikumid . . . . .	104
Tuurlaste kalamarja valmistamine . . . . .	106
Lõhilaste kalamarja valmistamine . . . . .	114
Soomkalade kalamarja valmistamine . . . . .	117
Kalamarjakaupade standardiseerimine . . . . .	120
Sanitaar-hügieenilised reeglid . . . . .	120

### VI osa. Kalade kuivatamine, vinnutamine ja suitsutamine

<b>I peatükk.</b> Vinnutatud ja kuivatatud kalakaubad . . . . .	122
Kuivatamine ja vinnutamine kui konserveerimise viisid . . . . .	122
Vinnutamise ja kuivatamise tähtsus kalatööstuses . . . . .	123
Kuivatatud ja vinnutatud kalade klassifikatsioon . . . . .	124
Vinnutatud kala valmistamine . . . . .	125
Kuivatatud kalade valmistamine . . . . .	136

<i>II peatükk.</i>	Kala kuivatamise teoreetilised alused . . . . .	143
	Kala niiskus . . . . .	143
	Niiskuse seose liigid materjalidega . . . . .	144
	Vee aurumine vabalt pinnalt . . . . .	145
	Tahkete kehade kuivatamine . . . . .	146
	Kuivatamise staatika . . . . .	147
	Niiskuse üleminek niisketes kehaes . . . . .	149
	Kala kuivatamise kineetika . . . . .	151
	Niiskuse ja soola liikumise mehhanism kalas kuivatamise protsessi ajal . . . . .	154
	Kala kuivatamise optimaalne režiim . . . . .	155
<i>III peatükk.</i>	Kalakontsentraadid . . . . .	158
	Kontsentraatide tootmise tähtsus . . . . .	158
	Kontsentraatide toormaterjal . . . . .	158
	Toidujahu, tangude ja helveste valmistamine . . . . .	159
	Kalakuivikute valmistamine . . . . .	164
	Kalakontsentraatide keemiline koosseis ja toiteväärtus . . . . .	165
	Kuivatusahjude tüübid . . . . .	166
<i>IV peatükk.</i>	Kalade suitsutamine . . . . .	167
	Suits, füüsikalised-keemilised omadused ja suitsu tekkimise iseärasused . . . . .	167
	Kütus ja sellele esitatavad nõudmised . . . . .	170
	Suitsutamine kui kalade konserveerimise viis . . . . .	172
	Suitsutamise tähtsus kalatööstuses . . . . .	173
	Külmsuitsukala valmistamise tehnoloogilised skeemid . . . . .	181
	Kuumsuitsutamistehhede sisseseade . . . . .	199
	Kuumsuitsutatud kala tootmise tehnoloogiline skeem . . . . .	204
	Kalade suitsutamine meister-novaator Kulagini meetodil . . . . .	212
	Heeringlaste suitsutamise viisid ja võtmed spröttide tootmiseks . . . . .	213
	Kalade jahutamine, sortimine ja pakkimine . . . . .	217
	Kuumsuitsukala valmistamise kontroll . . . . .	219
	Kalade suitsutamine elektriga . . . . .	220
<i>V peatükk.</i>	Balõkk-tooted . . . . .	223
	Balõkkide valmistamine belorõbitsast . . . . .	230
	Balõkid heeringlastest . . . . .	233
<i>VI peatükk.</i>	Kuivatamis- ja suitsutamiskambrite arvestused . . . . .	235
	Kuivatamiskambrite soojusarvestus . . . . .	238
	Suitsutamiskambrite soojusarvestus . . . . .	242
	Kuivatamis- ja suitsutamiskambrite arvestus I-d diagrammil . . . . .	243
	Mehhaniseeritud suitsutamistehhi termilise osakonna näitlik arvestus . . . . .	250
	Ventilaatorid . . . . .	263
	Kalorifeerid . . . . .	266
<i>VII peatükk.</i>	Kontroll-mõõteriistad ja aparatuur . . . . .	269
	Õhu ja suitsu temperatuuri kontroll . . . . .	269
	Õhu ja suitsuniiskuse kontroll . . . . .	273
	Õhu ja suitsu liikumiskiiruse kontroll . . . . .	275

*Lisad.*

Vastutav toimetaja *J. Tomberg*  
Tehniline toimetaja *Ed. Nukk*

Ladumisele antud 24. 06. 1956. Trükkimisele antud 17. 01. 1957. Trüki-  
arv 1000. Paber 60×92, 1/16. Trükipoognaid 17,75. Arvutuspoognaid 19,45.  
MB 01326. Trükikäitis «Tartu Kommunist» Tartu, Ülikooli tn. 17/19.  
Tellimise nr. 2296.







TASUTA

1.00

A

21473

TU RAAMATUKOGU



1 0300 00970148 5