TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL

E. Rannak

Kaubatundmise biokeemilised alused

TARTU 1964

ARH

A-25751

TARTU RIIKLIK ÜLIKOOL
KAUBANDUSÖKONOOMIKA KATEEDER

E. Rannak

Kaubatundmise biokeemilised alused

TARTU 1964

Тартуский государственный университет
ЭССР, г. Тарту, ул. Юликооли, I8

Э. Раннак

ОСНОВЫ БИОХИМИИ ТОВАРОВЕДЕНИЯ

На эстонском языке

Arh.
Tartu R[illegible]kiku Ülikool
Raamatukogu
423

ARHIIVKOGU

E e s s õ n a .

Käesolev õppevahend on mõeldud Tartu Riikliku Ülikooli Majandusteaduskonna kaubandusharu üliõpilastele toidukaupade kaubatundmise kursuste sissejuhatavaks osaks.

Töö koostamisel on allikmaterjalidena kasutatud uuemaid monograafiaid ja mõningaid originaaluurimusi. Kirjanduse loetelus on märgitud need teosed, mis võiksid abiks olla probleemiga ligemaks tutvumiseks.

Käesolevas sissejuhatava iseloomuga töös on antud ülevaade toidukaupade kvaliteedist ja liigitusest, keemilisest koostisest, energeetilisest väärtusest (kalorsusest), keemilistest lisanditest, füsioloogilistest toidunormidest ja toitevääruusest, toidukaupade pakkimisel kasutatavast taarast ja säilitamise ja konserveerimise põhijoontest. Eri rühmade toiduainete üksikasjalikum ja konkreetsem käsitlemine, samuti toidukaupade tootmise alused ja tarbimisväärtus antakse vastavates eriväljaannetes.

Käesolev õppevahend on kasutatav ka tehnikumides ja kaubandusala töötajate teadmiste täiendamiseks ning peaks huvi pakkuma ka laiadele lugejate hulkadele.

Kaubatundmise olemus ja ülesanded.

Toidukaupade tundmaõppimisel on kõigepealt vaja selgitada, mida käsitletakse selles distsipliinis.

Karl Marxi[1] määrangu järgi: "Kaupade tarbimisväärtused on erilise distsipliini, kaubateaduse aineks." Kauba tarbimisväärtuse aluseks on selle füüsikalised, keemilised ja teised omadused, mille tõttu kaup võib mitmesuguseid inimese nõudmisi ja vajadusi rahuldada. Need kauba omadused on kaubast lahutamatud ega esine ilma temata, näiteks leiva maitse, lõhn, seeditavus, toitvus on omased ainult leivale ja on määratud tema loomusega.

K. Marx[2] kirjutas: "Asja kasulikkus teeb tema tarbimisväärtuseks. Aga see kasulikkus ei ripu õhus. Kasulikkus ei eksisteeri väljaspool kaubakeha ennast, sest ta oleneb kaubakeha omadustest. Kaubakeha ise, nagu raud, nisu, teemant jne., on seega tarbimisväärtus ehk hüve."

Sellest tuleneb, et toiduainete kaubateaduse aineks on nende kaupade esemeline olemus ja need omadused, mille tõttu nad on võimelised inimese toitluse vajadusi rahuldama.

Seoses tööstusliku tootmise ja kaubavahetuse arenguga tekkis vajadus kaupade tundmaõppimiseks ja nende omaduste piiritlemiseks. Kaubateaduse alged ulatuvad 16. sajandisse. Esialgu oli see teadus põhiliselt kirjeldavat laadi. Alles 20. s. alguseks kogunes rohkesti uurimuste andmeid mitmesu-

---

1 K. Marx, Kapital I, Tallinn 1953, lk. 40.
2 Samas.

guste kaupade kohta, mida toodeti tööstuses ja põllumajanduses. See võimaldas kaubateaduses kaupade kirjeldamiselt üle minna nende omaduste konkreetsele hindamisele ja kaupade kvaliteedi olenevuse määramisele kaupade valmistamisel kasutatud toorainest, tehnoloogiast, säilitamise tingimustest jne.

Teadusliku kaubatundmise rajajateks Venemaal olid J.J. Nikitinski (1854-1924) ja P.P. Petrov (1850-1928); nende toimetamisel ilmus 1906-1908. a. trükist esimene kaubatundmise õpik. See oli ette nähtud kesk ja kõrgemate kommertsõppeasutuste õpikuks, milles esitati kaubateaduse olemus, ülesanded ja aine kui ka seos naaberteadustega.

Samal ajal arenes kaubateadus omaette distsipliinina Saksamaal ja Itaalias, aga hiljem ka Poolas, Tšehhoslovakkias, Bulgaarias jt. maades. Mõnedes riikides, nagu Inglismaal ja Ameerika Ühendriikides, õpitakse kaupu tundma mitmesuguste kaubarühmade tehnoloogia õppimisel.

Kaubateaduse arendamine soodustab parema kvaliteedi saavutamist kaupade tootmisel, paremate tingimuste selgitamist kauba transpordil ja säilitamisel, soodustab kaupade sortimendi laiendamist ja uute otstarbekamate kaupade juurutamist tarbimisse.

Kogu kaubateadus jaotatakse harilikult kahte suurde rühma, nimelt toidu- ja tööstuskaupade distsipliiniks. Need omakorda jaotuvad paljudeks alarühmadeks, nagu teravilja- ja jahukaubad, puu- ja köögiviljad, liha- ja kalakaubad, toiduõlid ja rasvad jne.

Toidukaubad on vajalikud inimese normaalse olemasolu ja tegevuse tagamiseks. Toiduainetest saab inimorganism endale vajaliku energia, mida kulub sisemisteks elulisteks protsessideks, kehalise ja vaimse töö tegemiseks kui ka uute ainete produtseerimisel, näiteks piima ja uute kudede produtseerimisel. Energiat andvateks komponentideks toiduainetes on peamiselt süsivesikud ja rasvad (õlid), aga ka valgud. Nende oksüdeerumisel organismi rakkudes vabaneb neis peituv energia. Mainitud aineid, eeskätt valke, kasutab organism

ka ehitusliku materjalina oma kudede produtseerimisel. Samaks otstarbeks vajab organism mitmeid mineraalseid aineid, näiteks luude ja hammaste moodustamiseks kaltsiumi- ja fosforiühendeid. Selleks, et energia saamise, kudede tekkimise ja teised protsessid saaksid organismis normaalselt toimuda, peab ta toidu koostises saama veel rida teisi mineraalseid aineid (nn. mikroelemente jt.) ja vitamiine.

Toiduainete energeetiline väärtus, mida nimetatakse ka kalorsuseks, ja toidukomponentide - valkude, rasvade, süsivesikute, mineraalainete ja vitamiinide sisaldus iseloomustavad toiduainete toiteväärtust ja on olulised nende tarbimisväärtuse hindamisel, kuigi need pole ainsad näitarvud selleks otstarbeks.

Selleks, et toiduained tegelikult võiksid rahuldada inimese toiduvajadust, peab neil olema veel vähemalt kaks vajalikku omadust - hea seeditavus ja hea kvaliteet.

Hästi seedivad on need toiduained, mis on selleks sobiva keemilise koostisega; kuid ka toiduaine ja toidu struktuur, välimus, maitse, lõhn ja konsistents võivad mõningal määral mõjutada seedimist. Nende omaduste ebameeldival kujul esinemine pidurdab seedemahlade eritumist ja seega ka seedimist. Meelepäraste omadustega toiduainete kasutamisel aga erituvad seedemahlad paremini, mille tõttu toit seedib paremini.

Heakvaliteediline toiduaine peab olema eeskätt heade väliste omadustega (hea lõhnaga, hea maitsega jne.) ega tohi sisaldada võõrapäraseid kahjulikke aineid: anorgaanilisi ja orgaanilisi mürgiseid aineid, radioaktiivseid aineid, mikroobide toksiine, tõvestavaid mikroobe jne.

Ainult väheseid toiduaineid, nagu piima, puuvilju, marju ja mõningaid köögivilju kasutatakse toiduks töötlematult, n.-ö. naturaalsel kujul. Enamus toiduaineid töödeldakse enne toiduna tarvitamist kas tööstuslikult või kulinaarselt. Sel juhul olenevad saadava toiduaine või toidu omadused nii lähteainest kui ka kasutatud töötlemise tehnoloogiast. Näiteks on heakvaliteedilise saia saamiseks vaja heade küpsetusomadustega jahu ja head tehnoloogiat.

Toidukaupade toiteväärtuse elemendid, seeditavus ja heakvaliteedilisuse näitajad koos iseloomustavad toiduainete tarbimisväärtust.

Põhjalik ja igakülgne toidukaupade tarbimisväärtuste tundmaõppimine on suure praktilise tähtsusega, sest see on aluseks toiduainete suhtelise väärtuse määramisel, nende liigitamisel, standardiseerimisel ja produktide ratsionaalsel kasutamisel. Viimane nõue kajastub uues, 1961. a. vastuvõetud NLKP programmis, kus korduvalt rõhutatakse materiaalsete ressursside ja tööjõu ratsionaalse kasutamise vajadust ning märgitakse järgmist: "Inimeste nõuded kogu nende tohutus mitmekesisuses hakkavad väljendama igakülgselt arenenud inimese terveid, arukaid vajadusi." Kohaldatult toiduainete kaubatundmisele tähendab see seda, et toidukaupade tootmist ja kaubandust on vaja organiseerida nii, et ees - kätt tõuseksid esile ja leiaksid arvessevõtmist ning rahuldamist just inimese terved ja arukad vajadused. Liialdamine luksuslikkude toiduainetega ja naudingukultus ühekülgsete kallite produktidega jääksid siis rohkem tagaplaanile.

Kaubateadus on tihedalt seotud teiste teadustega. Toidukaupade kvaliteedi ja kasulikkude omaduste põhjalikuks tundmaõppimiseks on vaja teadmisi füüsikast, keemiast ja bioloogiast. Füüsika ja keemia annavad üldteadmisi ainetest, nende ehitusest ja omadustest, bioloogia - andmeid organismidest, nende ehitusest ja nendes toimuvatest elutegevuse protsessidest.

Suur tähtsus toidukaupade tundmaõppimisel on biokeemial - teadusel, mille uurimisalaks on elusates organismides toimuvad keemilised protsessid ja nendega seotud ainete kemism. Biokeemia aitab selgitada kaupades toimuvaid muutusi ja neid reguleerida kaupade säilitamisel.

Toidukaupade kaubateadus on tihedalt seotud põllumajandusteadustega, mille uurimisobjektideks on parimate tingimuste ja meetodite selgitamine kõrge tarbimisväärtusega taimsete ja loomsete toiduainete tootmiseks. Taimsete ja loomsete organismide kasvutingimustest olenevad oluliselt

toidutooraine ja valmistoiduainete kvaliteet ja toiteväärtus.

Kaubateadusega on vahenditult seotud ka toiduainete tootmise tehnoloogia, mis uurib retseptuuri, aparatuuri, tootmisreŝiimi ja teisi tootmistingimusi, mis avaldavad mõju valmisproduktsiooni kvaliteedile, sordi kujunemisele jne.

Erilise tähtsusega on produktide toiteväärtuse selgitamisel toitluse füsioloogia, mille uurimisalaks on toidu seedimise protsessid ja mitmesuguste toidukomponentide omastamine (imendumine) ning kasutamine organismi poolt.

Peale tehniliste ja loodusteaduslike distsipliinide külgneb kaubateadus ligidalt poliitilise ökonoomiaga, nõukogude kaubanduse ökonoomikaga, aga ka majandusgeograafiaga, nõukogude kaubanduse organiseerimise ja tehnikaga. Majandusgeograafia selgitab tooraine ja kaubatootmise paiknemist ja kergendab seega kaupade tarbimiseks oluliste omaduste uurimist vastavates rajoonides. Õpetus nõukogude kaubanduse organisatsioonist ja tehnikast käsitleb kauba liikumise organisatsioonilisi ja tehnilisi küsimusi ja aitab välja selgitada neid nõudeid, millele kaubad selles suhtes peavad vastama.

Kaubateaduse distsipliini sisu on tihedalt seotud tema praktiliste ülesannetega, milleks on õige ja ammendav produktide tarbimisväärtuse hindamine, sortimendi laiendamine ja kaupade kvaliteedi tõstmine, hea säilivuse ja ratsionaalse kasutamise tagamine. Sellega seoses on kohane juhtida tähelepanu A.I. Mikojani sõnadele, mis ta lausus üleliidulisel kaubandustöötajate nõupidamisel 17. oktoobril 1953. a.: "Nõukogude kaubanduse kutsumuseks on aktiivselt mõjutada nõudmist progressi suunas. Ta peab kasvatama tarbija maitset, juurutama uute kaupade tarbimist elanikkonnas, propageerima kõige toitvamaid ja tervislikke toiduaineid, ..."

Oma ülesannete täitmiseks vajavad nõukogude kaubandustöötajad igakülgseid ja põhjalikke teadmisi toiduainete kaubateaduses.

I. TOIDUKAUPADE KVALITEET.

T o i d u k a u p a d e k v a l i t e e d i o l e m u s .

Sellest küsimusest räägitakse ja kirjutatakse palju, kuid toidukaupade kvaliteedi mõistet tavaliselt ligemalt ei piiritleta. Kui vaadelda toidukaupade hindamise metoodikat ajaloolises arengus, siis selgub, et vanemal ajal võidi toiduainete kvaliteedi üle otsustada ainult väliste tunnuste järgi, mida võib tajuda meeleorganite abil n.-ö. organoleptiliselt. Teist võimalust ei olnud, sest ainete sisemist olemust ja ainete põhjalikuma tundmaõppimise meetodeid veel ei tuntud, alles viimase sajandi ja viimaste aastakümnete kestel rajati selleks eeldused. Eeskätt füüsika, keemia, biokeemia ja mikrobioloogia arengu tõttu avanesid võimalused toiduainete keemilise koostise ja mikrofloora uurimiseks. Need uurimismeetodid on aga töömahukad ja nende kasutamiseks on vaja keerulisi seadmeid ja eri ettevalmistusega spetsialiste. Pealegi ei asenda need kaugeltki täielikult organoleptilisi meetodeid, sellepärast kasutatakse ka tänapäeval kaubanduse praktikas toidukaupade kvaliteedi hindamiseks enamasti kergesti määratavaid kvaliteedi tunnuseid. Need on meeleorganite abil määratavad kauba omadused, välimus, lõhn ja maitse. Organoleptiliselt määratav kauba kvaliteet iseloomustab kaudselt mõistagi ka kauba kvaliteeti täies ulatuses (keemilise koostise ja teiste omaduste mõttes), kuid otseselt ikkagi ainult selles ulatuses, nagu seda määratakse, s.o. meeleorganite poolt toidukauba vastuvõetavuse mõttes. Sellest tuleneb, et tavalises

praktikas kvaliteetseks loetavad toidukaubad ei ole mitte alati kvaliteetsed igas suhtes. Näiteks kõrgemat sorti nisujahust valmistatav sai võib küll olla organoleptiliselt hinnates kõrge kvaliteediga, kuid vitamiine ja mineraalaineid sisaldab see võrdlemisi vähe ja ei ole seetõttu täisväärtusliku toidu tagamise seisukohalt kaugeltki mitte kõrgeväärtuslik.

Toidukaupade kvaliteedi täies ulatuses hindamisel üksikute kvaliteedi tunnuste või ka nende rühmade alusel peab igakord tõsiselt kaaluma, kuivõrd teatav omadus on üldistatav. Käesolevas töös, nagu viimase aja praktikas üldse, kasutatakse terminit "kvaliteet" selle kitsamas mõttes, s.o. toiduainete organoleptiliselt määratava kvaliteedi mõttes. Kui seda terminit kasutatakse laiemas mõttes, siis sellele viidatakse.

T o i d u k a u p a d e k v a l i t e e d i m ä ä r a m i n e .

Kvaliteet määratakse harilikult mitte kauba kõigi omaduste uurimise teel, mis tavalise praktika tingimustes oleks äärmiselt tülikas ja aegaviitev, vaid ainult mõne, antud kaubale või produktile iseloomuliku omaduse järgi. Kauba kvaliteedi hindamiseks kasutatavaid omadusi nimetatakse kvaliteedinäitajateks.

Kvaliteedinäitajad ja eriti toiteväärtuste ning tarbimisväärtuse näitajad võivad olla kas otsesed või kaudsed. Näiteks piimapartii tunnustamine heamaitseliseks ja rasvarikkaks tähendab vahenditult, et piimal on mainitud omadused, kuid teatava tõenäosusega võib nende tunnuste kaudu teha järeldusi ka teiste üksikute omaduste kohta või ka toiteväärtuse ja tarbimisväärtuse kohta üldse. Nii on heamaitseline piim ilmselt puhtalt lüpstud ja värske või hästi säilitatud ning ei sisalda tõenäoliselt võõrlisandeid. Rasvarikkas piimas on praktiliselt kindlasti rohkem rasvas (õlis) lahustuvaid vitamiine (A, D jt.) kui rasvavaesemas või koo-

ritud piimas. Kuid sellega ei ole mõistagi veel täielikult ammendatud piima tarbimisväärtus igas suhtes.

Kaupade hindamise ja uurimise meetodid liigitatakse tavaliselt organoleptilisteks ja laboratoorseteks. Esimesse rühma kuuluvad need kauba omaduste määramise meetodid, mis teostatakse meeleorganite abil ilma eriliste mõõduriistadeta. Kaupade uurimisel laboratoorsete meetoditega kasutatakse vastavaid mõõduriistu, laboratoorseid seadmeid ja aparaate.

Ükskõik missugust meetodit kauba omaduste hindamiseks ka ei kasutata, esimeseks ülesandeks on kaubapartiist keskmise proovi võtmine. Kui uuritav proov ei vasta oma omadustelt kogu vaadeldava kauba partiile, siis ei saa ka selle proovi korralik hindamine anda objektiivset ülevaadet kauba omadustest.

Proovivõtmine. Keskmise proovi võtmise viisid on mitmesugused ja olenevad hinnatava kauba omadustest, eestkätt sellest, kas kaup on vedel, tahke, puistatav (varisev), fasitud (valmis pakitud) või lahtine. Igal juhul peab keskmine proov olema oma omadustelt maksimaalselt identne kogu kaubapartiiga. Proovivõtmiseks on riiklikkudes standardites ette nähtud reeglid, kus antakse eri kaupade kohta juhendeid võetava proovi suuruse ja võtmisviiside kohta. Kui partii on ebaühtlane, siis tuleb keskmise proovi saamiseks võtta proove mitmest kohast, need omavahel ühtlaselt segada ja siis sellest segust võtta väiksem, hindamiseks või analüüsiks sobiv proov. Liiga ebaühtlase partii puhul tuleb see sorteerida ja siis proovid võtta igast ühtlasest kaubapartii osast ning need eraldi hinnata.

Organoleptilised[1] meetodid. Igasuguse toidukauba tundmaõppimine algab välistest tunnustest - kujust, värvusest, maitsest, lõhnast, konsistentsist jne. Seda teostatakse meeleorganite abil, s.o. organoleptiliselt.

---

[1] Organoleptilised (kr.) meetodid - hindamismeetodid organite (elundite) abil.

Organoleptiline kauba hindamine võib toimuda võrdlemisi kiirelt, selleks ei ole vaja erilist aparatuuri. Kaupade kvaliteedi hindamiseks organoleptiliste meetoditega on vaja suuri praktilisi kogemusi, sest hindamise täpsus ja objektiivsus olenevad hindaja harjumustest, tema võimest tajuda maitse, lõhna, värvuse jne. varjundeid. Organoleptilist toidukaupade hindamist (uurimist) teostavaid spetsialiste nimetatakde degustaatoriteks.[1]

Kuni tänapäevani veel kasutatakse organoleptilisi meetodeid laialt paljude toidukaupade kvaliteedi määramiseks. Niisugusteks kaupadeks on näiteks veinid, konjak, tee, tubakad, juustud, või ja konservid. Ka liha värskust hinnatakse organoleptiliselt. Kuigi organoleptiline hindamine on mõningal määral subjektiivne, ei ole siiski keemiliste jt. laboratoorsete meetodite abil võimalik küllalt tundlikult ja kiiresti määrata kõiki olulisi, eriti organoleptilisi omadusi nendel kaupadel.

Võimalikult õigete tulemuste saamiseks maitse, lõhna ja värvuse organoleptilisel määramisel peab hindaja (degustaator jt.) olema normaalses tervislikus seisundis ja väljapuhanud. Samuti peavad määramise tingimused olema selleks soodsad. Näiteks maitset ja lõhna tajuvad inimesed meeleorganite abil selgemalt siis, kui kauba temperatuur on ligidane inimese enda keha temperatuurile. Sellepärast on vaja hoolitseda, et degusteeritav aine satuks meeleorganite pindadele mitte liiga külmalt ega ka mitte kuumalt. Mõned võõrained mõjutavad lõhna tajumise võimet, näiteks kofeiin suurendab organismi erksust lõhna tajumise suhtes, aga püramidoon nõrgendab seda.

Värvust ja ka sogasust (hägusust) ning läbipaistvust organoleptiliselt hinnatakse silma abil. Üldiselt kehtib produktide värvuse kohta hinnang, mis saadakse hariliku "valge", päevavalguse juures; see koosneb kõigist nähtava valguse eri lainepikkusega kiirtest. Kui kasutatava valguse spektraalne koostis erineb päevavalgusest, siis võib uuritava aine hin-

---

[1] Degusteerima (lad.) - maitsma, proovima.

nang värvuse mõttes normaalsest oluliselt erinevaks kujuneda. Sellepärast peab kaupade värvust alati määrama hajutatud päevavalguse käes või sellele võimalikult identse spektraalse koostisega kunstliku valguse juures.

Peale maitse, lõhna ja värvuse võib organoleptiliselt hinnata ka kauba teisi omadusi, nagu struktuuri, konsistentsi ja temperatuuri. Neid kaupade omadusi või oleku näitajaid (temperatuuri) nagu ka värvust võib tänapäeval määrata ka vastavate mõõteaparaatidega, mis annavad objektiivsemaid tulemusi. Maitse ja lõhna hindamiseks, mis on toidukaupade kvaliteedi peamisteks näitajateks, on aga ka tänapäeval organoleptilised meetodid veel praktiliselt asendamatud.

Mõnede organoleptiliste kvaliteedi hindamise meetodite hüvede (nagu kiiruse, lihtsuse) ja asendamatuse kõrval on nendel meetoditel ka olulisi puudusi. Kauba tegelikkude omaduste kõrval avaldavad organoleptilise hinnangu tulemustele mõju mitmed ülevalpool mainitud kõrvaltegurid. Organoleptilise hinnangu tulemused väljendatakse mitte objektiivsetes suurustes, vaid kauba omaduste sõnalise iseloomustuse kujul meelevaldse terminoloogiaga, näiteks lõhn - nõrk, tugev, meeldiv, ebameeldiv, vastik; maitse - magus, magusavõitu, mage jne. Selle tõttu on andmete kontrollimisel ja kõrvutamisel suuri raskusi. Organoleptiliste meetodite abil pole võimalik avastada produktide mitmete omaduste tõelist loomust. Näiteks pole kaugeltki alati võimalik sel teel eristada kunstlikult muudetud omadustega produkte looduslikkudest. Nii võib või värvus olla tingitud loomulikkudest värvilistest koostisosadest, eeskätt karotiinist, kuid sama värvuse võib tagada ka kunstlikkude värvide (orleani jt.) lisamisega võile. Jahu heledus (valge värvus) võib olla tingitud selle kuulumisest kõrgesse sorti (s.o. jahu päritolust nisutera endospermi keskmistest osadest), aga ka jahu pleetamisest mitmesuguste kemikaalidega. Toiduaine lõhn võib olla tingitud looduslikkude aromaatsete ainete sisaldusest selles, kuid ka kunstlikkude aromatisaatorite lisanditest. Magus maitse võib toiduainel olla tingitud kas selles loomulikult leiduvast suhkrust, sellesse lisatud kunstlikult pu-

hastatud suhkrust või koguni sünteetilistest magusainetest sahariinist, dultsiinist jt.

Parema korra tagamise sihiga on tehtud mitmeid üritusi organoleptilise hindamise ratsionaliseerimiseks ja unifitseerimiseks. Üheks unifitseerimise viisiks on organoleptiliste määramiste tulemuste väljendamine pallide (punktide) süsteemi abil. Pallilise hindamissüsteemi kohaselt püstitatakse mingi teatav maksimaalne pallide arv iga kvaliteedi tunnuse kohta vastavalt antud kauba iga omaduse tõenäosele osatähtsusele. Maksimaalne pallide arv teatava omaduse kohta iseloomustab selle omaduse suhtes laitmatut kaupa. Kõigi kvaliteedi tunnuste maksimaalsete pallide arvud valitakse tavaliselt nõnda, et nende summa oleks 100 (sajapallilise süsteemi puhul) või 10 (kümnepallilise süsteemi puhul). Sajapallilist hindamissüsteemi rakendatakse meil laialdaselt paljude toidukaupade kvaliteedi hindamisel. Seda tehakse järgneval viisil.

Iga toote normaalset laitmatut kvaliteeti tema põhiliste kvaliteedi tunnuste, nagu maitse, lõhna, välimuse, värvuse jne., järgi hinnatakse üldkokkuvõttes 100 palliga. Iga üksiku tunnuse kohta, kui ta vastab standardi (GOST-1) nõuetele, on kindlaks määratud maksimaalne pallide arv selle tunnuse eest, näiteks 10, 20, 40 jne. Need maksimaalsed pallid kõigi üksikute tunnuste eest peavad kokku moodustama 100.

Toote hindamisel võetakse arvesse standardis iga üksiktunnuse kohta näidatud võimalikud kvaliteedilised puudused. Iga avastatud puuduse eest tehakse standardis näidatud mahahindlus kas 1, 2, 3 või rohkem palli. Mahahindlus tehakse vastava tunnuse jaoks standardiga kindlaksmääratud maksimaalsest pallide arvust. Kõigi ilmnenud puuduste eest mahahindluse tegemisel jääb järele igale üksiktunnusele konkreetselt vastav hinne. Kõik need üksiktunnuste eest saadud hinded kokku annavadki vaadeldava toote kvaliteeti tähistava üldhinde. Olenevalt saadud hinnetest arvatakse toode standardi nõuete kohaselt kas ühte või teise kvaliteedisorti. Mõne kauba paremaks iseloomustamiseks arvutatakse ja normeeritakse mitte ainult pallide üldsumma, vaid ka rühmiti mõnede tähtsamate kvaliteeditunnuste summa.

Näitena vaadelgem või kvaliteedi hindamist pallilise süsteemi järgi. Pallide maksimaalsete arvude jaotus või eri omaduste jaoks on järgmine:

maitse ja lõhn	50 palli
konsistents, välimus ja viimistlus	25 "
soolamine	10 "
pakend ja markeering	10 "
värvitoon ja kvaliteet	5 "
kokku	100 palli

Võisort määratakse järgmiselt:

Sordid	Pallide üldarv, vähemalt	Pallide arv maitsele ja lõhnale, vähemalt
Kõrgem sort	88	41
I "	80	37

Kui või hindamisel üldhinnang kujuneb alla 80 palli, või maitse ja lõhna järgi alla 37, siis niisugune või loetakse mittestandardseks ja seda ei turustata elanikkonnale, vaid suunatakse ümbertöötlemisele.

Palliline kvaliteedi hindamissüsteem kergendab mõningal määral organoleptiliste hindamisviiside rakendamist, kuid ei kõrvalda täielikult selle metoodika puudusi. Organoleptilised meetodid on ka tänapäeval vajalikud, kuid toodete sisemiste omaduste otseseks ja objektiivseks tundmaõppimiseks on selle kõrval vaja rohkem ja rohkem rakendada laboratoorse analüüsi meetodeid.

Laboratoorsed meetodid. Erinevalt organoleptilistest meetoditest rakendatakse kaupade laboratoorsel uurimisel mitmesuguseid mõõduriistu, seadmeid ja kemikaale (keemilisel uurimisel); uurimisel saadavad andmed aga väljendatakse enamasti objektiivsetes, uurija individuaalsusest peaaegu olenematutes arvudes - protsentides, grammides, milliliitrites, polariseeritud valguse tasapinna pöördenurkade kraadides, valguse murdumiskoefitsientides jne. Ainult mõnede kvalitatiivsete määramiste tulemused, näiteks värvreaktsioonide puhul, väljendatakse sõnaliselt. Iga laboratoorse analüü-

si alusel tehtav hinnang on kontrollitav korratava analüüsi abil, sest nende tulemused ei tarvitse oluliselt oleneda uurija isiku individuaalsetest seisukohtadest.

Laboratoorsete meetodite eeliseks on mitte ainult tulemuste objektiivsus, vaid ka see, et nende meetoditega on võimalik tunnetada ka neid kaupade sisemisi omadusi, mis on esmajärgulise tähtsusega, kuid mis ei ole otseselt määratavad organoleptiliselt, näiteks kauba koostises leiduvate ainete sisaldus, s.o. keemiline koostis, toodete mikrostruktuur, mikrofloora jne. Samuti saab laboratoorsete meetoditega selgitada nende füüsikalis-keemiliste ja biokeemiliste (kokkuvõttes - biotehnoloogiliste) protsesside olemust, mis toimuvad kaupade tootmisel, säilitamisel ja kasutamisel.

Toidukaupade uurimise laboratoorseid meetodeid võib liigitada keemilisteks (sealhulgas ka biokeemilisteks), füüsikalisteks, bioloogilisteks ja tehnoloogilisteks.

Keemilised ja biokeemilised meetodid leiavad rakendamist toiduainete koostise kvalitatiivseks ja kvantitatiivseks määramiseks, aga ka organismides toimuvate protsesside uurimiseks ja hindamiseks.

Toidukaupade keemilisel uurimisel kasutatakse harilikult analüütilise, orgaanilise ja bioloogilise keemia meetodeid. Toiduainete keemilisel analüüsil sagedamini määratavateks komponentideks on: vesi (niiskus), tuhk (mineraalainete koguhulk), süsivesikud (lämmastikuta ekstraktiivained tärklis, suhkrud jt.), toorkiud (nim. ka kestaine, kiudaine, tselluloos), lämmastikained (valgud jt.), rasvad(ja õlid) ja C-vitamiin. Samuti määratakse sagedasti happesust või leelisust. Harvemini määratakse mitmesuguste mineraalainete (sealhulgas ka mikroelementide), vitamiinide, hapete, fermentide ja teiste komponentide sisaldust ning mõnede komponentide (rasvade, hapete jne.) omadusi.

Harilikud analüüsimeetodid on tihti töömahukad ega võimalda rahuldavalt kindlaks teha paljusid komponente toiduainetes. Sellepärast rakendatakse viimasel ajal võimaluse korral rohkem füüsikalis-keemilisi meetodeid, näiteks kromato-

graafiat. Selle meetodi esitas vene teadlane M.S. Tsvet juba 1903. a., kuid see leidis laialt rakendamist alles viimasel ajal. Kromatograafiline analüüs põhjeneb asjaolule, et pindaktiivsed ained adsorbeerivad oma pinnale aineid uuritavast vedelikust selektiivselt, n.-ö. järjekorras. Selle tõttu adsorbeeruvad sobiva adsorbendiga täidetud kolonnist vedeliku läbinõrgumisel vedelikust adsorbendile kolonni eri kõrgustes eri ained. Neid võib sealt üksikult eraldada ja määrata kvalitatiivselt ning kvantitatiivselt. Kasutatakse mitmesuguseid kromatograafilise analüüsi variante.

Füüsikalised meetodid leiavad järjest rohkem kasutamist toiduainete uurimisel. Määratavad füüsikalised omadused on tähtsad mitte ainult kui omaette kvaliteeditunnused või oleku näitajad (konsistents, sulamistemperatuur jne.), vaid isegi sagedamini määratakse neid kaupade keemilise koostise ja teiste omaduste hindamiseks. Füüsikaliste meetodite selline rakendamine põhjeneb asjaolul, et füüsikalised omadused tihti peegeldavad hästi produktide keemilist koostist ja teisi omadusi ning et need määramised on kiiresti teostatavad.

Paljudest füüsikalistest uurimismeetoditest rakendatakse kaubatundmise praktikas sagedamini järgmisi.

Mikroskoobi ja luubi abil toodete uurimine. See levis üsna laialt juba mõõdunud sajandil. Sel teel selgitatakse liha, teraviljade ja juurviljade histoloogilist struktuuri nende tarbimisväärtuse iseloomustamiseks, uuritakse tärklist ja teed nende päritolu selgitamiseks, määratakse lisandite leidumist ja mikroobide esinemist.

Erikaalu määramine mitmete ainete sisemiste omaduste iseloomustamiseks. Erikaal on keha kaal grammides ühemilliliitrilise mahu kohta (g/ml ehk g/cm^3). Erikaaluna kasutatakse ka relatiivset kaalu, mis on keha kaalu ja samamahulise vee hulga kaalu suhe. Kui aluseks võetakse 4° C temperatuuril olev vesi, mille kaal on 1 g, siis on erikaal ja relatiivne kaal praktiliselt võrdsed. Erikaalu määramiseks tuleb aine kaal jagada tema mahule või samamahulise vee hulga kaalule. Kuna erikaal oleneb temperatuurist, siis täpsemal

hindamisel märgitakse erikaalu (d) tähistamisel uuritava aine ja võrdlemiseks kasutatud destilleeritud vee temperatuurid, näiteks d_4^{20} (aine kaal 20° temperatuuril vee kaalu suhtes 4° temp-l) või d_{20}^{20} (aine ja vee temperatuurid on 20° C) jne. Erikaal on ligikaudu võrdne tihedusega.

Refraktomeetria on ainete valguse murdumise võime määramise ja sellele põhjeneva hindamise metoodika. Refraktomeetria põhjeneb sellele, et valguskiire läbiminekul ühest keskkonnast teise muutub selle siht, s.o. valgus "murdub". Murdumisnäitajaks ehk refraktsiooni koefitsiendiks (n) nimetatakse kahe aine piirpinnale langeva kiire ja selle pinna perpendikulaari vahelise, nn. langeva nurga (α_1) siinuse ja murdumisnurga (α_2; s.o. "murdunud" kiire ja perpendikulaari vahelise nurga) siinuse suhet:

$$n = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}.$$

Igal ainel on temale iseloomuliku suurusega refraktsiooni koefitsient, veel on see 20° C temperatuuril 1,333. Seda koefitsienti saab refraktomeetri abil kergesti ja kiiresti määrata.

Refraktomeetriat kasutatakse analüütilises praktikas laialt, näiteks kuivainesisalduse hindamiseks lahustes, rasva (õlide) uurimiseks jne.

Polarimeetria aluseks on optiliselt aktiivsete toiduainete lahuste võime (omadus) pöörata polariseeritud valguskiire (õigem -lindi) tasapinda teatava nurga võrra, mida mõõdetakse.

Osa optiliselt aktiivseid aineid pööravad valguse tasapinda paremale, s.o. kellaosuti suunas (sahharoos, glükoos, maltoos), teised aga vasakule, s.o. kellaosutile vastassuunas (fruktoos, invertsuhkur). Igal optiliselt aktiivsel ainel on ainult temale omane võime pöörata polariseeritud valguse tasapinda teatava nurga võrra. Eri ainete optilise aktiivsuse arvulise võrdluse otstarbel hinnatakse seda pöördenurka, mis tekib standardtingimustes. Seda eri pöördenurka väljendatakse järgmiselt:

$$(\alpha)_d^{t^o} = \frac{\alpha}{1 \cdot c},$$

kusjuures α on mõõdetav pöördenurk,

1 – valguse teekonna pikkus dm-tes läbi lahuse

c – lahuse kontsentratsioon g/ml,

t^o – lahuse temperatuur pöördenurga määramisel,

d – tähistab seda, et mõõtmisel kasutatakse naatriumi leegi valgust.

Arvestades seda, et iga aine eri pöördenurk $(\alpha)_d^{t^o}$ on konstantne suurus ja et mõõduaparaadis kiirte tee pikkus 1 on muutumatu, on mõõdetava nurga suurus otseselt proportsionaalne aine kontsentratsiooniga lahuses; järelikult

$$C = \frac{\alpha \cdot 100}{1 \cdot (\alpha)_d^{t^o}},$$

kus C on aine kontsentratsioon protsentides.

Polarimeetrilist analüüsi teostatakse kas tavaliste polarimeetrite või eriliste nn. sahharimeetrite abil. Seda analüüsi kasutatakse laialt peensuhkru, rafineeritud suhkru ja teiste suhkrut sisaldavate toiduainete uurimisel.

Elektromeetriline meetod leiab ammu kasutamist toiduainete aktiivse happesuse (pH) määramiseks. Selleks mõõdetakse elektripinget galvaanilisel elemendil, mis koostatakse kahest poolelemendist. Ühe poolelemendi pinge on tuntud ja see on võrdluse aluseks. Teine poolelement koostatakse elektroodist ja uuritavast lahusest, selle pinge on tundmatu. Määranud galvanomeetri abil ahela (elemendi) üldpinge, võib sellest esimese poolelemendi pinge lahutamisel leida teise poolelemendi pinge ja selle alusel ka lahuse pH. Mida suurem on vesinikioonide kontsentratsioon,[1] (ehk väiksem on pH), seda suuremaks kujuneb teise poolelemendi pinge.

Tänapäeval kasutatakse elektromeetriat väga laialt ka

---

[1] Vesinikioonide kontsentratsiooni nime all mõistetakse dissotsieerunud vesiniku ioonide kaalulist hulka ühes liitris. Selle negatiivne logaritm on pH.

teiseks otstarbeks. Nimelt võib elektrijuhtivuse kaudu määrata produkti niiskust, kui selle sisaldus on mõõdukas. See meetod põhjeneb asjaolule, et täiesti kuivad produktid (terad, jahu jne.) ei juhi praktiliselt elektrivoolu, kuid niiskusesisalduse korral lahustuvad ained dissotsieeruvad osaliselt, mille tõttu produkti elektrijuhtivus muutub märgatavaks. Elektrijuhtivus suureneb teatavas olenevuses produkti niiskuse suurenemisega. Lastes läbi teatava paksusega pressitud produktiproovi teatava pingega (E) alalise voolu ja mõõtes milliampermeetriga voolutugevust (I) ahelas, võib arvutada produkti elektrijuhtivuse (K). Elektrijuhtivus on pöördvõrdeline suurus elektritakistusele (R):

$K = \frac{1}{R}$, kuna aga $I = \frac{E}{R}$, siis $I = E.K$, ja konstantse E korral saame: $I = f(K)$.

Määrates ahela voolutugevuse teatava produkti mitmesuguse niiskusega proovidele, võib koostada tabeli või graafiku (kõvera), milles teatavale niiskuseprotsendile vastab teatav galvanomeetri näitaja (milliamprite arv). Eri produktide elektrijuhtivus sama niiskuse korral on erinev (erineva keemilise koostise tõttu), sellepärast koostatakse tabel või kõver iga erineva liigi kauba (rukki, nisu, kaera jne.) kohta.

Produktide elektrijuhtivus oleneb temperatuurist. Tavaliselt koostatakse tabelid 20° C temperatuuril saadud andmete alusel; kui mõõtmisel temperatuur erineb sellest, siis korrigeeritakse mõõtmise tulemusi. Nõukogude Liidus on laialt levinud elektrilised niiskusemõõtjad BT-4, BI-2 ja teised peamiselt teraviljasaaduste niiskuse määramiseks.

Kolorimeetria ja fotomeetria kasutamise aladeks on värvuse, värviliste ainete kontsentratsiooni, läbipaistvuse ja teiste optiliste omaduste määramine produktidel.

Värvuse määramiseks kasutatakse kolorimeetreid, fotokolorimeetreid ja fotomeetreid. Värvuse määramine tavaliste kolorimeetrite abil erineb ainult vähe organoleptilisest meetodist, kuid annab täpsemaid tulemusi. Kolorimeetria abil,

s.o. vastandades uuritava lahuse värvitooni tüüpskaala (või standardlahuse) värvitooniga, määratakse ainete kontsentratsioon uuritavas lahuses.

Nagu teada, on ühesuguse paksusega vedelikukihid sel juhul võrdse värvitooniga,kui vedelikus teatavate värviliste ainete kontsentratsioon on sama. Kui aga eri vedelikkude erinevate paksustega kihid on võrdse värvitooniga, siis on lahustunud ainete kontsentratsioonid pöördvõrdelised lahuste kihi paksustega. Sellepärast saab ainete kontsentratsiooni ligikaudu hinnata, võrreldes kolorimeetri abil uuritava lahuse värvust standardsega. Standardse lahuse asemel võib kasutada standardseid klaase, mille värvus vastab lahuse teatavale värvusele.

Peale lahuste kontsentratsiooni määramist kolorimeetriliselt kasutatakse seda meetodit ka lahuste (või produktide) aktiivse happesuse (pH) määramiseks. Selleks lisatakse värvusetule lahusele sobivaid indikaatoreid ja võrreldakse tekkinud värvusi kolorimeetri abil standardsete lahuste värvustega.

Niisuguste kolorimeetrite kasutamine, kus värvusi võrreldakse silma järgi, pole alati usaldusväärne, sest võib avalduda uurija individuaalsus. Sellepärast asendatakse tänapäeval tavalised kolorimeetrid rohkem ja rohkem fotokolorimeetritega ja fotomeetritega. Nende konstruktsioon põhjeneb fotoelektrilisele efektile, mis avastati möödunud sajandi lõpul vene teadlase A.G. Stoletovi poolt. Fotokolorimeetrites võrreldakse värvitoone, aga fotomeetrites määratakse vedelike mitmesuguseid optilisi omadusi (valguse peegeldumise ja neelamise võimet ning läbipaistvust) fotoelementide abil.

Fotoelemendis tekib valguse mõjul elektrivool, mille tugevus oleneb läbi vedelikukihi elementi sattuvast valgusest. Fotoelemendis tekkiva voolu tugevus on (võrdse kihi paksuse ja konstantse valgusallika puhul) pöördproportsionaalne vedelikkude läbipaistvusele ja vastuproportsionaalne dispergeerunud aine kontsentratsioonile. Määramiste tulemu-

sed väljendatakse kas otse tekkiva voolutugevuse näol, mis mõõdetakse elektrilise mõõduriista abil milliamprites või enamasti suhtega voolutugevustest, mis avalduvad fotoelemendis valguse läbides uuritava ja standardse lahuse. Olgu C voolutugevus, mis tekib standardse lahuse uurimisel, C_1 voolutugevus tundmatu lahuse uurimisel, K standardse lahuse kontsentratsioon ja K_1 tundmatu lahuse kontsentratsioon. Siis kehtib suhe:

$$\frac{K_1}{K} = \frac{C}{C_1} = n ,$$

kus n näitab uuritava aine lahuse kontsentratsiooni võrreldes standardsega. Korrutise n.K kaudu saadakse K_1 suurus.

Näide. Standardlahus, mis sisaldab 5 % ainet, annab uurimisel 50 milliampermeetri näitajat, tundmatu lahus aga annab 30. Sel juhul $n = \frac{50}{30} = 1,67$. Uuritavas lahuses on aine kontsentratsioon: 5.1,67 = 8,35 %.

Seoses sellega, et standardlahuste kasutamine on üsna tülikas, kasutatakse ka teatava värvuse ja läbipaistvusega klaasist või portselanist etaloone.

Erineva lainepikkusega valguskiirte neeldumine ja peegeldumine eri produktide puhul pole ühesugune, sellepärast kasutatakse tavaliselt monokromaatilist valgust, mis saadakse tavalise valguse läbilaskmisel vastavatest valgusfiltritest. Igal eri juhul on soovitav kasutada rangelt piiritletud lainepikkusega valgust, mis uuritavas aines maksimaalselt neeldub.

Fotokolorimeetriale ja fotomeetriale külgneb ligidalt fotonefelomeetria, mille tegevusalaks on mitteideaalsete lahuste (emulsioonide, suspensioonide jne.) mõjul valguse hajumise astme uurimine ja määramine fotoelementide abil. Valguse hajumise astme alusel hinnatakse teatavate ainete kontsentratsiooni või omadusi.

Fotomeetreid ja fotokolorimeetreid kasutatakse laialt näiteks jahu ja toidurasvade (õlide) hindamisel, suhkru värvuse määramisel jne.

Luminestsentsanalüüs leiab kasutamist mitmesuguste ainete ja produktide uurimisel. Luminestsentsiks nimetatakse nähtust, et paljud ained mitmesuguste lühiainete kiirguste (ultraviolett-, röntgenikiirte või radioaktiivsete ainete γ-kiirte) toimel kiirgavad nähtavat valgust. Igast ainest väljakiirgav valgus on sellele ainele iseloomuliku spektraalse koostisega ("värvusega").

Printsipiaalselt on luminestsentsanalüüs üsna lihtne. Uuritavat ainet kiiritatakse ("valgustatakse") nähtamatute ultraviolettkiirtega. Selle mõjul hakkavad paljud ained kas kohe või pärast erireaktiividega töötlemist nähtavalt helendama, kusjuures selle kiirguse värvus ja spektraalne koostis on uuritavale ainele iseloomulikud. Spektraalanalüüsi abil võib mõnel juhul täpselt hinnata aine olemust, aga helenduse intensiivsuse järgi, mida saab määrata fotoelementide ja vastavate elektriliste mõõduriistade abil, hinnatakse aine hulka segus. Luminestsentsanalüüsi jaoks pole tarvis ainet lagundada ja selleks on vaja üsna väike hulk uuritavat ainet (umbes 0,1 g), sest analüüs on väga tundlik. Luminestsentsanalüüsi abil saab avastada mõnede elementide, lisandite ja reostuse väga väikesi hulki suurusjärgus 10^{-11} g. Luminestsentsanalüüsi kasutatakse mõningate mikroelementide ja vitamiinide määramisel, liha, kala, teraviljasaaduste ja teiste kaupade analüüsil.

Loetletud füüsikalised meetodid on laialt kasutamisel, kuid loetelu pole kaugeltki ammendav.

Füüsikaliste uurimismeetodite efektiivsus on paljudel juhtudel väga suur. Näiteks sahharoosi määramiseks peensuhkrus või rafinaadis keemilisel teel kulub palju aega ja reaktiive, aga analüüsi tulemused pole eriti usaldusväärsed ega täpsed. Niiskuse määramiseks tavalisel kuivatamisel kulub umbes 60 min., aga elektrilise niiskusemõõtja abil 2-3 min. Luminestsentsanalüüs koos spektraalanalüüsi ja fotomeetriaga annab mõnel juhul võimaluse kiiresti ja täpselt määrata produktide koostist või omadusi.

Keemiline ja füüsikaline analüüs pole mitte alati küllalt

usaldusväärne selleks, et hinnata toidukaupade reaalset kalorsust, seeditavust ja toiteväärtust. Nende omaduste selgitamiseks kasutatakse bioloogilisi või füsioloogilisi meetodeid.

Bioloogilised meetodid seisavad peamiselt selles, et uuritavat produkti söödetakse katseloomadele - valgetele hiirtele, merisigadele jne., vaadeldes ja uurides nende elutegevust. Mõnel juhul sooritatakse inimeste proovitoitmist, näiteks uute ratsioonide ja toiduainete hindamiseks. Bioloogiline meetod on suure tähtsusega toiduainete omaduste ja kvaliteedi uurimisel. Selle meetodi abil selgitas vene arst N.I. Lunin, et piimas peab peale valkude, rasvade, süsivesikute ja mineraalainete leiduma veel mingeid eluks vajalikke komponente. See uurimus avaldati trükis 1880. a. dissertatsioonitööna. Bioloogiliste meetodite abil määrati toidukomponentide seeditavuse koefitsiendid, reaalne kalorsus ja uuritakse toiduainete ning ratsioonide bioloogilist väärtust.

Sagedasti kasutatakse toidukaupade uurimiseks mikrobioloogilisi meetodeid. Sel teel selgitatakse nendes leiduvate mikroorganismide liike ja nende hulka. Säärastel uurimustel on suur praktiline tähtsus, sest mikroorganismide olemasolu ja nende hulk (iduarv) toiduainetes on tähtsamaid otseseid näitajaid nende kõlblikkuse hindamisel.

Mõningatel juhtudel kasutatakse mikrobioloogilisi meetodeid ka kaupade teiste omaduste tundmaõppimiseks. Näiteks võib teatavate mikroorganismide abil määrata mõningate vitamiinide sisaldust toiduainetes, oletades, et nende mikroobide areng sõltub keskkonna vitamiinide sisaldusest.

Tehnoloogilised meetodid on ette nähtud peamiselt selleks, et uurida teatavate toiduainete kõlblikkust tööstuslikuks töötlemiseks. Leiva küpsetamiseks ettenähtud jahu katsetatakse küpsetusomaduste selgitamiseks. Õuna ja teiste puuviljade püreed, mida kavatsetakse kasutada marmelaadi või pasta valmistamiseks, uuritakse tarretumisvõime iseloomustamiseks. Karamellsiirupi iseloomustamiseks tehakse nn. karamelliproovi.

Tehnoloogilisi katsetamisi teostatakse kas kaudsete (füüsikaliste, keemiliste, biokeemiliste jne.) või otse tehnoloogiliste näitajate kaudu. Näiteks jahu küpsetusomadusi võib hinnata kaudsete näitajate abil (kleebisvalgu hulk ja kvaliteet, jahu suhkurdumise võime, taigna plastilisuse hinnang eri seadmete abil), või otse prooviküpsetuse teel.

Lähtudes kaubatundmise olemusest ja toidukaupade uurimise meetoditest, selgub kaubatundmise tihe seos teiste teaduslike distsipliinidega: füüsika ja keemiaga, mis on vajalikud kauba füüsiliste omaduste ja keemilise koostise uurimiseks, biokeemiaga - bioloogiliste ja mikrobioloogiliste protsesside uurimiseks, mis on tähtsad kaupade tootmisel ja säilitamisel, bioloogia ja tehnoloogiaga, mis on vajalikud kaupade saamisprotsesside mõistmiseks, nende omaduste paremustamiseks ja sortimendi laiendamiseks.

T o i d u k a u p a d e l i i g i t u s j a s o r d i d .

Paljude omavahel analoogiliste, kuid erisuguste ainete ja materjalide, näiteks taimede, kalade, loomade ja mitmesuguste toiduainete tundmaõppimine on nende mitmekesisuse tõttu keeruline ülesanne. See asjaolu raskendab uuritava objekti iseloomulike omaduste selgitamist ja olemuse mõistmist. Sellepärast on igas teaduslikus distsipliinis üheks ülesandeks uuritavate esemete, protsesside ja nähtuste klassifitseerimine.

Klassifitseerimine tähendab mitmesuguste esemete, protsesside jne. jaotamist rühmadesse, kusjuures igasse rühma koondatakse need esemed, ained jne., mis on omavahel mõningate põhiliste omaduste või tunnuste poolest sarnased.

Igas teadusharus on omad klassifikatsiooniprintsiibid ja sihid. Näiteks bioloogias, elusate organismidega tegelevas teaduses on oma hoolikalt viimistletud klassifikatsioon. Seda tuleb sagedasti kasutada ka kaubatundjatel, sest paljusid taimi, loomi ja kalu kasutab inimene toiduks kas selli-

sena või toorainena toiduainete tootmisel.

Bioloogilises klassifikatsioonis jaotatakse kogu elus loodus taimseks ja loomseks, kusjuures mikroorganismid enamuses on kaunis ligidased taimedele, ainult väiksem osa neist sarnaneb rohkem loomariigi esindajatele. Taimsed ja loomsed organismid liigitatakse edasi nendele iseloomulike tunnuste järgi tüüpideks ja alatüüpideks, need omakorda klassideks. Klassid jaotatakse perekondadeks, perekonnad rühmadeks ja sugukondadeks. Sugukonnad alajaotatakse liikideks, liigid alaliikideks ja need edasi (põllumajanduslike taimede puhul) sortideks.

Näiteks nisu sugukond kuulub ühekojaliste taimede klassi, kõrsviljade perekonda ja odraliste rühma. Nisu sugukond (Triticum) omakorda jaotatakse liikideks, aga viimased alaliikideks ja sortideks.

Tänapäeval kehtivad taimede nimetused põhjenevad K. Linné (1707-1778. a.) klassifikatsioonile. Selle järgi tuleb iga taime nagu teistegi organismide teadusliku nimetusena kasutada kaht ladinakeelset sõna - sugukonna ja liigi nime - nn. binaarset nomenklatuuri. Peale selle lisatakse liigi nimetusele harilikult veel selle teadlase perekonnanime esimene täht, kes esimesena kirjeldas antud liigi. Näiteks pehme ehk harilik nisu tähistatakse Triticum vulgare L.

Bioloogiline (antud juhul botaaniline) klassifikatsioon on kaubatundjatele suure tähtsusega. Kuuluvus mingisse sugukonda ja liiki iseloomustab üsna oluliselt selliste produktide, nagu teravilja, köögiviljade, puuviljade jne. struktuuri, kvaliteeti (mahust) ja koostist. Näitena võib vaadelda jällegi nisu. Pehme nisu (Tr. vulgare) on tärkliserikas, sisaldab mõõdukalt valke ja annab mõõduka elastsusega kleebisvalgu. Sellest nisust saadakse küpsetusjahu.

Kõva nisu (Tr. durum) sisaldab harilikult vähem tärklist, rohkem suhkrut ja valke ning annab elastsema kleebisvalgu. Sellest nisust saadakse peamiselt makaronijahu.

Teistes teadusharudes kasutatakse uurimisobjektide klassifitseerimiseks teisi süsteeme. Anorgaanilises keemias jao-

tatakse ained lihtaineteks (elementideks) ja liitaineteks (viimased aga omakorda - oksüüdideks, hapeteks, leelisteks ja sooladeks), orgaanilises keemias on ainete klassifikatsiooni aluseks rohkem nende molekuli ehitus, mille järgi orgaanilised ained jaotatakse atsüklilisteks, karbotsüklilisteks (need edasi alitsüklilisteks ja aromaatseteks) ja heterotsüklilisteks.

Võrreldes mitmesuguseid klassifikatsioonisüsteeme, selgub, et igas süsteemis liigitatakse uurimisobjekte nende tähtsamate omaduste või tunnuste järgi.

Toidukaupade klassifikatsioon pole seni rangelt põhjendatud ega üldiselt kehtiv.

Mitmesuguste erijuhtude jaoks on olemas ja kasutatakse erinevaid toidukaupade klassifitseerimise viise. Näiteks toidukaupade standardiseerimisel jaotatakse need järgmistesse jagudesse: N - toiduainetetööstuse saadused ja S - põllumajandussaadused, need alajaotatakse gruppidesse (näiteks N 08 kuni N 98) vastavalt kauba tootmise tööstusharule ja need rühmadeks vastavalt kauba loomusele ja otstarbele.

Teistel juhtudel, nagu ekspordil, transpordis jne., liigitatakse toidukaubad järgmistesse rühmadesse: päritolu järgi - taimsed ja loomsed toiduained, bakteriaalsed ja mineraalsed toidulisandid (pärm ja atsidofiilbaktermass, kaltsium, raua ja teiste mineraalainete preparaadid), vitamiinide preparaadid;

töötlemise astme või kaubavõtu koha järgi tootmistsüklis tehakse vahet toidutooraine, pool- ja valmistoodete vahel;

keemilise koostise alusel võib toiduaineid liigitada tärkliserikasteks, valgu- ja rasvarikasteks, mineraalainete ja vitamiinirikasteks, näiteks pärm, maks ja rohelised köögiviljad;

otstarbe järgi liigitatakse toidukaupu toiduaineteks, toitemaitseaineteks (äädikas, alkohoolsed joogid jt.) ja maitseaineteks (pipar, vanill jt.).

Toiteväärtuse järgi võib toiduaineid ja -kaupu liigitada järgmiselt: mitme- ja ühekülgsed, suure ja väikese toite-

väärtusega; kaitsvad ja energeetilised toiduained, looduslikud, rafineeritud (kunstlikud) ja sünteetilised toidukaubad. Selles liigituses esimestena märgitud toiduained on mitmekülgse keemilise koostisega, s.o. sisaldavad enamasti kõiki toidukomponente (valke, vitamiine jne.) ja keskmiselt üsna tublisti; nad on selle tõttu hea toiteväärtusega ja seega, kindlustades inimesele head tervist, kaitsevad teda nende mikroorganismide ja teiste keskkonna tegurite vastu, mis võivad inimest tõvestada. Nende toiduainete keemiline koostis pole tootmisprotsessis eriti palju muutunud, mille tõttu neid on põhjust lugeda toiduaineteks looduslikus olukorras (ligemalt vt. II ptk.).

Viimases liigituses ühekülgsetena märgitud toidukaubad koosnevad kas ainult ühest toidukomponendist (näiteks suhkur) või sisaldavad kaugeltki mitte kõiki toidukomponente ja nendestki enamust liiga väikesel hulgal (näiteks vabad rasvad, tärklis, nisu sordijahud, poleeritud riis, suhkrurikkad konservid jne.). Need toidukaubad ei ole üldiselt efektiivsed täisväärtusliku toidu tagamisel inimesele ega kaitse teda kuigi hästi haigestumiste vastu. Suur osa neid toidukaupu on energiasisalduse mõttes kontsentreeritud (näiteks rasvad, suhkur jt. tootmisprotsessis ühekülgseks rafineeritud toiduained), teistel aga ei ole olulist energeetilist väärtust, nagu mineraalainete ja vitamiinide preparaatidel.

Võib kergesti märgata, et ükski nimetatud klassifikatsioonisüsteemidest ei ole ammendav, sest paljud toidukaubad ühest rühmast valmistatakse nii taimsest kui ka loomsest toorainest (näiteks toidurasvad, paljud konservid jne.), lähteaine võib tehnoloogilisel töötlemisel kaotada oma iseloomulikud omadused (näiteks taimeõlist valmistatud hüdrorasv pole sisuliselt enam taimne toiduaine), teatav produkt võib olla valmis toiduaine, pooltoode või tooraine (näiteks peensuhkur).

Praktiliselt väljakujunenud ja kehtivas toidukaupade klassifikatsioonis rühmitatakse kaubad põhiliselt nende päritolu (või peamise tooraine) järgi, näiteks teraviljatooted, köögi- ja puuviljad, lihasaadused jne., kuid mõnel juhul

koondatakse ühte rühma mitmesuguse päritoluga toidukaubad, mis valmistatakse küll mitmesugusest toorainest, kuid on oma koostiselt ja kasutamise poolest üksteisele analoogilised, näiteks toidurasvad, kondiitritooted ja maitseained. Kõik toidukaubad võib liigitada järgmistesse rühmadesse:

1. Teraviljasaadused. Sellesse rühma kuuluvad produktid, mis saadakse teraviljade ümbertöötamisel: jahud, tangud, makaronid, leib, sai, kuivikud, tangainetest kontsentraadid jne.; kaunviljad.

2. Köögi- ja puuviljad ning marjad värskelt ja konserveeritult, nende mahlad; seened ja pähklid.

3. Liha ja lihasaadused koduloomadelt, -lindudelt, jahiloomadelt ja -lindudelt; subproduktid. Pooltooted, vorstid, suitsutatud tooted, konservid.

4. Kala ja kalasaadused: värske, soolatud ja suitsukala, kalamari, kulinaartooted, kalakonservid. Teiste veeloomade ja vetikate tooted, krabikonservid jne.

5. Piim ja piimasaadused, munad.

6. Toidurasvad ja -õlid, loomsed rasvad, taimsed õlid ja hüdrorasvad.

7. Maitseained: tee, kohv, vürtsid, sool, tubakas; alkohoolsed ja alkoholita joogid: õlu, vein, viin; mineraalveed, limonaad jne.

8. Tärklis, suhkur jt. magusained, kondiitritooted: puuvilju ja marju sisaldavad suhkrurikkad tooted (marmelaad, povidlo, keedised, džemm jne.), kakao ja šokolaad, kompvekid, halvaa, jahust kondiitritooted (küpsised, tordid jne.).

Esitatud klassifikatsioonis on need toiduained, mis kasutatakse enam-vähem looduslikus olukorras ja millest rafineeritud toiduaineid (suur osa 6.-8. rühma ainetest) toodetakse, koondatud esimestesse rühmadesse. Ühekülgse keemilise koostisega rafineeritud toiduained kui ka maitseained ja kontsentraadid on koondatud viimastesse rühmadesse (6.-8.). Niisugune klassifikatsioon on võrdlemisi otstarbekas õppeprotsessis; see on üsna ligidane ka kaubanduse praktikale ja

selle tõttu on see üldkasutatav.

Vanemast ajast pärit ja vahel nüüdki veel kasutatav on toidukaupade liigitus bakaal- ja gastronoomilisteks kaupadeks. Bakaalkaupadeks loetakse jahu, tangud, tärklis, suhkur, makaronid, pärm, tee, kohv, sool, taimeõlid, äädikas, vürtsid ja mõned (mittetoitelised) majapidamistarbed - tikud, seep, küünlad, sooda jne.

Gastronoomilisteks kaupadeks loetakse eeskätt tarvitamiseks valmis kvaliteetsed produktid: lihasaadused - vorstid, suitsuliha, kulinaarsed lihasaadused ja lihakonservid; kalasaadused - kõrgemat kvaliteeti soolakala (samb, lõhe, keta), suitsukala, balõkk-kaup, kalamari, kalakonservid jt.; piimasaadused - või, juustud, sulatatud või, koor, kondenspiim, pudelipiim jt.; alkohoolsed joogid ja mõned maitseliisandid.

Selget vahet bakaal- ja gastronoomiliste kaupade rühmade vahel ei ole ja samuti pole sellel liigitusel ei teaduslikku ega ka õppeotstarbelist tähtsust.

Sordid. Toidukaupade jaotamise kõrval ülalesitatud rühmadesse ja nende piirides liikidesse ning alaliikidesse on kaubanduse praktikas suure tähtsusega veel kaupade jaotus sortidesse. Sellega on tavaliselt seotud jaemüügihind. "Sort" on itaalia päritoluga sõna ja tähendab kauba järku kvaliteedi järgi liigi piirides. Põhjused, mis tingivad kauba kuulumise ühte või teise kvaliteedijärku, võivad olla mitmesugused: eri sorti õunte, näiteks "Antonovka", "Valge klaar", "Suislep", "Kuldrenett" jne. kvaliteedi erinevused, samuti kui "Lorh", "Väike verev", "Kalev" sorti kartulite või "Melanopus 69" ja "Multurum 553" sorti nisu kvaliteedi erinevused on tingitud looduslikkudest eripärasustest. Sellepärast nimetatakse sääraseid sorte looduslikkudeks (eksikombel nimetatakse neid vahel liigilisteks). Köögi- ja puuviljadele kohaldatult nimetatakse neid sorte ka pomoloogilisteks (puuviljade puhul) ja majandus-botaanilisteks.

Teistel juhtudel on kauba kvaliteedi erinevused ja vastavalt ka sorti kuuluvus tingitud erinevustest struktuuris,

keemilises koostises või maitses ja aroomis. Sääraste kvaliteedi erinevuste alusel kauba jaotamist sortidesse võib iseloomustada järgmiste näidetega.

Loomaliha erisordid saadakse ühest ja samast loomakerest, kuid erinevatest osadest, seetõttu erinevad nad struktuurilt, eri kudede kaalulistelt suhetelt, keemiliselt koostiselt ja kvaliteedilt. Eri sorti nisujahud, mis mitmesordilise jahvatuse korral saadakse ühest ja samast nisust, erinevad üksteisest füüsikalis-keemiliste omaduste poolest - endospermi ja kliide sisalduse, keemilise koostise ja kvaliteedi poolest. Või võib kaaluliselt põhiliste koostisosade suhtes ühesuguse keemilise koostise korral kuuluda kõrgemasse või esimesse sorti olenevalt niisugustest omadustest nagu maitse, lõhn, konsistents jne.

Loomult ühesuguse kauba eri sordid, mis erinevad üksteisest kvaliteedilt, anatoomiliselt ehituselt, keemiliselt koostiselt ja nende omaduste poolest, mis määratakse organoleptiliselt, nimetatakse, erinevalt looduslikkudest, kvaliteedilisteks või kaubalisteks sortideks. Ka looduslikes sortides peituvad kvaliteedi erinevused, mille tõttu seegi liigitus pole täiuslik.

Toidukaupade eri sorti määramine kvaliteedi järgi ei haara kaugeltki rahuldavalt kõiki olulisi omadusi, eriti keemilist koostist. Sellepärast esineb kummaliselt vastuolulisi hinnanguid: näiteks kõrgema sordi kaup on kõige olulisemate omaduste poolest vähema väärtusega kui madalama sordi kaup. Nii on kõrgema sordi teraviljasaadused (nisu sõrejahu, kõrgema sordi jahu, poleeritud riis jne.) ühekülgsema, vaesema keemilise koostisega (sisaldavad palju vähem mineraalaineid ja vitamiine) kui madalama sordi kaubad (I ja II sordi nisujahud) või täisterasaadused. On arusaadav, et sordi mõiste vajab täpsustamist.

T o i d u k a u p a d e s t a n d a r d i s e e r i m i n e j a k v a l i t e e d i h i n d a m i n e .

Kaupade massilise tootmise arenguga seoses tekkis tungiv vajadus, et toorained, poolproduktid, tehnoloogilised protsessid ja aparatuur vastaksid pidevalt teatavatele nõuetele, mis on vajalikud püsivate omadustega produktsiooni, kauba tootmiseks. Sellesuunalistest üritustest kasvas välja laialdane standardiseerimisliikumine. Eriti võttis standardiseerimine hoogu seoses tööstusliku revolutsiooniga, mille järele rohkem ja rohkem rakendati tootmisse tööstuslikke protsesse.

Mitmesuguste kaupade standardiseerimisel on oma küllaltki pikk ajalugu. Muiste valmistati mõningate esemete näidised, mis olid eeskujuks ja võrdluse aluseks teiste samasuguste esemete valmistamisel. Sellised näidised, nn. asjalised standardid, olid kasutamiseks ebamugavad ja peale selle annavad kujutluse ainult kauba välistest omadustest, vormidest, mõõtmetest, värvusest, kaalust, kuid mitte kauba koostisest ja füüsikalis-keemilistest omadustest. Sellepärast kasutatakse tänapäeval asjalisi standardeid, näidiseid ehk etaloone ainult piiratult, peamiselt mõnede mittetoiteliste kaupade hindamisel. Toidukaupade kvaliteedi hindamisel kasutatakse etaloone õige harva kaupade värvuse ja vormi võrdlevaks iseloomustamiseks.

Tänapäeval nimetatakse standardiks dokumenti, milles on esitatud kauba klassifikatsioon, nõuded tema kvaliteedi kohta, mis määratakse nii organoleptiliselt kui ka füüsikalis-keemiliste meetodite abil, vastuvõtureeglid, katsetamismeetodid, pakkimise, markeerimise ja säilitamise eeskirjad.

Standard, mis sisaldab kõik mainitud lõigud, on täielik ehk põhiline. Peale sääraste standardite on olemas niisugused, mis sisaldavad ainult osa küsimuste selgituse, kas ainult antud kaubaliigi klassifikatsiooni (näiteks leivakaupade klassifikatsiooni või kalade klassifikatsiooni suuruse ja kaalu järgi) või ainult nõuded kvaliteedi kohta (tehnili-

sed tingimused, mis on püstitatud teatava rühma või liigi kohta, näiteks "Nisuleib 1. ja 2. sordi jahust") või standardid eri otstarbeks, nn. sihtstandardid. Viimaste dokumentide näidetena võib mainida järgmisi standardeid: "Hirsitangud", "Õlleoder" jne. Kaubatundjatele eriti suure tähtsusega on standardid katsetamismeetodite kohta (näiteks jahu, tangude, leiva, liha jne. kohta); nendes on kirjeldatud ühtne üldkehtiv metoodika antud kauba kvaliteedi määramiseks; mõistagi saab kaupu võrrelda ainult nende analüüsi andmete alusel, mis on saadud ühtse uurimismetoodika abil.

Nõukogude Liidus hakati toidukaupu standardiseerima 1923. a., mil organiseeriti Üleliiduline standardite komitee. See komitee andis välja Üleliidulisi standardeid (Общесоюзные стандарты - ОСТ-ы ehk OST-id), neist mõned kehtivad veel praegugi.

1935. a. anti standardiseerimine üle rahvakomissariaatidele ja peavalitsustele või ametkondadele (kaubatootjatele). Nendel standarditel oli numbri ees peavalitsuse lühendatud nimetus, kusjuures number oli kahekordne (lugeja - järjekorranumber NSV Liidu järgi, nimetaja - peavalitsuse järgi, näiteks Tsentrosojuzi OST 7975/22 rosinaga saia kohta).

1940. a. organiseeriti Standardite Komitee NSV Liidu Rahvakomissaride Nõukogu juures, mis hiljem nimetati ümber Standardite, Mõõtude ja Mõõduriistade Komiteeks NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures. See komitee kinnitas kuni 1957.a. standardeid kõigi toiduainete ja nende uurimise meetodite kohta.

1957. a. märtsis korraldati standardiseerimistöö ümber. Nüüd kinnitab NSV Liidu MN Standardite, Mõõtude ja Mõõduriistade Komitee standardeid ainult kõige tähtsamate ja nende kaupade kohta, mida kasutatakse mitte ainult tootmiskohal, vaid ka kõigis riigi rajoonides (suhkur, teravili, liha, leib jne.). Standardite Komitee poolt kinnitatud standardeid nimetatakse alates 1940. a. GOST-ideks (ГОСТ - Государственный общесоюзный стандарт); neil on kahekordne numeratsioon, näiteks GOST № 3040-55, kus esimene arv on järjekorranumber,

aga teine kinnitamise aasta viimased kaks numbrit.

GOST-id kehtivad kogu Nõukogude Liidu territooriumil ja on täitmiseks kohustuslikud kõigile vastavat kaupa tootvatele ja sellega kauplevatele organisatsioonidele. Liiduvabariikide Ministrite Nõukogud võivad neid muuta vastavalt kohalikele nõuetele.

Nende kaupade standardiseerimine, mis on kohaliku tähtsusega (aedviljad, juurviljad, vorstid, makaronid ja paljud teised), on üle antud vabariiklikele ministrite nõukogudele, kus kinnitatakse vabariiklikud tehnilised tingimused (VTT, vene keeles PTY - республиканские технические условия). Peale selle võivad rahvamajandusnõukogud kinnitada tehnilisi tingimusi (RTT) esemetele, mis toodetakse ja kasutatakse antud administratiivses majanduslikus rajoonis. Tehnilised tingimused (TT) kinnitatakse vabariiklike ministeeriumide, asutuste, organisatsioonide ja ettevõtete poolt. RTT ja TT püstitatakse produktide eri sortidele või produktsioonile, mille kohta ei ole riiklikke standardeid ega VTT-sid, samuti toodangu uute liikide kohta nende tootmisse juurutamise perioodil.

Vastavalt 17. märtsil 1960. a. antud instruktsioonile märgitakse VTT numbri ees vastava liiduvabariigi nimetus, näiteks ENSV VTT 57-57 või UNSV VTT 1-58. Enne RTT numbrit näidatakse indeks, mis on omistatud antud majanduslikule rajoonile: näiteks RTTI - Altai, RTT36 - Moskva linn jne.

Niisugune standardiseerimise süsteem soodustab kohaliku initsiatiivi, kohalike tooraineressursside paremat kasutamist, kaupade sortimendi laiendamist ja elanikkonna vajaduste täielikumat rahuldamist.

Üldiselt on kõigil standarditel, GOST-idel, VTT-del ja TT-del ühine ülesanne: tagada kaupadele püsivalt kõrge kvaliteet.

Toidukaubad määratakse kaubalistesse sortidesse peamiselt organoleptiliste tunnuste alusel. Organoleptilised tunnused aga ei peegelda kaugeltki alati õigesti toidukaupade keemilist koostist, mis on otsustav toiteväärtuse seisukohal

Kui näiteks või, rasvade (õlide), suhkru ja tärklise puhul kuulumine erinevatesse sortidesse ei tähenda olulist erinevust vastavate toiduainete keemilises koostises ja seega toiteväärtuses, siis teraviljatoodete puhul on erinevasse sorti kuuluvate produktide toiteväärtus (peamiselt mineraalainete ja vitamiinide sisalduse mõttes) lausa vastupidises proportsioonis vastava produkti sordiastmega (nagu juba mainitud varem, lk. 31). Niisugune vastuolulisus toidukaupade standardites ei soodusta, vaid koguni raskendab õiget orienteerumist toiduainete valikul tervisliku toitluse tagamisel. Sellepärast on vaja leida teid selleks, et standardid peegeldaksid igal juhul õigesti toidukaupade toiteväärtust kui kõige olulisemat omadust, aga mitte ainult näilise tähtsusega omadusi.

II. TOIDUAINETE KEEMILINE KOOSTIS, FÜÜSIKALISED OMADUSED JA TOITEVÄÄRTUS.

Toidukaupade keemiline koostis ja füüsikalised omadused olenevad peamiselt sellest, missugusesse liiki nad kuuluvad, aga mõnel juhul ka nende sordist. Nendest omadustest omakorda olenevad toidukaupade toiteväärtus, seeditavus, maitse, aga ka sobivus kulinaarseks ja tehnoloogiliseks töötlemiseks kui ka nende säilivus ja transporditavus. Need paljud omadused iseloomustavad toidukaupade kvaliteeti selle sõna laias mõttes. Tegelikult mõistetakse aga terminiga kvaliteet võrdlemisi kitsast toidukaupade omaduste kompleksi, peamiselt neid omadusi, mida hinnatakse organoleptiliselt, otseselt meeleorganite abil, nagu maitse, lõhn, värvus, konsistents jne. Mõningal määral ammendavam on termin "tarbimisväärtus", millesse loomulikumalt mahuvad mitte ainult organoleptiliselt

määratavad toidukaupade omadused, vaid eeskätt ka need omadused, mis on otsustavad toidukaupade füsioloogilise kasulikkuse, seega ka toiteväärtuse hindamisel, nagu keemiline koostis, seeditavus jne.

Selleks, et kvalifitseeritumalt tundma õppida eri rühmadesse ja liikidesse kuuluvaid toiduaineid, on vaja esialgu selgitada nende koostises leiduvate ainete (komponentide) omadusi ja mõningaid teisi küsimusi.

Järgnevalt käsitletakse esimestena neid toidukaupade koostisosi, mis peavad tervislikus, normaalses toidus tingimata parajal hulgal sisalduma. Need on valgud, rasvad, süsivesikud, vesi ja mineraalained ning vitamiinid. Nende tingimatu vajaduse tõttu normaalseks inimorganismi eluks sobib neid kokkuvõtlikult nimetada biogeenseteks ehk biootilisteks toidukompontideks, lühemalt toidukomponentideks ehk biootikuteks. Paljudes maades ja ka Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni poolt viimasel ajal väljaantavates kokkuvõtlikkudes tabelites toiduainete keemilise koostise ja toiteväärtuse kohta on andmeid mitmesuguste toiduainete komponentide sisalduse kohta. (Vt. kirjanduse loetelus Таблицы..., Chatfield, Schall, Turpeinen-Roine). Rasvad ja süsivesikud, kuid ka valgud on organismile energiaallikaks, kuigi neid, eriti valke, kasutatakse ka muuks otstarbeks. Sellepärast iseloomustatakse nende toidukomponentide käsitlemise järel toiduainete ja toidu energeetilist väärtust (kalorsust). Alles siis antakse ülevaade mineraalainetest ja vitamiinidest. Biootiliste toidukomponentide järele leiavad käsitlemist niisugused komponendid, mis pole organismile tingimata vajalikud, kuid mõjutavad mitmete toiduainete ja toidu maitset, aroomi ja teisi omadusi. Need ained, nagu orgaanilised happed, parkained, lõhnaained, fermendid, hormoonid jne., leiduvad erineval hulgal mitmesugustes toiduainetes looduslikul kujul, kuid tänapäeval lisatakse toiduainetele nende tehnoloogilisel ja kulinaarsel töötlemisel ka palju kunstlikke ja koguni sünteetilisi aineid. Peatüki lõpul käsitletakse toidu seedimist, norme ja toiteväärtust.

Valgud ja teised lämmastiku ühendid.

Lämmastiku ühendid on toitumise seisukohalt kõige tähtsam koostisosa toiduainetes. Põhilise osa, enamasti üle 90%, kõigist lämmastikainetest moodustavad valgud. Mittevalgulisi lämmastiku ühendeid leidub toiduainetes üsna vähe, olenevalt nende liigist ja sordist umbes 1,7 kuni 10% kogu lämmastiku ühendite hulgast.

Valkude suurt tähtsust elusale organismile iseloomustas Friedrich Engels juba 1877. a. järgmiselt: "Elu on valkkehade eksisteerimise viis ja see eksisteerimise viis seisneb oma olemuselt nende kehade keemiliste koostisosade alatises endauuendamises."

Peale süsiniku, vesiniku ja hapniku sisaldavad valgud veel lämmastikku. Sagedasti kuulub valkude koostisse ka väävlit, fosforit ja teisi elemente.

Valgud tekivad looduses taimede ja pisikute organismis lihtsatest anorgaanilistest ainetest. Paljud pisikud, eeskätt liblikõieliste taimede juurtel elutsevad nn. mügarbakterid, kasutavad selleks isegi vaba õhulämmastikku. Taimed aga, samuti nagu paljud pisikud, vajavad valkude produtseerimiseks lämmastikku, mis teiste pisikute või äikese tegevuse tagajärjel või kunstlikult väetusainetetööstuses on juba keemiliselt seotud. Seotud lämmastik esineb mullas mitmesuguste sooladena ja orgaaniliste ainetena.

Mitmesuguste keemiliste elementide kvantitatiivne sisaldus valkudes, vaatamata nende tohutule mitmekesisusele, on siiski üsna stabiilne, nagu nähtub järgmistest iseloomulikest valkude koostisarvudest:

süsinikku 50-55%,
vesinikku 6,6-7,3%,
lämmastikku 15-19%,
hapnikku 21-24%,
väävlit . . . . . .0,3-2,5%.

Lämmastikusisaldust kasutatakse koguni selleks, et selle kaudu arvutada valgusisaldust toiduainetes (ja söötades). Sel otstarbel määratakse uuritava aine proovis keemilise analüüsi teel (tavaliselt Kjeldahli järgi) lämmastiku protsent. Korrutades seda koefitsiendiga 6,25, saadaksegi valgu protsent uuritavas aines. Viimasel ajal peetakse paljude toiduainete puhul õigemaks kasutada mainitud koefitsieendist tunduvalt väikseemaid arve.

Valgud on suure molekuliga ained. Nende molekulkaal on 10000 - 200000 ja suuremgi. Vaatamata väga suurele molekulile ja ilmselt kolloidsele olemusele, on mõningaid valke õnnestunud saada kristalsel kujul. Valgud ei sula ega auru, vaid kuumutamisel lagunevad.

Keemilise reaktsiooni mõttes on valgud amfoteersed ained, s.o. võivad reageerida nii leelistega kui ka hapetega. Valkude amfoteersus seletub sellega, et nende molekulis leidub vabalt või lõdvalt keemiliselt seotult nii amiinorühmi ($-NH_2$) kui ka karboksüülrühmi (-COOH). Need võivad reageerida vastavalt hapetega ja leelistega ning neid nõnda valkudega keemiliselt siduda.

Vees lahustumisel valgud ei dissotsieeru molekulideni, vaid ainult kuni suuremate kolloidosakesteni, mis on kas negatiivselt või positiivselt elektriliselt laetud. Mõne elektrolüüdi (happelise või leelisese) lisamisel valgu lahusele võib nende kolloidosakeste laengut muuta nii, et need muutuvad elektriliselt neutraalseks, s.o. laeng muutub nulliks. Seda seisundit nimetatakse isoelektriliseks. Sel juhul on valgu molekuli amiino- ja karboksüülrühmade elektrolüütiline dissotsiatsioon ühesuurune. Sellele vastavat lahuse pH-d nimetatakse isoelektriliseks punktiks. Säärase lahuse vesinikioonide kontsentratsioon on niisugune, et lahusest alalise elektrivoolu läbilaskmisel ei liigu valgu osakesed ei katoodi ega anoodi sihis.

Mitmesugustel valkudel on isoelektriline punkt 5,5-7,5 pH piirides. Isoelektrilise pH-ga vedelikes tursuvad valgud minimaalsel määral ja sadenevad kergesti lahusest välja.

Valgud on lüofiilsed (täpsemalt hüdrofiilsed) kolloidid: nad võivad tursudes siduda umbes 170 - 300% vett, arvatult valgu kuivaine kaalule. Võime tursuda on eri valkudel erinev. See on teatava tähtsusega valke sisaldavate toiduainete hindamisel.

Keetes hapete või leeliste lahjade lahustega, samuti kui seedemahlade proteolüütiliste fermentide toimel, lõhustuvad valgud järk-järgult väiksema molekuliga ja lihtsamateks ühenditeks - proteoosideks, peptoonideks ja polü-, trining dipeptiidideks, aga lõpuks amiinohapeteks. Viimased on lihtsaimad iseloomulikud valgu molekuli koostisosad.

Looma ja inimese organism on võimeline oma kehavalke moodustama peamiselt ainult valmis kujul saadud toiduvalkudest. Seega toimub looma ja inimese organismis üksnes valkude ümberkujundamine. Toidu söömisel seedeaparaati sattuvad valgud lõhustatakse amiinohapeteks. Amiinohapped imenduvad läbi peensoole seina verre. Verega kanduvad nad maksa ning teistesse elunditesse ja kudedesse, kus nad kasutatakse organismi enese valkude valmistamiseks ja muudeks otstarveteks. Uurimised on näidanud, et katseloomad võivad üsna kaua ilma häireteta elada ka sel juhul, kui nendele valkude asemel antakse sobival hulgal amiinohappeid.

Valkude molekule moodustavad iseloomulikud, nn. α-amiinohapped. Neid võib vaadelda rasvhapete derivaatidena, kus karboksüülrühma kõrval asuva nn. α-süsinikaatomi juures üks vesinikaatom on asendunud amiinorühmaga. Lihtsaim amiinohape on amiinoäädikhape $NH_2 \cdot CH_2 \cdot COOH$. Rasvhappeid ja α-amiinohappeid võib kujutada järgmiste üldiste valemitega:

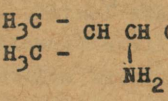
$R \cdot CH_2 \cdot COOH$	$R \cdot CH \cdot COOH$
	$\vert$
	NH_2
rasvhape	

Olenevalt molekulis rühma R ehitusest võivad amiinohapped olla alifaatsed, karbo- ja heterotsüklilised. Peale α-amiinohapetele iseloomulikult paiknevate amiino- ja karboksüülrühmade võib amiinohapete molekulides esineda veel kas samu funktsionaalseid rühmi molekuli teistes osades või

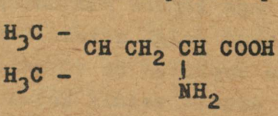
ka uusi rühmi, näiteks väävlit sisaldavaid radikaale ja hüdroksüülrühmi.

Järgnevalt esitatakse tähtsamate valkudes leiduvate amiinohapete keemilised valemid ja lühiiseloomustused.

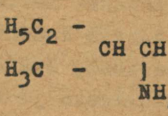
Valiin - α-amiinoisopalderjanhape:



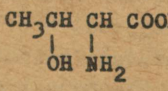
Leutsiin - α-amiinoisokaproonhape:



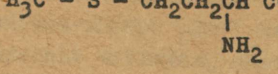
Isoleutsiin - α-amiino- β-etüül- β-metüülporpioonhape:



Treoniin - α-amiino- β-oksüvõihape:

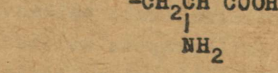


Metioniin - α-amiino- γ-metüültioolvõihape:



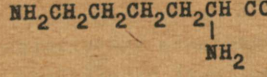
Metioniin on vajalik ateroskleroosi (veresoonte "lubjastuse") vältimiseks. Seda leidub võrdlemisi rohkesti sojaubades ja kohupiimas.

Fenüülalaniin - α-amiinofenüülpropioonhape:



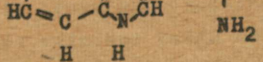
Fenüülalaniini molekulis leidub bensooliring (-tuum): sellest on tingitud valgu kollaseks värvumine kange lämmastikhappe mõjul - nn. ksantoproteiinreaktsioon. Keemilise struktuuri ja koostise mõttes on fenüülalaniinile väga sarnanev amiinohape türosiin (oksufenüülalaniin). Ferment türosinaasi manulusel oksüdeerub türosiin tumeda värvusega produktideks - melaniinideks.

Lüsiin -α-ε-diamiinokaproonhape:



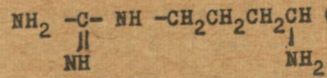
Lüsiin on toitumisel üks tähtsamaid amiinohappeid. Seda leidub, nagu teisigi tähtsamaid amiinohappeid, peaaegu kõigis valkudes, kuid erineval hulgal. Võrdlemisi rohkesti sisaldavad lüsiini kala-, liha-, piima-, tatratangude, soja- ja hernevalgud. Vähevõitu on lüsiini nisuvalkudes, liiga vähe maisi- ja hirsivalkudes.

Trüptofaan - α-amiinoindolüülpropioonhape:



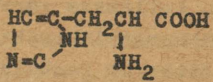
Trüptofaan on üks tähtsamaid amiinohappeid, sest võtab aktiivselt osa ainevahetusest, näiteks PP-vitamiini moodustumise ja omastamise protsessidest. Seda leidub üsna palju piima- ja lihavalkudes, vähem sojas ja hernes ning veel vähem nisu-, rukki- ja odravalkudes. Maisi- ja hirsivalkudes trüptofaani peaaegu ei ole.

Arginiin - α-amiino- δ-guanidüülpalderjanhape:

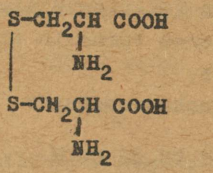


Arginiin on valkude ainevahetuses suure tähtsusega. Fermentatiivsel lõhustumisel tekib arginiinist karbamiid ja amiinohape ornitiin.

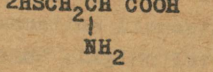
Histidiin - α-amiino- β-imiidasolüülpropioonhape:



Tsüstiin:

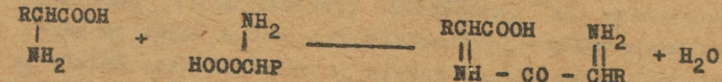


Taandamisel liitub organismis tsüstiiniga vesinik, mille tulemusena tekib kaks molekuli tsüsteiini:



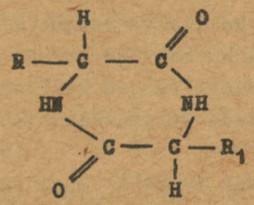
Kergesti toimub ka vastupidine protsess - tsüsteiini muundumine tsüstiiniks. Tsüsteiinil on suur tähtsus ainevahetuses taandajana ja väävliallikana kui ka proteolüütiliste fermentide aktiveerijana.

Valgu molekuli tekkimist amiinohapetest võib ette kujutada nii, et ühe amiinohappe molekuli keemilisel ühinemisel teisega eraldub üks vee molekul, kusjuures viimane moodustab ühe amiinohappe amiinorühma ühest vesiniku aatomist ja teise amiinohappe karboksüülrühma hüdroksüülrühmast. Järele jäävad nn. amiinohapete jäägid, mis liituvad amiid- ehk peptiidseoste (-HN-CO) kaudu dipeptiiniks, näiteks:



Sääraste liitumisreaktsioonide suurearvuline kordamine mitmesuguste amiinohapete vahel annab võimaluse peaaegu lõpmatult mitmesuguste valgu molekulide tekkeks. Peptiidseose valgu molekulis avastas vene teadlane A.J. Danilevski möödunud sajandi lõpul. E. Fischeri poolt käesoleva sajandi algul püstitatud teooria järgi koosnevad valkude molekulid nn. polüpeptiidsetest ahelatest. Need ahelad moodustuvad paljude

amiinohapete omavahelisel liitumisel. Fischeri arvates ei ole neis aatomitest moodustuvaid tsüklilisi struktuure. Edasi töötati välja akadeemik N.D. Zelinski ja teiste nõukogude teadlaste poolt nn. tsüklilise struktuuri teooria valgu molekuli kohta. Selle järgi koosnevad valkude molekulid diketopiperaziin-ringidest, mis on seotud omavahel polüpoptiidahelate abil. Diketopiperaziin-struktuuri iseloomustab järgnev skeem:



R ja R_1 tähendavad polüpeptiidseid ahelaid.

Mitmesuguste valkude molekulides on ülalmainitud struktuurelemendid liitunud omavahel väga mitmesugustes kombinatsioonides. Molekulaarne struktuur avaldub mõistagi makroskoopiliselt valkude struktuuris ja omadustes. Valgud võivad olla fibrillaarsed (kiulise või koguni spiraalse molekulaarse ja makroskoopilise struktuuriga) ja globulaarsed (rohkem kerakujulised). Fibrillaarsete hulka kuuluvad mõned loomsed valgud, nagu lihaste müosiin, juuste ja villa keratiin jne. Globulaarseteks valkudeks on enamus loomse ja taimse päritoluga valke.

Tavaliselt leidub toiduainete valkude koostises enam kui kakskümmend amiinohapet, kuigi tänapäeval neid tuntakse üle neljakümne. Valkude molekulid koosnevad mitmesajast üksikust amiinohappe molekulist. Mitte kõik amiinohapped, mis valkude lõhustamisel vabanevad, ei ole organismile tingimata vajalikud.

Täiskasvanud inimorganismi toit peab tingimata sisaldama vähemalt kaheksat nn. elutähtsat ehk asendamatut amiinohapet, igaühte teataval hulgal. Lastele on vaja vähemalt kümme amiinohapet. Ülalesitatud struktuurvalemite hulgas on esimestena esitatud asendamatud amiinohapped.

Valkude tehnoloogilisi omadusi. Üheks tähtsamaks valkude omaduseks on nende võime vee mõjul tursuda. Veevaba valk on võimeline adsorbeerima suure hulga vett. Tursumisel tekib aine paisumise tõttu väga suur rõhk (kui paisumist takistada). Saadavate geelide (tarretiste) omadused olenevad selleks kasutatud valkude omadustest. Geelides ümbritseb vesi kolloidseid valguosakesi ja asub nendevahelistes kapillaarides, olles tugevasti seotud kuivainega. Tursunud valgu tõeline maht on väiksem kui kuiva valgu ja sellesse tursumisel adsorbeeruva vedeliku mahtude summa; sellepärast on tursunud valgu erikaal alati suurem kui kaalutud keskmine erikaal, mida võib arvutada kuiva valgu ja vedeliku erikaaludest.

Tursumise aste oleneb eeskätt valgu omadustest, aga ka keskkonna reaktsioonist (vesinikioonide kontsentratsioonist), soolade manulusest ja teistest teguritest.

Valkude võime tursuda on suure tähtsusega toiduainete töötlemisel ja kasutamisel. Näiteks rukki- ja nisujahu sobivus leiva (ja saia) valmistamiseks on tingitud peamiselt nende valkude heast tursuvusest.

Teiseks tähtsaks valkude omaduseks on denatureerumine, mis enamasti on kalgendumine peamiselt kuumutamise tagajärjel. Sellega on paljude toiduainete, näiteks jahu, munade ja liha tarbimisomadused seotud. Denatureerimisel muutuvad valgud näiteks vees, soolalahustes ja alkoholis lahustumatuteks, nende erilised omadused (fermentidel, antikehadel) kaovad ning nende võime vett adsorbeerida ja tursuda väheneb. Sellepärast eraldub tursunud valgu kalgendumisel üleliigne vesi. Denatureerimise kiirus ja aste olenevad valgu omadustest, temperatuurist, kuumutamise kestusest, keskkonna reaktsioonist ja niiskusesisaldusest. Suurem vee hulk soodustab kiiremat denatureerimist. Sellepärast denatureeruvad valgud köögiviljade, tangude, liha ja munade keetmisel ning leiva küpsetamisel võrdlemisi kiiresti. Peab aga silmas pidama, et tavalistes tingimustes, kuni 100°C temperatuurini kuumutamisel ei denatureeru mitte kõik valgud, näiteks piima kaseiin,

mis moodustab suurema osa piimavalkudest, ei denatureeru soojendamisel ja isegi keetmisel. Ka toiduainete säilitamisel võib märgata valkude denatureerumist, kuigi see toimub aeglaselt. Seejuures väheneb käsikäes valgu "vananemisega" selle võime vee mõjul tursuda (väheneb hüdrofiilsus). Eriti tunduv on see nähtus kaunviljade terade (seemnete) kauasel säilitamisel ;need muutuvad selle tagajärjel vähem tursuvaks ja raskemini pehmeks keevaks. Tursunud valgu vananemisel (säilitamisel) esineb tursumisele vastupidine nähtus, nimelt vee eraldumine tursunud geelist - sünerees. See nähtus esineb mitte ainult valkude, vaid ka teiste kolloidide, näiteks tärklise puhul. Tärklise kliistrist nagu hapupiimastki eraldub seismisel (vananemisel) vedel faas, aga kolloidne geel tiheneb.

Valkude klassifikatsioon. Vaatamata suurtele edusammudele valkude keemias, on meie teadmised nendest siiski liiga puudulikud veel, et valke ratsionaalselt klassifitseerida. Juba mõne aastakümne eest püstitatud valkude klassifikatsioon, mis põhjeneb mõningatele andmetele nende keemilisest koostisest ja füüsikalis-keemilistest omadustest (lahustuvus jne.), on V. Orehovitši 1957. a. hinnangul niivõrd vananenud, et sel peaaegu enam ei ole teaduslikku tähtsust; praktika seisukohalt seda siiski mõningal määral hinnatakse. Kõik valgud jaotatakse kahte suurde rühma: 1) lihtvalgud ehk proteiinid, mille hüdrolüüsil saadakse ainult amiinohapped (või ka ammoniaak, mis tekib mõnede amiinohapete lõhustumisel); 2) liitvalgud ehk proteiidid, mille hüdrolüüsil peale amiinohapete saadakse ka mittevalgulisi aineid (glükoosi, lipoide, vitamiine jne.). Viimased on proteiidides valgulise ainega keemiliselt seotud, kuid vabanevad hüdrolüüsil.

Lihtvalgud ehk proteiinid. Suur osa toiduainetes leiduvaid valke kuuluvad sellesse rühma. Lihtvalgud jaotatakse omakorda alarühmadesse peamiselt lahustuvuse alusel mitmetes vedelikes. Tavalisemad lihtvalkude rühmad on järgmised.

Albumiinid on vees lahustuvad valgud, mis vesilahuste kuumutamisel sadenevad (koaguleeruvad) helvetena. Albumiine leidub võrdlemisi rohkesti veres, munades, piimas, lihas jne.

Globuliinid on vees mittelahustuvad valgud, kuid lahustuvad mõnede soolade lahjades vesilahustes. Need valgud on laialt levinud, eriti rohkesti leidub neid hernestes, aedoas ja sojas. Globuliinide hulka kuuluvad ka piima laktoglobuliin, vere fibrinogeen, liha müogeen ja paljud teised valgud.

Prolamiinid on valgud, mis ei lahustu vees ega neutraalsoolade vesilahustes, kuid lahustuvad 60 - 80 %-lises etüülalkoholis. Nad sisaldavad palju amiinohappeid, proliini ja glutamiinhapet. Prolamiinid moodustavad peamise osa nisu, rukki ja teiste teraviljade valkudest; nendeks on nisu valk gliadiin, maisi zeiin, odra gordeiin jne. Vähem prolamiini on riisis.

Gluteliinid on valgud, mis lahustuvad leeliste ja hapete lahjades lahustes, kuid ei lahustu neutraalsetes lahustajates. Gluteliine, nagu prolamiinegi, leidub enamuses taimse päritoluga toiduainete valkudes. Nisus ja rukkis sisalduvat gluteliini nimetatakse gluteniiniks, riisis - oriseniiniks jne. Nisujahus leiduvad gluteniin ja gliadiin moodustavad erilise aine - kleebisvalgu, mis on suure tähtsusega saia kvaliteedi kujunemisel.

Skleroproteiinid (albuminoidid) on vees lahustumatud tugivalgud. Sellesse rühma kuuluvad: a) kollageenid - naha-, kõõluste ja kontide valgud; need lõhustuvad tugeval kuumutamisel (eriti kõrgendatud rõhul ja temperatuuril autoklaavis keetmisel) osaliselt, andes produkti, mis on želatiini nime all tuntud; b) prokollageenid - mitte ammu avastatud valkude liik, mis on laialt levinud inimese ja selgroogsete loomade kõigis kudedes; prokollageenid on omadustelt ligidased globuliinidele; c) elastiinid - elastsed valgud, mida leidub kõõlustes ja veresoonte seintes; d) keratiinid - valgud, mil-

lest koosnevad juuksed, vill jne.

Proteiinide hulka kuuluvad veel mõned võrdlemisi lihtsa molekuliehitusega vees lahustuvad valgud. Histoonide rühma kuuluvad raku tuuma valgud, mis sisaldavad amiinohappeid histidiini ja arginiini, aga ka globiini, mis on vere hemoglobiini koostisosa. Protamiinid on lihtsaimad valgud, väikese molekulkaaluga, leeliselise reaktsiooniga ja nende koostises on väike arv amiinohappeid. Protamiine sisaldab kala niisk.

Liitvalgud ehk proteiidid. Neid klassifitseeritakse valgulise ainega liitunud mittevalgulise osa ehk nn. prosteetilise rühma keemilise olemuse järgi. Tuntumate proteiididena võib mainida järgmisi rühmi. Glükoproteiidid, mis sisaldavad lihtvalguga seotud süsivesikuid, nendest mutsiine ja mukoide leidub süljes ja teistes loomariigi (ka tigude) limades. Fosfoproteiidid sisaldavad valguga seotuna fosforhapet. Nende hulka kuuluvad piimakaseiin, mis moodustab piimavalkudest suurema osa, ja viteliin, mida leidub munarebus. Metallproteiidid sisaldavad proteetilises rühmas metalle (rauda, magneesiumi, mangaani, vanaadiumi, koobaltit, vaske, tsinki või teisi). Sellesse rühma kuulub organismile väga tähtsaid valke, nagu hemoglobiin, ferritiin, tsütokroomid, hemotsüaniinid, mitmesugused fermendid, hormoon, insuliin jt. Lipoproteiidid kujutavad endast mitmesuguseid valkude komplekse rasvadega ja rasvataoliste ainetega; neid leidub kloroplastides, protoplasmas jne. Nukleoproteiidid sisaldavad prosteetilises rühmas nukleiinhappeid, mis ise koosnevad puriin- või pürimidiinalustest, suhkrust (riboosist) ja fosforhappest, mille tõttu neid võib lugeda ka fosfoproteiididekś. Nukleoproteiidid moodustavad olulise osa rakutuumast ja neid peetakse väga tähtsateks, peamiselt seoses valgu sünteesi reguleerimise ja pärivuslike omaduste edasiandmise probleemiga. Peale selle tuntakse suurt hulka proteiide, mille prosteetilises rühmas on vitamiine või teisi ühendeid.

V a l k u d e t o i t e v ä ä r t u s t , mida nimetatakse ka bioloogiliseks ehk füsioloogiliseks väärtuseks,

hinnatakse selle järgi, kuivõrd täielikult vaadeldava toiduaine valk organismi vajadusi rahuldab.

Valkude toiteväärtust on uuritud peamiselt kahel teel: vanemal ajal võeti aluseks valkude toime katseloomade kasvu ja arengu kindlustamisel; viimasel ajal lähtutakse aga ka valkude amiinohappelisest koostisest. Eri valkude toiteväärtust hinnatakse suhteliste näitarvudega. Seejuures loetakse hinnatava valgu toiteväärtuseks arvu, mis näitab, mitu kaaluühikut valku tekib katseloomа organismis sajast kaaluühikust verre imendunud valgust. Laitmatu katsetehnika korral annab valgu hindamine amiinohappelise koostise alusel enamvähem samad tulemused. Valgu toiteväärtuse arvuline suurus iseloomustab sel juhul valgus vähimal määral sisalduva asendamatu amiinohappe suhtelist hulka võrreldes "ideaalse" valgu koostisega. Parimate valkude toiteväärtus on umbes 70 - 100. Niisugused on munavalgud, maksa- jt. siseelundite, liha-, kala- ja piimavalgud, taimsetest valkudest sojaoavalgud. Taimsete toiduainete valkude toiteväärtus on enamasti 50-70 piirides.

Loomseid valke tuleb eelistada ka seetõttu, et nende seeditavus on hea; enamasti üle 90 % söödud valgust lõhustub seedeaparaadis amiinohapeteks ja imendub verre. Taimsete valkude seeditavus on tihti ainult 80 % ja veelgi vähem.

Viimase aja uurimised valkude amiinohappelise koostise alal näitavad, et mõnedes toiduainetes leiduvate valkude suhteliselt madal toiteväärtus on tingitud sellest, et nad sisaldavad asendamatuid amiinohappeid liiga ebaühtlasel määral. Seetõttu on arusaadav ja seda on kinnitanud ka katsed, et valkude segudega saadakse parem toiteefekt kui üksikute valkudega. Mitme valgu kooskasutamise korral täiendavad eri valkude amiinohappelised koostised üksteist vastastikku. Mõistagi toimub see ainult siis, kui ühes valgus on just seda amiinohapet liiga vähe, mida teises on võrdlemisi palju. Sellelt seisukohalt on üksikute valkude toiteväärtuse omaette hindamine ainult piiratud tähtsusega.

Kaasaegses toidus on valkude koostises nähtavasti kõige sagedamini puudus peamiselt ühest amiinohappest - lüsiinist.

Seda on vähe teraviljavalgus. Teraviljavalk aga katab tavaliselt umbes poole inimese valguvajadusest. Kui valgusisaldus toidus on üldse napp, siis võib lüsiinipuudus osutuda liiga tunduvaks ja avalduda tervisehäiretes. Veel väiksema toiteväärtusega on sordijahude ja poleeritud riisi valgud. See on tingitud asjaolust, et teraviljas sisaldavad suhteliselt palju lüsiini idu ja koorealuse kihi (aleuroonikihi) valgud, just need tera osad aga lähevad sordijahvatusel kliidesse. Arvestused näitavad, et kliide koostises võib sel kombel inimtoiduks kaotsi minna kuni 50 % või veel rohkem lüsiini, kuna kogu tera ainest läheb kaotsi ainult umbes 20 % või äärmiselt kuni 30 %. Lüsiinipuudus võib süveneda ka selle tõttu, et kõrges kuumuses (praadimisel, küpsetamisel, pruunistamisel) on lüsiin vähem vastupidav kui teised asendamatud amiinohapped.

Lüsiinipuudus võib siiski esineda ainult üldise valguvähesuse korral, kui toit ei sisalda küllaldasel hulgal loomseid või teisi kõrgeväärtuslikke valke. Võrdlemisi rikkalikult sisaldavad lüsiini piimavalgud ja teised loomsed valgud, aga ka juurviljade ja kartulivalgud. Eriti lüsiinikülllased on kapsa-ja muude lehtköögiviljade valgud. Seetõttu sobivad need toiduained hästi teraviljavalkude lüsiinipuuduse katmiseks.

V a l g u t a r v e oleneb ühelt poolt valkude toiteväärtusest ja teiselt poolt organismi seisundist. Kui valkude toiteväärtus on suhteliselt kõrge, siis võib nende hulk toidus olla võrdlemisi väike, ja vastupidi. Täiskasvanutega võrreldes on kasvavatel organismidel - lastel, aga ka rasedatel ja imetavatel naistel valguvajadus suurem.

Üldiselt peetakse soovitavaks, et valkude hulk inimtoidus moodustaks 10–15 % kogu toidu kalorsusest. Sellele vastab keskmiselt valkude, rasvade ja süsivesikute kaaluline vahe 1:1:4. Nendesse piiridesse (10–15 % valku kalorsuse järgi toidus) võib inimorganismi vajadus jääda enam-vähem igas olukorras. Siinjuures on huvitav märkida, et naisepiimas on valke enamasti alla 10 % (kalorsuse järgi), seega

tublisti vähem kui tavalises täiskasvanu toidus. See näilik vastuolu seletub asjaoluga, et emapiim on lapsele nii loomulik toit, kui üldse olla saab ja seetõttu vastab emapiima valkude aminohappeline koostis täiesti lapse vajadustele. Imikueast väljakasvanuil aga muutub toidu koostis juhuslikumaks ja seetõttu, arvestades valkude võimalikku väiksemat toiteväärtust, peetakse soovitavaks tunduvalt suuremat valkude hulka.

Lastel on valkude tarve (otsustades kalorsuse järgi) ainult mõõdukalt (10–20 % võrra) suurem kui täiskasvanutel. Kui täiskasvanute toidu soovitav valgusisaldus on kalorsuse järgi 11 %, siis lastel on see 12–13 %. Võrdlemisi väike erinevus valkude tarbes seletub esiteks sellega, et lastel on koos suurema valkude tarbega suurem ka rasvade ja süsivesikute tarve. Teiseks, ka täiskasvanutel kulub olulisel määral valke nii-öelda ehitusmaterjalina, sest organismi oma valgud kõigis organismi osades "kuluvad" ja lõpuks kasutatakse nad "kütusena". Neid kulunud valke tuleb asendada uutega, milleks vajatakse toiduvalkudest saadavat "ehitusmaterjali", aminohappeid. Seda on viimastel aastatel hästi põhjendatud, teostades vastavaid uurimisi nn. märgitud aatomitega.[1] Toidunormide kohta esitatakse ligemaid andmeid lk.171.

Mittevalgulised lämmastiku ühendid. Peale valkude leidub toiduainetes väikesel hulgal mittevalgulisi lämmastikaineid. Nendeks on valkude lõhustumise produktid, puriin- ja pürimidiinalused, aga mõnedes toiduainetes ka alkaloidid, lämmastikus- ja lämmastikhappe soolad – nitritid ja nitraadid.

Valkude lõhustumise produktide hulka kuuluvad eeskätt proteoosid (valkude hüdrolüüsi esialgsed produktid, mis lahustuvad vees ja on omadustelt ligidased valkudele), peptoo-

---

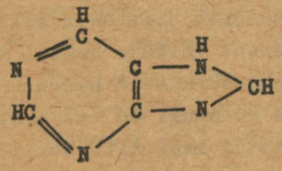
[1] M ä r g i t u d a a t o m i t e k s nimetatakse mõrgalt radioaktiivsete elementide aatomeid. Kasutades niisuguseid aatomeid sisaldavaid ühendeid biokeemilisteks uurimisteks, saab hästi jälgida ainevahetust eri kudedes ja organismi eri osades ning mõõta nende kudede iga.

nid, polü-, tri- ja dipeptiidid, amiinohapped ja hapete amiidid (R $CH_2CO\ NH_2$).

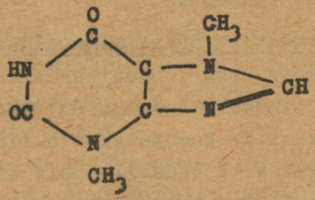
Puriini, püridiini ja pürimidiini derivaadid esinevad paljudes maitseainetes, aga ka nukleproteiidide lõhustumise produktides.

Puriini derivaatideks on di- ja trimetüülksantiin, millest esimene on tuntud teobromiini nime all ja leidub kakaoubades ning sellest saadavas kakaopulbris ja šokolaadis; teine on tuntud kofeiini nime all ja leidub kohvis ja tees.

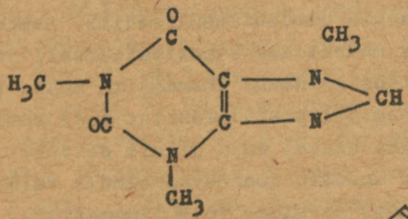
Mõnede kõnealuse rühma ainete molekulaarne struktuur on järgmine:



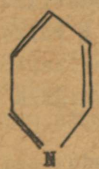
Puriin



Teobromiin



Kofeiin



Püridiin



Pürimidiin

Püridiini ja pürimidiini derivaadid esinevad maitseainete (pipra ja tubaka) ja vitamiinide koostises.

Alkaloide sisaldavad mõned taimse päritoluga toiduained harilikult väikestes hulkades. Alkaloidid on orgaanilised alused, hapetega annavad vees lahustuvaid soole. Nad on ena-

TRÜ Raamatukogu

masti kibeda maitsega ja tugeva füsioloogilise toimega. Mõned alkaloidid on tugevalt mürgised (strühniin, nikotiin ja morfiin).

Nitraate ja nitriteid (s.o. lämmastik- ja lämmastikushappe sooli) sisaldub mõnedes toiduainetes, nagu kõrvitsas ja kabatškiides loomulikkude koostisosadena, kuid mõnel juhul neid lisatakse töötlemisprotsessis, näiteks liha soolamisel, suitsutamisel ja vorstide valmistamisel.

Mõningate mainitud ja teiste ainete (ammoniaagi, väävelvesiniku jne.) oluline esinemine toiduainetes on nende riknemise tunnuseks.

Lämmastiku ühendite analüüs seisneb peamiselt selles, et kindlaks teha toiduaines sisalduvat valkude hulka. Kuna valkude otsene määramine on väga ebamäärane ja keeruline ülesanne, siis kasutatakse selleks praegugi 80 a. eest taani keemiku J. Kjeldahli poolt esitatud meetodit. Selle meetodi järgi keedetakse uuritava aine proovi kanges väävelhappes, mille tagajärjel kõigi lämmastiku ühendite lõhustumisel muundub kogu lämmastik ammooniumsulfaadiks. Saadavas lahuses leiduv ammoniaak määratakse kvantitatiivselt ja arvutatakse selle järgi aines leidunud lämmastiku hulk. Lämmastiku protsendi korrutamisel koefitsiendiga 6,25 saadakse valkude protsent uuritavas aines, kuid ainult eeldusel, et uuritava aine lämmastiku ühendid koosnevad ainult valkainest ja et see valk (kuivainena) sisaldab 16 % lämmastikku, s.o. 1 grammile lämmastikule vastaks 100:16 = 6,25 g valke. Tegelikult see aga kaugeltki alati nii ei ole; sellepärast hakati nõnda saadud valgu hulka nimetama toorvalguks ehk toorproteiiniks.

Toiduainete lämmastikainete hulgas on tunduv osa mittevalkaineid, söötades on aga viimaseid tihti üsna rohkesti (5-50 %). Sellepärast hakati hiljem tõelisi valke, s.o. neid, mis annavad biureetreaktsiooni, nimetama puhasvalkudeks ehk puhasproteiinideks ja neid määrama omaette. Selleks eraldatakse eri menetluse järgi valkudest mittevalgulised lämmastikained. Need lahustuvad kasutatavas vedelikus. Järelejää-

vas sademes määratakse puhasvalgusisaldus Kjeldahli järgi. Ka see tulemus ei tarvitse päris rahuldav olla, sest paljudes valkudes on lämmastikusisaldus kas suurem või väiksem kui 16 %.

Edasi on teatava tähtsusega asjaolu, et ei toorvalk ega ka puhasvalk ei seedu tavaliselt täielikult. Võrdlemisi mittetäielik on taimsete valkude seeditavus, mis on seda väiksem, mida rohkem sisaldab vaadeldav produkt kestainet (nn. toorkiudu). Inimtoiduks kasutatavate taimsete toiduainete kogu valgust seedub umbes 80 - 90 %, kuid eriti kestainerikaste loomasöötade (karmid heinad ja õled) valkude seeditavus loomade poolt võib olla üsna väike (umbes 25 - 50 %). Seeditavuse määramise teel keemiliselt või katseloomade abil võib saada kujutluse toiduainetes (või söötades) seeduva toor- ja puhasvalgusisalduse kohta.

Viimasel ajal pööratakse toiduainete hindamisel vähem tähelepanu puhasvalgu omaette määramisele. Võimalikult tõepäraselt püütakse valkude sisaldust hinnata iga toiduaine liigi puhul individuaalse koefitsiendi kasutamise teel valkude määramisel Kjeldahli järgi. Toiduainete keemilise koostise hiljuti väljaantud tabelites (Таблицы: vt. kirj. loetelu) esitatud "valgud" kujutavad enesest üldlämmastikku, mis on ümber arvutatud valguks. Selleks ümberarvutuseks on kasutatud järgmisi koefitsiente: teravilja ja teraviljasaaduste puhul 5,7; piima ja piimasaaduste puhul 6,38; teiste toiduainete puhul 6,25. Mainitud tabelites on toiduainete valkude (nagu ka rasvade ja süsivesikute) sisaldus antud esimestes peatükkides koguhulgana ja viimastes peatükkides seeduva aine hulgana.

R a s v a d j a l i p o i d i d .

Lipoidid ehk rasvataolised ained, samuti kui rasvad[1] ja ka vahad[2] on üksteisest keemilise koostise ja füsioloo-

---

[1] Termin "rasv" hõlmab ka taimseid ja loomseid õlisid, sest need on sama tüüpi keemilised ained.

[2] Mõned autorid (S. Kaplanski ja A. Rukosujev) loevad vahasid lipoidide hulka, kuid teised (N. Kozin) peavad neid omaette lipiidide alarühmaks.

gilise toime poolest erinevad, kuid nad kõik kannavad üldist nimetust - lipiidid, sest lahustuvad orgaanilistes lahustajates (etüüleetris, petrooleetris, bensoolis, kloroformis jne.). See on aluseks toiduainetes ja söötades nende ainete summaarsele määramisele. Tavaliselt ekstraheeritakse kuivatatud proovi eetriga, kusjuures eetris lahustuvat aineosa nimetatakse ka toorrasvaks või lihtsalt rasvaks, sest lipoide ja vahasid on toiduainetes ja söötades võrdlemisi vähe.

Rasvad nagu lipoididki on elusas looduses väga levinud, neid leidub erineval hulgal peaaegu kõigis toiduainetes. Ainult mõned toiduained nagu suhkur, tärklis ja mesi ei sisalda rasvu. Värsketes köögi- ja puuviljades ning marjades on rasvu enamasti umbes 0,1 - 1 % piirides. Pähklites, õliseemnetes ja loomakasvatussaadustes looduslikul kujul on rasvasisaldus kõikuv, kuid tihti üsna suur, ulatudes isegi üle 50 %. Nendest rasvarikastest ainetest sisaldavad kunstlikult valmistatavad nn. vabad ehk "puhtad" rasvad (sulatatud rasvad ja toiduõlid) umbes 84 % (või, margariin) kuni 99% rasva.

Rasvad koosnevad samadest keemilistest elementidest kui süsivesikud, s.o. süsinikust, vesinikust ja hapnikust. Kuid rasvades on need elemendid grupeerunud rasvhapeteks ja glütseriiniks, mis keemiliselt (estrite kujuliselt) ühinedes moodustavadki rasvu (või õlisid). Rasvade "põlemisel" organismis vabaneb ligikaudu niisama palju energiat kui sama hulga kütteõli põlemisel ahjus või moctoris, s.t. üle kahe korra rohkem kui süsivesikute põlemisel.

Rasvad tekivad kergesti nii mikroobide, taimede kui ka loomade organismis süsivesikutest, kuid võivad tekkida ka valkudest ja isegi alkoholist. Rasvade sünteesi süsivesikutest võib kujutada järgmise skeemiga:

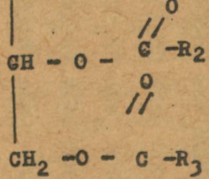


Rasvade koostises leidub mitmesuguseid rasvhappeid (õieti nende "jääke" R.CO-). Nende hulgas on suurema ja väiksema molekuliga ning vesinikuga küllastatud ja küllastamatuid happeid.

Väikese molekuliga happeid leidub võis ja mõnes teises rasvas (kookosrasvas).

Neid happeid, mille süsiniku aatomite valentsid ei ole vesinikuga täielikult keemiliselt küllastatud, nimetatakse küllastamatuteks. Nendes on kas üks või rohkem süsiniku aatomite paari omavahel seotud kahe valentssideme kaudu, mida märgitakse kahe kriipsuga nende aatomite sümbolite vahel (-C = C-). Teised happed on küllastatud happed.

Rasvu kui rasvhapete glütseriinestreid võib nimetada ka glütseriidideks. Glütseriini üks molekul võib keemiliselt siduda maksimaalselt kolm rasvhappejääki; säärast rasva nimetatakse triglütseriididiks. Kuid mõeldavad on ka di- ja monoglütseriidid, mille molekulis on rasvhappe jääke vastavalt kaks või üks. Neid aga looduslikkudes rasvades praktiliselt ei leidu. Glütseriidide üldine valem on järgmine:



kus R_1 , R_2 ja R_3 on rasvhapete süsivesinikradikaalid. Mono- ja diglütseriidide puhul on kahe või ühe rasvhappe jäägi (R_1CO- jne.) asemel vesiniku aatomid.

Glütseriidid võivad olla ühe-, kahe- või kolmehappelised. Esimesel juhul on glütseriini molekuli kõik kolm alkoholset hüdroksüülrühma esterdatud ühe happe molekulidega. Teistel juhtudel on need pärit kahest või kolmest eri happest. Ühehappelisi glütseriide nimetatakse vastavate hapete järgi näiteks tripalmitiin, tristeariin ja trioleiin. Looduslikud

Tabel 1.

Rasvades (ja õlides) sagedamini esinevad rasvhapped.

Nimetus	Keemiline valem	Sulamis-temperatuur
Arahiinhape	$C_{19}H_{39}COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_{18}COOH$	+ 75,4
Stеariinhape	$C_{17}H_{35}COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_{16}COOH$	+ 69,4
Palmitiinhape	$C_{15}H_{31}COOH$ ehk $CH_3(CH_3)_{14}COOH$	+ 62,6
Müristiinhape	$C_{13}H_{27}COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_{12}COOH$	+ 53,7
Lauriinhape	$C_{11}H_{23}COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_{10}COOH$	+ 44,3
Kapriinhape	$C_9H_{19}COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_8COOH$	+ 31,5
Kaprüülhape	$C_7H_{15}COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_6COOH$	+ 16,2
Kaproonhape	$C_5H_{11}COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_4COOH$	- 1,5
Õlihape	C_3H_7COOH ehk $CH_3(CH_2)_2COOH$	- 3,1
Oleiinhape	$C_{17}H_{33}COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$	+ 14
Linoolhape	$C_{17}H_{31}COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_4CH{=}CHCH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$	vedel
Linoleenhape	$C_{17}H_{29}COOH$ ehk $CH_3(CH_2{-}CH{=}CH)_3(CH_2)_7COOH$	vedel
Arahidoonhape	$C_{19}H_{29}COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_4(CH{=}CHCH_2)_4(CH_2)_2COOH$	vedel
Ritsinoolhape (leidub riitsinus- e. kastoorõlis)	$C_{17}H_{32}(OH)COOH$ ehk $CH_3(CH_2)_5CH(OH)CH_2CH{=}CH(CH_2)_7COOH$	+4 - +5°C

rasvad on peaaegu eranditult segaglütseriidid - kahe- ja kolmehappelised, näiteks palmitiindioleiin või oleiinpalmitiinsteariin.

Ferment lipaasi toimel hüdrolüüsuvad glütseriidid glütseriiniks ja vabadeks rasvhapeteks. Tehniliselt võib rasvu lõhustada ka teiste katalüsaatorite abil, kuumutades neid vee juuresolekul.

Rasvade energeetilisel kasutamisel organismis oksüdeeruvad nende hüdrolüüsi produktid glütseriin ja rasvhapped aste-astmelt süsihappegaasiks ja veeks.

Rasvadel on rida ühiseid omadusi, nagu juba mainitud: nad lahustuvad orgaanilistes solventides (eetris, bensiinis jne.), ei lahustu vees, on hüdrofoobsed (vett tõrjuvad), nende erikaal on alla ühe. Kuid mitmete omaduste poolest erinevad eri rasvad üksteisest. See oleneb peamiselt nendes sisalduvate rasvhapete omadustest ja hulgalistest suhetest.

Rasvhappelisest koostisest olenevad rasvade füüsikalised ja keemilised omadused kui ka seeditavus. Küllastatud ja suure molekuliga rasvhappeid rohkesti sisaldavad rasvad on harilikul temperatuuril võrdlemisi kõvad ja sulavad üsna kõrgel temperatuuril, näiteks lambarasv umbes +44° C juures. Küllastamatuid ja väiksema molekuliga rasvhappeid rohkesti sisaldavad rasvad on hariliku temperatuuri juures pehmed või koguni vedelad ja sulavad (või tarduvad) madalamal temperatuuril, näiteks päevalilleseemneõli sulab -16° C juures.

Rasvade omadusi peegeldavad nende füüsikalised ja keemilised näitarvud. Sagedamini määratakse rasvade erikaalu, sulamis- ja tardumistemperatuuri, refraktsioonikoefitsienti (valguse murdumisnäitajat), seebistusarvu, joodi- ja happearvu. Vahel määratakse ka lenduvate hapete hulka, lahutades neid omakorda vees mittelahustuvateks ja lahustuvateks hapeteks.

Erikaal, mida määratakse enamasti 15° C juures, on eri rasvadel üsna erinev, näiteks päevalilleseemneõlil - 0,921-0,933 ja lambarasval - 0,932-0,961.

Tabel 2.

Mitmesuguste rasvade (õlide) rasvhappeline koostis (H.P. Kaufmani jt. järgi).

	Rasvhappe %									
	Kaproon- C_6	Kaprüül- C_8	Kapriin- C_{10}	Lauriin- C_{12}	Müristiin- C_{14}	Palmitiin- C_{16}	Steariin- C_{18}	Õli- C_{18}	Linool- C_{18}	Linoleen C_{18}
Kookosrasv	0-2	6-10	5-11	45-51	16-20	4-8	1-5	2-10	1	
Palmituumarasv (seemnerasv)	0-2	3-5	3-6	50-55	12-16	7-9	1-7	4-16	1	
Palmiõli (viljaliharasv)					1-3	33-40	3-7	40-50	8-11	
Oliiviõli					1	7-10	2-4	69-84	4-12	
Arahhisiõli (Maapähkli-)[1]						4-9	4-7	51-80	7-26	
Rapsiõli[2]						1-2	2	35	14	2-3
Seesamiõli						7-8	4-5	48-50	36-38	
Sojaõli					1	2-7	4-7	26-36	51-57	2-3
Puuvillaseemneõli					1	20-23	2	24-35	40-45	
Või[3]	1-2	1-2	2-3	3-6	8-15	20-30	2-11	27-42	3-6	
Veiserasv					2-6	25-30	14-28	38-50	2-5	
Searasv					1-2	25-32	8-15	50-60	0-10	
Vaalaõli (Traan)[4]					2-4	12	3	28-36		

[1] Arahhisiõli sisaldab veel 2-5% arahhiinhapet.

[2] Rapsiõli sisaldab veel 50-60% erukahapet: $CH_3(CH_2)_7\ CH{=}CH(CH_2)_{11}COOH$.

[3] Või sisaldab veel 3-4% võihapet.

[4] Vaalaõli sisaldab 10-20% küllastamatuid rasvhappeid C_{20}- ja C_{22}-reast.

Refraktsioonikoefitsient on väga kergesti ja kiiresti määratav ning iseloomustab üsna oluliselt rasvade teisi omadusi ja keemilist koostist. Määratult 20° C juures võib äärmiste suurustena märkida lambarasva refraktsiooni - 1,4383 ja päevalilleseemneõlil - 1,4762.

Sulamis- ja tardumistemperatuur ja sellega seoses olev konsistents on mõningal määral tähtis rasvade tarvitamise mugavuse ja seeditavuse seisukohalt. Sulamistemperatuur on tavaliselt mõni kraad kõrgem tardumistemperatuurist. Päevalilleseemneõlil on need näitajad -16° ja -18,5°, lambarasval - +44° ja +32°.

Joodiarv näitab joodi hulka grammides, mis võib keemiliselt ühineda 100 g rasvaga, küllastades selle rasvhapete küllastamatuid sidemeid. Joodiarv on seda suurem, mida vähem küllastatud on rasv või õli. Joodiarv on linaõlil 171-206, päevalilleseemneõlil - 119-144 ja lambarasval -31-46.

Seebistusarv tähendab kaaliumhüdroksüüdi (KOH) milligrammide arvu, mis kulub ühes grammis rasvas leiduvate kõigi rasvhapete (vabade ja seotute) seebistamiseks. Seebistusarv on seda suurem, mida väikseem on rasva rasvhapete molekulkaal. Päevalilleseemneõli seebistusarv on 185-194, piimarasval 220-234.

Happearv on KOH milligrammide arv, mis kulub 1 g rasvas leiduvate vabade rasvhapete neutraliseerimiseks. See arv on seda suurem, mida enam rasv on hüdrolüütiliselt lagunenud. Värskel päevalilleseemneõlil on happearv 1,5-2,0, lambarasval 1,2-2,2; teraviljades ja jahus leiduval rasval (õlil) on kõrgem happearv 10-20, mis nende kauema säilitamise korral tõuseb 100-120.

Säilitamisel ja töötlemisel võivad rasvad rikneda ja omadustelt muutuda. Iseloomulikumateks protsessideks on rasva räästumine, muutumine kibedaks ja "rasvastumine". Kergesti riknevad küllastamatud rasvad. Nendes tekivad õhu hapniku ja niiskuse toimel küllastamatute valentssidemete kohal peroksüüdid ja hüdroperoksüüdid; nendest edasi teki-

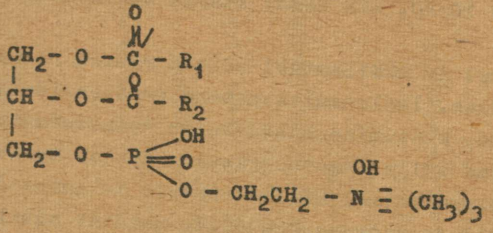
vad ja kuhjuvad rasvasse aldehüüdid ja ketoonid, mis annavadki kibeda maitse. "Rasvaseks" muutuvad või ja margariin valguse mõjul, mis katalüseerib küllastamatute rasvhapete muundumist küllastatud hüdroksühapeteks, näiteks hüdroksüstearііnhappeks; selle nähtuse tagajärjeks on rasva valgeks muutumine ja sulamistemperatuuri tõus.

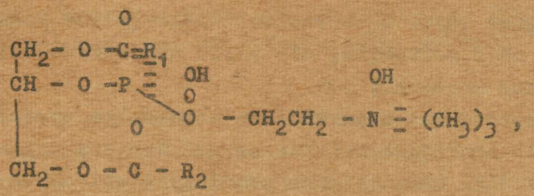
Lipoidid ehk rasvataolised ained. Neid aineid leidub mõningal määral kõigis looduslikes toiduainetes ja eriti rasvades; neist olenevad tunduvalt rasvade omadused.

Keemiline koostis on lipoididel mitmekesine. Tähtsamateks lipoididеks on fosfatiidid, steroolid (ehk stearііnid) ja vahad.

Fosfatiidid on glütseriiniestrid rasvhapete ja fosforhappega, kusjuures viimane on seotud veel lämmastikalusega. Fosfatiidid on looduses ja toiduainetes suure tähtsusega. Tuntumad on kaks liiki fosfatiide - letsitiin ja kefaliin.

Letsitiin on suure tähtsusega aine, mida leidub üsna oluliselt rasvades (1,2-1,4%) ja paljudes teistes toiduainetes. Eriti palju on letsitiini munarebus (kuni 10 %, s.o. ligi 1/3 kogu munas leiduvast toorrasvast), liha subproduktides (kuni 6%), sojaubades (1,5%) jne. Letsitiin kujutab enesest keemilist ühendit glütseriinist, kahest rasvhappejäägist (neist üks on tavaliselt oleiinhappejääk), fosforhappejäägist ja lämmastikalusest koliinist. Tuntakse letsitiini kahte vormi - α ja β ; esimesel juhul asub fosforhappejääk glütseriini otsmise (α) süsiniku aatomi juures, teisel juhul aga keskmise (β) süsiniku aatomi juures. Letsitiinide struktuurivalemid on järgmised:





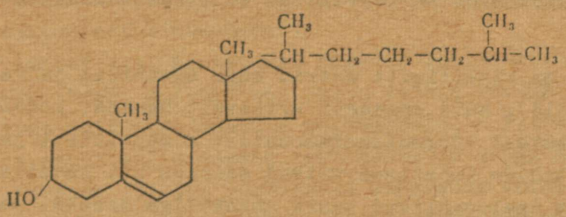
kus R_1 ja R_2 on rasvhapete radikaalid.

Letsitiin on vahataoline aine suure emulgeerimise võimega. Toiduainetes leiduvat letsitiini tuleb vaadelda kui ühte fosfori ja vitamiin koliini allikat.

Kefaliin on letsitiinile ligidane aine, erinevalt viimasest sisaldab see koliini asemel kolamiini (s.o. etanoolamiini) jäägi: $CH_2OH - CH_2 - NH -$.

Steroolid ehk steriinid on tsüklilise molekulaarse struktuuriga kõrgmolekulaarsed üheaatomilised alkoholid. Nad esinevad looduses kas vabalt või mitmesuguste rasvhapetega seotult estritena. Neid estreid nimetatakse steroidideks.

Kõik steroolid liigitatakse päritolu järgi fütosteroolideks (taimseteks) ja zoosteroolideks (loomseteks). Fütosteroolide hulgas on suure tähtsusega ergosterool, mida leidub rohkesti pärmis. Loomsetest steroolidest on tuntum kolesterool ehk kolesteriin . Selle keemiline struktuurivalem on järgmine:



Steroolid tekivad organismides lihtsatest ainevahetuse poolproduktidest (äädikhappest) ja on omakorda lähteaineteks mitmete füsioloogiliselt tähtsate ainete tekkel. Nii tekib loomade ja inimese naha pinnal kolesteroolist (selle eelneva taandamise järgi 7-dehüdrokolesterooliks) päikese või kvarts-

lambi kiirguse mõjul D_3-vitamiin. Analoogilise koostise ja päritoluga on D_2-vitamiin, mis tekib ergosteroolist, sapihapped, mitmed hormoonid jne.

Kolesterool kui ainevahetuse vahepealne produkt (metaboliit) võib mõningate häirete korral kuhjuda organismi eri osadesse ja olla mõne haiguse puhul kergesti märgatavaks sümptoomiks. Näiteks ateroskleroosi korral kuhjub tuiksoonte sisekestasse rohkesti kolesterooli, kusjuures veresoonte elastsus väheneb. Samuti võib kolesterool kuhjuda sapipõide ja sapiteedesse, moodustades seal sapikive. Varem peeti nende haiguste üheks oluliseks põhjuseks kolesteroolirikaste toiduainete toiduks kasutamist. Viimasel ajal on aga leitud, et normaalselt tekib organismis hoopis rohkem kolesterooli, kui organism saab toidu kaudu. Sellepärast on loobutud senisest võrdlemisi üksmeelsest seisukohast, et kolesterooli oluliselt sisaldavad toiduained nagu oleksid vanemas eas ilmselt ohtlikud tervisele. On koguni andmeid, et pikemat aega iga päev mitme kanamuna söömine päevas ei halvenda, vaid parandab ateroskleroosihaigete tervist. Seega ei ole enam põhjust suhtuda ilmselt reserveeritult näiteks munadesse, neerudesse ja maksasse selle tõttu, et nendes leidub üsna oluliselt kolesterooli. Selline muutus vaadetes on suure tähtsusega, sest maks sisaldab väga rikkalikult vitamiine ja mineraalaineid ning munad ja neerud ka võrdlemisi rohkesti, mille tõttu üldse nende kasutamine on tervisliku toitluse seisukohalt otstarbekas.

Vahad on keemiliselt estrid nagu steroidid ja rasvadki (glütseriidid), kuid enamasti erinevalt nendest koosnevad nad omapärastest kõrgmolekulaarsetest alkoholidest ja rasvhapetest. Vahade koostises võivad esineda nii tavalised kui ka vahadele iseloomulikud suure molekuliga happed, näiteks karnaubahape $C_{23}H_{47}COOH$. Alkoholidest, mis esinevad väga sagedasti vahades, võib mainida tsetüülalkoholi - $CH_3(CH_2)_{14}CH_2OH$ ja sellele sarnanevaid.

Vahad võivad olla nii taimsed kui ka loomsed. Esimesed on näiteks vahakiht lehtaedviljade, puuviljade ja terade pin-

nal, teised - mesilase vaha, spermatseet jne. Vaha on tähtis materjal tööstuses, kuid toiduainena erilist väärtust ei oma.

T o i t e v ä ä r t u s . Rasvad esinevad organismis peamiselt energeetilise materjalina, millena neid ka talletatakse. Sellelt seisukohalt on kõik rasvad ja õlid tegelikult ligikaudu ühevääršed. Nad seeduvad kõik hästi, enamasti üle 90-95%, ja "põlevad" organismis peaaegu täielikult. Ainult sapi- ja maksahaiguste puhul eelistatakse vedelaid rasvu. Nende haiguste korral ei seedi näiteks kõva lambarasv hästi ja põhjustab häireid.

Tavaliste toidurasvade ja -õlide kuivaine energeetiline väärtus on kõigil üsna ühesugune; olulised erinevused tulenevad sellest, et rasvad ja õlid peaaegu ei sisalda vett, võis ja margariinis aga on umbes 15% vett. Selle tõttu on viimased umbes samavõrra väiksema kalorsusega.

Rasvade toiteväärtuse hindamisel tuleb tähelepanu pöörata ka F-vitamiinile. Nii nimetatakse vahel tugevalt küllastamata rasvhappeid, nn. linool-, linoleen- ja arahhidoonhapet. Need ained ei ole vitamiinide nime all nii tuntud kui teised vitamiinid, kuid vähemalt ühe niisuguse happe olemasolu katseloomade toidus on vajalik. Ka inimorganismile peetakse neid vajalikuks. Võis ja teistes tahketes rasvades leidub neid väga vähe. Taimeõlide koostises leidub rohkesti linool- ja linoleenhappeid, aga loomsetes (mereloomade ja kalade) õlides arahhidoonhapet.

Viimasel ajal hinnatakse rasvade toiteväärtust üha rohkem selle järgi, kuivõrd nad peale teiste toidukomponentide sisaldavad neid asendamatuid rasvhappeid. K.Petrovski jt. järgi on nende küllastamata rasvhapete ja seega neid sisaldavate rasvade (õlide) tähtsamaks omaduseks võime normaliseerida kolesterooli ainevahetust organismis ning vältida kolesterooli kuhjumist vere, veresoonte seintesse ja organismi teistesse osadesse. Normaalselt leidub kolesterooli veres umbes kaks korda rohkem kui suhkrut. Sellegipärast on kolesterooli liigne kuhjumine organismi ebasoovitav, küllastamata

rasvhappeid sisaldavad toiduõlid on aga üheks teguriks, mis aitab normaliseerida kolesterooli ainevahetust nii loomade kui ka inimese organismis, hoida veresooned elastsetena, vältida aterosklerroosi ja sellega tihti kaasnevaid eluohtlikke verevalumeid või veresoonte ummistusi. Normaalseks rasva ainevahetuseks ja rasvumise vältimiseks on üks tähtsamaid tegureid vitamiin koliin, kuid selle mõju kahaneb nullini, kui küllastamata rasvhapped puuduvad. Samuti on küllastamata rasvhapped tähtsad selleks, et mitmed teised vitamiinid, näiteks B_1- ja C-vitamiin, karotiin jne., saaksid oma aktiivsust organismis täielikult avaldada.

Küllastamata rasvhapped avaldavad mõju ka valgu ainevahetusele. Nii näitasid katsed kolme terve inimesega, et sel juhul, kui toidurasvana tarvitati looma- (veise-) rasva, kulutas nende organism ligi 1,5 korda rohkem valke kui päevalilleõli tarvitamisel.

Õlide hüdrogeenimisel tahketeks rasvadeks küllastuvad küllastamata rasvhapped vesinikuga, mille tõttu nende iseloomulik toime organismisse kaob. Seepärast ei ole enam õige pidada taimeõlidest saadavaid rasvu tüüpilisteks taimseteks rasvadeks. Samuti ei ole loomsetest (vaala, hülge, kala jne.) õlidest saadavatel tahketel rasvadel enam tüüpilist õlide võimet pidurdada kolesterooli kuhjumist verre ja kudedesse.

R a s v a v a j a d u s . Täiskasvanud inimorganismi jaoks ei ole nähtavasti võimalik rasvasisalduse suhtes toidus kitsaid piire määrata. Imiku loomulikus toidus, emapiimas, on mõistagi teatav kindel hulk rasva. Võrdlemisi levinud on vaade, et rasvade kui suure energiasisaldusega ainete sisaldus toidus peab olema suhteliselt suur külmas kliimas ja raske kehalise töö korral. Energeetilise materjalina on aga rasvad ja süsivesikud teineteisega hästi asendatavad, kusjuures süsivesikud mobiliseeruvad organismi varudest kergemini ja "põlevad" ladusamalt. Huvitav on ka see, et katsetel rottidega produtseeriside katseloomad rasvarikka toidu korral (30 % rasva) palju vähem soojust kui vähese rasvasi-

saldusega toidu (2% rasva) korral. Seejuures oli mõlema rühma katseloomade toidu hulk võrdse kalorsusega. Inimesed tarvitavad rasvasisalduse mõttes väga erinevat toitu, kuid see ei näi nende kehalistele ega vaimsetele võimetele erilist mõju avaldavat. Näiteks jaapanlased söövad rasvavaest toitu, ameeriklased võrdlemisi rasvarikast, kuid mõlemad on tuntud suure töövõime ja hiilgavate sportlikkude saavutuste poolest.

Kogemused näitavad, et inimtoit sisaldab enamasti umbes 10-30 % rasva (õli), arvestades kogu toidu kalorsust.[1] Säärane rasvasisalduse kõikuvus üksi ei põhjusta inimorganismi talitlustes märgatavaid erinevusi. Rasvade või rasvaste toiduainete kerge kättesaadavuse korral eelistab inimene tavaliselt võrdlemisi rasvarikast toitu. Nõukogude Liidus koostatud füsioloogilistes toidunormides on inimesele ette nähtud keskmiselt 100 g rasva päevas.

Asendamatute rasvhapete vajaliku optimaalse hulga kohta päevases toidus ei ole veel kuigi kindlat seisukohta, kuid nähtavasti on see umbes 3-7 g piirides.

Rasvade määramine toiduainetes ja analüüs. Tavaliselt määratakse toiduainetes (ja söötades) üldist lipiidide (toorrasva) sisaldust. Selleks ekstraheeritakse kuivatatud proovidest rasv välja tavaliselt eetri abil, aurutatakse eeter ära ja kaalutakse jääk toorrasvana. Saadud jäägis määratakse ka seebistuva rasva ja nn. neutraalrasva hulk. See põhjeneb sellele, et glütseriidid proovi soojendamisel leelises lahuses seebistuvad ja tekivad rasvhapete seebid ning glütseriin. Need lahustuvad vees, aga steroolid ja rasvalkoholid jäävad lahustumatuteks. Steroolide, küllastumatute rasvhapete ja teiste keemiliste ühendite omaette määramine on üsna keeruline ülesanne ja seda tehakse võrdlemisi harva.

Rasvade keemilistele ja füüsikalistele omadustele on juba viidatud. Vastavad eeskirjad leiduvad standardites ja laboratoorsete tööde käsiraamatutes.

---

[1] 10-30 %-line rasvasisaldus toidus kalorsuse järgi vastab umbes 20-100 g-le rasvale päevas täiskasvanud inimesele. Alampiir on iseloomulik Jaapanile.

S ü s i v e s i k u d j a t o o r k i u d .

Sellesse rühma kuuluvad suhkrud, tärklis, tselluloos ja mõned teised ained.

Süsivesikud on nii loom- kui ka inimorganismis peamiseks energeetiliseks materjaliks. Nende "põlemisel" organismis vabaneb umbes niisama palju energiat (1 g põlemisel umbes 4 kcal) kui näiteks puidu tavalisel põlemisel.

Süsivesikud tekivad kergesti rohelistes taimedes lihtsatest ainetest - süsihappepaasist ja veest päikeseenergia mõjul. Kuigi see protsess, nn. fotosüntees, näib üsna lihtsana, pole ometi seni korda läinud teostada seda päris kunstlikult, ilma rohelise taimeleheta. See näitab, et süsivesikute tekkimine looduses on tõepoolest ülikeerukas protsess. Kuigi lihtsatest anorgaanilistest ainetest tekivad süsivesikud ainult rohelistes taimedes, toimuvad mõned vastavad tekkeprotsessid (sünteesid) ka loom- ja inimorganismis. Kõige tuntum näide on võrdlemisi lihtsast orgaanilisest ühendist, piimhappest, glükogeeni ehk loomse tärklise tekkimine maksas. See on siiski ainult üks lüli keerukas süsivesikute ainevahetuses. Loom- ja inimorganismis toimub põhiliselt aga süsivesikute lagunemis- ehk õigemini "põlemis"-protsesside ahel. Selle tulemusena vabaneb süsivesikutesse talletatud päikeseenergia, mis organismis kasutatakse kas uute ainete, nagu rasva, piima, villa, kudede jne. moodustamiseks või kehaliseks tööks; osa energiat vabaneb seejuures igal juhul soojusena.

Süsivesikud liigitatakse kolme alarühma, nimelt mono-, di- ja polüsahhariididdeks.

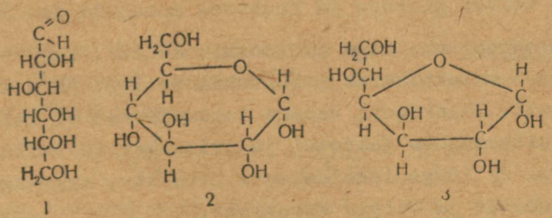
M o n o s a h h a r i i d i d on kõige lihtsamad süsivesikud, mis võivad näiteks toidu seedimisel tekkida teistest, keerukamatest süsivesikutest. Tuntumad monosahhariidid ehk lihtsuhkrud on glükoos, fruktoos ehk puuviljasuhkur ja galaktoos. Need kuuluvad heksoosside hulka, elementaarvalemiga $C_6H_{12}O_6$. Pentoosid on monosahhariidid, valemiga $C_5H_{10}O_5$.

Heksoosid moodustavad suurema osa toiduainetes leiduvatest monosahhariididest; nende hulgas on peamised glükoos ja fruktoos. Teised monosahhariidid - galaktoos, mannoos ja sorboos leiduvad toiduainetes polümeeridena või teiste ainete koostises.

Glükoosi nimetatakse ka dekstroosiks, viinamarja-, tärklise- ehk maisisuhkruks. Teda leidub suurel hulgal looduses, puuviljades, eriti viinamarjades ja teistes taimedes. Glükoos esineb kas vabalt või teiste süsivesikute ja ainete koostises. Vähesel, aga püsival hulgal leidub teda ka kõigi loomade veres, seda rohkem, mida suurem on organismi kehaline aktiivsus. Nii on inimese veres glükoosi normaalselt umbes 0,1 %, töömesilase veres aga 2 %. Talveunes oleva looma veres on glükoosi palju vähem kui sama looma veres tema aktiivse tegevuse perioodil.

Keemilise olemuse poolest on glükoosi molekulile iseloomulik viie alkohoolse hüdroksüülrühma ja ühe aldehüüdrühma olemasolu molekulis - seega kuulub glükoos aldooside rühma. Tuntakse ühte lahtise ahelaga molekuli struktuuri ja kaht tsüklilist (ring-) struktuuri. Kõik kolm isomeeri võivad esineda veel kahes variandis: α - ja β - isomeeridena.

Alljärgnevalt on esitatud lahtise ahelaga glükoosi molekuli struktuurivalem (1), α-püranoos (2) ja α-furanoos (3):



1 2 3

Erinevale molekulaarsele struktuurile vaatamata on kõik glükoosi isomeerid samuti taandava olemusega kui lihtsad al-

dehüüdidki. Glükoos, nagu teisedki nn. redutseerivad suhkrud, taandavad ammoniakaalsest vaselahusest kahevalentse vase (CuO-le vastava) ühevalentseks mittelahustuvaks vasealahapendiks (Cu_2O). Glükoos ise sellejuures oksüdeerub glükoonhappeks. Sellele omadusele põhjeneb redutseerivate suhkrute kvantitatiivne määramine keemilisel teel.

Glükoos nagu suhkrud üldse on optiliselt aktiivne aine. Tahkelt on tal üks isomeerne vorm, mis lahustumisel muutub, kuni saabub tasakaal kahe isomeeri vahel. Selle tõttu värske lahuse optiline aktiivsus esialgu muutub. Tasakaaluseisundis on glükoosi eripöördenurk $[\alpha]_D^{20} = +52,5^\circ$.

Glükoos võib paljude ainetega moodustada keemilisi ühendeid glükosiide, mis toidu- ja maitseainetes on laialt levinud.

Fruktoosi, mida nimetatakse ka puuviljasuhkruks ehk levuloosiks, leidub enamasti samades toiduainetes kui glükoosigi. Kuid mõnedes toiduainetes, nagu arbuusides, on fruktoos peamiseks suhkruks. Erinevalt glükoosist on fruktoosi molekulis iseloomulikuks funktsionaalseks rühmaks ketorühm (peale alkohoolsete hüdroksüülrühmade, mis esinevad glükoosiga analoogiliselt). Fruktoos esineb glükoosile analoogiliste isomeeridena. Fruktoos on optiliselt aktiivne, tema lahused pööravad polariseeritud valguse tasapinda glükoosist erinevalt vasakule. Eri pöördenurk on $-92,4^\circ$. Fruktoos on redutseeriv suhkur, kuid natuke vähemal määral kui glükoos.

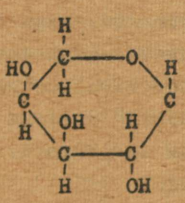
Vastava fermendi toimel või leeliseses lahuses ka iseenesest võivad glükoos ja fruktoos muunduda üks teiseks.

Galaktoos on, nagu glükooski, aldoos, kuid erineb natuke sellest molekulaarse struktuuri poolest ja selle tõttu ka omadustelt. Galaktoosi vabana toiduainetes ei leidu, kuid see kuulub piimasuhkru laktoosi ja trisahhariid rafinoosi koostisse kui ka kõrgmolekulaarsete ühendite, agar-agari, hemitsellulooside ja teiste koostisse.

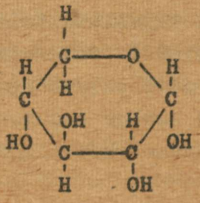
Mannoos on aldoos, mida leidub limade ja hemitsellulooside koostises.

Sorboos on, nagu fruktooski, ketoos. Ta on vaheproduktiks askorbiinhappe (C-vitamiini) tööstuslikul tootmisel.

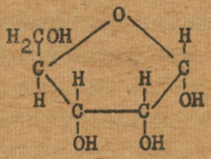
Pentoosid leiduvad toiduainetes peamiselt seotult liitühendites - pentosaanidena jt. Tähtsamad pentoosid on ksüloosid, arabinoosid ja riboosid. Kõik nad on aldeoosid ja ühesuguse elementaarse koostisega ($C_5H_{10}O_5$), kuid erinevad natuke keemilise struktuuri ja omaduste poolest. Järgnevalt on kujutatud molekulaarsed struktuurid kahele pentoosile püraanvormis ja ühele furaanvormis.



l - arabinoos



d-ksüloos



d-riboos

Ksüloosi ja arabinoosi leidub nende polüsahhariidide-pentosaanide koostises, mis on taimsete kudede rakkude seintes ja kestades.

Riboos on eriti tähtis suhkur, mis leidub toiduainetes, furaanvormis kuulub see raku protoplasma nukleiinhapete koostisse. Desoksüribiis ($C_5H_{10}O_4$) leidub rakutuuma nukleiinhapete koostises.

Riboosi derivaat - alkohol ribiit - esineb mõnede fermentide koostises.

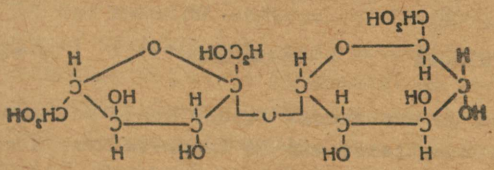
Pentoosid on optiliselt aktiivsed ja taandavate omadustega ained. Tugevate anorgaaniliste hapete toimel muunduvad pentoosid furfuroolika:

$$C_5H_{10}O_5 \longrightarrow C_5H_4O_2 + 3H_2O\ .$$

Furfurool on furaani aldehüüd, vedelik, mida võib saada näiteks kliide kuumutamisel hapetega ja mida mõningal määral kasutatakse solvendina, keemilise toorainena ja viimasel ajal furatsilliini ning teiste ravimite tootmiseks Läti NSV teadlaste initsiatiivil.

D i s a h h a r i i d i d on võrdlemisi lihtsad ained, mille ettevaatlikul lõhustamisel tekivad monosahhariidid. Tähtsamad disahhariidid on sahharoos, laktoos ja maltoos.

Sahharoosi nimetatakse tavalises elus lihtsalt suhkruks. Et seda viimasel ajal suhkruvabrikutes väga suurel hulgal toodetakse kas suhkrupeedist või suhkruroost, nimetatakse seda ka peedi- või roosuhkruks. Sahharoosi leidub paljudes aedviljades üsna rohkesti. Näiteks ananassi ja pergandi kuivainest moodustab sahharoos vähemalt poole. Kui sääraseid aedvilju looduslikul kujul toiduks tarvitada, saab organism ühes suhkruga ka teisi vajalikke toidukomponente, nagu valke, vitamiine ja mineraalaineid. Suhkruvabrikutes suhkru tootmisel aga kõrvaldatakse need toidukomponendid. Tavaline peensuhkur ja rafineeritud suhkur kujutavad enesest peaaegu puhast sahharoosi. Sahharoosi keemiline valem on järgmine:



Kontsentreeritud kuuma sahharoosilahuse jahutamisel kristalliseerub välja veevaba suhkur. Sahharoosilahused on optiliselt aktiivsed, eri pöördenurk $[\alpha]_d^{20} = +66{,}5^\circ$. Sahharoosi molekulis on glükoosi ja fruktoosi aldehüüd- ja ketorühmad kaunis tugevalt seotud (maskeeritud), mille tõttu ta ei ole redutseeriv suhkur. Sahharoos sulab 180–188° C temperatuuril. Kuumutamisel 200–220° temperatuurini eraldub sahharoosist keemiliselt tekkiv vesi ja järele jääb karamelliseerunud pruun aine - karamelleen ($3C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow$ $\longrightarrow C_{36}H_{50}O_{25} + 3H_2O$).

Sahharoosi hapustatud lahuste kuumutamisel või seedimisel ferment sahharaasi toimel hüdrolüüsub see kergesti, mille tagajärjel tekib glükoosi ja fruktoosi segu. Selle segu eri pöördenurk $[\alpha]_d^{20} = -19^\circ$, seega vastupidise suunaga sahharoosi pöördenurgale. Sellepärast nimetatakse seda hüdrolüüsiprotsessi inversiooniks ja sahharoosist saadavat suhkru-

te segu invertsuhkruks. Mesi koosneb põhiliselt sellest segust, seda sisaldavad tunduvalt ka keedised jne.

Laktoosi ehk piimasuhkrut leidub kõigi imetajate piimas ainsa suhkruna. Naisepiimas on laktoosi umbes 6-8 %, lehma- ja kitsepiimas 4-5 %. Seedimisel muutub laktoos monosahhariidide (glükoosi ja galaktoosi) seguks. See lõhustumine toimub aga aeglasemalt kui sahharoosi puhul. Laktoosi kasutamisel toidus ainsa süsivesikuna, nagu näiteks imikueas, toimub peensoolest monosahhariidide verre imendumine mitte järsku, vaid järk-järgult. Seetõttu ei esine suhkrusisalduse järsku tõusu veres ega ka vastavate reguleerimisseadiste ("insuliiniaparaadi") perioodilist ülekoormamist. Ilmselt toimub aga niisugune ülekoormamine siis, kui tavalist suhkrut rohkesti toiduks tarvitatakse.

Laktoos on redutseeriv suhkur. Värske lahuse pöördenurk muutub (toimub mutarotatsioon), tasakaalu puhul on eri pöördenurk +52,2°.

Maltoos ehk linnasesuhkur tekib idanevates teraviljades ning teda leidub linnastes ja linnaste produktides. Vaheproduktina tekib ta ka tärklise seedimisel ja lõhustub edasi glükoosiks. Maltoos tekib ka tärklisesiirupi valmistamisel.

Maltoos on taandav suhkur, selle eripöördenurk on +136°.

Tuntakse veel teisi disahhariide, näiteks tregalloos, mis leidub seentes, pärmis ja mõnedes taimedes, ning tsellubioos, mis koosneb glükoosist ja tekib vaheproduktina tselluloosi hüdrolüüsil. Ei ole teada, et nende sisaldusel toiduainetes oleks olulist tähtsust.

Trisahhariidid. Nendel on võrdlemisi väike tähtsus. Rafinoos ($C_{18}H_{32}O_{16}$) on trisahhariid, mida leidub vähesel hulgal peedis ja paljudes teraviljades. Rafinoosi molekul koosneb glükoosi, fruktoosi ja galaktoosi molekulide jääkidest. Rafinoos lahustub vees ega ole taandav. Erinevalt di- ja monosahhariididest ta pole magus. Eripöördenurk on rafinoosil +123,1.

Rukkis leidub teine trisahhariid trifuktosaan ($C_{18}H_{30}O_{15}$),

mille molekul koosneb kolmest fruktoosijäägist.

Suhkrute lahustuvus ja maitse. Kõik suhkrud lahustuvad vees, kuid nende lahustuvus on erinev. Kõik mono- ja disahhariidid on magusad. Mida parem on teatava suhkru lahustuvus, seda magusam ta on. Kontsentreeritud suhkrulahused on magusamad kui lahjad lahused. Magusus oleneb ka lahuse temperatuurist.

Tavalisel temperatuuril (20°C) ja lahuse väikese (3-5%) kontsentratsiooni korral on fruktoos poolteist korda magusam kui sahharoos ja 2½ korda magusam kui glükoos. Soe (+40° C) fruktoosilahus on sama magus kui sahharoosilahus ja ligi kaks korda magusam kui glükoosilahus. Samuti väheneb erinevus eri suhkrute magususe vahel nende lahuste suurema kontsentratsiooni korral.

Suhkrute lahustuvust eri temperatuuridel võib iseloomustada järgmiste andmetega (P.M. Silini järgi):

Lahuse temperatuur °C	Küllastatud vesilahus sisaldab % glükoosi	fruktoosi	sahharoosi
20	47,7	78,5	66,9
40	61,8	84,3	70,3
80	70,9	86,9	72,3

Suhkrute hüdroskoopsust võib iseloomustada järgmiselt. Võrdlemisi suure hüdroskoopsusega on maltoos, invertsuhkur ja fruktoos. Need niiskuvad tunduvalt isegi üsna kuivas õhus (60 % relatiivse niiskuse ja 20°C temperatuuril) säilitamisel. Vähem hügroskoopne on laktoos. Keemiliselt puhas sahharoos ja glükoos on väikese hügroskoopsusega ning praktiliselt püsivad säilitamisel kuivana.

P o l ü s a h h a r i i d i d on liitsuhkrud ehk liitsüsivesikud, mille väikseim ühik, molekul, koosneb paljudest (200-25000 ja ensamast) monosahhariidi molekulidest. Selleks monosahhariidiks on peaaegu alati glükoos, millest koosnevadki tähtsamad polüsahhariidid - tärklis, glükogeen (loomne tärklis) ja tselluloos. Inuliin aga koosneb fruktoosi jääkidest. Neid heksoosidest koosnevaid polüsahhariide nim. hek-

sosaanideks. Peale nende tuntakse veel pentosaane - arabaani ja ksülaani, mis koosnevad pentoosidest, vastavalt arabinoosi ja ksüloosi jääkidest. Pentosaane koos mõne heksoosiga (galaktaani ja mannaaniga) tuntakse ka hemitselluloosi nime all.

Polüsahhariidide molekulid koosnevad monosahhariidide jääkidest, moodustades kas pikki ühesihilisi ahelaid või mitmes sihis hargnenud ahelate kogumikke.

Mittehargnenud ahela osa heksosaanide molekulis võib iseloomustada järgmise valemiga:

$$-(C_6H_{10}O_4)-O-(C_6H_{10}O_4)-O-(C_6H_{10}O_4)-O- \text{ jne.}$$

Toiduainetes on suurem tähtsus heksosaanidel.

T ä r k l i s . Süsivesikute varuainena on tärklis taimedes väga levinud ja osutub paljudes toiduainetes oluliseks toidukomponendiks. Ta moodustab 1/2 - 3/4 teravilja kuivainest ja vähemalt 3/4 valminud kartuli kuivainest. Valmimata õunad ja banaanid sisaldavad palju tärklist, mis nende puuviljade valmimisel suhkruks muutub; valmimata maisi- ja herneterad aga, vastupidi, sisaldavad suhkrut, mis nende valmimisel tärkliseks muutub. Nagu juba mainitud, lõhustub tärklis seedimisel vaheproduktide - dekstriinide kaudu maltoosika ja siis glükoosiks. Alles glükoos kui monosahhariid imendub seedeaparaadist verre, seejuures aga mitte puhtal kujul, vaid fosforhappeühendina.

Taimedes talletub tärklis nn. tärklisterade kujul. Need on igal taimeliigil eri suuruse ja kujuga. Näiteks kartuli tärklisterad on ebakorrapärase ovaalse või ümmarguse kujuga ja kontsentrilise pinnajoonisega, nende tärklisterade mõõtmed on 100 - 150 μ piirides; nisu tärklisterad on läätsekujulised, suurusega 5 - 30 μ; maisil viienurksed, umbes 20 μ suurused; riisil väiksed, nurgelised tärklisterad suurusega umbes 6 μ.

Kaubatundmises identifitseeritakse eri tärklisi ja jahu nende tärklisterade kuju ja mõõtmete alusel.



1 2 3

Joon. 1. 1. riisi, 2. nisu, 3. kartuli tärklisterad mikroskoobi all.

Peaaegu igat liiki tärklisterad koosnevad kahest polüsahhariidist amüloosist ja amüülopektiinist. Enamus tärklisi sisaldavad umbes 17-24 % amüloosi ja 76-83 % amüülopektiini. Erandiks on vahakujulised riis ja mais, mille tärklis koosneb ainult amüülopektiinist.

Amüloos lahustub kolloidselt kuumas vees, amüülopektiin aga annab kliistri ja lahustub ainult kõrgendatud rõhul kuumutamisel (seega üle 100°C temperatuuril), andes viskoosse lahuse. Amüloos annab joodiga intensiivselt sinise, amüülopektiin aga punakasvioleti värvuse. Seda väga tundlikku sinise värvuse teket kasutatakse tärklise kvalitatiivseks määramiseks toiduainetes.

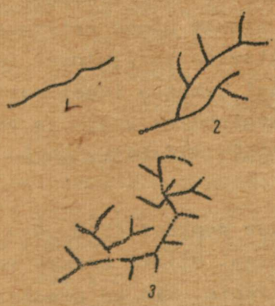
Tärklisterade erikaal on õhukuivalt umbes 1,5, absoluutkuivalt - 1,65. Kuigi nad külmas vees ei lahustu, adsorbeerivad nad kuni 50 % vett. Sellel adsorbtsioonil eraldub tunduv hulk soojust - 28 kal/g. Mitmesugused tärklised erinevad üksteisest mõnede omaduste, näiteks hügroskoopsuse suhtes tunduvalt. Säilitamisel tavalistes tingimustes sisaldab maisitärklis umbes 13 % niiskust, aga kartulitärklis - 20 %. Kliisterdumise temperatuur on ka eri päritoluga tärklistel erinev.

Amüloosi molekul koosneb umbes 250-1000 glükoosi (α - glükopüranoosi) jäägist, mis moodustavad hargnemata ahela. Molekulkaal on amüloosil vastavalt mainitud polümerisatsiooniastmele umbes 50000 - 60000.

Amüülopektiini molekul on tunduvalt suurem, koosnedes keskmiselt 2000 glükoosi jäägist, mis moodustavad hargnenud ahela.

G l ü k o g e e n on omaduste ja keemilise koostise poolest väga sarnane tärklisega. Kuid erinevalt tärklisest lahustub glükogeen vees hästi, andes kolloidse lahuse. Ta täidab loom- ja inimorganismis mõningal määral samu ülesandeid kui tärklis taimorganismis, seepärast nimetatakse teda ka loomseks tärkliseks. Glükogeeni leidub varuainena peamiselt maksas ja lihastes, aga ka organismi teistes osades. Iga rakk sisaldab glükogeeni. Kui suhkrut imendub verre üliküllaldaselt, muutub ta osaliselt varuaineks - glükogeeniks. Suhkru liiga vähesel imendumisel lõhustub selle puuduse katmiseks vajalik hulk glükogeeni glükoosiks ja kasutatakse organismi vajadusteks.

Glükogeeni molekul sarnaneb amüülopektiini molekulile, kuid on tublisti suurem - molekulkaal on 1000 000 - 4 000 000 (umbes 5-25 tuhat glükoosi jääki molekulis).



Joon. 2. 1. amüloosi, 2. amüülopektiini, 3. glükogeeni molekuli ehituse skeem.

T s e l l u l o o s on taimerakkude kestaine. Mõningal määral sisaldavad seda kõik taimsed toiduained. Samuti nagu tärklis, on tselluloos glükoosist koosnev polüsahhariid. Ta on aga hoopis püsivam kui tärklis ega lõhustu tavaliste seedemahlade (täpsemalt fermentide) toimel. Loomade ja ka inimese seedeaparaadis (jäme- ja umbsooles) elutsevate pisikute fermentide toimel aga lõhustub tselluloos ja niiviisi seedinult on kasutatav ka makroorganismi poolt. Nõnda, pisikute abiga, seedivad eriti mäletsejad loomad tselluloosi päris hästi; neil seedub üle poole söödud tselluloosist. Ka inimese seedeaparaat seedib (peamiselt jäme- ja umbsooles leiduvate pisikute abil) tselluloosi kuni 50 % ja isegi rohkem. Suur osa tselluloosist jääb siiski seedimata ja moodustab

soolestikus üsna mahuka jäägi. Ka see tahke jääk on normaalne ja vajalik, sest ta ergutab seedemahlade tootmist ja soolte perioodilist lainelist kokkutõmbumist (nn. peristaltikat). Peristaltika on aga vajalik seeduva massi korrapärase edasiliikumise kindlustamiseks, kogu seedejäägi eritamiseks organismist ja kõhukinnisuse vältimiseks.

Tselluloosi molekul sarnaneb oma hargnemata ahela kujulise ehitusega tärklise amüloosile. Erinevalt viimasest koosneb tselluloosi molekul glükoosi jääkidest β-vormis (β-glükopüranoosist). Nende arv tselluloosi molekulis looduslikus olekus on umbes 1800-3000. Paelakujulised tselluloosi molekulid on liitunud mitsellideks; igas mitsellis on umbes 60 molekuli, mis on üksteisega üsna tugevalt seotud füüsikaliste tungide abil. Paljude mitsellide liitumisel alles moodustub makroskoopiline kiuline tselluloos.

Niisuguse molekulaarse struktuuriga on seletatav tselluloosi (puuvilla, viskoossiidi jne.) üsna suur mehhaaniline tugevus ja lahustumatus vees ja hapete ning leeliste lahjades lahustes. Tselluloos lahustub ainult mõnes erilises vedelikus (moodustades seejuures teatavaid tselluloosi derivaate), näiteks vaseoksüüdammoniaagi lahuses (Sweitzeri reaktiivis), samuti suure kontsentratsiooniga sool- ja väävelhappes ning hüdrolüüsub hapete mõjul, lõhustudes järkjärgult kuni β-glükoosini.

Inuliin on elementaarse koostise poolest $(C_6H_{10}O_5)_n$ identne ülalmainitud polüsahhariididega. Siiski erineb ta eelmistest tublisti. Inuliin on süsivesik, mis on peamiseks varuaineks ainult vähestes taimedes, näiteks maapirnis, siguris jne. Inuliin lahustub kuumas vees. Selle molekul koosneb 28-30 β-fruktofuranoosi jäägist. Inuliin hüdrolüüsub lahjade hapete või ferment inulaasi toimel fruktoosiks.

Pentosaanid on polüsahhariidid, mille molekulid koosnevad pentoosidest, s.o. monosahhariidide jääkidest, mille molekulides on viis süsiniku aatomit. Tuntumad pentosaanid on ksülaan ja arabaan, mis on looduses laialt levinud. Neid leidub oluliselt teraviljades (nisus 7-8 %, kaera kesta-

des 28 %) ja paljudes taimse päritoluga produktides.

Pentosaanide hüdrolüüsil tekivad pentoosid - ksüloos ja arabinoos. Pentosaanid muunduvad võrdlemisi kergesti toiduainete seedimisel ja keetmisel lahustuvateks aineteks, mille tõttu nad ei raskenda toidukomponentide omastamist organismi poolt. Sellega on seletatav ka asjaolu, et näiteks teraviljasaaduste keetmisel saadavad leotised (tummid) sisaldavad üsna rohkesti kolloidselt lahustunud pentosaane.

Hemitselluloosid on tselluloositaolised süsivesikud, mille molekulid, erinevalt tselluloosi molekulidest, koosnevad mitte ühest lihtsuhkrust (glükoosist), vaid mitmesugustest süsivesikutest (heksoosidest ja pentoosidest). Hemitselluloosid seeduvad organismis umbes samavõrra kui tselluloos ja see toimub seedeaparaadi mikroobide fermentide abil. Seedimisel tekkivate pentooside kasutamine inimorganismi poolt on küsitav; verre imenduvaid pentoose väljub organismist kasutamatult uriiniga. Teiselt poolt on mõned pentoosid suure biokeemilise tähtsusega, näiteks kuulub riboos rakutuumas leiduvate nn. nukleiinhapete koostisse. Hemitselluloosid võivad kolloidselt lahustuda vees, mille tõttu neid, eriti pentosaane, leidub rohkesti teraviljade leotistes (tummides).

Ligniin ei ole süsivesik, kuid ta on puitunud rakuseinte iseloomulikke aineid. Nähtavasti tekib ligniin taime või selle vilja vananemisel tselluloosist või teistest lihtsamatest ainetest. Kuid omadustelt ja koostiselt on ligniin hoopis teine aine kui tselluloos. Näiteks on ta vastupidav hapetele. Ligniini leidub puidus umbes 15-30 %, taimsetes toiduainetes aga üsna vähe, seda vähem, mida õrnem, pehmem on toiduaine. Ligniin ei seedu inimese ega kõrgemate loomade organismis.

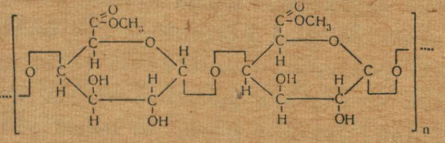
Süsivesikute derivaate ja liitaineid teiste ühenditega.

P e k t i i n i nime all tuntakse hemitselluloosiga sarnanevaid aineid, mida leidub puuviljades, marjades, juurviljades (eriti palju peedis), teraviljades ja taimsetes produktides. Pektiin esineb produktides mitmesugusel kujul:

vees mittelahustuva protopektiinina, lahustuva pektiinina ja pektiinhappena.

Protopektiin on pektiini ja pentosaan arabaani liitühend. Seda leidub rakkudevahelistes kelmetes, mis seovad rakke omavahel, näiteks lina varres ja tehnilises kius elementaarseid kiude (rakke). Protopektiin hüdrolüüsub kaheks aineks - kolloidselt lahustuvaks pektiiniks ja arabaaniks, kui seda hapete lahustes kuumutada, või ferment protopektinaasi toimel (näiteks linaleotamisel), või lihtsalt veega keetes.

Lahustuv pektiin on keemiliselt koostiselt polügalaktuuronhappe metüüleeter (ehk metoksüleeritud polügalakturoonhape). Selle molekuli struktuur on järgmine:



Lahustuva pektiini molekulkaal on umbes 25 000 - 50 000 piirides. Pektiini sisaldavate toiduainete, nagu õuna, aprikoosi ja teiste puuviljade püreed kasutatakse marmelaadi, pastilaa ja želee valmistamiseks.

Pektiinhape tekib pektiini hüdrolüüsil ferment pektaasi toimel, kusjuures eraldub metüülalkohol. Keemiliselt on pektiinhape polügalakturoonhape.

G l ü k o s i i d i d on suhkrute (peamiselt heksoosi-de) liitühendid, nn. glükosiidse hüdroksüüli[1] kaudu teiste mitmesuguste ühenditega - alkoholidega, aldehüüdidega jne. Glükosiide leidub peamiselt taimsetes produktides. Nad on enamasti iseloomuliku maitsega, värvuse ja lõhnaga. Mõned glükosiidid on raviva toimega või mürgised.

Toorkiud.[2] Nõnda nimetatakse orgaaniliste ainete segu,

---

[1] Glükosiidseks hüdroksüüliks nimetatakse süsivesikute molekulis seda hüdroksüülrühma, mis tekib aldehüüd- või ketorühma süsiniku aatomi juures nende rühmade muundumisel, kui lahtise ahelaga monosahhariid läheb üle tsüklilisse vormi.

[2] Termini "toorkiud" asemel kasutatakse tihti terminit "kiudaine", "kestaine", mitteseeduvad süsivesikud või koguni "tselluloos", mis ei ole päris täpne.

mis taimsete toiduainete ja söötade keemilisel analüüsil osutub teatavates vedelikkudes raskemini lahustuvaks kui teised koostisosad. Toiduainete teised koostisosad erinevad toorkiust selle poolest, et rasvad lahustuvad eetris või bensiinis, valgud ja süsivesikud (tärklis, suhkrud ja teised kergesti seeditavad süsivesikud) aga lahjades hapetes või leelistes. Toorkiu koostisse võivad kuuluda mitmesugused ained, eeskätt ligniin ja tselluloos, aga ka hemitselluloosid. Toiduainete ja söötade analüüsil määratakse tavaliselt teiste toidukomponentide kõrval ka toorkiusisaldus.

Süsivesikute toiteväärtus. Peamiseks ja kõige efektiivsemaks inimorganismi varustajaks energiaga on süsivesikud, kuigi ka rasvu ja valke kõige muu kõrval samaks otstarbeks kasutatakse. Peale selle võivad süsivesikud hõlpsasti muutuda varusüsivesikuks glükogeeniks või varurasvaks. Ka rasvadest ja valkudest saab organism glükoosi või glükogeeni valmistada, kuid need võimalused on nähtavasti hoopis väiksema tegeliku tähtsusega.

Kuigi mitmesugused süsivesikud organismis ka spetsiaalseid funktsioone[1] täidavad, on süsivesikud siiski peamiselt energeetiliseks materjaliks. Eri süsivesikute toiteväärtuse hindamisel on aga nende energeetilise väärtuse kõrval vaja silmas pidada ka seda, kuivõrd ühe või teise süsivesiniku kasutamisel kindlustatakse organismi normaalne funktsioneerimine.

Et organismi sattunud süsivesikud normaalselt lõpuks täielikult ära "põlevad", tuleb kõigepealt siiski võrrelda eri süsivesikute energeetilist väärtust. Eri mono-, di- ja polüsahhariidide põlemissoojused[2] erinevad üksteisest võrd-

---

[1] Mitmed kompleksed ehk spetsiifilised süsivesikud, nagu hüaluroonhape, hepariin jne., on tähtsad kudede kasvamisel, viljastumisel, nakkusohutuse (immuunsuse) ja fermentide aktiivsuse kujundamisel jne. Nende süsivesikute produtseerimiseks vajab organism rida looduslikes toiduainetes leiduvaid komponente.

[2] Põlemissoojus on 1 g aine täielikul põlemisel harilikes tingimustes vabanev energia hulk kalorites (cal), kus-

lemisi vähe, seepärast on järgnevalt esitatavad arvud nendele süsivesikute rühmadele iseloomulikud.

1 g puhta	α-glükoosi	põlemisel vabaneb	3,74 kcal
1 g puhta	α-fruktoosi	-"- -"-	3,78 -"-
1 g puhta	sahharoosi	-"- -"-	3,96 -"-
1 g puhta	laktoosi	-"- -"-	3,95 -"-
1 g puhta	tärklise	-"- -"-	4,18 -"-
1 g puhta	glükogeeni	-"- -"-	4,19 -"-
1 g puhta	inuliini	-"- -"-	4,19 -"-
1 g puhta	tsellulloosi	-"- -"-	4,19 -"-

Esitatud arvudele vastavalt vabaneb ka organismis "põlemisel" glükoosi ehk viinamarjasuhkru (ja teiste monosahhariidide) kasutamisel tunduvalt vähem energiat kui tavalise suhkru, sahharoosi või ka piimasuhkru kasutamisel. Nende mõlema viimati mainitud liigi suhkrute "põlemisel" vabanev energia hulk on aga väiksem kui tärklise või ka glükogeeni ja tsellulloosi (niivõrd kui see seedub) puhul vabanev energia hulk. Tavaliselt kasutatakse süsivesikute energeetilise väärtuse iseloomustamiseks toiduainetes või toidus keskmist hindearvu 4,1 kcal 1 g kohta (Ameerikas - 4,0 kcal 1 g kohta).

Tärklise ja teiste polüsahhariidide lõhustumisel (hüdrolüüsil) liidetakse neile keemiliselt teatav hulk vett, mille tõttu ühe (1,00) grammi polüsahhariidi hüdrolüüsil tekib 1,06 g disahhariidi ja sellest 1,11 g monosahhariidi. Mõeldaval vastupidisel protsessil, lihtsuhkrutest liitsuhkrute tekkimisel, kehtivad samad kvantitatiivsed suhted. Seoses sellega võiks arvata, et di- ja polüsahhariidide lõhustumisel monosahhariidideks kulub energiat, mistõttu suhkru kasutamine

---

juures põlemisel tekkiv vesi on arvestatud vedela veena, seega mitte nii nagu ahjus kütuste põlemisel, kus vesi aurub, vaid nagu organismis või katseaparaadis põlemisel. Toiduainete energeetilise väärtuse (kalorsuse) hindamisel kasutatakse 1000 korda suuremat soojusühikut, suurt ehk kilokalorit (kcal), mille tõttu arvud tulevad 1000 korda väiksemad kui kütuste põlemissoojuse (ja küttevääruse) hindamisel.

oleks organismi seisukohalt ikkagi ökonoomsem kui tärklise kasutamine. Niisugune oletus tungib esile seda enam, et suhkrud, võrreldes tärklisega ja eriti tselluloosiga, seeduvad kiiresti ning kergesti ja imenduvad soolestikust verre. Kuid esitatud arvude põhjalikum analüüs näitab, et mono- ja disahhariidide tekkimisel vabaneb polüsahhariididest siiski mõningal määral energiat; näiteks ühest grammist tärklisest tekkivas 1,11 grammis glükoosis peitub tõepoolest vähem energiat (1,11 x 3,74 = 4,15 kcal) kui lähteaines, s.o. 1 g tärklises (4,18 kcal). Tõsi küll, teataval hulgal kulub energiat ka seedemahlade ja nendes leiduvate fermentide valmistamiseks, mis on vajalikud liitsuhkrutest lihtsuhkrute tekkimiseks. Kuid fermendid ja teised sellised keerulised ained lagundatakse pärast oma eriliste ülesannete täitmist organismi poolt lõpuks lihtsateks aineteks, mille tõttu nendes peituv energia uuesti vabaneb. Antud küsimuse selgitamise huvides on kohane vaadelda ka seda, kuidas loomorganism kasutab puhtaid süsivesikuid. Põhjalikkude uurimistega tõestasid M.F. Tomme ja teised teadlased, et nende põllumajandusloomade organism, mis on sama tüüpi seedimisaparaadiga kui inimorganism, kasutab tärklist mitte halvema, vaid koguni mõningal määral parema kasuteguriga kui suhkrut. Seega tuleb tärklise ja ka tselluloosi (niivõrd, kui see seedub) energeetilist väärtust tõepoolest pidada suuremaks kui suhkru ja eriti monosahhariidide energeetilist väärtust, umbes nii, nagu näitavad eespool esitatud arvud põlemissoojuse kohta.

Mis puutub eri süsivesikute tähtsusesse organismi normaalsete talitluste tagamise küsimuses, siis peab ütlema, et looduslikes toiduainetes ei ole suhkrute (mono- ja disahhariidide) sisaldus tavaliselt kuigi suur ja vaevalt kunagi ületab 5 - 15 %. Mesi on ainus looduslik toiduaine, mis sisaldab monosahhariide väga suures kontsentratsioonis. Mee kasutamine rahva toiduna pole aga kunagi olnud kuigi suure üldise tähtsusega; käesoleval ajal moodustab mesi umbes 1 % tavalise suhkru kasutatavast hulgast. Võrdlemisi rohkesti

suhkrut sisaldav ja imikueas püsivalt kasutatav toiduaine on emapiim, milles leidub umbes 6–8 % laktoosi (kuivainele ümber arvutatult üle 60 %). Tuleb aga meeles pidada, et laktoos lõhustub aeglaselt ja seetõttu imendub seedeaparaadist verre vähehaaval. Selles mõttes sarnaneb imiku süsivesik laktoos tärklisega, mis looduslikes tingimustes on täiskasvanu toidus tavaliselt peamiseks süsivesikuks.

Teised suhkrud (tavaline poesuhkur, glükoos jne.) imenduvad aga peensoolest kiiresti verre. See asjaolu on positiivse tähendusega niisugusel juhul, kus on vaja kiiresti ületada nõrkus- või üleväsimusseisund. Kui aga kiiresti seeditavaid suhkruid kasutatakse tihti rohkesti, siis suureneb suhkrusisaldus veres ülemäära. Vere suhkrusisalduse reguleerimiseks on organismis keeruline "mehhanism" nn. "insuliiniaparaat". Sellest reguleerimisprotsessist võtavad vahetult osa vähemalt kolm bioloogiliselt aktiivset ainet, nimelt hormoonid insuliin ja glükagoon, mida toodab pankreas ehk kõhunääre, ning adrenaliin (suprareniin), mida toodab neerupealis. Kui suhkrut kasutatakse sagedasti ja suurel hulgal, siis võib kõige muu kõrval esineda "insuliiniaparaadi" ülekoormamine. Halvemal juhul kaotavad "insuliiniaparaadi" elundid oma normaalse paindlikkuse, mille tagajärjel vere suhkrusisalduse tase võib kujuneda alaliselt liiga kõrgeks, suhkur võib hakata poolikult põletatuna või hoopis muutmatuna väljuma organismist uriini koostises. Sel juhul avalduvad ka teised suhkurtõve (diabetes mellitus) sümptoomid – suur janu, suur uriinihulk, kõhnumine, roidumus, halvemal juhul teadvusetus (kooma) ja surm. Ka selles mõttes peab hindama tavalist suhkrut (sahharoosi), mille kasutamine viimase kahesaja aasta kestel on üsna oluliseks tõusnud, moodustades paljudes maades keskmiselt 10–20 % kogu toidu hulgast kalorsuse järgi. Veel tähtsam on nähtavasti see asjaolu, et tavaline turustatav suhkur ei sisalda muid toidukomponente, mis on vajalikud organismile ja ka "insuliiniaparaadi" elunditele. Selle poolest erineb suhkur peaaegu kõikidest teistest toiduainetest.

S ü s i v e s i k u t e v a j a d u s . Süsivesikud on organismile eeskätt energeetiliseks materjaliks. Sellena on nad suurel määral asendatavad rasvade ja isegi valkudega. Seetõttu tuleneb süsivesikute vajadus organismi energiavajadusest ja oleneb nii rasvade kui ka valkude sisaldusest toidus. Meie tingimustes on päevane süsivesikute vajadus umbes 400 - 500 g, kui arvestada keskmise kehakaaluga (70 kg) inimest, kes teeb kerget kehalist tööd.

Kuigi rasvade ja ka valkudega saaks organismi energiavajaduse katta, toimub sisemine ainevahetus ladusalt siiski ainult sel juhul, kui toit sisaldab kalorsuse järgi vähemalt 10 % süsivesikuid.

Küsimus, kas mõni eri süsivesik on organismile teataval hulgal tingimata vajalik või tervishoiu seisukohalt eelistatav, ei ole kindlat vastust leidnud. Selles mõttes on aga huvitav jälgida inimese toitumist alates imikueast. Imiku toidus on ainsaks süsivesikuks disahhariid laktoos; järgneval perioodil asendub laktoos üha enam teiste suhkrutega ja lõpuks peamiselt tärklisega. Neid saab organism aedviljade, kartuli, teraviljade ja teiste toiduainetega. Samuti on imikueast väljajõudmisel toidus alati olnud mõningal määral toorkiudu, mille hulka täiskasvanu toidus võiks hinnata umbes 15 - 50 grammile päevas inimese kohta. Rafineeritud toiduained, mis viimasel ajal oluliselt levivad, ei sisalda toorkiudu või sisaldavad seda väga vähe. Selle tõttu on viimase aja toidus toorkiudu võrdlemisi napilt. Inimorganism ei seedi toorkiu puitunud osa (peamiselt ligniin), mille tõttu suur osa toorkiust jääb seedimata ja eritub organismist roo-ja koostises. Seda seedimata osa ja ühtlasi kogu toorkiudu hakati möödunud sajandil pidama mittevajalikuks ja koguni organismile kahjulikuks ballastiks, mis asjatult raiskab jõudu ja võib isegi seedeelundite limaskesta mehhaaniliselt vigastada. Niisugune seisukoht näis toitlusteaduse esialgsete, poolikute andmete valgusel olevat üsna loogiline;[1] seda

[1] Ballastivastane seisukoht toitluses oli ühtlasi väga meelepärane elanikkonna laiadele hulkadele, sest just vähe

toetasid ja levitasid paljud teadlased, nii et see levis laialdaselt ja on praegugi veel kaunis juurdunud.

Lisaks sellele, et toit, millele inimorganism oma pikas arenemiskäigus on kohanenud, sisaldas kuni viimase ajani üsna olulisel hulgal mitteseeditavat ainet (toorkiu koostises), on viimasel ajal ka katseliselt tõestatud, et teatav hulk ballasti toidus on mitte kahjulik, vaid koguni kasulik ja soovitav. Toorkiud ärritab mehhaaniliselt mao ja soolte limaskesta ning ergutab seetõttu seedemahlade eritumist ja seedekanali peristaltikat. Viimane on vajalik seeditava toidumassi regulaarseks edasiliikumiseks soolestikus ja lõpuks rooja eristamiseks organismist. Seega on toorkiu küllaldane sisaldus toidus teiste tegurite hulgas üheks seedimist soodustavaks ja kõhukinnisust vältivaks teguriks.

Toiduainete ja toidu energeetiline väärtus (kalorsus).

Inimorganismi energiaallikaks on kolm juba varem käsitletud toidukomponenti: valgud, rasvad ja süsivesikud. Energeetilise materjalina kasutamisel vabaneb organismis ka mõnede teiste ainete, näiteks alkoholi ja orgaaniliste hapete oksüdeerimisel teatav hulk energiat. Seda arvestatakse ainult nende toiduainete hindamisel, mis neid aineid olulisel hulgal sisaldavad. Niisuguste ainete, nagu tselluloos, hemitselluloos, pentosaanid, pektiinained jne., mis võivad kuuluda toorkiu (kestaine) koostisse, energeetilist väärtust inimtoidus ei arvestata. Neid aineid on inimtoidus üsna vähe ja pealegi seedib ning kasutab neid inimorganism kas ainult osaliselt, nagu tselluloosi, või hoopis tühiselt. Vesi ja sool, nagu teada, ei ole organismile energiaallikaks.

---

toorkiudu sisaldavad õrnad toiduained on kõige paremate maitseomadustega. Ettevõtjad toiduainete tootmise ja turustamise alal toetasid igati seda suunda, sest see tegi teed rafineeritud toiduainete levikule, mis suurendas nende kasumeid.

Toiduainete ja toidu energeetilise väärtuse (kalorsuse) hindamisel on aluseks toidukomponentide põlemissoojus (ehk kõrgem kütteväärtus). See määratakse laboratoorselt, tahketele ainetele tavaliselt eriaparaadis, nn. kalorimeetrilises pommis. Selles vabanevad vastava aine proovi täielikul põlemisel keskmiselt järgmised energia hulgad:

1 g seeditavaid süsivesikuid ... 4,1 kcal
1 g rasvu ..... 9,3 kcal
1 g valke ..... 5,7 kcal

Neid arve loetakse süsivesikute ja rasvade puhul nende teoreetiliseks (nominaalseks) kalorsuseks, sest need "põlevad" organismis heal juhul lõpuni (süsihappegaasiks ja veeks), kusjuures vabaneb kogu energia, mis nendes peitub. Valgud aga ei oksüdeeru organismis lõpuni nagu kalorimeetrilises pommis, vaid valkude ainevahetuse peamiseks lõpp-produktiks inimorganismis (nagu teistelgi imetajatel) on karbamiid - $CO(NH_2)_2$. Arvestades valgu põlemissoojusest maha sellest tekkiva karbamiidi kalorsuse, saame valgu keskmiseks teoreetiliseks kalorsuseks 4,8 kcal/g. Edasi A.N. Rukosujevi järgi võetakse arvesse, et valgud keskmiselt seeduvad ainult 85 % ulatuses; selletõttu jääb kalorsusest 4,8 järele 4,1 kcal/g. Tavaliselt aga kasutatakse seda viimast arvu valgu füsioloogilise bruto kalorsusena.

Need kalorsuse arvud 4,1, 9,3 ja 4,1 kcal/g iseloomustavad vastavalt süsivesikute rasvade ja valkude kalorsust ainult üsna kaudselt. Tõepoolest on mitmesuguste süsivesikute ja teistegi ainete kalorsused tunduvalt erinevad nimetatud arvudest, pealegi pole kõne all olevate komponentide seeditavus eri toiduainete puhul kaugeltki mitte ühesugune. Vaatamata nendele ebatäpsustele kasutatakse ülalmainitud kalorsuse arve Nõukogude Liidus ja paljudes teistes maades toiduainete, roogade ja ratsioonide energeetilise väärtuse arvutamiseks.

Kalorsuse arvutust võib illustreerida järgmise näitega: kui toiduaine (leiva) 100 g sisaldab 6,72 g valke, 0,65 g

rasva ja 46,94 g süsivesikuid ("seeditavaid"), siis selle kalorsus on

$$6{,}72 \cdot 4{,}1 + 0{,}65 \cdot 9{,}3 + 46{,}94 \cdot 4.1 = 229{,}1 \text{ kcal}$$

100 g leiva kohta.

Alljärgnevalt esitatakse mõnede toiduainete söödava osa keemiline koostis ja kalorsus, mis analoogiliselt arvutatakse, NSV Liidu 1961. a. tabelite järgi (vt. Таблицы...):

Toiduaine nimetus	Toiduaine söödava osa 100 g				
	keemiline koostis %				Kalorsus kcal
	vesi	valgud	rasvad	süsivesikud	
Rukkileib (põranda)	43,1	6,2	1,3	46,3	228
Sepik (nisuleib)	41,6	7,4	1,6	46,1	234
Sai 1 sordi jahust	37,2	7,9	0,8	52,6	255
Kapsas (pea-)	90,0	1,8	-	5,4	30
Kartul	75,0	2,0	-	21,0	94
Kõrvits	92,0	0,5	-	6,2	27
Aedmaasikas	84,00	1,8	-	8,1	46
Õunad (mitmes.)	86,5	0,4	-	11,3	51
Piim	87,6	3,3	3,7	4,7	67
Või (mittesoolane)	15,4	0,5	83,5	0,5	781
Juust (cheddar)	36,4	24,9	31,8	2,8[1]	409
Munad (kana-)	74,0	12,5	12,0	0,5	165
Sealiha (taine)	60,9	16,5	21,5	-	268

Mõningal määral täpsemalt saab hinnata teatavast toiduainetest organismi poolt saadavat energia hulka, kui igal juhul arvestatakse ka seda, kui suur osa igast toidukomponendist seedib. Kasutades seedivuse koefitsiente,[2] mis toiduainete

---

[1] Orgaanilised happed.

[2] Seedivuse koefitsientideks on NSV Liidu 1961. a. toiduainete tabelites (vt. Таблицы ...) võetud keskmiselt: valkudel - 84,5 %, rasvadel - 94,0 % ja süsivesikutel - 95,6%.

ja komponentide kohta on katseliselt määratud, saadakse nn. reaalne ehk tegelik kalorsus. See on mõningal määral väiksem teoreetilisest kalorsusest ja heal juhul ligem tõelisusele. Kuid nn. reaalne kalorsus on subjektiivsema iseloomuga, sest toiduainete seeditavus oleneb peale nende enda omaduste veel kulinaarsest töötlemisest, söödud toidu hulgast, organismi seisundist jne.

Toidu vajadus päevas täiskasvanud inimesele, olenevalt tema suurusest, tehtavast tööst, east jne., püsib umbes 2500 - 5000 kcal piirides ja vastab keskmiselt 3000 kcal.

V e s i j a m i n e r a a l a i n e d .

Vesi. Vett leidub kõigis toiduainetes, kuid selle hulk ja oleku vorm on mitmesugustes produktides erinev. Veesisaldust eri toiduainetes võib iseloomustada järgmiste näitlike arvudega:

peen- ja rafineeritud suhkur	0,14-0,4	% vett,
toiduõlid ja sulatatud või	0,25-1	% vett,
keedusool	0,5- 5	% vett,
jahu, tangud, makaronid, barankad, kuivatatud juurvili	11-15	% vett,
leib	40-50	% vett,
tailiha, kartul	70-80	% vett,
piim, värsked juur- ja puuviljad ning marjad	85-95	% vett.

Lapse organism sisaldab kuni 87 % vett, täiskasvanu organism kuni 70 %. Vett leidub rohkesti veres, lümfis, lihastes ja teistes organismi osades. See on vajalik lahustunud, emulgeerunud ja suspendeerunud ainete transpordiks, mis toimub organismis peamiselt vere ja lümfi kaudu. Samuti on vesi vajalik ainevahetuse biokeemiliste protsesside teostamiseks.

Inimorganismist väljub vesi väljahingatava õhu niiskusena, higina ja uriini koostises. Täiskasvanud inimene kulutab (ja järelikult ka vajab) keskmiselt 2,5 - 3,0 l vett päevas, kuid palavas kliimas või intensiivse kehalise töö

korral suureneb vee vajadus toidu koostises või joogiveena kuni 5 l ja enamgi.

Veepuudust talub inimene halvasti; täieliku veepuuduse korral hukkub ta mõne päeva kestel. Võrdluseks olgu öeldud, et õhu täielikku puudust talub inimene ainult mõne minuti, aga täielikku toidupuudust umbes kuni kuu aega või enamgi.

Olenevalt toidu veesisaldusest saab organism vajaliku vee peamiselt kas toidu koostises või joogiveena. Viimane peab olema kvaliteetne, mille kohta püstitatud nõuded on esitatud vastavas standardis, GOST-2874-54, hügieeni- ja mikrobioloogiaõpikutes. Vesi peab olema puhas, selge, ilma kõrvalise maitse ja lõhnata, mõõduka karedusega (kalkusega), ei tohi sisaldada mürgiseid aineid ega tõvestavaid mikroorganisme.

Nähtavasti kasutab organism ka seda vett, mis tekib organismis energeetiliste toidukomponentide oksüdeerimisel.

Toiduainetes sisalduv vesi esineb kas vabana või seotuna.

Vabaks nimetatakse nn. tilkvedelat vett (võib tilkuda). Seda leidub toiduaine pinnal või väga peente tilkade kujul aine sisemuses kui ka makrokapillaarides (diameetriga üle 10^{-5} cm) ja taimsete ning loomsete kudede rakumahlas. Toiduainetes leiduvas vabas vees on harilikult mõningal määral lahustunud aineid, nagu suhkrut, happeid, sooli jne. Selle vee erikaal on ligidane ühele, s.o. puhta vee erikaalule, ta külmub ligi 0° juures, on võimeline lahustama kristalseid aineid (suhkrut jne.), aktiveerib biokeemilisi protsesse ja soodustab mikrofloora arengut. Vaba vett saab toiduainetest (ja teistest materjalidest) välja pressida.

Seotud vee nime all, selle termini tõelises mõttes tuntakse vett, mis on teiste ainetega seotud füüsikaliste tungide abil. See seos võib olla mitmesugune. Vesi võib olla seotud adsorbtsiooni teel, mil vee molekulid on kinnitunud aine pinnal või rakusisestes süsteemides, näiteks tärklisterade aktiivsetes tsentrites , kus on vabad elektrilised laengud; osmoosi teel kinnitumisel on vee molekulid neeldu-

nud aine tursunud osakeste poolt; mikrokapillaarides (diameetriga alla 10^{-5} cm) leiduv vesi on seotud kapillaarse kondensatsiooni mõjul. Füüsikaliselt seotud vee hulka loetakse ka kristallvesi, mille molekulid asuvad kristallhüdraatide kristallvõres.

Füüsikaliselt seotud veele on iseloomulik, et ta on suurema erikaaluga (kuni 1,2, mida saab kaudselt määrata) kui vaba vesi, külmub alles temperatuuril, mis on tublisti alla nulli, ei lahusta kristalseid aineid ega aktiviseeri enamust biokeemilisi protsesse.

Keemiliselt seotud veeks loetakse seda vett (õieti vee elemente), mis leidub paljudes ainetes nende molekulide osana, näiteks hüdroksüüdides, hapnikku sisaldavates hapetes, süsivesikutes jne. Keemiliselt seotud vee elementidest võib tekkida ja eralduda vesi ainult esialgse aine lõhustumisel uuteks aineteks, näiteks

$$2C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O\ ,$$

$$Ca(OH)_2 \longrightarrow CaO + H_2O \quad \text{ja}$$

$$H_2CO_3 \longrightarrow CO_2 + H_2O\ .$$

Nendes näidetes on protsess pöörduv, kuid paljudel juhtudel ilmset pöörduvust ei ole (nagu suhkrute termilisel lagundamisel).

Vaba ja füüsikaliselt seotud vee hulk pole produktides päris püsiv. Kauba säilitamisel või töötlemisel toimuvad alatasa adsorbtsiooni- ja desorbtsiooniprotsessid. Selle tulemusena kas neeldub õhust ainesse niiskust või mainitud protsessid on tasakaalus või ainest eraldub niiskust ümbrusse.

Vaba ja seotud niiskus võivad ka vastastikku ühest seisukorrast teise üle minna. Näiteks kartulite keetmisel, leiva küpsetamisel ja mitmetel teistel juhtudel seotakse vaba vesi tursuvasse ainesse. Vastupidi: leiva ja tarretiste vananemisel, liha külmutamisel ja ülessulatamisel vabaneb seotud vesi.

Niiskusesisaldusest oleneb paljude toidukaupade kvaliteet. Igal juhul on suurema niiskusesisalduse korral kuivai-

nesisaldus ja seega ka kalorsus väiksem kui väikese niiskuse korral. Väikese niiskusesisaldusega toiduainetes, nagu teraviljas, jahus, makaronides, tärklises, karamellis jne. tähendab niiskuse suurenemine üle normi nende kvaliteedi vähenemist. Teistes toiduainetes, näiteks leivas, keedistes, džemmis jne. on soovitavaks ainult optimaalne niiskusesisaldus, sest liigne niiskuse vähenemine tingib nende konsistentsi ja maitse halvenemise, aga niiskuse suurenemine tähendab nende kaupade kvaliteedi otsest halvenemist ja soodustab nende riknemist. Normaalne niiskusesisaldus on väga tähtis puu- ja juurviljade puhul, niiskuse tunduva vähenemise korral need närbuvad, nende maitse ja säilivus halvenevad.

Toiduainete niiskuse määramiseks on mitmesuguseid viise. Vanemaks meetodiks on proovi kuivatamine konstantkaaluni kuni 105° C temperatuuril. Viimasel ajal kasutatakse ka kuivatamist kõrgemal temperatuuril teatava aja kestel või vaakuumis kuivatamist. Proovi kaalu vähenemine loetakse võrdseks vee kaalule, mis päris õige ei tarvitse olla, sest koos aurava veega võivad lenduda ka mõned teised ained, nagu alkoholid, happed jne. või olenevalt proovi koostisest võib aine osaliselt oksüdeeruda. Mõnede kaupade, nagu karamelli ja siirupi niiskust võib määrata ka nende või nende lahuste erikaalu järgi. Teraviljakaupade niiskust määratakse viimasel ajal väga sagedasti elektromeetriliselt. Selleks pressitakse kauba proovist kaalutis tihedaks ja mõõdetakse selle tiheda proovi elektrijuhtivust. Elektrijuhtivus on niiskusesisaldusega teatavates piirides päriproportsionaalne. Seega võib saadud elektrijuhtivuse andmetel varem koostatud tabelist või graafikust leida proovi niiskusesisalduse.

Mineraalained. Toiduainete või üldse orgaaniliste ainete põletamisel tuhana järelejäävaid aineid nimetatakse nendes leiduvateks mineraalaineteks, -sooladeks, mineraalseteks elementideks või ka anorgaanilisteks aineteks. A.N. Rukosujev soovitab neid nimetada tuhaelementideks, põhjendades seda sellega, et suur (ja vahest koguni suurem) osa tuhka tekib mitte anorgaanilistest ühenditest, vaid nende mine-

raalsete elementide arvel, mis leiduvad toiduainetes mitmesuguste orgaaniliste ühendite koostises. Ettepanek on sisuliselt õige, seda enam, et mineraalainete kogu hulk igal juhul määratakse tuhana ja alles sellest määratakse eri elementide hulgad. Kuid kas termin "tuhaelemendid" suudab võita üldise tunnustuse teiste juba praktikasse juurdunud terminite arvel, näitab tulevik.

Toiduainetes sisalduvate mineraalainete hulki hinnatakse viimasel ajal vastavate elementide kaaluliste hulkadena ja märgitakse nende keemiliste sümbolitega, näiteks K, Na, Ca jne. Vähem kasutatakse mineraalainete hulga hindamiseks elementide oksüüde (K_2O, Na_2O, CaO jne.). Sellepärast on igal juhul otstarbekas mineraalainete tähistamiseks kasutada terminit "elemendid", seega siis mineraalsed ehk tuhaelemendid.

Inimorganismi toidus ja toiduainetes on palju mineraalseid elemente. Organismile on tingimata vajalikud vähemalt 13-16 mineraalset elementi. Need on järgmised: naatrium, kaalium, kaltsium, magneesium, raud, mangaan, tsink, koobalt, vask, molübdeen, vanaadium, fosfor, väävel, seleen, kloor, jood ja fluor. Seleeni, vanaadiumi ja fluori tingimata vajalikkus on küll tõenäoline, kuid tänapäeval pole see veel lõplikult selgitatud. Peale nende mainitud elementide on toiduainetes nende loomulikul kujul veel palju mineraalseid elemente, enamasti küll väga väikesel hulgal. Vähemalt mõned nendest, nagu boor, broom jt., on tõenäoliselt organismile väiksel hulgal vajalikud.

Neid mineraalseid elemente, mis on inimorganismile tingimata vajalikud, nimetatakse biogeenseteks (elu tekitavateks) või biootilisteks (elulisteks) elementideks. Nendeks on eeskätt ülalmainitud 13-16 elementi. Teine osa mineraalseid elemente pole arvatavasti vajalikud. Mõned nendest, nagu alumiinium, räni, tina (ehk inglistina, Sn), on ilma erilise toimeta, kuid teised, nagu arseen, plii (ehk seatina, Pb) on üldiselt tuntud nende ühendite suure mürgisuse poolest. Palju oleneb ainete hulgast, näiteks biooti-

lisedki elemendid (vask, raud jt.), mille ühendid väikestes hulkades on organismile tingimata vajalikud, on suurematos doosides mürgised. Kuid üldiselt mürgistena tuntud mõnede elementide (arseen, fluor jne.) ühendid on väga väikestes hulkades organismile kahjutud või koguni kasulikud.

Viimastel aastakümnetel paljudes riikides väljaantavates toiduainete keemilise koostise tabelites antakse enamasti andmeid ainult kaltsiumi-, fosfori- ja rauasisalduse kohta toiduainetes. Nende elementide hulgad antakse tavaliselt milligrammides 100 g toiduaine kohta. Teiste mineraalsete elementide sisalduse kohta toiduainetes ja vajaduse kohta inimorganismile hakkab alles viimasel ajal küllaldaselt usaldusväärseid andmeid kogunema.

Mineraalainete kogu hulka toiduainetes on kõige lihtsam hinnata tuha hulga järgi (kunstlikult lisatav keeduscol sel juhul arvesse ei tule). Tuha hulk suhkrus ja rasvades on väga väike (-0,05 %): kõrgema sordi jahus umbes 0,5 %, täisterajahus 2 %; rohkesti on tuhaelemente köögiviljades, umbes kuni 10 % kuivainest.

Toiduainetes leiduvaid ja inimorganismile vajalikke mineraalseid elemente liigitatakse nende hulga järgi makro-, mikro- ja ultramikroelementideks.

Makroelementideks loetakse kaalium, naatrium, kaltsium, magneesium, fosfor, väävel ja kloor. Täiskasvanud inimese organism vajab toidu koostises iga päev tõenäoliselt keskmiselt umbes 1 g kaltsiumi, ligi 2 g fosforit ja teisi mainitud elemente samas suurusjärgus. Makroelementide sisaldus toiduainetes on üldiselt võrdlemisi suur, kuid eri toiduainetes on nende sisaldus väga erinev; võrdlemisi palju on neid elemente köögiviljades, aga väga vähe rafineeritud toiduainetes. Mikroelementideks nimetatakse ülejäänud elemente, nende vajadust inimorganismile päevas hinnatakse milligrammidega (mg) või koguni mikrogrammidega (mμ ehk gamma γ). Neid on ka toiduainetes üsna vähe, eriti vähe rafineeritud toiduainetes. Väga vähesel hulgal organismile vajalikke (ja võib olla ka mittevajalikke) elemente, mida ka toiduainetes

on väga vähe, nimetatakse ultramikroelementideks.

Inimorganism saab mineraalaineid tavaliselt toidust, sest loomulik toit sisaldab orgaaniliste ainete kõrval või nende koostises harilikult ka küllaldaselt mineraalseid elemente. Toiduained, eriti kaasajal, ei sisalda neid elemente kaugeltki mitte alati küllaldasel määral. Liiga vähene mineraalainete sisaldus võib olla tingitud vähemalt kahest asjaolust. Esiteks ei ole mitte kõik inimorganismile (ja ka paljudele loomadele) vajalikud mineraalelemendid vajalikud nende taimede kasvuks, mida inimene toiduks tarvitab. Niisugused elemendid on fluor, jood ja koobalt. Ka naatrium ja kloor ei ole taimedele nii tähtsad kui paljud teised. Need on inimorganismile vajalikud ehk biogeensed elemendid, kuid paljudele taimedele ei ole nad biogeensed, vaid on nende kasvu suhtes väikese tähtsusega või koguni mõjuta. Seetõttu ei olene nende elementide sisaldus paljudes taimsetes toiduainetes mitte ainult sellest, missugune taimeosa on toiduaineks valitud, vaid ka sellest, kuivõrd sisaldab neid elemente vastav biosfäär - muld, vesi ja õhk. Kui biosfäär on nende elementide poolest rikas, siis leidub neid küllaldaselt ka toiduainetes, mis sellest geokeemilisest provintsist saadakse. Kui näiteks biosfääris on joodi ja koobaltit liiga vähe, siis sisaldavad ka sealt pärinevad toiduained neid liiga vähe või ei sisalda peaaegu üldse.

Teiseks võib mineraalainete liigse vähesuse toidus tingida asjaolu, et mineraalelementide sisaldus eri taimedes ja iseäranis taime või looma eri osades on väga erinev. Kui toidutooraine mõned ained või osad on ebaotstarbekalt valitud, võib toit seetõttu kas kõigi mineraalainete või ainult üksiku elemendi suhtes liiga puudulikuks osutuda. Täisteraproduktidega ja kartuliga võrreldes on lehtköögiviljades (salatis, kapsas jne.) ja juurviljades mineraalelementide üldine sisaldus (kuivainele arvutatult) umbes 3-5 korda suurem, aga esimese sordi nisujahus ja valges riisis 3-4 korda väiksem. Suhkur ja rasvad ei sisalda tegelikult üldse mineraalaineid. Tähtis on ka asjaolu, et eri mineraalelementide vahekord organismi osades võib olla väga erinev. Näiteks kaltsiumi ja

fosfori kaaluline suhe teraviljades (seemnetes) on umbes 1:5, lehtköögiviljades aga, vastupidi, 5:1. Loomorganismides leidub suurem osa kaltsiumi ja fosforit luudes, rauda - veres, joodi - kilpnäärmes. Mõistagi tekitavad niisugused erinevused toidu ebaotstarbeka valiku korral mineraalainete defitsiidi. On huvitav märkida, et bodusrahvastel on laialdaselt levinud komme kontidest erilisi toiduaineid või koguni maiuspalu valmistada, näiteks äädikaleotist. Kahtlemata rikastub sel kombel toit mitte ainult kaltsiumi ja fosfori, vaid ka teiste mineraalainete poolest, mida kontides mõningal määral leidub.

Tänapäeval avaldab toidu mineraalainete sisaldusele olulist mõju asjaolu, et viimasel ajal kasutatakse toiduks järjest suureneval määral nn. rafineeritud toiduaineid.[1] Mõned nendest, nagu suhkur ja rasvad, ei sisalda nimetamisväärselt mineraalaineid, teised aga, nagu riisu sordijahud ja valge riis, sisaldavad neid liiga vähe, 2 - 3 korda vähem kui täisterasaadused. Rafineeritud toiduainete kasutamisel jääb ratsioonist välja vastav osa looduslikke toiduaineid, mis kõik sisaldavad rohkem mineraalaineid kui rafineeritud toiduained. Kui seejuures rohkesti mineraalaineid sisaldavate toiduainete osatähtsust toidus teadlikult ei suurendata, siis kujunebki toit mineraalainete poolest liiga vaeseks. Sel juhul on toidus napilt kõiki mineraalaineid, välja arvatud enamasti ainult naatrium ja kloor, sest keedusoola (NaCl) kasutamine toidulisandina on väga levinud.

Mineraalainete puudus ja selle tagajärjed esinevad enamasti mõnevõrra mõõdukamal kujul kui vitamiinide puudus ja selle tagajärjed. Seda võib seletada asjaoluga, et mineraalained on toiduainetes ühtlasemalt jaotunud kui vitamiinid. Veel tähtsam selles mõttes on asjaolu, et mineraalained ei

---

[1] Rafineeritud toiduaineteks nimetatakse toiduainete-alases kirjanduses looduslikest toiduainetest eraldatud, "vaba" suhkrut, tärklist, rasvu, sordijahusid jne., vaatamata sellele, kas neid värvuse ja maitse parandamiseks veel täiendavalt rafineeritakse või mitte.

lagune ega hävine toiduainete tootmisel ja toidu valmistamisel, nagu see toimub olulisel määral vitamiinidega. Sellele vaatamata esineb ka kaltsiumi-, rauа- ja teiste mineraalainete puudust toidus. Kaltsiumipuudus raskendab luustiku ning hammaste mineraliseerumist, olles seega üheks teguriks rahhiidi ja hambakaariese levikul. Raua vähesust toidus peeti varem kehvveresuse ainsaks põhjuseks, kuid uurimised viimasel ajal näitavad järjest veenvamalt, et ka vask ja mõned teised mikroelemendid on vereloomeprotsessis vajalikud ja et kehvveresuse puhul on neidki napilt.

Iga mineraalelement täidab organismis tõenäoliselt mitut või koguni paljusid ülesandeid. Tsink näiteks kuulub fermendi karboanhüdraasi ja hormooni insuliini koostisse, mangaan on vajalik suguvõime, imetamisvõime ja karvkatte normaalse arengu kindlustamiseks, rasvumise vältimiseks jne. Fosforit leidub fosforhappe kaltsiumiühendina suurel hulgal luudes ja hammastes; peale selle sisaldub fosforhapet veel paljudes ühendites, mis on olulised süsivesikute seedimisel, energia- ja ainevahetuses organismis. Fosfori funktsioonid organismides on üldse väga mitmekülgsed. Naatriumi- ja kaaliumisoolad on vajalikud teatava osmootse rõhu kindlustamiseks organismi vedelikkudes, kuid nendel on ka teisi ülesandeid. Väävlit leidub peaaegu kõigis valkudes, hormoonis, insuliinis ja paljudes teistes ühendites, mis on vajalikud organismi normaalseks funktsioneerimiseks. Selliste näidete loetelu võiks väga palju pikendada, kuigi mineraalelementide kõik funktsioonid organismis ei ole veel kaugeltki selgitatud. Kahtlemata võib aga öelda, et mineraalained on tingimata vajalikud väga paljude protsesside toimumiseks organismis. Sellepärast on arusaadav, et organismi normaalse funktsioneerimise ja ka tervise huvides peab toit, loomulikult ka toiduained, sisaldama küllaldaselt kõiki mineraalaineid.

Mineraalainete puuduse kõrval toiduainetes ja toidus esineb ka nende kahjulikku liigrohkust. Näiteks, kui joogivees on tunduvalt rohkem kui üks milligramm fluori ühes

liitris, siis muutuvad hambad plekiliseks ja esineb ka muid tervisehäireid. (Piirkondades, kus fluori on vees liiga vähe, esineb viimasel ajal hambakaariest rohkem kui teistes piirkondades.) Ka üleliigne keedusoola (NaCl) tarvitamine ei ole soovitatav. Looduslikest toiduainetest koostatav toit sisaldab tavaliselt füsioloogiliste vajaduste rahuldamiseks küllaldaselt keedusoola. Mõnel juhul aga võib see hulk osutuda napiks, näiteks toiduainete ebakohase valiku korral või tugeval higistamisel, mil soolakadu on organismil suur. Südame- ja neeruhaigete toitlustamisel kasutatakse nn. akloriidset dieeti, s.o. toitu, millele valmistamisel keedusoola ei lisata, et haigeid elundeid ainult minimaalselt koormata. Inimesed on ammust ajast harjunud tarvitama kaunis soolast toitu. Sellepärast antakse tihti soola kasutamise ülempiire. Inimese poolt toidulisandina kasutatav keedusoola hulk ei tohiks nähtavasti olla üle 5 grammi päevas.

Mõnel juhul hinnatakse toiduainete kvaliteeti nende tuhasisalduse alusel. Nii määratakse jahu ja tärklise sorti kuuluvust, samuti suhkru, tee ja kakao puhtust jne.

Vahel määratakse üldise tuhasisalduse kõrval ka 10 %-lisses soolhappes lahustumatut tuha hulka. Nõnda määratakse kõrvalisi mineraalseid lisandeid toiduainetes, mõõndes, et nendeks on räni ühendid, mis loetakse selles happes mittelahustuvaks.

Üksikuid elemente määratakse kas eri uurimuste puhul või kauba kvaliteedi kontrollimiseks sel juhul, kui on mürgistuse oht raskeme ülesoolatega, näiteks äädika, konservide ja mõnede kondiitrisaaduste analüüsil.

Mikroelementide kvalitatiivseks ja kvantitatiivseks määramiseks kasutatakse viimasel ajal tavaliste keemiliste analüüsimeetodite kõrval ka luminestsentsi ja spektrograafilisi meetodeid.

V i t a m i i n i d .

Vitamiinide nime all tuntakse mitmesuguse keemilise koostisega orgaanilisi aineid, mis on inimese (ja loomade) organismile tingimata vajalikud, kuid niivõrd väikesel hulgal, et nende energeetilisel väärtusel ei ole praktilist tähtsust. Edasi on vitamiinidele iseloomulik, et neid põhiliselt ei saa ei loom- ega inimorganism ise valmistada, vaid peab saama väliskeskkonnast toidu koostises. Ainult C-vitamiini puudus söödas ei tekita loomadele (peale valgete hiirte ja ahvide) ilmseid häireid: nende organismid sünteesivad seda vitamiini ise või kasutavad nende seedeaparaadis asuvate mikroorganismide poolt sünteesitavat vitamiini.

Looduses kujunenud korra kohaselt valmistavad vitamiine pisikud ja taimed, nende arenemiseks on vitamiinid vajalikud. Inimene ja loomad saavad vitamiine, tarvitades toiduks taimi, pisikuid (näiteks pärmi) või taimesööjaid loomi; nad kasutavad ka neid vitamiine, mida toodavad nende seedeaparaadis esinevad mikroobid.

Inimkond tunneb juba ammu vitamiinipuudusest tingitud nähtusi, nimelt mitmeid haigusi, nagu skorbuut, rahhiit jne., mis on otseselt mingi vitamiini puudumise tagajärjeks. Üldisema leviku omandasid need haigused, nn. avitaminoosid ainult erakordsetes tingimustes, näiteks sõjaväelaagrites, vanglates, meresõitudel jne. Selles olukorras oli toit sageli mitte niivõrd vähene koguselt kui ühekülgne; seejuures oli iseloomulik värske aedvilja vähesus või puudumine ning mitmesuguste kunstlike toiduainete ja konservide suhteline rohkus.

Nende häirete levimise puhul otsiti ja ka leiti mõningaid vahendeid nende vältimiseks ja haigete ravimiseks. Nii kasutati Venemaal juba XVI ja XVII sajandil skorbuudi vastu kibuvitsamarju, mida nüüdki peetakse heaks C-vitamiini allikaks.

Vitamiinide avastamise, leviku ja toime üksikasjade kohta on viimastel aastakümnetel avaldatud väga palju uuri-

musi. Piiratud ruumi tõttu esitatakse järgnevalt ainult mõni näide, mis iseloomustab vitamiinide avastamise ja nende puuduse vältimise otsest seost toitumisega.

Kui maadeuurija ja meresõitja J. Cartier (1494–1557) aastal 1535 oli sunnitud Kanadas talvituma, siis suri tema laeva meeskonnast üks neljandik skorbuuti ja ülejäänud madrused olid raskesti haiged. Abi leiti aga üllatavalt lihtsalt. Nimelt saadi kohalike elanike, Kanada indiaanlaste nõuandel haigetele okaspuude ja okaste leotise joogiks andmisega häid tulemusi.

Teine juhtum, mis näitab kunstlike denaturaliseeritud toiduainete rohke tarvitamise kahjulikkust, osines Jaapani mereväes 80 aastat tagasi. Umbes 5000-st Jaapani mereväelasest haigestus igal aastal 1000 - 2000 beribeerisse, s.o. raskesse närvihaigusesse polüneuriiti, mis avaldub eestkätt jäsemete ja südame tegevuse häiretes. On huvitav, et nende põhiliste häirete poolest sarnaneb beribeeriga meil hästi tuntud reumatism. Sõjaväearst admiral K. Takaki, kes uuris mereväelaste elutingimusi, jõudis otsusele, et haigus ei võinud olla põhjustatud troopilisest kliimast ja halbadest sanitaartingimustest. Seejärel uuris Takaki mereväe toitu ja näitas lõpuks katseliselt, et kui tolleaegne Jaapani mereväe standardne toit, mis koosnes peamiselt valgest riisist, kas või osaliselt asendada teiste toiduainetega, siis on beribeeri täiesti välditav. Riisi asendamiseks kasutati otra, aedvilja, kala, liha ja piimakonserve. Selle muudetud toidu mõju, võrreldes eelneva riisitoiduga, näitab tabel 3.

Esitatud andmed tõestavad, et beribeeri oli tingitud liiga ühekülgsest toitumisest valge riisiga. Ometi jäi Takaki töö, nagu mainib H.C. Sherman, arstiteadlastele mitteveenvaks. Tol ajal oldi pimestatud bakterioloogia edusammudest ja otsiti igasuguse haiguse põhjustajana mingit pisikut. Oli vaja veel tervet rida sarnaseid tähelepanekuid ja uurimisi, enne kui veenduti Takaki andmete õigsuses selle haiguse põhjuse ja vältimise võimaluse kohta. Hiljem selgitati, et beribeeri tekib põhiliselt B_1-vitamiini puudusest

ja on selle vitamiini abil ka ravitav, kui ravi alustatakse varakult. Valges riisis on muuhulgas just B_1-vitamiini liiga vähe.

Tabel 3.

Haigestumine beribeerisse Jaapani mereväes aastail 1880 - 1889.

Aasta	Toidu koostis	Mereväelaste arv	Beribeerisse haigestunute	
			arv	%
1880	Vana ratsioon:	4956	1725	34,8
1881	peamiselt valge riis	4641	1165	25,1
1882		4769	1929	40,4
1883		5346	1236	23,1
1884	Muudetud ratsioon	5638	718	12,7
1885	Uus ratsioon:	6918	41	0,59
1886	valge riis, odrad,	8475	5	0,04
1887	aedvili, kala, liha,	9106	0	0,00
1888	konserveeritud piim	9106	0	0,00
1889		8954	3	0,03

Kolmanda näitena tutvume rahhiidi (inglise haiguse) põhjuse avastamisega ning rahhiidi ravi ja profülaktika väljatöötamisega. Poola keemik ning arstiteadlane A. Sniadecki (1768-1838) tegi juba 1822. aastal kindlaks, et vahetu päikesepaiste on kehale vajalik nii rahhiidi vältimiseks kui ka ravimiseks. Jälle kulus aga palju aastakümneid, enne kui see avastus üldse tunnustuse võitis ja päikesevalgust hakati hindama kui loomulikku vajadust. Kaua aega arvati, et rahhiidi algpõhjuseks on mingid teised hügieenilised tegurid, sest rahhiit levis just ebasanitaarsetes hämarates linnajagudes. Alles möödunud sajandi lõpul hakkasid niisugused ebamäärased arvamused hajuma, andes maad seisukohale, et rahhiidi peamiseks põhjuseks on otsese päikesevalguse puudumine. Kahjuks pole endised ebamäärased arvamused veel praegugi täiesti kadunud.

Esimese maailmasõja ajal selgitati, et laste rahhiidi raviks on efektiivne ka kunstlik ultravioletkiirgus (elavhõbe-kvartslambist). Efektiivseks osutus ka kalamaksaõli, mis sisaldab antirahhiitilist ainet D-vitamiini.

Need kogemused võimaldasid selliste haiguste tekkimise põhjusi täpsemalt selgitada. Selleks oli aga vaja ka uurimistöid katseloomadega. Esialgseid viiteid selles suunas tegi juba Liebig aastal 1871, väites, et pärmseente eluks on peale suhkru ja mineraalainete vaja veel mingit bioloogilist tegurit. Pasteur aga väitis, et seda pole vaja ja esialgu näiski temale õigus jäävat.

Vitamiinide avastamisloo otseseks alguseks loetakse vene arsti N.I.Lunini (1854-1937) tööd, mis trükiti 1880. aastal Tartu ülikoolis doktori dissertatsioonina. Lunin näitas täieliku selgusega, et katsehiired vajavad elamiseks peale valkude, rasva, süsivesikute ja mineraalsoolade tingimata veel mingeid toitaineid. Aastal 1912 nimetas poola keemik K.Funk need ained vitamiinideks. Arvukate teadlaste töö tulemusena avastati viimastel aastakümnetel palju vitamiine, selgitati nende toime organismisse, levik, keemiline ehitus ja ka mitme vitamiini kunstlikult valmistamise võimalused.

Kaasajal on kindlaks tehtud, et inimese toidus peab leiduma ligi kakskümmend vitamiini, mis teatavas kindlas koguses on kõik inimorganismi normaalseks arenemiseks ja eluks tingimata vajalikud. Tavaliselt jaotatakse vitamiinid kahte rühma - õlis lahustuvateks ja vees lahustuvateks. Õlis või rasvas lahustuvatest tuntakse vitamiine A, D, E ja K, vees lahustuvatest vitamiine B_1, B_2, PP, B_6, biotiini, pantoteenhapet, inosiiti, koliini, foolhapet, tsitriini, C-vitamiini ja B_{12}-vitamiini. Edaspidi pikeneb vitamiinide nimestik nähtavasti veelgi.

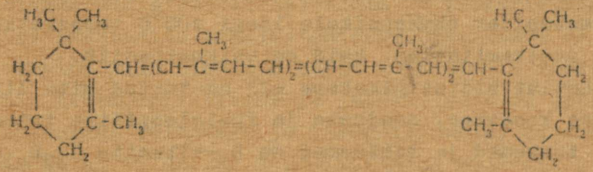
Alljärgnevalt kirjeldatakse lühidalt vitamiinide omadusi, nende defitsiidi tagajärgi ja esinemist toiduainetes.

Õlis (rasvas) lahustuvad vitamiinid.

A-vitamiin on helekollane kristalne aine, mis ei lahustu vees, kuid lahustub õlides (rasvades), alkoholis ja teistes orgaanilistes solventides.

Keemilise ühendina on A-vitamiin üheaatomine alkohol akseroftool - $C_{20}H_{29}OH$. (Selle A_1-vitamiini kõrval tuntakse veel A_2-vitamiini - $C_{20}H_{27}OH$.)

A-vitamiin leidub ainult loomsetes toiduainetes, taimsetes leidub aga rasvas lahustuv ja vees mittelahustuv pigment - karotiin $C_{40}H_{56}$, mis on A-provitamiiniks. Karotiin esineb toiduainetes kolme isomeerina - α, β ja γ. Suurema tähtsusega on tumepunane kuni mustjasviolett kristalne karotiin, mille molekuli struktuurivalem on järgmine:



Sellest tekib looma või inimese organismis A-vitamiin molekuli keskelt pooldumisel, kusjuures mõlema poolega liitub üks vee molekul. Siiski ei teki karotiinist sama kaalulist hulka A-vitamiini; viimastes Nõukogude Liidu füsioloogilistes normides loetakse 1 mg A-vitamiiniga ekvivalentseks 3 mg β-karotiini. A-vitamiin ja β-karotiin on tundlikud õhuhapniku suhtes, lagunedes selle mõjul valguse käes kõrgemal temperatuuril.

A-vitamiini defitsiidi esimeseks sümptoomiks on see, et silmad ei talu hästi eredat valgust ega kohane hämaruses nägemiseks. Nägemisvõime hämaruses muutub üsna nõrgaks. Ühtlasi nõrgeneb kollaste ja siniste toonide eristamise võime. Niisugust häiret nimetatakse videvi- ehk kanapimeduseks (hemeraloopiaks) ja seda esineb rohkem varakevadel. Analoogilised kohanemishäired esinevad ka kuulmisvõimes. A-vitamiini pikemaajalise ja suurema nappuse korral tekivad kahjustused nahal, limaskestades (epiteelkihtides), sisenõristusnäärmetes jne. Esineb silma sarvkesta tuhmumine ja nägemisvõime kadumine, võivad esineda ka naha ebanormaalne kuivus ja värvumine, sageneb struuma esinemine piirkondades, kus biosfääris on joodi vähevõitu, nagu mitmel pool välismaal ja tõenäoliselt ka Eesti NSV-s. A-vitamiini nappuse korral pidurdub noorte organismide kasv, väheneb loomulik vastupanuvõime nak-

kushaiguste suhtes, sagenevad neeru- ja põiehaigused jne. Valmis kujul sisaldub A-vitamiini ainult mõnedes loomsetes toiduainetes, eeskätt maksas, suvistes saadustes - piimas, võis, munades jne. Mõnedes taimsetes toiduainetes (porgandis, salatis jne.) leidub rohkesti A-provitamiine - karotiine, mis peensoole seintes ja osalt maksas muutuvad A-vitamiiniks.

D-vitamiin puhtalt on värvusetu ja lõhnatu kristalne aine, mis lahustub rasvõlides ja alkoholis, kuid ei lahustu vees; on vastupidav õhuhapnikule isegi 100°C temperatuuril (erinevalt A-vitamiinile), kuid on valgustundlik.

D-vitamiini üldise nimetuse all on tuntud mitu ligikaudu ühesuguse koostise, omaduste ja füsioloogilise toimega ainet. Neist tuntumad ja tähtsamad on D_3-vitamiin $C_{27}H_{43}OH$ ja D_2-vitamiin (kaltsiferool) $C_{28}H_{43}OH$.

D_3-vitamiini võib leiduda loomsetes toiduainetes; see tekib looma ja inimese välisnahakoes päikese või kunstliku (kvartslambi) kiirguse mõjul 7-dehüdrokolesteroolist, mis omakorda tekib kolesteroolist.

D_2- vitamiin ehk kaltsiferool tekib selle provitamiin-ergosteroolist samuti ultraviolettvalguse mõjul. See süntees teostati esmakordselt 1927. a. Ergosterooli leidub rohkesti pärmis. D_2-vitamiini tekkimisel ergosteroolist ultravioletvalguse mõjul katkeb üks aromaatne ring molekulis ja asendub ümber üks vesiniku aatom, nagu selgub järgnevast skeemist.



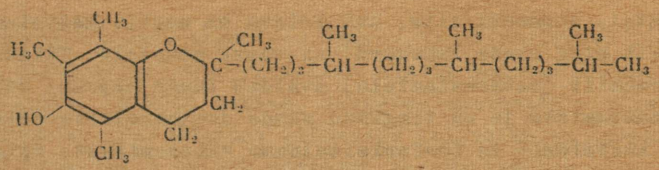
D-vitamiini defitsiidi tagajärjeks on rahhiit, mis raskemal juhul lõpeb surmaga; vähema defitsiidi korral esinevad mitmesugused ebanormaalsused luustiku arenemises, eriti imikutel ja väikelastel, näiteks pealuu kuju muutumine, jäsemete, rindkere ja selgroo kõverdumised, vaagna kitsenemine; täheldatakse ka pea higistamist, kartlikkust jne. D-vitamiini puuduse korral esineb tervisehäireid ka täiskasvanutel, eriti

rasedatel, enamasti siis, kui toidus on napilt kaltsiumi ja fosforit ning nende vahekord[1] ei vasta nõuetele. Täiskasvanute rahhiit (osteomalaatsia) avaldub luude hapraks või pehmeks muutumises ja on tingitud nende demineraliseerumisest, eriti kaltsiumi- ja fosforisisalduse vähenemisest. Esineb ka teisi häireid.

Rahhiidi ja osteomalaatsia vältimiseks ja raviks (niipalju kui seda haiguse aste veel võimaldab) vajavad nii lapsed kui ka täiskasvanud normaalse koostisega toitu, milles peab leiduma küllaldaselt kaltsiumi ja fosforit ning nende normaalse kasutamise kindlustamiseks organismis ka D-vitamiini. Suvine piim sisaldab kõiki neid aineid võrdlemisi rohkesti; lehtköögiviljades ja juurviljades on palju ning heas vahekorras kaltsiumi ja fosforit; maks, kalamaksaõli, rasvased kalad ja suvine või sisaldavad rohkesti D-vitamiini. Ultravioletikiirte mõjul tekib see vitamiin ka nahakoes leiduvast D-provitamiinist (7-dehüdrokolesteroolist). Sellepärast on rahhiidi vältimisel ja ravimisel tähtis ka päikesevalgus või kiiritamine kvartslambiga. Rahhiidivastase toimega on mitte ainult otsesed päikesekiired, vaid ka hajunud valgus, kuigi hoopis vähemal määral. Paksud pilved, eriti suitsupilved linnade kohal pidurdavad ultravioletikiiri tugevasti; tavaline aknaklaas aga ei lase neid kiiri peaaegu sugugi läbi. Rahhiidi vältimiseks peab eriti varakevadel hoolitsema selle eest, et toit ei oleks liiga ühekülgne ning et võimalikult kauem viibitaks päikese käes ja üldse väljas. Rahhiidi profülaktikat ja ravi soodustab oluliselt ka kalamaksaõli ja D-vitamiini preparaatide tarvitamine ning kiiritamine kvartslambiga.

E-vitamiin ehk tokoferool on üldnimetus reale ainetele, mis on ligikaudu ühesuguse keemilise koostisega, omadustega ja füsioloogilise toimega. Tuntumad nendest ja praktilise tähtsusega on α-, β-, γ- ja δ- tokoferoolid. Elementaarvalem α-tokoferoolil on $C_{29}H_{50}O_2$ ja struktuurivalem:

[1] Kaltsiumi ja fosfori optimaalse kaalulise vahekorra suhtes toidus ei ole teadlastel ühist seisukohta. Erialases kirjanduses leidub soovitusi selle suhte kohta alates 2:1 kuni 1:2. Meie füsioloogilised toidunormid näevad ette kaltsiumi ja fosfori suhte 1:2.



-tokoferool on nõrgalt kollakas paks (viskoosne) vedelik, mis lahustub rasvõlides, ei lahustu vees, on vastupidav kuumusele, kuid tundlik leeliste, õhuhapniku (üldse oksüdeerijate) ja ultraviolettvalguse suhtes.

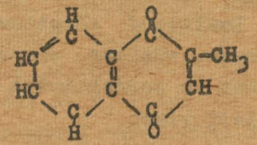
Vitamiinina on efektiivsemad α- ja β-tokoferoolid, kuid γ- ja δ-tokoferoolid on tugevad antioksüdandid, s.o. ained, mis pidurdavad rasvades oksüdeerimise teel riknemist.

E-vitamiini arvati esialgu vaja olevat ainult sugunäärmete normaalse talitluse tagamiseks. Hiljem aga selgus loomkatsetest ja kogemustest inimese tervishoius, et selle vitamiini puuduse korral tekivad häired ka maksa ja närvisüsteemi tegevuses, lihaskoes, kaasa arvatud südamelihas, ning sidekudedes. Eriti suureneb veresoonte seinte läbilaskvus, mis põhjustab turseid, verevalumeid, vee kogunemist kõhtu jne. Loomkatsete varal on selgitatud, et E-vitamiini (nagu ka A- ja B_6-vitamiini ning küllastamata rasvhapete) defitsiidi tagajärjel tekib maohaavanditega sarnanevaid häireid, nende vältimiseks ja ravimiseks aga on tähtis E-vitamiini küllus. E-vitamiin soodustab karotiini muutumist A-vitamiiniks ja viimase kogunemist siseelunditesse.

E-vitamiin on looduses laialt levinud ja seda leidub kõigis looduslikes toiduainetes, eriti taimsetes. Rohkesti leidub E-vitamiini sojaõlis, nisuidust, maisiidust ja teiste taimede seemnetest saadavates õlides ning neerudes.

K-vitamiin on kollane viskoosne vedelik, mis hästi lahustub rasvõlides, ei lahustu vees, on ebapüsiv valguse, leeliste, tugevate hapete ja oksüdeerijate suhtes. Tuntakse peamiselt K_1- ja K_2-vitamiini, kuid on veel rida ühendeid, mis on ligikaudu sama füsioloogilise toimega ja mille molekulis on kõigil naftokinooni tuum (skelett), kuid kõrvalahel on erinev.

Alates 1939. aastast uuriti välismaiste ja nõukogude teadlaste (B.A. Kudrjäšovi ja A.V. Palladini) poolt mitmeid sünteetilisi produkte, mis on K-vitamiini toimega. K_3-vitamiini ja vikasooli nime all tuntud preparaat on sama toimega kui looduslik vitamiin ja selle molekulis sama naftokinooni tuum, kuid pikka kõrvalahelat ei ole. K_1-vitamiini molekulaarstruktuur on järgmine:

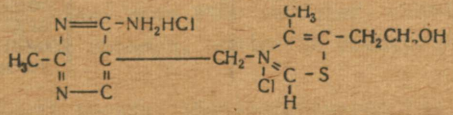


K-vitamiini defitsiidi korral ilmneb tugev kalduvus verevalumiteks, eriti vastsündinutel. Sagedamini tekivad verevalumid maos, sooles ja ajus. Seda saab vältida rohkesti K-vitamiini sisaldava toidu tarvitamisega; K-vitamiinipreparaadi andmine rasedale enne sünnitamist väldib samuti verevalumeid. Uuemal ajal on selgitatud, et K-vitamiin on tähtis ka hambakaariese leviku pidurdamisel.

K-vitamiini leidub eeskätt taimsetes toiduainetes, eriti rohkelt rohelistes köögiviljades, ja loomsetest toiduainetest maksas. Üsna oluline on ka jämesoole mikrofloora poolt sünteesitav K-vitamiini hulk.

Vees lahustuvad vitamiinid. B_1-vitamiin, tiamiin ehk aneuriin on nõrgalt kollakas kristalne aine pärmile sarnaneva lõhnaga, vees kergelt lahustuv, rasvõlides mittelahustuv, ebapüsiv neutraalsetes ja leelistes lahustes eriti õhuhapniku (jt. oksüdeerijate) ja raskemetallühendite (eriti vase) manulusel ja üle 100°C kuumuses.

Toiduainetes on B_1-vitamiin kloriidina või ka bromiidina. Tiamiinkloriidi elementaarvalem on $C_{12}H_{18}ON_4Cl_2S$ ja struktuurivalem:



Tiamiini molekulis on tähtsateks struktuurelementideks pürimidiin- ja tiazoolring. Tiamiini fosforhappeester on tuntud kokarboksülaasi nime all, sest viimane on ferment karboksü-

laasi molekulis prosteetilise rühmena seotud selle fermendi valgulise osaga. Karboksülaas (ja seega ka B_1-vitamiin) on vajalik eeskätt süsivesikute ainevahetuses. B_1-vitamiini vajab organism seda rohkem, mida süsivesikuterikkam on toit.

B_1-vitamiini poolest puuduliku toidu kasutamise tagajärgi võib iseloomustada andmetega tabelist 4. Peale tabelis loetletud sümptoomide esinevad isu puudus, peavalu, migreen, väsimus, unetus, närvipõletikud, psüühilised häired; esineb ka seedehäireid toidukomponentide imendumises peensoolest verre.

Tabel 4.

Katseisiku (vanusega 33 aastat) tervise olenevus B_1-vitamiini hulgast päevases toidus (Winkelmanni järgi).

Katseperioodide kestus	Päevane B_1-vitamiini kogus toidus (mg)	Tervisehäired
27. XI - 12. XII (16 päeva)	0,750	Ei mingeid sümptoome
13. XII - 12. I (30 päeva)	0,149	Roidumus, isutus, kõhukinnisus
13. I - 12. II (30 päeva)	0,113	Roidumus, iiveldus, masendustunne, madal vererõhk, südametoonide nõrkus
13. II - 8. III (23 päeva)	0,073	Roidumus, iiveldus, peapööritus, sääremarjalihaste lõtvus, paresteesia (tuimus- ehk "suremis"-tunne, torked, sipelgate jooksmise tunne, osaline halvatus jne.) jalgades, madal vererõhk, südame aeglustunud tuksumine rahulikus olekus, kiirenenud tuksumine pingutuse korral

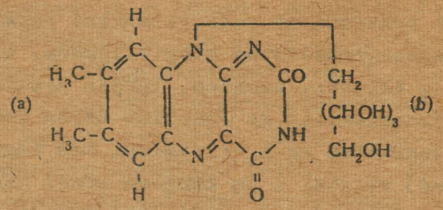
B_1-vitamiini leidub kõigis looduslikes toiduainetes võrdlemisi ühtlaselt, mille poolest ta erineb näiteks A-vitamiinist. Erandlikult palju sisaldab B_1-vitamiini õllepärm,

võrdlemisi rohkesti on seda vitamiini pagari- (ja sööda-) pärmis, maksas, rohelistes köögiviljades, tomatis (ja selle saadustes), kliides, seentes, lahjas sealihas, kaunviljades ja täisterasaadustes, ka rohelise herne konservides. Rafineeritud toiduainetes on B_1-vitamiini kas väga vähe, nagu valges (poleeritud) riisis, I ja kõrgema sordi nisujahudes, kondiitrisaadustes, koores jne., või pole sugugi, nagu võis ja teistes vabades rasvades (õlides), suhkrus ja tärklises. Ka mõnedes kuumalt steriliseeritud konservides on B_1-vitamiini väga vähe, sest see vitamiin talub suurt kuumust võrdlemisi halvasti.

Toidus ja seega ka inimese organismis tekib B_1-vitamiini defitsiit peamiselt selle tõttu, et toiduks kasutatakse olulisel hulgal rafineeritud toiduaineid, mille tõttu omakorda vastav hulk vitamiinirikkaid looduslikke toiduaineid jääb ratsioonist välja. Kuid B_1-vitamiini defitsiit võib vahel tekkida ka teistel põhjustel, näiteks selle tõttu, et mõnedes toiduainetes leiduva fermendi, tiaminaasi mõjul lõhustub B_1-vitamiin ja seega inaktiveerub. Tiaminaasi leidub mõnedes kalades, näiteks karpkalades ja markellides (nendest valmistatakse "skumbria" konserve), kuid ka karpides (limulistes). Nende söötmisel rebastele ja nertsidele tekib viimastel tervisehäireid. B_1-vitamiini inaktiveerivaid aineid on ka mõnes taimes, näiteks põldsõnajalas (Pteridium aquilinum), teistes sõnajalaliikides ja põldesjas (Equisetum arvense). Nende nädalaajalisel söötmisel hobustele ja veistele tekivad mürgistusnähud, mis sööda muutumisel kaovad. Tiaminaas, nagu teisedki fermendid, inaktiveerub kuumutamisel.

<u>B_2-vitamiin</u>, ribo- ehk laktoflaviin on kristalne oranžikollane kibeda maitsega aine, vees vähe lahustuv, rasvõlides mittelahustuv, talub hästi kuumust, mõõdukalt õhuhapnikku ja halvasti valgust.

Riboflaviini molekul koosneb lämmastikalusest (a) ja sellega seotud viieaatomisest alkoholist ribiidist (b), mis tekib monosahhariidriboosi taandamisel; selle elementaarvalem on $C_{17}H_{16}O_2N_4(OH)_4$ ja struktuurivalem:



B_2-vitamiini tähtsus organismile on peamiselt selles, et see koos fosforhappega kuulub paljude fermentide, nn. flaviinfermentide koostisse kofermendina. Nendeks fermentideks on nn. kollased hingamisfermendid, amiinohappeoksüdaasid jt.

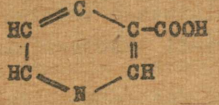
B_2-vitamiini ehk riboflaviini defitsiidi puhul on tagajärjed vähem silmatorkavad kui eespool kirjeldatud juhtudel. Katsetel loomadega on selgitatud, et selle defitsiidiga on seotud raskused loote arenemises ja kaasasündinud vigadega järglaste suhtelise arvu suurenemine, noorloomadel kasvu pidurdamine, naha ja limaskesta kahjustused, mis avalduvad põletikkudena, eriti maos ja sooletikus. Ka inimese juures tuleb analoogilisi tervisehäireid B_2-vitamiini defitsiidi korral pidada võimalikuks ja koguni tõenäoliseks. Peale selle kutsub B_2-vitamiini defitsiit inimesel esile häireid silmades (pisaravool jne.), suunurkade lõhenemist, kurgu kuivust, laike nahal, naha kestendamist ja rasvasust.

B_2-vitamiini sisaldust toiduainetes ja selle bilanssi toidus on kohane iseloomustada A.N. Rukosujevi järgmise väga tabava hinnanguga: "B_2-vitamiin osutub võrdlemisi defitsiitseks, sest seda on vähe teraviljas ja leivas, ---". Kui võtta hindamise aluseks niisugune teravilja (või leiva) hulk, mis vastab keskmiselt inimese päevasele energiavajadusele (3000 kcal), siis selles on ainult umbes pool B_2-vitamiini vajadusest (päevasest normist). Saias, valges riisis jt. rafineeritud teraviljasaadustes on B_2-vitamiini veel tublisti vähem - ainult 1/2 kuni 1/4 sellest hulgast mis täisterasaadustes.

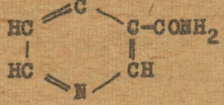
Erakorraliselt palju on B_2-vitamiini maksas, pärmis ja ka seentes, võrdlemisi rohkesti lehtköögiviljades, kõrvitsas, kurkides, piimas ja valgurikastes piimasaadustes.

PP-vitamiini nime all tuntakse nii nikotiinhapet ($C_6H_5NO_2$) kui ka nikotiinhappeamiidi (niatsiini, $C_6H_5N_2O$),

mis mõlemad on raske haigust pellagrat vältiva ja haigeid raviva toimega. Nende molekulaarne struktuur on järgmine:



Nikotiinhape



Nikotiinhappeamiid (niatsiin)

Niatsiin on värvusetu kristalne aine nõrga omapärase lõhnaga ja soolaselt-kibeka maitsega, lahustub kergesti vees ja alkoholis, ei lahustu rasvõlides, talub kuumust ja oksüdeerijaid, kuid on tundlik leeliste suhtes.

PP-vitamiin kuulub fermentide koostisse, millega seletub selle tähtsus süsivesikute ja rasvade ainevahetuses ja pellagra vältimises.

Pellagrat iseloomustavad raske põletikud suu ja kurgu limaskestal; põletikule kaasub sagedasti pisikute kahjustav tegevus. Esinevad ka isutus, oksendamine, kõhulahtisus, sümmeetriliselt asetsevad nahakahjustused (dermatiit) kätel, jalgadel, kaelal ja näol; samuti esinevad närvilisus, mälu nõrgenemine, väsimus, hirmu- ja erutusseisundid jne.

Pellagra tüüpilised levikualad on Itaalia põhjapoolne osa ja Ameerika Ühendriikide lõunapoolsed osariigid, kus mais moodustab toidus tihti liiga suure osa, eriti varakevadel. Ühekülgselt maisi- ja ka hirsirohke toit kutsub esile pellagra või paremal juhul kergemad häired. Uuemate uurimistega on selgitatud, et pellagra puhul on puudus mitte ainult PP-vitamiinist, vaid ka teistest vitamiinidest ja eriti ühest amiinohappest - trüptofaanist. Arvatakse, et teatav hulk PP-vitamiini sünteesitakse inimorganismis just trüptofaanist B_6-vitamiini osavõtul. Mõned teadlased väidavad, et mais sisaldab erilist antivitamiini, mis takistab organismis PP-vitamiini kasutamist. Kuigi ka rukis sisaldab üsna vähe PP-vitamiini, ei esine siiski rukkileiva tarvitamise piirkondades pellagrat.

PP-vitamiini leidub eriti palju seentes, pärmis, lillkapsas, kliides, maksas ja neerudes ning rohkesti spinatis,

tomatis, ajus jne. Rafineeritud toiduainetes on PP-vitamiini vähe või polegi, teistes toiduainetes mõõdukalt.

Kunstlikult võib PP-vitamiini valmistada tööstuses nikotiini ja mõne teise püridiini derivaadi oksüdeerimisel, kuid inimorganismis seda ei toimu.

B_6-vitamiin, püridoksiin ehk adermiin on koondnimetus ühesuguse füsioloogilise toimega kolmele ainele, mis ka keemiliselt sarnanevad üksteisele. Nendeks aineteks on järgmised püridiini derivaadid (nagu PP-vitamiingi): püridoksiin $C_8H_{11}O_3N$, püridoksaal $C_8H_9O_3N$ ja püridoksamiin $C_8H_{12}O_3N_2$.

B_6-vitamiin on värvusetu ja lõhnatu kristalne aine, lahustub vees, kuid ei lahustu orgaanilistes solventides. See vitamiin kuulub, nagu enamus teisigi vitamiine, kofermentide koostisse ja on selletõttu tähtis valkude (amiinohapete) ainevahetuses.

B_6-vitamiini leidub looduslikkudes toiduainetes ja teda sünteesivad ka soolebakterid. Sellepärast on arusaadav, et ei tunta nii-öelda "puhast" B_6-avitaminoosi, nagu on B_1- ja PP-avitaminoosid (s.o. beribeeri ja pellagra). Viimaste puhul esinevad kõrvalnähud - närvilisus, lihaste nõrkus ja kangestus, maokrambid - kaovad kiiremini ja täielikumalt sel juhul, kui haigetele antakse B_1- ja PP-vitamiini kõrval ka B_6-vitamiini. Selle kogemuse alusel leiti hiljem, et B_6-vitamiin avaldab head toimet tsentraalse ja perifeerse närvisüsteemi mitmesuguste korratuste, näiteks lihaste tahtmatu tõmblemise kõrvaldamisel ning iivelduse või oksendamise vastu, mis esineb rasedatel, pärast narkoosi ja merehaiguse korral. Ka haavandtõve, südamehaiguste ja ateroskleroosi vältimisel ja ravimisel osutub see vitamiin oluliseks. Nagu näitavad viimaste uurimiste andmed, arenes koertel, keda hoiti B_6-vitamiinita dieedil, peale häirete närvitegevuses ja toitumises 20 - 25 nädala järel ka raskekujuline progresseeruv kehvveresus. Kui imetavaid rotte toideti söödaga, millest B_6-vitamiin oli kõrvaldatud, siis arenesid nende järglased halvasti ja hukkusid 15 - 20 päeva pärast sündi.

B_6-vitamiin on laialt levinud nii taimsetes kui loomsetes toiduainetes.

Biotiin ehk H-vitamiin on värvusetu kristalne aine, lahustub vees happelise reaktsiooniga lahuseks, talub kuumust, kuid on tundlik ultravioletikiirguse ja tugevate hapete suhtes. Biotiin sisaldab lämmastikku ja väävlit heteroaatomitena. Ta on heterotsükliline orgaaniline hape järgmise elementaarvalemiga: $C_{10}H_{16}O_3H_2S$.

Biotiin on vajalik kofermendina süsivesikute ainevahetuse fermentides. Selles mõttes on ta vajalik paljudele mikroorganismidele ja üldiselt kasvufaktoriks loomariigis. Arvatakse, et biotiinisisaldus toidus ei tarvitse olla eriti kategoocriliselt piiritletud, sest seda vitamiini sünteesivad soolte vitamiinid võrdlemisi olulisel määral.

Biotiini defitsiit organismis võib ka selle puudulikust imendumisest tingitud olla. Näiteks toore munavalge suurel hulgal (200 g kuivatatud munavalget päevas) kasutamine katseisikute poolt toiduks kutsus 4 - 7 nädala järel esile naha marrastumise (dermatiidi), keele kortsumise, närvilisuse ja südamehäireid. Seda seletatakse sellega, et toores kanamunavalges leiduv eriline valk (avidiin) ühineb biotiiniga mitteseeditavaks liitühendiks, mille tõttu see vitamiin pole kasutatav. Biotiini puuduse tagajärgedena mainitakse veel nahapõletikku, juuste väljalangemist ja küünte deformatsiooni, kuid vastavat ilmset avitaminoosi tavaliselt ei esine.

Biotiin on looduslikkudes produktides üsna levinud.

B_{12}-vitamiin, tsüanokobalamiin ehk erütrotiin on üldnimetus ainetele, mille füsioloogiline toime ja keemiline koostis on ligikaudu.ühesugused. Elementaarvalemit võib iseloomustada järgmiselt: $C_{61-64}H_{86-92}O_{18}N_{14}PCo$. B_{12}-vitamiin on esimene (ja seni ainuke) vitamiin, mille molekulis on metalliline element, nimelt koobalt; molekulis on samu struktuurelemente (pürrooli tuumasid) kui klorofüllis ja hemoglobiinis.

B_{12}-vitamiin on kristalne intensiivselt punase värvusega aine, valgustundlik, lahustub vees ja alkoholis. Ta on

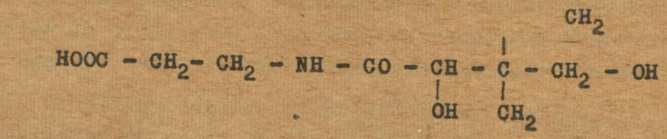
vajalik vereloomeprotsessis ning avaldab head mõju pahaloomulise kehvveresuse (pernitsioosse aneemia) ja teiste aneemiavormide ravimisel, eriti kui teda kasutatakse koos foolhappega. Ka migreenide puhul on selle vitamiini toime hea. Ta soodustab taimsete valkude paremat kasutamist organismis.

Looduses sünteesivad B_{12}-vitamiini paljud mikroorganismid, nende hulgas ka seedetraktis oleva mikrofloora mikroobid, eriti mäletsejatel loomadel. Ka inimorganismi seedetrakti mikrofloora varustab inimest osaliselt selle vitamiiniga. Pärmseened aga ei sünteesi (ega vaja) B_{12}-vitamiini, mille tõttu pärm seda ei sisalda.

B_{12}-vitamiini sisaldavad ainult loomsed toiduained ja mõned bakterite preparaadid, näiteks atsidofiilbaktermass. Väga rohkesti B_{12}-vitamiini on neerudes ja maksas; rikkalikult on seda ka lihas ja piimas, suhteliselt seda rohkem, mida lahjemad nad on.

Pantoteenhape on helekollane viskoosne hügroskoopne vedelik, mis naatriumi- või kaaliumisoolana moodustab kristalse aine, lahustub vees ja alkoholis, andes hapu lahuse, talub õhuhapnikku ja valgust, kuid on ebapüsiv kuumuse, leeliste ja hapete suhtes.

Pantoteenhappe molekuli elementaarvalem on $C_9H_{17}O_5N$ ja struktuurivalem:



See koosneb β-alaniini ja dioksüdimetüülvõihappe jääkidest, mis on seotud amiidseose (-NH-CO-) kaudu.

Pantoteenhape kuulub paljude kofermentide koostisse, mille tõttu ta on vajalik paljude organismisiseste ainevahetusprotsesside normaalseks kulgemiseks. Selle vitamiini teravast puudusest tingitud tüüpilist avitaminoosi inimesel ei tunta, sest jäme- ja pimesoole normaalne mikrofloora produtseerib seda üsna oluliselt, mida ka makroorganism kasutab,

ja pantoteenhape on looduses laialt levinud. Viimasest asjaolust on selle vitamiini nimetuski tuletatud - pantoteen tähendab "kõikjal".

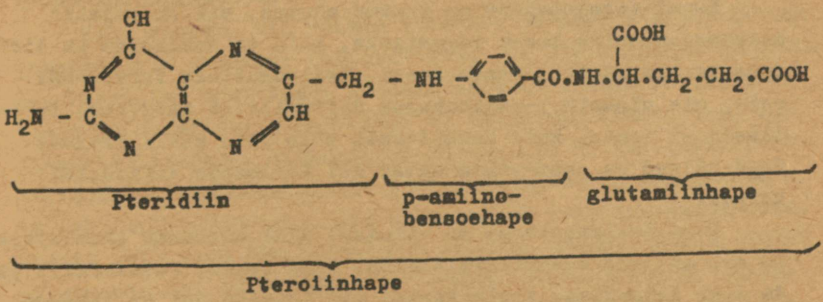
Ebakohase toidu ja soolte mikrofloora häirete puhul võib organismis esineda pantoteenhappe defitsiit. Selle sümptoomideks on naha kahvatus (depigmentatsioon) ja varajane juuste halliksminemine. Mainitakse ka jalgade "põlemist" ("Burning-feet"), eriti talla alt, ja nahapunetust. Katsetel loomadega on märgatud ka mõningaid teisi häireid.

Pantoteenhapet on eriti palju pärmis, rohkesti maksas, neerudes, munades, mõõdukalt enamuses looduslikes toiduainetes ja tühisel hulgal rafineeritud toiduainetes.

Foolhape on rühmanimetuseks mitmetele ainetele, mis on üksteisele ligilähedased oma keemilise koostise ja füsioloogilise toime poolest. Enamasti vastab foolhappe nime all tuntud vitamiin nn. pteroüülglutamiinhappele või on tuletatav viimasest.

Pteroüülglutamiinhape on oranžkollane kristalne aine, alkoholis ja külmas vees lahustub väga vähe, kuumas vees paremini.

Pteroüülglutamiinhappe elementaarvalem on $C_{19}H_{19}O_6N_7$ ja struktuurivalem:



Foolhappe rühma mitmesugused teised ained erinevad pteroüülglutamiinhappest peamiselt pteroiinhappega keemiliselt liitunud glutamiinhappejääkide arvu poolest.

Termin "foolhape" tähendab tõlkes lehehapet - kõige esmalt isoleeriti seda vitamiini kontsentreeritud kujul spinatilehtedest.

Foolhappe defitsiidi korral kahjustub eeskätt vereloome süsteem, mille tagajärjel tekivad vastavad tervisehäired, nagu pahaloomuline kehvveresus, leukopeenia (leukotsüütide arvu vähenemine) ja trombotsütopeenia kui ka kasvu pidurdus; mainitakse ka häireid seedetrakti limanahkade talitlustes, laktatsioonis jne.

Foolhappe rühma vitamiine sünteesivad taimed ja mikroorganismid. Seedeaparaadi mikrofloora (näiteks E. Coli) produtseerib seda vitamiini üsna olulisel hulgal; loomade väljaheites on seetõttu foolhapet rohkem kui nende poolt söödavas toidus. Inimorganism kasutab oma soolte mikrofloora poolt sünteesitavat foolhapet ainult vähesel määral, sest jämesoolest (ja pimesoolest), võrreldes peensoolega, imenduvad keemilised ained verre ainult vähesel määral.

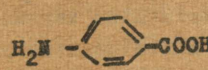
Foolhappevitamiinid on looduses laialt levinud, eriti rohkesti leidub neid rohelistes lehtedes, pärmis, maksas ja neerudes, rafineeritud toiduainetes aga tühisel määral.

Mõned autorid käsitavad omaette vitamiinina (vitamiin H^1) ka p-amiinobensoehapet $H_2NC_6H_4COOH$, kuigi see kuulub keemiliselt seotuna foolhappe koostisse.

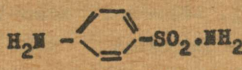
P-amiinobensoehape on tuntud ainena, mis on vajalik mikroorganismide kasvu tagamiseks, kuid ta soodustab ka lindude ja imetajate loomade kasvu. Iseloomulikke tervisehäireid, mis oleksid p-amiinohappe defitsiidist tingitud, tavaliselt ei tunta, kuid kunstlikult võib neid esile kutsuda. Need häired on enam-vähem samad kui foolhappe defitsiidi korral.

P-amiinobensoehape on viimasel ajal äratanud tähelepanu ka nn. antisulfoonamiidfaktorina. Nagu teada, kasutatakse juba ligi kolmekümne aasta kestel nii inimese kui ka loomade ravimisel mikroobhaigustest järjest suuremal määral mitmesuguseid sulfoonamiide (valge streptotsiid, sulgiin, sulfatiasool, ftalasool jt.). Sulfoonamiidide ja p-amiinobensoehappe

molekulaarse struktuuri omavahelist sarnasust võib illustreerida järgmiste struktuurivalemitega:



p-amiinobensoehape



sulfaniilamiid
(valge streptotsiid)

Selle sarnasuse tõttu võivad organismisse viidud sulfoonamiidid asendada sünteesitavate ainete keemilises struktuuris p-amiinobensoehapet. Sel teel tekkivad ained ei vasta aga päriselt oma otstarbele. Selle tõttu pidurdub omakorda mikroorganismide kasv, heal juhul ainult tõvestavate mikroobide kasv. Kuid sulfoonamiidid võivad pidurdada ka sooltes leiduva normaalse mikrofloora arenemist ja võib olla ka inimorganismi enese rakkude normaalseid talitlusi. Pikemaajalise sulfoonamiidide sissevõtmise korral tekivad tõepoolest tervisehäired.

Sääraseid suhteid võib iseloomustada nii, et paraamiinobensoehappe toime pidurdub sulfoonamiidide mõjul, kuid ka vastupidi, sulfoonamiidide bakterite kasvu pidurdavat toimet võib p-amiinobensoehappe suurte annuste abil vältida. Ka paljud p-amiinobensoehappe estrid, näiteks anestesiin, novokaiin, tutokaiin, jt. soodustavad bakterite kasvu ja inaktiveerivad sulfoonamiide.

Neid aineid, mis võivad asendada normaalse ainevahetuse vahepealseid produkte (metaboliite) või lähteaineid, kuid mis oma keemilise struktuuri poolest nendele siiski päriselt ei vasta ja normaalseid talitlusi ei võimalda, nimetatakse antimetaboliitideks. Vitamiinide normaalset toimet takistavaid antimetaboliite nimetatakse antivitamiinideks; nendeks on näiteks sulfoonamiidid, mis maskeerivad p-amiinobensoehapet. Samuti võib vere hämoglobiiniga hapniku asemel ühineda süsinikmonooksüüd; kuid viimane ei etenda oksüdeerimisprotsessis ja on seetõttu organismile mürgine. Toitlusfüsioloogia seisukohalt on veel tähtis, et amiinohappeid, puriin- ja pürimidiinaluseid võivad välja tõrjuda nendele antagonistlikud

struktuuranaloogid - antimetaboliidid. Selle tagajärgedeks on mitmesugused tervisehäired.

Inosiit, täpsemalt meso-inosiit on kristalne värvusetu aine, vees lahustuv, vähe alkoholis, mittelahustuv paljudes teistes solventides. Vitamiinina aktiivne mesoinosiit on optiliselt inaktiivne, rida selle isomeere on optiliselt aktiivsed. Kõik nad on kuueaatomilised tsüklilised alkoholid, heksahüdroksü-tsükloheksaanid, elementaarvalemiga $C_6H_{12}O_6$.

Inosiit on arvatavasti fosforhappe ühendina aktiivne tegur sisemises ainevahetuses. Loomses organismis võtab inosiit osa rasvaainevahetusest maksas (nn.lipotroopse ainena), kasvuprotsessist, mao ja soolte peristaltikast, paljunemise ja imetamise võime tagamisest.

Inosiit ilmutab tihti aktiivsust ainult teatavate teiste vitamiinide manulusel ja toetab mõne vitamiini toimet. Näiteks on inosiit koos p-amiinobensoehappega võimeline vältima juuste enneaegset halliksminekut. E-vitamiin ilmutab oma täie aktiivsuse alles inosiidi manulusel. Analoogilisi seoseid on ka inosiidi ja koliini, tiamiini, püridoksiini ja biotiini vahel.

Ilmset inosiidi defitsiidist tingitud avitaminoosi inimese puhul kuni viimase ajani ei tunta, kuid ravi otstarbel kasutatakse inosiidipreparaate maksa häirete, diabeedi, kõhukinnisuse ja põievähi puhul ning koos E-vitamiiniga lihaste progressiivse düstroofia puhul. Sportimisel treeningu algul tekkiv lihaste kaater (valulisus) jääb ära või on nõrgem , kui organismis on piisavalt inosiiti või kui eelnevalt kasutada selle preparaati.

Looduses on inosiit laialt levinud. Taimsetes toiduainetes esineb ainult väike hulk inosiiti vabana. Enamasti on ta heksafosforhappeestri (fütiinhappe) kujul seotud katioonidega (leelistega, kaltsiumi ja magneesiumiga). Säärane ühend on tuntud fütiini nime all. Kuna sooltes pole fermenti (fütaasi), mis võiks fütiinist inosiiti vabastada, siis jääb tihti osa toidus leiduvast fütiinist seedimata ja eraldub

organismist väljaheitega. Mitmesugustes taimedes (ka leivataignas) on fütaasi, mille toimel fütiin hüdrolüüsub, ja inosiidi kasutamine võib kujuneda heaks. Pärmist eraldatavat fütiini kasutatakse ravipreparaadina. Rafineeritud toiduainetes on inosiiti tühiselt.

Koliin on võrdlemisi lihtne aine, mis avastati sapis leiduva letsitiini koostisosana juba möödunud sajandi teisel poolel. Koliini kuuluvuse suhtes vitamiinide hulka pole ühtset seisukohta, seda loetakse kuuluvaks ka närvihormoonide hulka.

Koliini elementaarvalem on $C_8H_{15}O_2H$, keemiliselt on ta trimetüületanoolammooniumhüdroksüüd, struktuurivalemiga $HO\,CH_2CH_2N(CH_3)_3\,OH$. Ta on värvusetu kristalne või siirupise konsistentsiga hügroskoopne aine, lahustub hästi vees ja alkoholis, halvasti kloroformis ja ei lahustu eetris. Koliini kasutatakse preparaadina enamasti koliinkloriidi kujul, mis talub happeid, kuid ei talu kuumust.

Koliin elustab soolte peristaltikat ja alandab perifeersete veresoonte laiendamise tõttu vererõhku. Koliini äädikhappeester, atsetüülkoliin, on sama toimega, kuid palju suurema intensiivsusega. Atsetüülkoliin võtab osa ärrituse edasiandmisest (juhtimisest) närvides.

Kui katseloomi sööta koliinivaba söödaga, siis tekivad neil rasked maksakahjustused (maksa kortsumine ehk tsirroos ja sagedasti koguni vähk). Inimese puhul kasutatakse koliini ravimina ateroskleroosi ja maksa rasvumise korral kui ka soolte peristaltika elustamiseks.

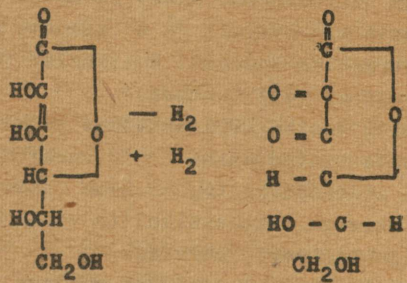
Koliini leidub kõigis looduslikes toiduainetes (igas rakus letsitiini koostises), eriti rikkalikult ajus, maksas, munades, neerudes ja lehtköögiviljades. Teistes toiduainetes on koliini möödukalt, välja arvatud rafineeritud toiduained, kus seda leidub vähe või tühiselt.

C-vitamiin ehk l-askorbiinhape on kristalne, värvusetu kuni nõrgalt kollane hapu maitsega aine, mis kergesti lahustub vees, kuid ei lahustu rasvõlides. Ta laguneb (inaktiveerub üldiselt kergemini kui teised vitamiinid; eriti tundlik

on C-vitamiin oksüdeerijate ja raskemetallide (raua ja vase) katalüütilise mõju suhtes, on ebapüsiv õhuhapniku manulusel, eriti kuumuses ja leelises keskkonnas, kuid pimeduses ja hapniku puudumisel on ka kuumuses stabiilne.

Askorbiinhape keemilise ühendina esineb keto- ja enoolvormis, kaks enoolhüdroksüülrühma tingivad selle happelise reaktsiooni. Askorbiinhape on keemiliselt aktiivne aine ja tugev taandaja: ta võib pöörduvalt vesinikku ära anda ja seda uuesti liita. Seega kujutab C-vitamiin enesest redokssüsteemi, mis on organismisiseses ainevahetuses väga tähtis.

Toiduainetes esineb C-vitamiin kahel kujul, nimelt l-askorbiinhappena ($C_6H_8O_6$) ja selle oksüdeerunud derivaadina - dehüdroksüaskorbiinhappena:



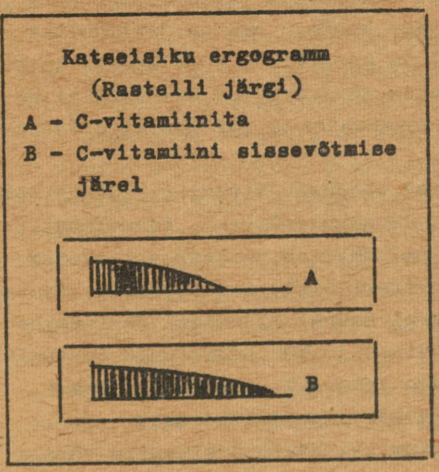
l-askorbiinhape

Dehüdroksüaskorbiinhape

Keemilise olemuse poolest on C-vitamiin kaunis ligidane monosahhariididele: sünteetiline askorbiinhape saadakse tehniliselt suhkur sorboosist. Enamiku loomade organismid on võimelised ise C-vitamiini sünteesima, mis toimub imetajatel maksas, aga roomajatel ja lindudel neerudes. Inimene ja mõned loomad (näiteks ahvid ja meriseakesed) on oma evolutsioonis kaotanud võime ise sünteesida askorbiinhapet.

C-vitamiin on organismis vajalik paljudeks otstarveteks. Tüüpilise nn. redoksainena on ta tähtis energia kasutamisel. Katseliselt on näidatud, et C-vitamiini defitsiit alandab lihaste töövõimet ja spordisaavutusi ning et selle vitamii-

ni manustamisel paraneb töövõime kiiresti (N. Jakovlev jt. vt. joonis 3).



Joon. 3. C-vitamiin ja lihasejõud.

Peale selle aktiveerib C-vitamiin tõenäoselt suurt hulka fermente, suurendab organismi vastupanuvõimet nakkushaigustele, on vajalik luude moodustumisel, raua imendumisel verre jne.

C-vitamiini puuduse tagajärjeks on skorbuut, mida viimasel ajal esineb harva. Seda sagedamini, eriti varakevadel, esineb aga skorbuudi kergem vorm - C-hüpovitaminoos. Skorbuut avaldub nahaalustes verevalumites, igemete veritsemises, hammaste lõhkumises, liigeste turses, haavade aeglases paranemises, luude kasvu ja vereloome häiretes. Ka sisenõristusnäärmed, eriti hüpofüüs ja neerupealised, ei funktsioneeri korralikult ning hambakaaries levib rohkem.

C-vitamiini leidub rohkesti, umbes 10-100 mg%, enamuses köögi- ja puuviljades ning marjades ja loomsetest saadustest maksas ning neerudes. Erandlikult palju on C-vitamiini üksikutes toiduainetes, näiteks rohelistes (ebaküpsetes) kreeka pähklites (umbes 1000 mg%), kibuvitsamarjades (kuni 4000 mg%,

s.o. 4 %), mustades sõstardes (umbes 400 mg%) ja kaunpipras (umbes 300 mg%). Vähe on seda vitamiini lihas, kalas ja piimas ning nendest valmistatud saadustes. (Erandiks on maks ja hobusepiim ning sellest saadav kumõss, kus on C-vitamiini üsna rohkesti. Säilitamisel ja termilisel töötlemisel tekkivate kadude tõttu on loomsetes toiduainetes C-vitamiini sisaldus üsna väike. Teraviljasaadustes ja rafineeritud toiduainetes ei ole C-vitamiini.

C-vitamiin on võrdlemisi ebapüsiv vitamiin. Toiduainete säilitamisel, kuivatamisel, konserveerimisel, tehnoloogilisel ja kulinaarsel töötlemisel hävineb väiksem või suurem osa lähteaines leiduvast C-vitamiinist. Selle juures kasutatud tingimustest oleneb suurel määral vitamiini hävinemise ulatus. Suhkru tootmisel hävineb ja kõrvaldub kogu lähteaines sisalduv C-vitamiin (nagu teisedki komponendid peale suhkru enese) jäätmetesse ja kõrvalproduktidesse.

Lehtköögiviljade säilitamisel hävib C-vitamiin võrdlemisi kiiresti ja oluliselt, paremini säilib mugul- ja juurviljades. Kartulis on sügisel peale koristamist üle 20-30 mg% C-vitamiini. Esialgu selle sisaldus väheneb kiiresti, siis aeglasemalt ja kevadkuudel jääb C-vitamiini sisaldus kartulis umbes 6-8 mg% piiridesse. Hiliskevadel kartuli idanemisel tõuseb selle C-vitamiini sisaldus uuesti natuke. Kaalikas on C-vitamiini tublisti rohkem kui kartulis ja see säilib paremini; talve kestel väheneb umbes 50 mg%-lt 35 mg%-le. Õuntes säilib C-vitamiin üsna halvasti, 6 - 9 kuu kestel hävib see kuni 100 % ulatuses. Madalamal temperatuuril ja pimedas säilib C-vitamiin suhteliselt paremini.

C-vitamiini säilivust kulinaarsel töötlemisel iseloomustatakse peatüki lõpus koos teiste vitamiinidega.

<u>P-vitamiin</u>, tsitriin ehk permeabiliteedifaktor on üldnimetus ainete rühmale, mis on ligikaudu sama keemilise koostise ja füsioloogilise toimega ning leiduvad toiduainetes ja preparaatides koos või üksikult.

Nendeks aineteks on eeskätt hesperidiin ehk tsitriin ($C_{28}H_{34}O_{15}$), eriodiktiin ($C_{21}H_{22}O_{10}$) ja rutiin ($C_{27}H_{30}O_{16}\cdot 3H_2O$). P-vitamiin kui nende isomorfne segu on kollane

kristalne aine, lahustub halvasti külmas vees, paremini alkoholis. Keemilise koostise ja omaduste poolest on P-vitamiin ligidane parkainetele.

P-vitamiin vähendab kapillaarsete veresoonte läbilaskvust permeaablust ehk (permeabiliteeti) ja haprust ning on üheks vererõhku reguleerivaks teguriks.

Ammu juba märgati, et raskelt skorbuuti põdevad haiged ei parane sünteetilise C-vitamiini kasutamisel, küll aga sidrunimahla abil. Hiljem selgitati, et sidrunimahlas on C-vitamiini kõrval ka P-vitamiini ja et C-vitamiin üldse ilmutab täit efektiivsust ainult P-vitamiini manulusel.

P-vitamiini kasutamine annab enamasti häid tulemusi niisuguste haiguste puhul, mis on seotud ebanormaalsete veritsustega, muutustega kapillaarides ja hüpertooniaga, nagu silma võrkkesta veritsused, gluakoom, hemofiilia, diabeet ja neeruhaigused. Ka hamba väljatõmbamisele järgnev veritsus lõpeb kiiremini selle mõjul. Koos C-vitamiiniga kasutatakse P-vitamiini kevadväsimuse ja üldse väsimuse ületamiseks. Naiste tervishoius kasutatakse veritsuste puhul hea eduga preparaati, mis koosneb C-, K- ja P-vitamiinist.

P-vitamiini (tsitriini) leidub eriti sidrunite koores, apelsinides, paprikas (punases pipras), mustades sõstardes ja kibuvitsamarjades. Rutiini leidub mitmesuguste taimede õites, lehtedes, vartes, juurtes ja koores, eriti rikkalikult tatra õites ja lehtedes, teelehtedes, tubaka- ja viinapuulehtedes, leedripuuõites ja marjades, aga ka viinamarjas, luuviljalistes ja marjades.

Vitamiinide kadusid toiduainete kulinaarsel töötlemisel tingivad kõrge temperatuur, õhuhapnik ja valgus (eriti otsene päikesekiirgus).

Vitamiinidest on C-vitamiin kõige vähem vastupidav mainitud keskkonnateguritele. C-vitamiini analüütiline määramine toiduainetes on võrdlemisi lihtne ja teostatav üsna primitiivseski laboratooriumis. Nende asjaolude tõttu on C-vitamiini kadude kohta, olenevalt toiduainete säilitamise ja töötlemise tingimustest, rohkem andmeid kui teiste vitamii-

nide kohta. Informatsioonist C-vitamiini üsna suurte kadude kohta tehakse populaarteaduslikus kirjanduses mõnikord sama üldistus ka teiste vitamiinide kohta. See aga ei ole kaugeltki õige, sest teised vitamiinid on oluliselt püsivamad, mõned koguni palju püsivamad kui C-vitamiin.

Näiteks L.J. Auermani andmeil säilib leivaküpsetamisel ainult umbes 15 % taignasse lisatud C-vitamiini, (taignas tavaliselt seda ei ole), kuid vitamiinid A, B_1, B_2, PP ja D säilivad üsna hästi, umbes kuni 85 - 95 % ulatuses.

Kapsasupi ja kartuli keetmisel hävib umbes 10 - 50 % kapsas ja kartulis leiduvast C-vitamiinist; pikemaajalisel või korduval kuumutamisel hävib C-vitamiin peaaegu täielikult. Keetmisel, küpsetamisel ja hautamisel võivad peale C-vitamiini ka B_1-vitamiini, foolhappe ja pantoteenhappe kaod üsna suureks kujuneda, tõustes 20 - 30 %-ni, praadimisel isegi kuni 50 %-ni. Õhuhapniku vaba juurdepääs soodustab kuumutamisel C-vitamiini hävimist, sellepärast on köögiviljasuppide ja kartuli keetmisel soovitav nõud sulgeda või katta ja keeta katkestamatult ning võimalikult mitte segada. Mida enam peenendatud on köögiviljad, seda enam hävib C-vitamiini. Kartulipüree valmistamisel, kartulikotlettide ja -pirukate küpsetamisel hävib umbes 80-90 % C-vitamiini.

Peale kuumtöötlemise võivad ka mõned teised kulinaarsed võtted toiduainete koostises tunduvaid muutusi tingida. Näiteks muutub D.I. Lobanovi, A.A. Kolesniku jt. andmeil peeneks lõigatud toorestes aedviljades C-vitamiini sisaldus tavalisel õhu käes hoidmisel mõne tunni (või päeva) kestel tunduvalt - suureneb peeneks lõigatud (tükeldatud) kartulis, sibulas, kõrvitsas, kaalikas ja tavalises valges peakapsas, väheneb natuke värsketes kurkides ja melonkõrvitsas (kabatšokis), praktiliselt ei muutu redises ja naeris. Varem arvati, et puhastatud ja peeneks lõigatud köögiviljad õhu käes hoidmisel kaotavad oluliselt C-vitamiini aktiivsust.

Paljud vitamiinid ja teised toidukomponendid lahustuvad vees, mille tõttu toiduainete pesemisel veega, hoidmisel vees ja keetmisel võivad esineda olulised kaod, eriti peeneks tükeldatud toiduainete puhul.

Näiteks ühe katse puhul olid kooritud kartulite 12-tunnilisel seisvas vees hoidmisel järgmised kaod:

C-vitamiin	51,3 %	söömiseks parajaks
B_1-vitamiin	15 %	tükeldatud,
C-vitamiin	8,5 %	tükeldamata
B_1-vitamiin	8,4 %	— „ —

Voolavas vees on kaod tublisti suuremad.

Mineraalained samuti lahustuvad tunduvalt vees, näiteks 6tunnilisel kartulite vees hoidmisel olid kaod järgmised:

kaalium	10,4 %	söömiseks parajaks
kaltsium .....(32,9 %)		tükeldatud,
kaalium	5,3 %	tükeldamata
Kaltsium	0 %	— „ —

Keetmisel lahustub toiduainest vette enamasti rohkem vitamiine ja mineraalaineid (ja teisi komponente) kui lihtsalt vees hoidmisel.

Arvestades mainitud asjaolusid, on otstarbekas puhastatud kartulite ja juurviljade keeduvett, samuti ka hapendatud aedviljade mahla mitte ära visata, vaid kasutada toiduvalmistamisel kastmeks jne. või lihtsalt joogiks. Seda arvestades on soovitav aedviljade keetmisel ja hapendamisel keedusoola lisada võimalikult vähe.

Mitmesugused lisandid, mida kasutatakse toidu valmistamisel, võivad kuumuses vitamiine inaktiveerida või lõhustada. Leelised (sooda) mõjuvad hävitavalt B-rühma vitamiinidele ja C-vitamiinile. Väga väike vase hulk, mis võib toiduainesse sattuda keedunõudest (näiteks halvasti tinutatud vasknõudest), mõjub katalüsaatorina C-vitamiinile hävitavalt.

Vitamiinide, eriti C-, B_1-, A- ja D-vitamiini ning viimaste provitamiinide säästmise huvides on soovitav silmas pidada järgmisi nõudeid:

1) rohelist köögivilja mitte hoida päikese käes,
2) köögiviljade keetmisel loobuda sagedasest segamisest ja hoida keedunõu kinniselt, kaetult (mitte soodustada kontakti õhuhapnikuga);

3) roogi keeta ainult niikaua, kui just tarvis on toidu valmiskeetmiseks ja vältida toidu kauast hoidmist kuumuses;
4) ülerõhu all töötavaid keedunõusid mitte kasutada, sest ka ainult kuumus üle 100° C mõjub lõhustavalt eriti C- ja ka B_1- ning B_2-vitamiinidele.

Looduslikud lisaained toiduainetes.

Toiduainetes on peale organismile tingimata vajalikkude nn. biootiliste toidukomponentide (valkude, vitamiinide jne.) tihti veel rida looduslikke aineid, mis ei ole organismile tingimata vajalikud. Seetõttu võib neid nimetada võõraineteks ehk mittebiootilisteks toidukomponentideks. Nendeks aineteks on eeskätt mitmesugused orgaanilised happed, parkained, lõhnaained ja pigmendid. Nad mõjutavad tihti oluliselt toiduainete maitset, aroomi, värvust ja teisi omadusi.

Orgaanilised happed. Enamuses toiduainetes leidub mõningal määral mitmesuguseid orgaanilisi happeid. Nendest koos suhkrute, glükosiidide, alkaloidide, soolade ja teiste ainetega oleneb toiduaine maitse. Mõningaid happeid kasutatakse teatavate toiduainete maitsestamiseks, näiteks lisatakse sidrun-, viin- või piimhapet lähtesegule kondiitrisaaduste valmistamisel. Mõnel juhul kasutatakse orgaanilisi happeid konservantidena kas nende antiseptiliste omaduste tõttu (bensoehapet, piimhapet, sorbiinhapet jne.) või lihtsalt happesuse tõstmiseks, näiteks äädikhapet toiduainete marineerimisel. Toiduainete riknemisel võib mõne happe (äädikhappe, võihappe) liigset kuhjumist esineda.

Toiduainetes sisalduvad happed pakuvad huvi eeskätt keskkonna reaktsiooni mõjustajatena. Sellepärast määratakse võrdlemisi harva teatavate hapete kogu hulka toiduaines, s.o. neid kõiki hapete hulki, mis esinevad hapete neutraalsete (normaalsete) sooladena, happeliste sooladena ja vabade hapetena. Sagedasti määratakse aga nn. tiitritavat happesust ja aktiivset happesust.

Tiitritava happesuse määramiseks

neutraliseeritakse toiduaine proov või ekstrakt sellest, tiitrides seda kas normaalse (N) või 0,1 N leelise lahusega sobiva indikaatori juuresolekul. Tiitritava happesuse kraadideks loetakse seda 0,1 N või 1,0 N leelise milliliitrite arvu, mis kulub loo g toiduaine neutraliseerimiseks. Tiitritav happesus hõlmab kogu selle hapete hulga, mis on tiitritav selleks kasutatava indikaatori puhul, s.o. enam-vähem selle hapete hulga, mis esineb toiduaines happeliste sooladena ja vabade hapetena. Sellejuures hõlmatakse tiitrimisel ka see osa neid ühendeid, mis esialgu pole elektrolüütiliselt dissotsieerunud, sest proovi järkjärgulisel neutraliseerimisel moodustavad happed sooli ja selletõttu dissotsieeruvad lõpuks täielikult.

Teatavale tiitritava happesuse kraadile vastavat happe kaalulist hulka võib arvutada sel alusel, et 1 ml N või 1 ml 0,1 N leelise lahust sisaldab vastavalt 1/1000 või 1/1000 grammekvivalenti leelist, mis on ekvivalentsed vastavalt 1/1000 või 1/10 000 grammekviv. hapetele. Juhul, kui uuritavas toiduaines on ainult üks hape või seda lihtsuse huvides eeldatakse, siis tarvitseb selle happe protsendi saamiseks toiduaine happesuse kraadi korrutada sama happe 1/1000 või 1/10 000 ekvivalendiga.

Näide. Rukkileivas on peamiseks happeks piimhape, mille ekvivalent võrdub 90. (Antud juhul, nagu üldse ühealuseliste hapete puhul, on grammekvivalent arvuliselt võrdne molekulkaalule grammides.) Kui rukkileiva happesus on 12° (1 N leelise ml arv), siis on hapete sisaldus leivas, arvestatult piimhappena

$$12 \cdot \frac{90}{1000} = 12 \cdot 0{,}09 = 1{,}08\ \% .$$

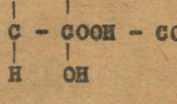
A k t i i v n e h a p p e s u s on toiduaine omadus, mida võib hinnata otseselt maitsmismeele või vastavate füüsikaliste mõõduriistade (pH-meetri, potentsiomeetri) abil. Aktiivne happesus on tingitud vesinikioonide kontsentratsioonist, mis omakorda oleneb vabade hapete (ja happeliste sooladе) kontsentratsioonist ja elektrolüütilisest dissotsiatsioo-

nist. Aktiivset happesust hinnatakse vesinikioonide kontsentratsiooniga, s.o. dissotsieerunud vesiniku hulgaga grammides, arvatult liitrilise mahu kohta. Et vesinikioonide kontsentratsioon on arvuliselt enamasti väga väike suurus, siis kasutatakse tavaliselt ainete aktiivse happesuse iseloomustamiseks selle arvu negatiivset logaritmi pH. Näiteks 10^{-7} g vesinikioonide olemasolul 1 liitris pH = 7, aga 10^{-3} g H^+ puhul 1 l pH=3. Järelikult, mida väiksem on pH arvuliselt, seda suurem on produkti aktiivne happesus; pH=7 iseloomustab neutraalset keskkonda, kus vesinikioonide (H^+) arv on võrdne hüdroksüülioonide (OH^-) arvuga, pH 7 - leelist ja pH 7 - happelist keskkonda.

Eri hapete võime elektrolüütiliselt dissotsieeruda on erinev. Selle tõttu on eri hapete mõju mitmesugustele aktiivsest happesusest (pH-st) olenevatele biokeemilistele protsessidele erisugune; sama asjaolu tõttu on ka eri hapete poolt esilekutsutav hapu maitse erineva intensiivsusega. Näiteks tugevalt dissotsieeruva soolhappe puhul võib haput maitset tunda juba 0,0036 g/l kontsentratsiooni korral, vähem dissotsieeruva sidrunhappe puhul 0,0154 g/l ja nõrgalt dissotsieeruva piimhappe puhul alles 0,0207 g/l kontsentratsiooni korral.

Toiduainetes sagedamini leiduvad happed on piimhape, sidrun-, õun-, äädik-, ja viinhape; harvemini esinevad oblik, bensoe-, salitsüül- ja mõned teised happed.

P i i m h a p e (α-oksüpropioonhape) $CH_3CH\ OH\ COOH$, ehk



H - C - COOH - COOH, esineb piimas, hapupiimas,

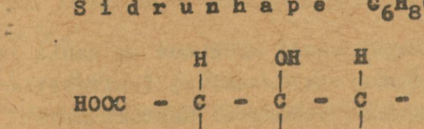
kefiiris, hapendatud aedviljades, rukkileivas jne. Mainitud produktides tekib see hape piimhappelise käärimise tulemusena, mis kutsutakse esile mitmesuguste piimhappebakterite fermentide toimel. Loomsed produktid - liha ja kala - sisaldavad ka piimhapet. See tekib loomade ja kalade organismis leiduvate fermentide toimel süsivesikutest mitmete vaheast-

mete kaudu. Seda hapet nimetatakse vahel lihapiimhappeks. Selleks on ka põhjust, sest lihapiimhape erineb omadustelt natuke harilikust käärimisel tekkivast piimhappest. Lihapiimhape on optiliselt aktiivne, pöörab polariseeritud valguse tasapinda paremale, kuna harilik piimhape pole optiliselt aktiivne. Tuntakse ka vasakule pööravat piimhapet, see pole aga toiduainetes levinud.

Piimhape on ilmselt hapu maitsega, seedub ja kasutatakse inimorganismi poolt hästi energeetilise toiduainena. Piimhape pidurdab roiskumist tekitavat mikrofloorat ja mõjub viimase asjaolu tõttu konserveerivalt hapendatud aedviljade ja mõnede teiste toiduainete säilitamisel.

Piimhapet saadakse töötuses suhkrulahuse kääritamisel piimhappebakterite abil ja tekkinud piimhappe eraldamise teel puhta produktina.

Sidrunhape $C_6H_8O_7$, ehk

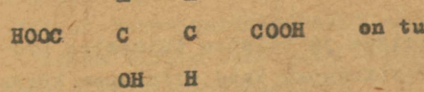


on kolmealusline oksühape. Seda leidub eriti rohkesti sidrunites (kuni 6 %), üsna tublisti teistes tsitrusviljades, kuremarjades, sõstardes, kirsides ja teistes taimsetes produktides.

Sidrunhapet saadakse sidrunitest, kuid seda võib saada ka akadeemik A.A. Smuki meetodil mahorkalehtedest, mis sisaldavad kuni 10 % sidrunhapet. Sidrunhapet saadakse veel suhkrulahuse kääritamise teel, enamasti hallitusseene Aspergillus niger'i abil.

Sidrunhappel on puhas hapu maitse, intensiivsem kui piimhappel.

Õunhape $C_4H_6O_5$, ehk



on tuntud kolme optilise isomeeri-

na - parem- ja vasakpoolsena ning inaktiivsena. Puuviljades ja marjades leidub vasakule pöörav õunhape (välja arvatud tsitrusviljad ja kuremarjad, kus on ainult sidrunhape). Rohkesti on õunhapet pihlaka- ja kukerpuumarjades, õuntes jne. Õunhape dissotsieerub elektrolüütiliselt rohkem kui sidrun- ja piimhape, mille tõttu on ka hapuma maitsega.

Ä ä d i k h a p e CH_3COOH esineb vähesel hulgal veinis (kuni 0,12 %), leivas ja mõnedes teistes toidukaupades. Rohkem on äädikhapet marinaadides (kuni 1,8 %) sest nende valmistamisel lisatakse seda hapet konservandina.

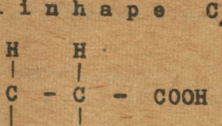
Äädikhapet saadakse tänapäeval kolmel meetodil. Alkoholi lahja lahuse kääritamisel äädikhappebakterite abil oksüdeerub alkohol äädikhappeks. Selle kontsentratsioon võib lahuses tõusta 6 - 11,5 %-ni, olenevalt bakterite omadustest ja käärimise tingimustest. Saadud lahus lahjendatakse veega umbes 5 %-liseks toiduäädikaks.

Kontsentreeritud äädikhapet saadi möödunud sajandil ja osalt saadakse praegugi puidusõe valmistamisel (kuivdestillatsiooni teel) kõrvalproduktina. Viimastel aastakümnetel toodetakse suurem osa äädikhapet sünteetiliselt atsetüleenist (Kutšerovi reaktsiooni alusel). Äädikhapet kasutatakse söögiäädikana ja suurel hulgal tehniliseks otstarbeks - atsetaatsiidi tootmiseks jne.

Äädikaessentsi nime all tuntakse toiduäädika valmistamiseks kasutatavat kontsentreeritud äädikhapet kontsentratsiooniga 70 - 80 %. Tehniliseks otstarbeks kasutatakse nn. jäääädikat (100 %-list)ja äädikhappeanhüdriidi.

Maitse poolest sarnaneb äädikhape õunhappele.

V i i n h a p e $C_4H_6O_6$ ehk



esineb nelja optilise isomeerina.

Viinamarjades, viinamarjaveinides ja teistes taimsetes produktides sisaldub peamiselt l-viinhape. Vaba viinhappe kõrval

on nendes produktides ka selle haput kaaliumisoola - KOOC.CHOH.CHOH.COOH. Seda nimetatakse viinakiviks ehk kremortartariks ja kasutatakse vahel küpsetuspulbrina. Viinhape on teravalt hapu maitsega, viinakivi on vähem hapu.

O b l i k h a p e HOOC-COOH esineb toiduainetes vähemal hulgal kui eelmised happed, kuid hapuoblikas, spinatis ja rabarberis kaunis tunduval hulgal (kuni 0,1 %). Loomakasvatussaadustes on oblikhapet hoopis vähem kui taimsetes. Mainitud taimsetes produktides leiduva oblikhappe hulk on niivõrd oluline, et selle tõttu loetakse nendes leiduv kaltsium peaaegu mitteseeditavaks. (Nagu teada, on oblikhapu kaltsiumi sool niivõrd lahustumatu, et seda loetakse mitteseeduvaks). Oblikhape on hästi dissotsieeruv hape, mis ka väikeses kontsentratsioonis on tugevalt hapu maitsega ja mõjub ärritavalt, tekitades limanahal söövitusi. Tunduval hulgal kasutamise korral mõjub oblikhape mürgiselt, eriti südamele.

B e n s o e h a p e C_6H_5COOH esineb olulisel hulgal ainult vähestes toiduainetes; seda leidub palukates ja kuremarjades umbes 0,1 %, harilikult glükosiidvaktsiniini koostises. Bensoehape on kaunis tugev antiseptik, selletõttu säilivad mainitud marjad hästi. Väikestes hulkades kasutatakse bensoehapet mahlade, puuviljapüreede jne. säilivuse tõstmiseks.

S a l i t s ü ü l h a p e (ortooksübensoehape) $C_6H_4OH\ COOH$ esineb vähesel määral maasikates ja kuremarjades, umbes 1-3 mg liitris mahlas. Salitsüülhape on tugeva füsioloogilise toimega, selle naatriumsoola ja derivaate kasutatakse laialt ravimitena (aspiriin, salool).

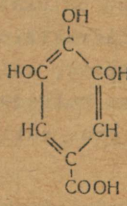
Mõnedes maitseainetes (kohvis) ja toiduainetes (ploomides, mustikates), leidub kohvi-, kiina- või klorogeenhappeid, mis on bensooli (C_6H_6) või heksahüdrobensooli (C_6H_{12}) derivaadid. Varem arvati, et kohvi maitse oleneb oluliselt erilisteet "kohviparkainetest", kuid uuemad uurimised näitasid, et nende ainete peamiseks aineks on klorogeenhape, mis on kohvi- ja kiinahappeester.

Peale mainitud orgaaniliste hapete leidub peaaegu kõigis toiduainetes ortofosforhappe (H_3PO_4) ühendeid. Need on enamasti fosforhappe ühendid orgaaniliste ainetega - glükoosi ja fruktoosi fosforhappeestrid, fosfatiidid, fosforhapet sisaldavad valgud, fütiin, adenosiintri- ja adenosiindifosforhape. Need ained on suure tähtsusega nii taimsete kui ka loomsete organismide ainevahetuses ja neid leidub paljudes toidukaupades. Vähesel hulgal võib hapudes toiduainetes ka vaba fosforhapet esineda.

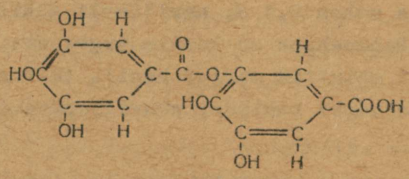
Parkained on laialt levinud taimse päritoluga produktides - puuviljades, marjades, tees, veinis jne. Vähesel hulgal leidub neid ka kartulis ja köögiviljades.

Keemilise struktuuri järgi liigitatakse parkained tanniinideks ja katehhiinideks.

T a n n i i n i d on ühendid, milles gallushappe (1) ja digallushappe (2) jäägid on seotud glükoosi kaudu. Mainitud hapete struktuurivalemid on järgmised:

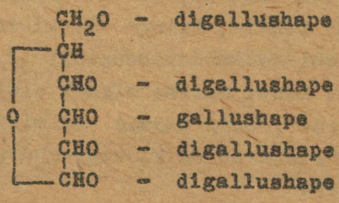


1



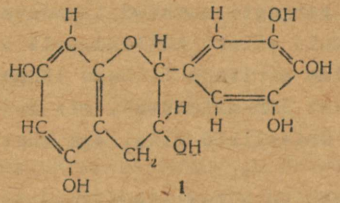
2

E. Fischeri ja teiste teadlaste järgi on naturaalne tanniin estri-tüüpi keemiline ühend glükoosist (glükopüranoosist), digallus- ja gallushappest järgmise struktuuriga:

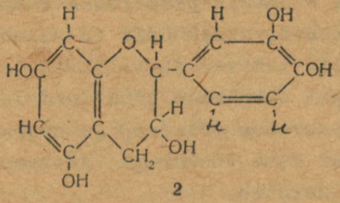


Tanniini hüdrolüüsides vabanevad glükoos, digallus- ja gallushape.

Katehhiinid on estri-tüüpi ühendid, mille koostises esinevad katehhiin, gallokatehhiin, aga ka katehhiin- ja gallokatehhiingallaadid. Gallokatehhiini (1) ja katehhiini (2) molekulaarstruktuurid on järgmised:



1



2

Taimsetes produktides leidub katehhiingallaate (katehhiinide gallushappe estreid), vaba gallushapet ja katehhiine.

Parkainete lahused sadestavad ja kalgendavad valke. Sellega ongi seletatav nende poolt esilekutsutav nn. siduv (kokkutõmbav adsdringeeriv) maitse. Parkained sadestavad ka alkaloide, mille tõttu nad alkoloididega mürgistuste korral on vastumürkideks. Nendel on bakteritsiidset toimet, nad pidurdavad näiteks roisubakterite ja happeid tekitavate bakterite arenemist.

Parkainete oksüdeerimisel tekivad tumeda värvusega ained nn. flobafeenid.

Paljude toidukaupade, nagu tee, veini, marjade jne. maitse oleneb üsna tublisti parkainete sisaldusest nendes. Mõningal määral mõjutavad parkained toiduainete, näiteks veini, õlle, kuivatatud ja konserveeritud puu- ning köögiviljade tootmise protsesse ja säilivust.

Lõhnaained ehk aroomiained, mis toiduainetes leiduvad, on üsna mitmekesised. Nendeks on mitmed keemiliselt puhtad ained - aldehüüdid, eetrid, estrid kui ka nn. eeterlikud õlid, mis on mitmesuguste kergelt lenduvate ainete segud, samuti mõned glükosiidid jne.

Kõik lõhnaained sarnanevad üksteisele selles mõttes, et nad võrdlemisi kergesti auravad (lenduvad), vees üsna vähe lahustuvad, kuid siiski küllaldaselt selleks, et saaks avalduda nende võime ärritada inimese lõhnaanalüsaatoreid.

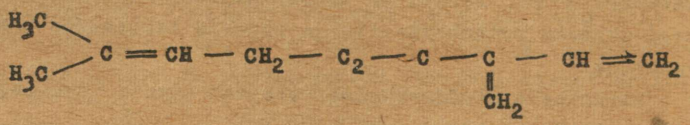
Looduslikkudest lõhnaainetest, mis leiduvad toiduainetes, on tähtsamad eeterlikud õlid, aga sünteetilistest - estrid.

Eeterlikud õlid pole individuaalsed keemilised ühendid, vaid segud, milles enamasti peamisteks komponentideks on mitmesugused tärpeenid, aldehüüdid ja alkoholid.

Eeterlikud õlid tekivad ja kuhjuvad taimede eriorganites, nendel on tugev omapärane lõhn, nad lahustuvad halvasti vees, kuid hästi rasvades (õlides) ja orgaanilistes solventides, destilleeruvad koos veeauruga, jätavad paberile pleki, mis üsna kiiresti haihtub.

Tärpeenid on eriline rühm alifaatseid ja tsüklilisi keemilisi aineid; elementaarne valem lihtsamatel ühenditel on $C_{10}H_{16}$, kuid tuntakse ka nn. polüterpeene; nendest on suurema tähtsusega seskvitärpeenid valemiga $C_{15}H_{24}$; ka tärpeenide hapniku derivaadid on tuntud.

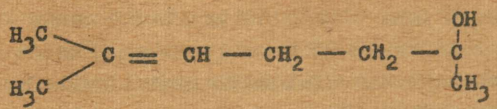
Alifaatsete tärpeenide hulgas on tuntud lõhnaaineks mürtseen:



Mürtseen on humalate eeterliku õli peamiseks komponendiks.

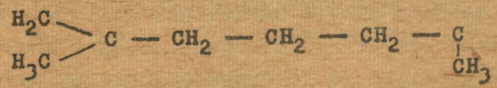
Tähtsamad mürtseeni hapniku derivaadid on alkohol, linalool ja aldehüüd tsitraal.

Linalool on järgmise keemilise struktuuriga:



Linalooli leidub maikellukese õites, apelsiini ja koriandri eeterlikkudes õlides. Võimalik, et persikute aroom on tingitud linalooli ja mitmesuguste hapete estritest.

α- tsitraal on järgmise struktuuriga:



Mõningane tähtsus on ka mono- ja ditsüklilistel tärpeenidel ning nende derivaatidel. Nende hulgas on põhjust mainida hapniku derivaate - mentooli, mis on piparmündiõli peamiseks osaks, ja karvooni, mida leidub köömnete ja tilli eeterlikkudes õlides.

Sibulas ja eriti küüslaugus leidub väävlit sisaldavaid eeterlikke õlisid - $C_6H_{12}S_2$, $C_6H_{10}S_2$ jne.

Toidu- ja maitseainetes leidub rida teisi aroomikaid aineid, näiteks iroon (α-jonooni isomeer), millel on kannikese lõhn; bensüül- ja kaneelalkohol ning nende eetrid leiduvad jasmiini õites ja peruu palsamis, kaneelaldehüüd kaneelis, vanilliin vanilliini viljades, kumariin mesiku ja teiste taimede õites.

Estrid leiavad toiduainetetööstuses laialt kasutamist selleks, et mõningatele toiduainetele anda teatavat iseloomulikku aroomi. Sagedamini kasutatakse järgmisi estreid: äädikhappeisoamüülester $CH_3CO - O - C_5H_{11}$, mille lõhn meenutab pirni lõhna, õlihappeetüülester $C_3H_7CO - O - C_2H_5$ - aprikoosi lõhnaga, õlihappebutüülester $C_3H_7CO - O - C_4H_9$ - ananassi lõhnaga ja isobalderjanhappeetüülester $C_4H_9CO-O-C_2H_5$ - õunte lõhnaga.

Riknenud produktide paha lõhn on tingitud skatoolidest, indoolidest, merkaptaanidest, väävelvesinikust, ammoniaagist ja teistest ainetest, mis tekivad orgaaniliste ainete lõhustumisel.

Mitmesuguste ainete lõhn oleneb mitte ainult nende keemilisest koostisest, vaid ka kontsentratsioonist. Üks ja sama aine võib erinevate kontsentratsioonide puhul esile kutsuda meeldiva või ebameeldiva lõhna tunde.

Pigmendid ehk värvained annavad toiduainetele värvuse, kuid enamus nendest värvilistest ainetest ei kuulu energeetiliste ega teiste biootiliste ainete hulka. Organismile vajalikest toidukomponentidest, mis tunduvalt mõjutavad toiduainete värvust, võib mainida ainult karotiine, mille värvusest on tingitud näiteks või ja söögiporgandi oranž värvus. Peaaegu kõik teised vitamiinid ja toidukomponendid on värvusetud. Küll võivad näiteks suhkrud, valgud ja isegi rasvad kuumutamisel pruunistuda, kusjuures kõrge temperatuuri mõjul tekivad värvilised produktid. Viimaste kasutamine organismi poolt on peelik või koguni küsitav. Isegi ilmselt tõvestavaid produkte võib tekkida kuumutamisel. Nii on andmeid, et toiduainete kulinaarsel töötlemisel võib rasvade (õlide) tugeval kuumutamisel tekkida nn. kantserogeenseid aineid, s.o. aineid, mis tingivad vähi tekkimist.

Toiduainetes leiduvaid värvaineid liigitatakse mitmeti, näiteks on tuntud: rasvas lahustuvad ja flavoon-pigmendid, värvilised ained, mis tekivad teatavate ainete oksüdeerimisel (flobafeenid) või kondenseerimisel (melanoidid), värvilised loomsed valgud - kromoproteiidid (hemo- ja müoglobiin). Rasvas lahustuvateks pigmentideks on ka klorofüll ja karotinoidid.

K l o r o f ü l l on taime lehele iseloomulik roheline pigment. Klorofüllil on otsustav tähtsus fotosünteesis, s.o. süsihappegaasi ja vee assimilatsioonil päikeseenergia abil. M.S. Tsveti, K.A. Timirjäsevi ja R. Villstädteri jt. teadlaste uurimuste tulemusena tehti kindlaks, et taimedes esinevad α - ja β -klorofüllid, mis mõningal määral erinevad koostiselt ja värvuselt. Esimene on koostisega $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ja tumeroheline, teine - $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ ja heleroheline.

K a r o t i n o i d i d on kollase, oranži ja punase värvusega pigmendid, üsna levinud taimsetes toiduainetes. Karotinoidide rühm hõlmab üle 65 värvilise ühendi.

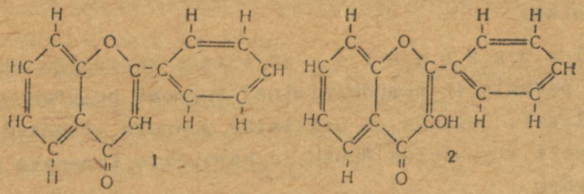
Karotiin (α-, β- ja γ-isomeerid) on kollase või punase värvusega küllastumatu süsivesinik. Sellest on tingitud porgandi, aprikoosi ja mitmete teiste toiduainete värvus. Karotiini leidub rohkesti ka rohelistes köögiviljades, kuid selle lehtedes maskeeritakse klorofülli poolt. Teraviljades ja täisterasaadustes on karotiini üsna vähe, aga mõnedes õlides, nagu punases (rafineerimatus) palmiõlis ja okaspajuõlis, väga palju.

Sama elementaarse valemiga kui karotiinid, seega nende isomeer, on punastes tomatites leiduv lükopiin.

Kui karotiini mõõdukalt oksüdeerida, siis tekib heledama tooniga kollane pigment ksantofüll.

Karotinoidide hulka kuuluvad ka maisi kollane pigment zeaksantiin ja tsitrusviljade koores leiduv tsitroksantiin.

F l a v o o n p i g m e n d i d j a a n t o t s ü a a n i d on taimsetes produktides levinud värvained, mis enamasti esinevad glükosiididena. Flavoonpigmendid on kollased või oranžid. Nad on glükosiidid, milles aglükooniks (mittesuhkruks) on flavoon (1) või oksüflavoon (2) flavonool):



Selle rühma pigmendiks on näiteks kvertsetiin, mida leidub sibulakoortes, humalates, tees jne.

Antotsüaanid on flavoonpigmentidele üsna ligidased ained. Need on glükosiidid, mille molekulis monosahhariidi (galaktoosi või ramnoosi) jääk on ühinenud värvilise aglükooniga (antotsüanidiiniga). Rohkem levinud antotsüaanideks

on tsüaniinkloriid (aglükooniks selles on tsüanidiin $C_{15}H_{11}O_6Cl$), mida leidub kirssides, palukates, mustikates ja teistes marjades ning puuviljades; eniin (aglükoon - enidiin $C_{17}H_{14}O_7$), mida leidub musta viinamarja koores. Söögipeedi värvus on tingitud glükosiidbetaniinist.

Flavoonpigmendid ja antotsüaanid sisalduvad puuviljades, marjades, teraviljades ja nende töötlemise produktides. Mõned nendest pigmentidest ilmutavad olulist füsioloogilist toimet. Nii on P-vitamiini nime all tuntud segu, milles on flavonoide hesperidiini, eriodiktiini ja rutiini. Samuti on eksperimentaalseid andmeid, et punapeet ja selle mahl mõjuvad vähivastaselt; seejuures on arvatavaks toimeaineks peedipigment (S. Ferenczi).

Oksüdeerimisel ja kondenseerimisel tekivad mõnel juhul tumeda värvusega ained, millest toiduainetes on tuntud kuler (ehk koler), flobafeenid, melaniidid ja melanoidiinid.

K u l ö ö r [1] tekib suhkrute karamelliseerimisel. Tavaliselt kasutatakse selleks sahharoosi, mida kuumutatakse üle sulamistemperatuuri (200 - 220° C). Selle tagajärjel lõhustub suhkur, eraldub vett ja tekib suhkrukulöör - tumepruun produkt. See koosneb mitmest praktiliselt mittekristalliseeruvast ainest. Kulööri kasutatakse toiduainetetööstuses likööride ja kondiitrisaaduste värvimiseks kollaseks ja pruuniks.

F l o b a f e e n i d on tumeda värvusega ained, mis tekivad parkainete oksüdeerimisel ferment polüfenooloksüdaasi manulusel. Sellega on seletatav peeneks lõigatud või mehhaaniliselt vigastatud õunte ja kartulite tumedaks muutumine õhu käes.

M e l a n i i n i d on samuti tumeda värvusega ained, mis tekivad ka polüfenooloksüdaasi abil oksüdeerides, kuid mitte parkainetest, vaid amiinohappest türosiinist. Polüfenooloksüdaasi rühma kuuluvaid fermente leidub seentes ja rukkijahus, millega ongi seletatav seente ja rukkitaigna tume-

[1] Couleur pr. värv, värvus.

daks muutumine. Harvemini tekivad melaniinid nisujahust taignas ja kartulis.

Melaniinide ja flobafeenide tekkimise vältimiseks blanšeeritakse köögi- ja puuvilju, s.o. kuumutatakse neid mõne minuti kestel auruga või kuuma veega või "suitsutatakse" väävlisgaasiga (SO_2). Selle tagajärjel fermendid inaktiveeruvad.

M e l a n o i d i i n i d on heleda kuni tumeda pruuni värvusega ained, mis tekivad toiduainetes nende tootmisel ja säilitamisel. Iseloomulikuks protsessiks sellejuures on amiinohapete mittefermentatiivne liitumisreaktsioon karbonüülrühma (=CO) sisaldavate ainetega. Melanoidiinid tekivad amiinohapete või valkude reageerimisel redutseerivate suhkrutega, näiteks järgmiselt:



suhkur amiinohape melanoidiin vesi

Melanoidiinide tekkimine aktiveerub kõrgendatud temperatuuridel, näiteks linnaste kuivatamisel, leivaküpsetamisel (koore värvuse tekkimine), teravilja isesoojenemisel ja tangude praadimisel. Peale selle tekib melanoidiini, kuigi aeglaselt, kuivatatud puu- ja köögiviljade, kartuli, konservide, leiva jne. säilitamisel. Melanoidiinide tekkimisel muutub mitte ainult produkti värvus, vaid ka lõhn.

Peale nende orgaaniliste hapete, parkainete, lõhnaainete ja pigmentide, mis loomulikult leiduvad toiduainetes või tekivad nendes, kasutatakse viimasel ajal mitmel otstarbel sadasid tehniliselt puhtaid aineid kunstlike lisanditena toiduainetele. Nendest küsimustest ligemalt järgmises peatükis.

K e e m i l i s e d l i s a n d i d t o i d u a i n e t e t e h n o l o o g i l i s e l t ö ö t l e m i s e l.

Viimastel aastakümnetel on hakatud toiduainetetööstuses, toiduainete säilitamisel ja toidu valmistamisel järjest roh-

kem kasutama mitmesuguseid kemikaale, mis kuuluvad tehnoloogilisse retseptuuri ja jäävadki suurelt osalt (või kogu hulgas) valmisprodukti koostisse. Kasutatakse mitte ainult mineraalseid ja teisi keemilisi aineid, mis saadakse nende eraldamise teel looduslikust toorainest, vaid rohkesti ka sünteetilisi orgaanilisi ja anorgaanilisi aineid. Need ained on sagedasti inimorganismile võõrapärased, abiootilised (eluks mittevajalikud) või harva osutuvad isegi kahjulikkudeks aineteks. Eriti laialt praktiseeritakse keemiliste lisandite kasutamist tehniliselt arenenud kapitalistlikes maades - Ameerika Ühendriikides, Inglismaal, Kanadas, Itaalias, Prantsusmaal jne.

Kuni viimase ajani on laiades rahvahulkades "keemiliste" ja eriti "sünteetiliste" toidulisandite suhtes teatav reserveeritud hoiak. Sellel suhtumisel on oma ajalooline põhi. Mitmesugused keemilisi aineid ja vahendeid hakati tootma ja tehniliselt kui ka toidulisanditena kasutama looduslikkude ainete asendamiseks nn. "ersatskaubana". Need aga, eriti algul, ei olnud kaugeltki alati nii head kui looduslikud ained, mõnel juhul osutusid isegi väärtusetuiks või koguni kahjulikeks.

Nagu looduslikkude nii peab ka kunstlikkude ainete hindamisel nende kasutamise füsioloogilise otstarbekuse suhtes toetuma katsetele ja kogemustele. Õige ja lõpliku seisukoha väljaselgitamine selles hindamise käigus pole alati sugugi lihtne.

Mõningaid keemiliselt puhtaid ja oluliselt kunstlikke aineid kasutatakse inimese poolt juba sadasid ja tuhandeidki aastaid, ilma et selles, vähemalt viimasel ajal, midagi võõrastavat tunduks. Sellisteks aineteks on näiteks suhkur ja keedusool, mida kumbagi päris loomulikuks ega looduslikuks toiduaineks pidada ei saa. Suhkur on puhas keemiline ühendsahharoos, mis nagu teisedki süsivesikud on organismi poolt energeetilise toidukomponendina kasutatav, keedusool koosneb kahest elemendist, naatriumist ja kloorist, mis on organismile vajalikud toidukomponendid. Kuid sahharoosi või teisi

süsivesikuid leidub paljudes toiduainetes koos paljude toidukomponentidega; naatriumi ja kloori leidub keemiliselt seotult, küll erineval hulgal, aga siiski praktiliselt kõigis looduslikes toiduainetes. Keedusoola lisand toidule (või joogiveele) võib olla vajalik ja füsioloogiliselt kasulik (otstarbekas) sel juhul, kui toit sisaldab liiga vähe naatriumi ja kloori või kui organism suure higistamise tõttu kaotab liiga palju soola. Keedusoola komponente on võrdlemisi harva toidus liiga vähe, nimelt siis, kui toidus on liiga palju soolavaeseid looduslikke või rafineeritud toiduaineid. Mõõdukal hulgal (umbes 5-15 g päevas) keedusoola kasutamist toidulisandina (maitsestamiseks) nagu ka väikese hulga suhkru (näiteks kuni 10-20 g päevas) kasutamist ei saa pidada ilmselt kahjulikuks. Suurel hulgal kasutamisel on nii keedusool kui ka suhkur (kui kaup, mitte kui looduslikes toiduainetes leiduv komponent) organismile ohtlikud, sest sel juhul rikutakse loomulik suhe teiste toidukomponentidega. See suhe on põhiliselt kajastatud füsioloogiliste toidunormidega. Selle toidukomponentide vahelise suhte rikkumine toidus on aga kas potentsiaalselt või koguni ilmselt tervist häiriv, tõvestav.

Seega on keedusool, õieti selle koostisosad naatrium ja kloor ning suhkur organismile vajalikud toidukomponendid, vaatamata sellele, kas neid vaadelda omaette toidulisanditena või komponentidena, mis leiduvad looduslikkudes toiduainetes. Toidulisandina, puhtate omaette ainetena kasutamisel tuleb aga eriti silmas pidada, et ei rikutaks kõigi toidukomponentide omavahelist tasakaalu toidus.

Paljud looduslikud, kunstlikud ja sünteetilised ained on ilmselt mürgised; need mõistagi ei tule kõne alla toidulisanditena, kuigi ka nende puhul palju oleneb doseeringust.

Mõned ained näivad esialgu olevat ilmsüütud, kuid osutuvad pikapeale siiski kahjulikkudeks ja regulaarselt organismi sattudes võivad esile kutsuda pahaloomulisi kasvajaid (vähki). Nendeks nn. kantserogeenseteks aineteks on muuhulgas mõned värvained (dimetüülamiinoasobensool jt.), mida ka-

sutati või värvimiseks, et anda sellele suvise või värvust. Ka nendel ainetel, mis kala suitsutamisel satuvad toiduainesse, on leitud viimasel ajal kantserogeensed toimet, kuid need uurimise tulemused võib olla ei ole veel lõplikud.

1956. a. oli Roomas spetsiaalne sümpoosion toidu keemiliste lisandite kohta, mille korraldasid Ülemaailmne Tervishoiu Organisatsioon ja Ühinenud Rahvuste Toidu ja Põllumajanduse Organisatsioon (ÜRO FAO).FAO ekspertide komitee ettekandes mainiti, et keemilisi lisandeid võib soovitada ainult juhul, kui:

1) säilib toiduainete toiteväärtus,
2) pikeneb nende säilimise aeg,
3) ei halvene maitselised omadused,
4) kergeneb edasine produktide töötlemine.

Sarnaseid, kuid üksikasjalikke nõudeid püstitatakse riiklikes standardites ja mitmesugustes määrustes.

Vaatamata nendele soovitustele ja nõuetele esineb kapitalistlike maade eraettevõtete tingimustes kasumi saamise huvides toiduainete võltsimisi, mis võivad tingida mürgistusi või teisi tervise kahjustusi. Mõistagi ei ole nõukogude toiduainetetööstusele niisugused motiivid omased, vaid sihiks on toiduainete lisandeid kasutada ainult siis, kui see on otstarbekas elanikkonna tervise ja teiste huvide seisukohalt.

B.D. Vladimirovi hinnangu järgi on keemiliste lisandite probleemis olemas kaks lähteseisukohta.

Paljudes Lääne riikides juhindutakse järgmisest printsiibist: "Kõik on lubatud, mis pole keelatud".

Nõukogude Liidus ja teistes sotsialistlikkudes maades kehtib vastupidine printsiip: "Kõik on keelatud, mis pole lubatud".

Vastavalt sellele printsiibile lubatakse Nõukogude Liidus toidu lisandina kasutamiseks teatavat uut kemikaali ainult peale pikaldast keemilist, biokeemilist ja kliinilist uurimist. Ainult tõestus selle kohta, et kemikaal on täiesti kahjutu ja tõepoolest tarvitamiseks otstarbekas, võib

olla otsustamise aluseks selle kasutamiseks lubamisel. See printsiip levib järjest rohkem, nii kehtestati see alates 1959. aastast ka SFV-s.

Kõik toiduainete keemilised lisandid võib I.N. Volperi järgi, kuid vähe teisiti sõnastades liigitada nelja jägmisse rühma:

1) biootilised ehk biogeensed lisandid, mille kasutamise sihiks on toiduainetele parema toiteväärtuse tagamine ja seega paljude haigestumiste profülaktika; nendeks lisanditeks on vitamiinid, fosfatiidid, mõned mineraalsete ja orgaaniliste hapete soolad;

2) organoleptilised lisandid ehk kvaliteedi hüvendajad; kasutatakse toidukaupade maitse, aroomi ja välimuse modifitseerimiseks; nendeks on maitse- ja lõhnaained, värvid ja pleegitusvahendid;

3) tehnoloogilised lisandid, mis on vajalikud selleks, et tootmisprotsessis tagada või lõhkuda (hävitada) mõningaid füüsikalisi struktuure; nendeks aineteks on emulgaatorid, kobestajad, vahutekitajad, vahuhävitajad jt.;

4) konservandid, antibiootikumid ja antioksüdandid, mis tagavad toidukaupade parema säilivuse.

Vitamiinid. Tänapäeval on hästi teada, et tervislik toit peab sisaldama kõiki vitamiine parajal hulgal. Mitmesugused toiduained ei sisalda aga neid kõiki küllaldaselt; eriti ühekülgsed on rafineeritud toiduained, mille tootmisel suurem osa vitamiine läheb kaotsi.

Seoses sellega on aktuaalseks probleemiks küllaldase hulga mitmesuguste vitamiinidega toidu tagamine. Seda saab usaldusväärselt teha vitamiinirikaste toiduainete küllaldase kasutamisega toiduratsiooni koostamisel. Selle suuna realiseerimine võib paljudel juhtudel kujuneda raskeks või ebamugavaks, sest paljud vitamiinirikkad toiduained ei säili hästi, nende transport on tülikas ja kulukas ning mõned nendest ei ole just hea maitsega. Mainitud asjaolude tagajärjel on viimastel aastakümnetel tekkinud uus suund toidu ja

toiduainete vitamiinidega rikastamiseks, mis on tuntud vitaminiseerimise nime all.

Vitaminiseerimiseks kasutatakse vitamiinide kontsentraate, mis valmistatakse looduslikest lähteainetest, või koguni sünteetilisi vitamiine. Sünteesitakse näiteks C-, B_1-, B_2-, B_6-(püridoksiin) ja teisi vitamiine.

Nõukogude Liidu KP Keskkomitee ja NSV Liidu Ministrite Nõukogu määruses "NSVL elanikkonna meditsiinilise teenindamise ja tervishoiu edasise parandamise abinõudest", mis avaldati 1960. a. jaanuaris, on märgitud, et "Liiduvabariikide ministrite nõukogud on kohustatud tagama massiliselt kasutatavate toiduainete, nagu jahu, rafineeritud suhkru, toidurasvade jne. laialdase vitaminiseerimise".

NSV Liidu seitsme aasta plaanis 1959.-1965. a. kohta on ette nähtud suurendada vitamiinide tootmist kuus korda. See võimaldab oluliselt suuremas ulatuses toiduaineid vitaminiseerida.

Soolad. Täisväärtuslik toit peab teiste biootiliste toidukomponentide kõrval sisaldama ka mitmesuguseid mineraalseid elemente küllaldasel hulgal, nende hulgas mikroelemente. Mineraalsed elemendid esinevad looduslikkudes toiduainetes peamiselt orgaaniliste hapete sooladena või teiste orgaaniliste ühendite koostisosadena. Kuid ka anorgaanilised soolad ja teised ained võivad olla hästi seeditavad, seetõttu võib neid kasutada toidu lisanditena.

Kõige defitsiitsemateks mineraalseteks elementideks loetakse kaltsiumi ja rauda. Joodivaestes rajoonides sisaldavad toiduained ja joogivesi liiga vähe joodi. Rafineeritud toiduainete suure osatähtsuse korral toiduratsioonis kujuneb kõigi mineraalsete elementide sisaldus toidus napiks (kui seda defitsiiti ei kompenseerita), sest rafineeritud toiduainetes on neid elemente liiga vähe.

Toidu rikastamiseks kaltsiumiga kasutatakse enamasti kaltsiumkarbonaati ($CaCO_3$, puhta kriidina jne.), kuid ka teisi kaltsiumi sooli, nagu kaltsiumkloriidi, -fosfaati ja -laktaati ning kondijahu. Kõige mugavamaks loetakse jahu ja

selle kaudu ka leiva (saia) rikastamist, milleks 1 kg jahule lisatakse näiteks umbes 3 - 6 g $CaCO_3$, seda rohkem, mida kõrgemat sorti jahu on.

Rauaga rikastamiseks lisatakse samuti jahule või leivale enamasti nn. "taandatud rauda" või ferrosulfaati ($FeSO_4$). Taandatud (redutseeritud) raud on raua ühenditest taandamise teel saadav väga peen elementaarne raud. USA-s ja Inglismaal kasutatakse ainult taandatud rauda, kusjuures normiks on 13-35 mg ühe kg jahu kohta. Nõukogude Liidus eelistatakse aga ferrosulfaati, sest selle ohutuses ei ole kahtlust.

Joodivaestes geograafilistes piirkondades hoolitsetakse viimastel aastakümnetel selle eest, et inimene (ja ka koduloomad) saaksid kunstlikult teatava hulga joodiühendeid lisaks toiduainetes ja joogivees leiduvale hulgale. Küllaldane joodi hulk on organismile vajalik selleks, et kilpnääre saaks toota parajal hulgal joodi sisaldavat hormooni türoksiini; see on omakorda vajalik endeemilise struuma nime all tuntud tervisehäire vältimiseks. Tavaliselt rikastatakse joodiga keedusoola. Mõnel maal on see tehtud koguni kohustuslikuks. ÜRO Toiduainete ja Põllumajanduse Organisatsioon (FAO) soovitab 1 kg keedusoolale lisada 50-100 mg KJ, arvestades keskmiselt 10 g keedusoola kasutamist inimese poolt päevas. Nõukogude Liidus jodeeritakse teatavates rajoonides soola vastavalt normile 10 g KJ (7,6 g J) 1 tonni soola kohta. Seejuures lisatakse veel naatriumtiosulfaati, (mis on tuntud fotograafias kinnitaja soolana hüposulfiidi nime all); see kui taandav aine väldib kaaliumjodiidi võimaliku oksüdeerimise õhuhapnikuga, mille tagajärjel jood võib vabaneda ja lenduda.

Fluorivaestes piirkondades Ameerika Ühendriikides ja mõnel teisel maal rikastatakse fluoriga joogivett, keedusoola või piima. Sel teel saavutatakse hambakaariese sageduse üsna oluline vähenemine. Fluorisisalduse reguleerimisel[1] vees

---

[1] Kui fluorisisaldus joogivees on tublisti üle 1 mg/l siis kõrvaldatakse osa fluori veest, sest liiga suure fluori hulga korral muutub hamba vaap kollakaks ja plekiliseks ning esineb teisi tervisehäireid.

arvestatakse seda, et soovitav on 1 mg fluori 1 l vees, millele vastab 2,2 mg NaF 1 l vees. Keedusoola rikastamisel naatriumfluoriidiga lisatakse 100 - 200 mg NaF 1 kg soolale, aga piima puhul - 10 ml 2,2 %-list NaF-lahust 1000 l kohta.

Võrdlemisi väiksemat tähtsust omistatakse toiduainete ja joogivee rikastamisele teiste mineraalsete elementide sooladega. Häid tulemusi on aga saavutatud mineraalainete segude abil. Nii on mitmed uurijad Nõukogude Liidust (A.E. Sarpenak, A.M. Nogaller jt.) ja välismailt hea eduga kasutanud kondijahu ravitoitlustamisel ja profülaktilisel toitlustamisel. Rootsi teadlane A. Aslander näiteks saavutas lastele järjekindlalt toidu hulka vähesel hulgal kondijahu lisades seda, et lastel jäid hambad terveks. Üldiselt on aga Rootsis viimasel ajal hammaste tervis vilets: täiskasvanud inimeste hulgas peaaegu ei leidu tervete hammastega isikuid.

Mõningaid jooke rikastatakse võrdlemisi kompleksselt mitmete komponentidega; näiteks toodab Moskva alkoholita jookide tehas sportlaste jaoks nn. "jõumehe jooki" (või "vägilase" jooki "богатырский напиток"), mille valmistamiseks lisatakse põhiainele, kuremarjamorsile, glükoosi, askorbiinhapet, naatriumkloriidi ja -fosfaati. Säärane jook võib olla soodus spordisaavutuste ja tervise mõttes ainult sel juhul, kui sportlaste toidus on suhteliselt vähe C-vitamiini ja teisi mainitud toidukomponente.

Maitseained. Inimorganism tajub ainete maitset maitsmismeele abil, saades sellekohast informatsiooni keelel asuvate närviotste, maitsmisnärvide lõpmete kaudu. Organismile vajalikud ehk biootilised toidukomponendid on kõik teatava iseloomuliku maitsega; mõned nendest on väga meeldiva ja intensiivse maitsega (suhkrud), teised aga ärritavad maitsmismeelt võrdlemisi nõrgalt (tärklis). Tavaliselt ei loeta siiski teatavaid toiduaineid sel alusel maitseaineteks, et nad sisaldavad intensiivse maitsega aineid. Enamasti loetakse maitseaineteks niisuguseid intensiivse maitsega looduslik-

ke aineid (tee, kohv, pipar jne.) või nendest eraldatavaid, enam-vähem keemiliselt puhtaid aineid (orgaanilised happed, glutamiinhape jne.) ja sünteetilisi magusaineid (sahhariin jt.), mis ei ole organismile kuigi oluliseks energiaallikaks ega kuulu ka biootiliste mineraalainete ja vitamiinide hulka.

Alati ei ole sugugi kerge otsustada, kas teatav aine kuulub toiduainete, toidukomponentide või maitseainete hulka. Näiteks keedusool koosneb organismile vajalikust naatriumist ja kloorist, olles seega toiduaineks (kahe toidukomponendi keemiliseks ühendiks); kuid juhul, kui looduslik toit sisaldab küllalt neid elemente, siis pole soola lisamine toidule tingimata vajalik ja sool osutub ainult maitseaineks. Poesuhkrut (sahharoosi) võib väikesel hulgal kasutamisel lugeda maitseaineks. Kuid selle kasutatav hulk on peamiselt viimase paari sajandi kestel mitmel maal kasvanud üsna suureks, moodustades inimese kohta päevas keskmiselt kuni 100–150 g (seega kuni 20 % kogu toidust, arvestades kalorsuse järgi); seepärast loetakse suhkur toiduainete hulka kuuluvaks.

Mõningaid maitseaineid, nagu ühte vanemat nendest - äädikat, on koos teiste orgaaniliste hapetega käsitletud eelnevas peatükis, teisi, nagu teed, kohvi, pipart jne. käsitletakse kaubatundmise vastavas eri peatükis. Alljärgnevalt käsitletakse mõningaid uuemaid aineid, mis omaette toidukaupadena pole välja kujunenud ja mida pole käsitletud eelmistes peatükkides ega orgaanilise keemia kursuses.

N a a t r i u m g l u t a m a a t on värvitu kristalne aine, lahustub vees ja on omapärase maitsega. Keemilise olemuse poolest on see glutamiinhappe naatriumi sool:

$$HOOC - CH_2 - CH_2 - \underset{\displaystyle NH_2}{\overset{\displaystyle |}{CH}} - COONa \ .$$

Glutamiinhape oli tuntud ammu, see eraldati puhtal kujul juba 1866. a. Viimasel ajal äratas see füsioloogide ja meedikute tähelepanu kui ravim mitmesuguste vaimu- ja närvihaiguste puhul. Glutamiinhappe head mõju seletatakse selle suure tähtsusega lämmastiku ainevahetuses; ta seob vaba ammoniaagi

(õieti ammooniumiooni), mis tekib valkainete lõhustumisel organismis ja mis on vähegi suuremas kontsentratsioonis mürgine. Ammoniaagi keemilisel ühinemisel glutamiinhappega tekib viimase amiid, glutamiin. See omakorda reageerib edasi, kusjuures uuesti vabaneb glutamiinhape. Iga ammoniaagi liitumisel süsihappega tekib karbamiid, mis on imetajate peamine valkude ainevahetuse lõpp-produkt. Glutamiinhape on küll organismis normaalselt tsirkuleeriv aine, kuid närvisüsteemi kurnatuse, väsimuse, mälu nõrgenemise ja mõne teise tervisehäire puhul soovitatakse seda kasutada täiendavalt Na-glutamaadi kujul.

Glutamiinhappe ja selle soolade omapärasele maitsele juhtis tähelepanu 1909. a. Jaapani teadlane Kikunae Ikeda.

Võrdlemisi väike glutamaadi lisand teeb toidu maitsvamaks, andes talle liha maitse ja parema küllastamisvõime isu rahuldamiseks. Leivavalkudes on rohkesti glutamiinhapet (umbes 40 % kõigist amiinohapetest), millega seotakse leiva head küllastusvõimet. Naatrium glutamaati kasutatakse paljudes maades selleks, et anda paremat maitset liha-, köögivilja- ja tanguroogadele, samuti köögivilja konservidele, toidukontsentraatidele, juustule, õllele ja teistele produktidele. Eriti otstarbekaks peetakse glutamaadi kasutamist külmutatud lihasaaduste ja köögiviljade maitsestamiseks, sest need kaotavad sel teel säilitamisel tunduvalt oma loomulikku maitset.

NSV Liidu Meditsiinilise Akadeemia Toitlusinstituudi poolt kiideti 1957. a. heaks naatriumglutamaadi kuni 0,5 % lisamine konservide ja toidukontsentraatide maitsestamiseks. Viimasel ajal seda kasutatakse ka mõne sordi keeduvorsti maitsestamiseks. Kaubanduse ja ühiskondliku toitlustamise teadusliku uurimise instituudi poolt soovitatakse lisada 2-4 g naatriumglutamaati kilogrammi või liitri roa kohta, näiteks köögiviljasuppide, makaroniroogade, kartulipüree jt. toiduainete maitsestamiseks.

Glutamiinhapet valmistatakse valkude, näiteks maisitärklise tootmise heitvalkude hüdrolüüsil ja hüdrolüsaadist selle happe eraldamisel.

I n o s i i n h a p e on üks liha ekstraktis leiduv mononukleiinhape, iseloomuliku lihamaitsega, mis arvatavasti leiab ligemal ajal kasutamist.

S o r b i i t on kuuesaatomine alifaatne alkohol molekulaarse valemiga $C_6H_8(OH)_6$. Ta on magus (ligi ½ sahharoosi magususest), seedib inimorganismis ja selle energeetiline väärtus on 390 kcal 100 g kohta.

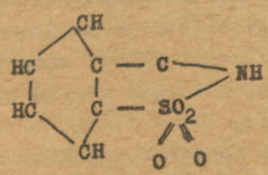
Sorbiit äratab tähelepanu selle tõttu, et suhkruhaigete organism talub seda hästi ja need haiged võivad sorbiiti kasutada suhkru asemel.

Sorbiit on hügroskoopne aine; selle omaduse tõttu kasutatakse seda näiteks lisandina kondiitrisaadustele niiskusesisalduse stabiliseerijana.

Sorbiiti leidub paljudes puuviljades ja marjades, eriti rohkesti pihlakamarjades.

Tööstuslikult saadakse sorbiiti glükoosi taandamisel vesinikuga (hüdrogeenimisel) kõrge rõhu all ja sobiva katalüsaatori juuresolekul. USA-s on ta tuntud sorbitooli nime all, SDV-s sionooni nime all. NSV Liidus hakati seda tootma 1960. a. Leningradi ja Štšelkovski vitamiinitehastes.

S ü n t e e t i l i s e d m a g u s a i n e d . Esimene sünteetiline magusaine avastati 1879. a. Ameerika Ühendriikides keemik C. Fallbergi poolt, kes oli tsaari-Venemaalt pärit poliitiline emigrant. See magusaine sai varsti tuntuks sahhariini nime all; keemiliselt on ta ortosulfobensoehappe imiid järgmise struktuurivalemiga:



Sahhariin on valge pulbriline (kristalne) aine, lahustub vees, on 300 - 500 korda magusam kui sahharoos, kuid maitse ei ole nii meeldiv kui suhkrul, eriti suurema kontsentratsiooni korral.

Sahhariin ei ole organismile vajalik aine ja tal ei ole energeetilises ega muus mõttes toiteväärtust, ta on organismile võõrapärane aine, kuid ei ole leitud ka tema erilist kahjulikku toimet.

Nõukogude Liidus on sahhariin lubatud ainult suhkruhaigetele (diabeetikutele) määratud toiduainete magustamiseks, produktides, nagu šokolaad, kompvekid ja küpsised on suhkur asendatud sahhariiniga.

Välismail, eriti USA-s, kasutatakse mitte ainult sahhariini, vaid ka teisi sünteetilisi magusaineid, näiteks kaltsiumtsüklamaati $(C_6H_{12}NSO_3)_2Ca\ 2H_2O$, mis on 30 korda magusam kui sahharoos, glutsiini (mõnes riigis juba keelatud), mis on 100 korda magusam, ja furaldoksiimi, mis on 700 korda magusam kui sahharoos. Nõukogude Liidus ei ole lubatud nende ainete kasutamine.

Toiduvärvid. Toiduainete värvuse küsimuses võib ülesanded jaotada kolme rühma:

a) toiduainetele värvide lisamine teatava värvuse tagamiseks, mis enamasti peab vastama loodusliku tooraine värvusele;

b) toiduaine loomuliku värvuse säilitamine või stabiliseerimine, ja

c) toiduaine muutmine värvusetuks või pleegitamine.

Toiduvärvide kasutamine on kõige rohkem levinud kondiitri- ja pagaritoodete, alkoholita jookide, rasvade, juustu ja mõne teise toiduaine värvimiseks. Selleks on juba ammu kasutamisel mitmesugused taimse ja ka loomse päritoluga värvained, näiteks košenilli putukatest saadav karmiinpunane, looduslik indigosinine, kollased värvid safloor, kurkum ja safran ning mõned teised.

Sünteetiliste värvide tööstuse rajamine möödunud sajandi teisel poolel pööras ka toiduainete tehnoloogide ja tööstjurite tähelepanu nendele värvidele, mitmeid sünteetilisi värve hakatigi kasutama toiduvärvidena. Kuid selles peitub teatav potentsiaalne oht tervisele. Tõepoolest sel-

gus, et mõni kasutatud värv osutus tervist kahjustavaks või koguni kontserogeenseks (vähki esilekutsuvaks).

Sellega ongi seletatav toiduvärvidena lubatavate värvide range valik ja piiratud sortiment Nõukogude Liidus ja mõnel teisel maal. Paljudes kapitalistlikkudes maades on toiduainetetööstuses kasutatavate sünteetiliste värvide nomenklatuur elanikkonna tervise seisukohalt rahutust tekitavalt suur. B.D. Vladimirovi andmeil oli viimasel ajal toiduainetetööstuses kasutamiseks lubatud värvide arv Soomes 32, Rootsis 27 ja USA-s 15.

Nõukogude Liidus on lubatud toiduainetetööstuses kasutada järgmisi sünteetilisi värve:

1) punane - amarant ehk naftoolpunane S , mis on aso--naftooldisulfohappe naatriumi sool;

2) sinine - indigokarmiin, mis on indigodisulfohappe naatriumisool;

3) kollane - tartrasiin, mis on üks pürasolooni derivaat, happeliste monoasovärvide rühmast.

Nende kolme värvi - punase, sinise ja kollase - kombineerimisel mitmesuguses vahekorras võib saada kõikvõimalikke toone nii põhivärvuse kui ka ereduse mõttes.

Anorgaanilistest värvidest leiab kasutamist sinine värv ultramariin, mis on väävlit sisaldav naatriumalumiiniumsilikaat. Seda kasutatakse rafineeritud suhkru kollaka tooni maskeerimiseks (minetamiseks).

Hiirte ja rottidega teostatud katsed on näidanud, et mõnede välismail laialt kasutatud toiduvärvide suurel hulgal sissesöötmisel tekivad katseloomade maksas ja põies pahaloomulised kasvajad. Niisugusteks värvideks on näiteks "võikollane" - p-dimetüülamiinoasobensool, "võioranž" - bensoolaso-β-naftool jt. Seoses sellega keelas NSV Liidu Tervishoiuministeerium 1959. a. naftoolkollase S kasutamise toiduainete ilustamiseks (minkimiseks), lubades selle asemel kasutada tatraziini, mis ei osutunud pikaaegsetel katsetel loomadele mürgiseks ega kantserogeenseks. 1961. a.

keelati ka sudan III, millega seni värviti juustu koore katmiseks kasutatavat parafiini:

Ohutuse seisukohalt peetakse soovitavaks toiduvärvidena kasutada eeskätt looduslikke värve, kuid nende kasutamine on piiratud nende väikese värvimise võime tõttu.

Looduslikest värvidest on NSV Liidus lubatud kasutada järgmisi värve: karmiin, safran, indigo, safloor, värv viinamarjadest, pasta kibuvitsamarjadest, toiduvärv-kontsentraat sileeritud kõrvitsast, annato, karotiin, pigment saialillest, värv tomatitest ja mõned teised.

Toiduvärvid peavad vastama GOST-ide või tehniliste tingimuste nõuetele ja neid võivad toota ainult spetsiaalsed ettevõtted. Värvide segude turustamist ei lubata.

Värvuse stabilisaatorid. Mõnel juhul toiduainete säilitamisel või töötlemisel fermentatiivsete protsesside ja oksüdatsiooni tagajärjel muutub nende värvus. Näiteks jahu tumenemine taigna segamise ajal tuleneb sellest, et jahuvalkudes leiduv aminohape türosiin oksüdeerub fermentatiivselt tumeda värvusega ühendiks melaniiniks.

Liha roosakaspunase värvuse tuhmistumine (tumenemine) on tingitud liha värvaine müoglobiini oksüdatsioonist. Selle vältimiseks kasutatakse vorstitöötluses juba ammu lisandina nitraate (KNO_3 või $NaNO_3$), mis lihaga reageerides ajajooksul muutuvad nitritiks (KNO_2 ja $NaNO_2$).

Nitriti toimel säilib liha müeglobiini loomulik roosa värvus ja muutub püsivaks isegi keetmisel.

Viimasel ajal on mitmel maal (USA-s, Prantsusmaal, Kanadas jne.) reglamenteeritud ka askorbiinhappe või selle naatriumsoola kasutamist liha loomuliku värvuse säilitamiseks. Askorbiinhape kui redutseeriv aine pidurdab müoglobiini ja oksümüoglobiini oksüdeerimist metamüoglobiiniks ning säilitab seega liha loomuliku värvuse.

Puu- ja köögiviljade nagu jahugi tumenemine on samuti seotud fermentide toimega. Taimsete toiduainete fermentatiivse tumesinise ärahoidmiseks kasutatakse USA-s adenosiintrifosfaati (ATF) tehnilise preparaadina.

Anorgaaniliste fosfaatide lisandeid kasutatakse värvuse ja teistegi omaduste mõjutamiseks. Liha töötlemisel, peamiselt vorstide tootmisel võib fosfaate lisades suurendada toodete niiskusesisaldust ja parandada värvust. Samuti soodustavad fosfaadid rasvade paremat emulgeerumist. Tavaliselt kasutatakse naatriumpürofosfaati ($Na_2P_2O_7$) ja tripolüfosfaati ($Na_5P_3O_{10}$).

Ameerika Ühendriikides on lubatud mõnele toiduainele lisada dinaatriumfosfaati, naatriumheksametafosfaati ja normaalset või haput pürofosfaati kuni 0,5%.

Jahu pleegitamise vahendid.

Mitmes välisriigis, eriti Ameerika Ühendriikides, praktiseeritakse laialt jahu pleegitamist, seal on patenteeritud üle 100 kemikaali jahu pleegitamiseks. Pleegitusvahenditena kasutatakse kloori (Cl_2), nitrosüülkloriidi (NOCl), lämmastikdioksüüdi (NO_2), kloordioksüüdi (ClO_2), lämmastiktrikloriidi (NCl_3), vesinikülihapendit (H_2O_2), osooni (O_3), mitmesuguseid orgaanilisi peroksüüde, klooramiine ja teisi ühendeid.

Kõik need ained on oksüdeerijad, mis lagundavad mitte ainult värvilisi aineid, vaid ka teisi. Värvilistest ainetest lõhustuvad ka karotiin ja teised karotinoidid, millest organismis normaalselt tekib A-vitamiin. Tõsi küll, karotinoide on teraviljades üldiselt üsna vähe, sordijahudes päris tühiselt. Sellepärast pole jahu pleegitamisest tulenev karotiini kadu just suure tähtsusega, kuid siiski üsna märgatav miinus. Osaliselt lõhustub ka B_1-vitamiin.

Kloordioksüüdi mõjul hävib ka E-vitamiin.

Kõige kahjulikumaks ja ohtlikumaks peetakse lämmastiktrikloriidi; selle mõjul tekib jahus mürgine aine, mis kahjustab närvisüsteemi ja võib esile kutsuda näiteks epilepsiat. Arvatakse, et see aine tekib valkudes leiduva amiinohappe metioniini reageerimisel lämmastiktrikloriidiga. USA-s tehakse küll propagandat selle preparaadi kasutamise vastu, kuid ettevõtjad siiski jätkavad jahu pleegitamist sel teel.

Inglismaal on alates 1949. a. lämmastiktrikloriidi kasutamine jahu pleegitamiseks keelatud.

Nõukogude Liidus ei ole lubatud kemikaale jahu pleegitamiseks kasutada.

Struktuuri kindlustavad või lõhkuvad ained. Suur hulk toiduaineid omandavad neile iseloomuliku konsistentsi nende tootmis- või töötlemisprotsessis. Teatava toiduaine konsistents oleneb selle koostises olevate keemiliste ainete omadustest ja töötlemise tehnoloogiast, kuid ka teatavatest kunstlikult lisatavatest ainetest.

Viimasel ajal tuntakse ja kasutatakse mitmeid aineid, mis on vajalikud teatavate struktuuride tekitamiseks või stabiliseerimiseks, näiteks taigna kergitamiseks (poorsuse tekitamiseks), rasva (õli) emulgeerimiseks margariini või majoneesi valmistamisel, vahu tekitamiseks halvaa valmistamisel, želeerimiseks marmelaadi ja džemmi valmistamisel jne.

Teistel juhtudel, vastupidi, kasutatakse mõningaid aineid selleks, et teatavaid struktuure mõjutada, näiteks pärmi-, peedisuhkrutööstuses ja teistes tööstustes vahtu summutada (lõhkuda, hävitada) šokolaadisegu vedeldada jne.

Vaatleme natuke ligemalt mõningaid kemikaale, mida kasutatakse toiduainete struktuuri mõjutamiseks.

Leiva ja saia füüsikalise struktuuri, nimelt poorsuse tekitamisel on otsustava tähtsusega süsihappegaasi vabanemine, mis võib toimuda alkohoolsel ja piimhappelisel käärimisel. Käärimisprotsessidel lõhustub teataval määral taignas leiduvaid suhkruid ja väheneb seega ka toiduaine energeetiline väärtus. Selle kao, küll väikese, aga siiski kao, vältimiseks pani juba J. Liebig mõõdunud sajandi keskel ette kobestada tainast mitte käärimise teel, vaid keemiliselt, nimelt sooda ja soolhappe abil. Nagu teada, tekivad nende reageerimisel keedusool ja süsihappegaas. See segu aga ei olnud kõlblik, sest sooda ja soolhappe segu reageerib kohe, liiga kiiresti. Paremaks osutus pulber, mis koosneb soodast ja viinhappest. Esitati ka mitmesuguseid teisi keemilisi taignakobestajaid, mis said tuntuks "küpsetuspulbrite" nime all.

Leiva ja saia tootmisel ei löönud küpsetuspulbrid siiski läbi. Tänapäeval kasutatakse keemilisi kobestajaid ainult küpsiste, biskviidi ja teiste jahust kondiitrisaaduste tootmisel. Selleks kasutatakse kas leeliselisi või kombineeritud kobestajaid. Viimased on leeliseliste ja happeliste ainete segud.

Leeliseliste kobestajatena on tuntud eeskätt naatriumvesinikkarbonaat (söögisooda) ja ammooniumkarbonaat. Need lagunevad taigna küpsetamisel kuumuse mõjul, kusjuures eraldub süsihappegaas:

$$2NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

$$(NH_4)_2CO_3 \longrightarrow 2NH_3 + H_2O + CO_2 .$$

Kombineeritud kobestajate nime all kasutatakse harilikult kahe aine segu, näiteks:

$$KOOC.CH(OH).CH(OH).COOH + NaHCO_3 \longrightarrow$$

kaaliumvesiniktartraat[1]

$$\longrightarrow KOOC.CH(OH).CH(OH).COONa + H_2O + CO_2$$

kaaliumnaatriumtartraat

$$\longrightarrow Na_2H_2P_2O_7 + 2NaHCO_3 \longrightarrow Na_4P_2O_7 + 2H_2O + 2CO_2$$

naatriumvesinikpürofosfaat

Kaudselt, kuid kahtlemata soodsalt mõjutavad taigna tekkimise protsessi väikesed hulgad nn. jahu hüvendajaid. Nendeks aineteks on bromaadid, jodaadid, perboraadid, persulfaadid ja lämmastiktrikloriid. Neid kasutatakse laialt Ameerika Ühendriikides ja ka mõnes teises Läänemaas,[2] kus tänapäeval peamiseks leivaks on esimese sordi nisujahust valmistatud sai.

---

[1] Kaaliumvesiniktartraat ehk viinhappe hapu sool on tuntud ka viinakivi ja kremortartari (lad. cremor tartari) nime all.

[2] Alates 1957. a. on Saksa Föderatiivses Vabariigis jahu hüvendajate kasutamine keelatud; ainult askorbiinhape on lubatud.

Eriti soodsat mõju leiva kvaliteedile (poorsusele ja teistele omadustele) avaldab kaaliumbromaat ($KBrO_3$), mida kasutatakse väga väikestes kogustes (0,001 - 0,002 %). Analoogilise toimega on ammooniumpersulfaat $(NH_4)_2S_2O_8$.

Mõni aasta tagasi uuriti Üleliidulises Leivatööstuse Teadusliku Uurimise Instituudis kaaliumbromaadi ja -jodaadi toimet kasvanud (idanenud) teraviljast tehtud jahust saia valmistamisel. Selgus, et $KBrO_3$ või KJO_3 lisamisel 0,002 - 0,003 % ulatuses suureneb saia erimaht ja paraneb saiasisu poorsus. Kaaliumbromaati ja -jodaati hakati vajaduse korral kasutama.

Jahu hüvendajate toimet jahu küpsetusomadustele seletatakse sellega, et nad inaktiveerivad kleebisvalku hüdrolüüsivaid fermente või kutsuvad esile suurema aheldumise kleebisvalgu molekulaarses struktuuris.

Kondiitri-, konservi- ja osalt pagaritööstuses on üsna suure tähtsusega mõned ained, mis lülitatakse retseptuuri selleks, et soodustada või tagada produktide (või tehnoloogiliste poolproduktide) želeerumist, vahustamist, plastifitseerimist või emulgeerumist.

Želee tekitamise võime poolest on ammu tuntud pektiin ja agar-agar. Nende üsna väikese kontsentratsiooniga kuumad lahused, mis võivad rohkesti sisaldada suhkrut või teisi aineid, muutuvad jahtumisel sültjaks massiks, tarretiseks ehk želeeks (geeliks). Želeeriv võime avaldub maksimaalselt teatava happesusega (pH 3,2 - 3,4) keskkonnas ja see võime suureneb mõnede lisandite, näiteks naatriumlaktaadi ja dinaatriumfosfaadi mõjul.

Viimasel ajal kasutatakse želeeriva ainena ka naatriumalginaati, mis samuti kui agar-agargi saadakse merevetikatest. Prantsusmaal näiteks toodetakse džemmi ja marmelaadi 0,25 - 0,3 % alginaadi lisandiga.

Vahustava ainena on toiduainetetööstuses laialt levinud munavalge, aga ka seebijuure ekstrakt (halvaa valmistamiseks).

Vahu hävitamiseks (pärmitööstuses jne.) kasutatakse juba ammu oleiinhapet, mida saadakse taimeõlide hüdrolüüsil.

Viimasel ajal on leiutatud uusi sünteetilisi vahusummutajaid, mis on tuntud mitmesuguste nimetuste all ("perlon" Saksa DV-s, "antifoam" Inglismaal ja USA-s jne.). Nende valmistamisel on iseloomulikuks komponendiks räniorgaanilised ained (silikoonid). Võrreldes oleiinhappega on silikoon-vahusummutajad umbes kaks korda efektiivsemad.

Emulgeerimisprotsessi kasutatakse toiduainete tootmisel väga laialt; kunstlikkudeks emulsioonideks on näiteks margariin, majonees, jäätis, kreemid, kastmed jne.

Laialt tuntud emulgaatoriks on letsitiin ja teised fosfatiidid. Letsitiinirikka ainena kasutatakse emulgaatorina munarebu. Tehniliselt puhtalt saadakse letsitiini kõrvalproduktina õliseemnetest õli saamisel ja selle rafineerimisel.

Välismail kasutatakse emulgaatorina osaliselt hüdrolüüsitud rasva - glütseriini monostearaati. See pole mürgine ja seda kasutatakse laialt jäätise tootmisel, leiva- ja konservitööstuses, šokolaadi ja teiste produktide valmistamisel.

Headeks emulgaatoriteks on ka tselluloosi kunstlikud derivaadid: osaliselt metüleeritud või etüleeritud tselluloos, naatriumkarboksümetüültselluloos ($R\text{-}O\text{-}CH_2COONa$). Need tselloosi derivaadid on Saksamaal tuntud tülooside nime all.

Kaugelt suuremad perspektiivid on aga sahharoosi ja rasvhapete ühinemisel tekkivate estrite, nn. rasvasuhkrute kasutamiseks emulgaatoritena.

R a s v a s u h k r u d on ilma maitseta, lõhnata, värvuseta (valged) ja täiesti kahjutud ained. Nendel on teatav toiteväärtus, nimelt energeetilises mõttes; nad lõhustuvad peensooles rasvhapeteks, glükoosiks ja fruktoosiks, s.o. samadeks komponentideks, mis tekivad looduslike rasvade ja suhkru hüdrolüüsil. On isegi andmeid, et rasvad inimese organismis rasvasuhkrute mõjul paremini omastatakse. See toimub ilmselt nende emulgeeriva toime tõttu.

Hea emulgeerimisvõime kõrval on rasvasuhkrutel ka teisi, toiduainetetööstuse jaoks kasulikke omadusi. Leivas ja saias olev tärklis adsorbeerib neid, mille tõttu nende sisu vananemine (muredaks muutumine) aeglustub. Mõne sajandiku

protsendi rasvasuhkrute lisamine taignale tagab leiva ja saia sisule parema struktuuri ja pikendab selle värskena säilimise aega. Rasvasuhkrud on ka headeks pesemisvahenditeks. Sel otstarbel võib neid kasutada liha, kala, puuviljade ja köögiviljade pesemisel, s.o. nendel juhtudel, mil seebi ja teiste selliste ainete kasutamine on raskendatud või praktiliselt võimatu.

Rasvasuhkrute süntees on mitte ammu selgitatud Üleliidulises Rasvade Teadusliku Uurimise Instituudis.

Süntees toimub kahes etapis. Esialgu valmistatakse rasvhappe (tavaliselt steariinhappe) metüül- või etüülester. See lahustatakse koos sahharoosiga dimetüülformamiidis ($HCOO-N=(CH_3)_2$) ja kuumutatakse lahust 95 - 98° C temperatuuril 85-90 mm elavhõbedasamba rõhul ning potase kui katalüsaatori juuresolul. Selle tagajärjel moodustuvad esialgsed estrid ümber rasvhappesahharoosiestriks. Mõlemate etappide kemismi iseloomustavad järgmised keemilised võrrandid:

$$C_{17}H_{35}COOH + CH_3OH \longrightarrow C_{17}H_{35}COOCH_3 + H_2O;$$

$$C_{17}H_{35}COOCH_3 + C_{12}H_{22}O_{11} \longrightarrow \underbrace{C_{17}H_{35}COOC_{12}H_{21}O_{10}}_{\text{rasvasuhkur}} + CH_3OH .$$

Keemilised konservandid ehk konservimisained. Toiduainete riknemist põhjustavate mikroorganismide, (õieti nende fermentide), toimet võib pidurdada või koguni vältida kuivatamise, külma ja kuumusega, kuid ka antiseptiliste kemikaalidega.

Keemiliseks konservimiseks kasutatakse mitmesuguseid aineid, arvult üle 20. Üheks vanemaks ja levinumaks keemiliseks konservandiks on vääveldioksüüd (SO_2) või selle vesilahuses tekkiv väävlishape (H_2SO_3) ja viimase soolad. Väävlisgaasi ja -hapet kasutatakse peamiselt selleks, et puuvilju ja marju ning nende püreed ja mahla kui poolprodukte säilitada nende transpordil ja hoidmisel kuni nende termilise konservimiseni konservivabrikutes. Nende kuumutamisel (enne konservimist) lendub väävlisgaas.

Peale SO_2 ja H_2SO_3 on NSV Liidus konserveerimiseks lubatud kasutada veel naatriumsulfitit (Na_2SO_3), naatriumvesi-

niksulfitit ($NaHSO_3$) ja kaltsiumvesiniksulfitit ($Ca(HSO_3)_2$.

Välismail kasutatakse laialt ka kaalium- ja naatriumpürosulfitit ($K_2S_2O_5$ ja $Na_2S_2O_5$).

NSV Liidus on sanitaareeskirjade järgi lubatud konserveerimisel järgmised väävlisgaasi (SO_2) kontsentratsioonid:

1) puuviljade ja marjade säilitamisel pooltoodetena: 1 - 3 g/kg;

2) keediste, mahlade ja veinide konservimisel: 100 mg/kg;

3) tärklise konservimisel: 50 mg/kg.

Teiseks levinumaks konservimisvahendiks on bensoehape (C_6H_5COOH), aga ka selle soolad ja estrid. Bensoehapet, nagu teada, leidub üsna tunduvalt palukates ja kuremarjades, millega seletatakse ka nende marjade head säilivust. NSV Liidus on lubatud konservimiseks kasutada bensoehapet ja selle naatriumisoola, kusjuures doosid on järgmised: püreele ja mahladele 1 g/kg, margariinile 1,5 mg/kg ja kiludele 1 g/kg.

Välisriikides kasutatakse bensoehapet mitmesuguste soolade ja estrite kujul. Ta kuulub ka mõnede antiseptiliste segude koostisse. Näiteks preparaat "abakteriin" on segu bensoehappest, sipelghappenaatriumisoolast ja sidrunhappest.

Keta kalamarja konservimiseks on NSV Liidus lubatud kasutada boorhapet, booraksit ja urotropiini (heksa-metüleentetramiini $(CH_2)_6N_4$). Urotropiini konserveeriv toime põhjeneb sellele, et ta hüdrolüüsub ammoniaagiks ja formaldehüüdiks ja et viimane pidurdab piimhappe ja mõnede teiste bakterite elutegevust. Boorhappe kasutamine konservandina on viimasel ajal mõnes riigis keelatud.

Mitmes läänemaades on lubatud konservantide nomenklatuur tublisti laiem. Nii kasutatakse toiduainete konserveerimisel salitsüülhapet, propioon-, monokloroäädik- ja sorbiinhapet ning mõningaid teisi. Propioonhapet kasutatakse üsna ammu juba Kanadas ja USA-s saia kaitsmiseks hallitusseente vastu. Katsetades mitmeid konservante nisuleiva (sepiku) "kartulihaiguse" ja hallitumise vältimiseks, on leitud, et propioonhape ja selle soolad koguses 0,2 - 0,35 % jahu kaalust on kõige sobivamateks vahenditeks hallituse vastu.

Sorbiinhape ($CH_3-CH=CH-CH=CH_2-COOH$) on uus ja nähtavasti perspektiivne konservimise vahend. Ta sobib rukkileiva hallitumise vältimiseks. Kuid nisujahust taignas, mida viimastel sajanditel tehakse pärmiga, toimib sorbiinhape ebasoodsalt pärmile, mille tõttu produkti maht ja poorsus vähenevad. Heaks konservandiks on aga sorbiinhape margariini, juustu ja mõne teise toiduaine säilitamisel. Valgevene toiduainetetööstuse instituudi uurimuse andmeil avaldab naatriumsorbaat õunapüree mikrofloorale bakteritsiidset toimet juba 0,036 %-lise kontsentratsiooni korral, aga optimaalseks doosiks on 0,07 %.

Mõnes riigis kasutatakse etüleenoksüüdgaasi (C_2H_4O) tavaliselt segus süsihappegaasiga (preparaat "etoks") želatiini ja munapulbri steriliseerimiseks.

A n t i b i o o t i k u m i d e kasutamine toiduainete konserveerimiseks on viimasel ajal äratanud suurt tähelepanu. Uurimused on näidanud, et toiduainetele väga väikeste antibiootikumide hulkade lisamisel pikeneb nende säilivus värskena, ilma et niisuguste toiduainete kasutamine toiduks ilmselt tervist häiriks. Katsetatud on näiteks piima säilivust tõsta aureomütsiini ja terramütsiini abil ning liha säilivust samu antibiootikume sisaldava jääga. Samuti võib mainida tähelepanekuid (B.P. Tokin), et liha ja kala säilivad tublisti kauem värskena (mitu päeva tavalisel temperatuuril), kui neid hoida suletud ruumis koos mädarõikaga, sinepiga, küüslauguga või sibulaga.

A n t i o k s ü d a n d i d j a s ü n e r g i s t i d . Omapärasteks konservantideks rasvade säilitamisel on antioksüdandid - oksüdeerimist pidurdavad ained. Toime sisemise olemuse poolest nad erinevad põhimõtteliselt tavalistest keemilistest konservimisvahenditest. Viimased pidurdavad mikroobide elutegevust, mille tõttu neid võib nimetada keemilisteks steriliseerimisvahenditeks; antioksüdantide konserveerivat toimet seletatakse aga nende võimega katkestada oksüdatsioonireaktsioonide ahel, mis võib tekkida rasvades (eriti õlides). Nende reaktsioonide tulemusena, nagu

teada, tekivad rasvadest kibeda ebameeldiva maitse ja lõhnaga ained; neid oluliselt sisaldavad rasvad loetakse riknenuteks, rääsunuteks.

Antioksüdantideks on enamasti fenooli tüüpi ained. Need ained ise oksüdeeruvad kergesti, millega on seotud nende võime rasvade oksüdeerumist pidurdada.

Tuntud antioksüdantideks on butüülhüdroksüanisool - (lühendatult - BHA) ja butüülhüdroksütoluool - (BHT). Need on valged kristalsed ained, mis lahustuvad hästi alkoholis, eetris ja rasvades (õlides). Neid võib sünteesida, lähtudes hüdrokinoonist. Nad pidurdavad rasvade ja rasvarikaste toodete (näiteks martsipani) riknemist.

Välismaiste andmete järgi lisatakse mainitud antioksüdante rasvadele 0,01 - 0,02 %. Nad on kasutamiseks lubatud Ameerika Ühendriikides, Prantsusmaal, Kanadas ja teistes maades.

Peale nende kasutatakse rasvade riknemise vältimiseks antioksüdantidena veel gallushappe derivaate - propüülgallaati, oktüülgallaati (Hollandis), askorbiinhapet (Kanadas), nordihüdrokvajareethapet (USA-s) jt. Inglismaal oli hiljuti kasutamiseks lubatud 3 antioksüdanti doosides 0,008 - 0,02 %. NSV Liidus on lubatud kasutada ainult butüülhüdroksütoluooli (BHT).

Looduslikkudeks antioksüdantideks on tokoferoolid (E-vitamiin) ja hüdrokinoon.

Fenooli tüüpi antioksüdantide efektiivsus paraneb mõningate ainete lisandite mõjul. Nendeks aineteks, mida nimetatakse ka sünergistideks (koostoimeaineteks), on askorbiinhape ja rasvades (õlides) lahustuvad estrid sidrun-, viin- ja fosforhappest kui ka dodetsüülgallaat jt.

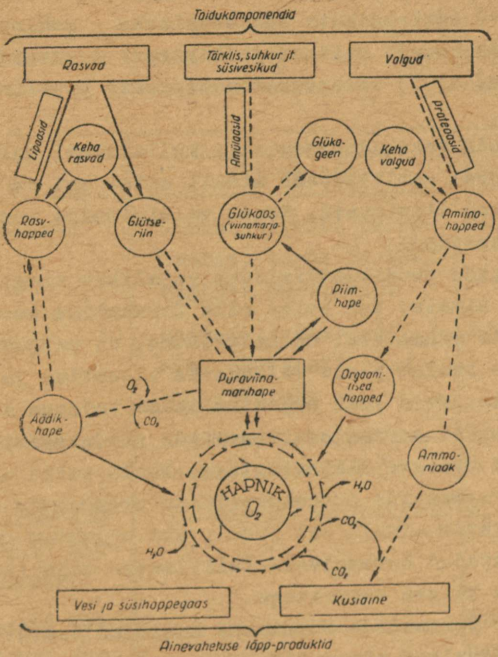
Fermendid ja hormoonid.

Igale organismile on iseloomulik, et temas toimuva ainevahetuse olemus kujutab endast ülikeerukat keemiliste reaktsioonide põimingut. Seejuures tuleb eriti rõhutada, et

kõik erilülid selles ülikeerukas süsteemis on tegelikult katalüütilised reaktsioonid. Need reaktsioonid toimuvad vajalikus suunas ja küllaldase kiirusega ainult selleks sobivate tingimuste puhul. Iga reaktsiooni kiirendab just selleks vajalik abiaine - katalüsaator. Nendeks abiaineteks on eeskätt nn. fermendid ehk ensüümid.

Ainevahetusprotsesside biokeemiliseks iseloomustamiseks tutvume paari näitega. Üheks võrdlemisi lihtsaks metabolismi lõiguks on süsivesikute ainevahetus. Selle lõigu põhisuunda loom- või inimorganismis, s.o. sisemist hingamist, võib summaarselt täiesti võrrelda tavalise põlemisega. Tegelikult kulgeb aga süsivesikute "põlemine" hingamisel enam kui kahekümne eri keemilise reaktsiooni kaudu. Ka rasvade ainevahetus loom- ja inimorganismis toimub vaheastmete kaudu, kuid samuti nagu süsivesikute ainevahetuses, on ka selles peamisteks lõppsaadusteks süsihappegaas ja vesi. Palju keerulisem on valkude ainevahetus, sest valkude koostisosi, mitmesuguseid aminohappeid, kasutatakse palju suuremal määral uute ainete, eeskätt organismi enese valkude valmistamiseks. Kuid lõpuks "põlevad" ka valgud organismis paljude vaheastmete kaudu lihtsateks ühenditeks, peamiselt süsihappegaasiks, veeks ja kusiaineks (karbamiidiks, $CO(NH_2)_2$, mis tekib süsihappegaasist ja ammoniaagist ning võib vee osavõtul uuesti nendeks laguneda). Kõik need reaktsioonid on nagu lülid ahelas või silmad võrgus üksteisega seotud ja olenevad üksteisest. Peale selle on ka süsivesikute, rasvade ja valkude ainevahetus omavahel seotud ning kooskõlastatud vastavalt organismi vajadustele. Selle seose üldine skeem on esitatud joonisel 4.

Praktiliselt toimuvad kõik ainevahetuse põhilised keemilised reaktsioonid küllaldase kiirusega ainult igale protsessile omase fermendi manulusel; seejuures on ferment nagu võtmeks lukule, s.o. reaktsioonivõimelisele ainete segule. Vajalikke fermente toodab organism ise oma rakkudes. See pole aga sugugi lihtne ülesanne, sest fermentide koostis on väga keeruline ja vajalike fermentide arv ulatub tuhandetesse.



Joon. 4. Looma ja inimese organismis toimuvate biokeemiliste protsesside skeem.

Juba toidu seedimise protsessi kõigil astmetel on tarvis teatavaid fermente. Neid peab leiduma süljes ning mao- ja soolemahlas. Peamised seedefermendid või nende rühmad on järgmised: 1) süsivesikute lõhustamiseks amülaasid, invertaas (sahharaas), maltaas ja laktaas; 2) rasvade lõhustumiseks lipaasid; 3) valkude lõhustamiseks pepsiin, trüpsiin ja erepsiin.

Fermendid tekivad organismis küllaldasel hulgal ja rahuldaval määral aktiivsetena ainult siis, kui on olemas selleks vajalikud tingimused. Nende valmistamine kunstlikult ei ole seni õnnestunud.

Fermentide produtseerimiseks vajalikke tingimusi organismis võib aimata, kui heita pilk fermentide koostisse kuuluvate ainete rühmadele. On selgitatud, et paljude fermentide koostisse kuulub peale valkude ka vitamiine ja mineraalseid elemente. Neid peab organism saama toiduga küllaldaselt juba selleks, et normaalne fermentide produtseerimine oleks kindlustatud otseste lähteainetega. Peale selle on põhjust arvata, et fermentide produtseerimine organismis on täiel määral teostatav ainult sel juhul, kui organism on küllaldaselt kindlustatud normaalseks talitluseks vajalike toidukomponentide ja teiste teguritega.

Paljude fermentide koostisse kuuluvad teatavad vitamiinid või mineraalsed elemendid, nagu selgub tabelis 5 esitatud näidetest. Mõnel juhul moodustavad need toidukomponendid fermentide lahutamatu osa (nn. kofermentide koostises). Teistel juhtudel ei ole seos nii tihe ja paljud fermendid ei sisaldagi vitamiine ega mineraalaineid, vaid koosnevad ainult valkudest. Küll aga võivad mõned ained, näiteks metallide soolad, olla vajalikud teatavate fermentide küllaldase aktiivsuse kindlustamiseks.

Kuna organismi rakkudes toimub alatasa tohutul hulgal mitmesuguseid keemilisi reaktsioone ja nende paraja kiiruse tagamiseks on vaja tuhandeid eri fermente, siis on ilmne, et selles rägastikus peaks kehtima mingi korrapärasus. Järgnevalt vaatleme seda küsimust natuke ligemalt.

Ainevahetuse reguleerimine ja koordineerimine toimub kõrgemates organismides nn. endokriinse süsteemi elundite, s.o. sisenõristusnäärmete kaudu. Sisenõristusnäärmed pro-

T a b e l 5.

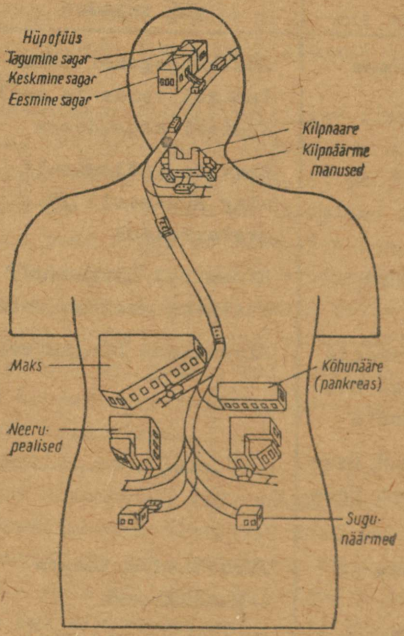
Mõnede sisemise ainevahetuse fermentide iseloomustus.

Ferment või koferment	Selle rakendamine või vajadus	Koostisosad (kofermendis)
Karboanhüdraas	Süsihappegaasi lahustamisel veres ja eraldumisel kopsudesse	Tsink
Koferment A	Rasvade "põlemisel" ning sünteesil jt. otstarveteks	Pantoteenhape
Püridiindehüdraasid	Sisemisel hingamisel vesiniku eraldamiseks	PP-vitamiin
Flaviinfermendid ehk kollased hingamisfermendid	Sisemiseks hingamiseks	B_2-vitamiin
Tsütokroomid (vähemalt 9 eri fermenti)	——— " ———	Raud (samuti nagu hemoglobiinis)
Karboksülaas ja dehüdraas	Püroviinamarihappe lagundamiseks	B_1-vitamiin
Arginaas	Kusiaine tekkimisel	Mangaan

dutseerivad paljusid erilisi suure bioloogilise aktiivsusega aineid, nn. hormoone, sisenõresid ehk ärriteid. Need avaldavad väga olulist mõju eeskätt fermentide tootmisele, aga ka teistele kehas toimuvatele talitlustele.

Sisenõristusnäärmed on omapärased juba selle poolest, et nende produktid, hormoonid imenduvad kohe läbi rakuseinte verre ja kanduvad sellega üle kogu organismi laiali. Tei-

sed näärmed, näiteks sülje-, mao-, soole-, higi- ja piimanäärmed ning maks ja pankreas saadavad oma nõred vastavate juhade kaudu kohe tarvitamiskohale. Sisenõristusnäärmete hulka loetakse tavaliselt hüpofüüs (ajuripats), kilpnääre, epiteelkehakesed (kilpnäärme manused), neerupealised, pankrease Langerhansi saarekesed ja sugunäärmed (joonis 5). Eri-



Joon. 5. Tuntumaid sisenõristusnäärmeid, mis produtseerivad mitmesuguseid hormoone ja saadavad neid vere- ja lümfisoonte kaudu kehasse laiali eluprotsessids reguleerimiseks (R. W. Gerard'i järgi).

lisi, hormoonide taolisi toimeaineid võivad verre saata peale sisenõristusnäärmete ka paljud teised elundid ja koed, nagu emakas, maks, soole limaskest, vegetatiivne närvisüs-

teem (siseelundite talitlust reguleeriv närvisüsteemi osa) jne.

Hüpofüüs, epiteelkehakesed ja pankrease saarekesed toodavad hormoone, mis on valgule ligidased ained, teiste näärmete hormoonid aga on lihtsamad ained, mis sagedasti kuuluvad nn. steroidide hulka. Steroidide rühma ained on ka D-vitamiin, kolesterool jt., mida on juba mainitud.

Hormoonide tootmine ja eritamine näärmete poolt on omavahel hästi kooskõlastatud. Üks peaaju osa, nimelt hüpotaalamus, juhib hüpofüüsi tegevust osalt otse närvide kaudu, aga ka eriliste hormoonide eritamise teel. Hüpofüüs omakorda reguleerib kõigi teiste sisenõristusnäärmete tegevust.

Pärast oma otseste ülesannete täitmist muundatakse hormoonid, peamiselt maksas, teisteks aineteks või lagundatakse hoopis ja eristatakse sapi, uriini või roojaga.

Suure mõjuga toimeained - hormoonid, fermendid, vitamiinid, mikroelemendid jne. - on organismis omavahel mitmeti seotud. Toime laadilt on hormoonid kõrgemal astmel kui fermendid, rääkimata teiste mainitud rühmade ainetest. Hormoonide osatähtsus fermentide tootmise ja eritamise reguleerimises ja koordineerimises on väga suur. Sellega reguleeritakse suurel määral ka vitamiinide ja teiste toidukomponentide kasutamist organismis, sest need on fermentide valmistamisel lähteaineteks. Sellepärast võib fermentide tootmine normaalselt ja kooskõlastatult toimuda ainult sel juhul, kui organismi toit on täisväärtuslik. Tõepoolest ei ole aktiivsete fermentide küllaldasel hulgal tootmine rakkudes mõeldav ilma vajaliku hulga valkude, vitamiinide ja mineraalaineteta, millest valgud kuuluvad kõigi fermentide koostisse (vt. ka tabel 5).

Hormoonide tootmine vastavates näärmetes ei ole nii otseselt hinnatav lähteainete seisukohalt, sest erinevalt fermentidest koosneb ainult osa hormoone valkudest või amiinohapetest. Teised hormoonid, nagu steroidhormoonid, koosnevad suhteliselt lihtsatest ainetest, mille sünteesiks organism ei vaja väliskeskkonnast mingeid erilisi toidukomponente.

Piisab tavalistest süsivesikutest või teistest energeetilistest komponentidest, mille ainevahetuse vaheproduktidest organism on võimeline sünteesima endale vajalikke steroidhormoone. Hästi tuntud hormoonidest sisaldavad vaid kolm mineraalaineid: kilpnäärme hormooni toimeained (joodtüroniinid) sisaldavad joodi ning insuliin ja glükagoon tsinki. Vitamiine aga tuntud hormoonide koostises ei leidu.

Sellegipärast vajab organism hormoonide produtseerimiseks toitu, mis sisaldab rohkesti vitamiine ja mineraalaineid. Selline toit on vajalik mitte ainult üldiselt organismi normaalse funktsioneerimise tagamiseks, vaid ka spetsiifiliselt teatavate sisenõristusnäärmete talitluse tagamiseks. Katsed loomadega on näidanud, et B_1-vitamiini (või kogu B-rühma) vähesuse korral toidus tekivad kilpnäärme ja sugunäärmete mandumise (degeneratsiooni-) nähud, väheneb vastavate hormoonide produtseerimine, esinevad häired süsivesikute ainevahetuses ja sugulises tsüklis. C-vitamiini oluline puudus põhjustab neerupealistes atroofilisi muutusi, millega kaasneb nende näärmete talitluse häireid. A-vitamiini sisaldus toidus ja organismis on tähtis kilpnäärme ja sugunäärmete talitlustes. Mitšekevitš (aastal 1934) leidis, et A-vitamiini vähesuse korral hakkas katserottidel kilpnääre liiga vähe hormooni tootma, olgugi et nääre ise suurenes. Need on aga struuma ühe variandi tunnused. Viimasel ajal on selgitatud, et rajoonides, kus biosfääris on joodi napivõitu, sageneb struuma siis, kui ka A-vitamiini on toidus vähe. Sel juhul on struumahaiged võrdlemisi efektiivselt ravitavad A-vitamiini üsna suurte annustega sobivas vormis (emulgeeritult). Tõenäoliselt on ka Eesti NSV-s esinev struuma analoogiliste tekkepõhjustega. D-vitamiini vähesuse korral suurenevad kanapoegadel epiteelkehakesed kaalult 2 - 3 korda; esialgu funktsioneerivad näärmed normaalselt või toodavad isegi rohkem hormooni, nähtavasti nn. kompensatoorse seisundi tõttu. Mõne aja järel aga näärmed kortsuvad ja degenereeruvad ning eritavad hormooni palju vähemal määral. Et sugunäärmete talitlus toimuks normaalselt, peab toit sisaldama küllaldasel hulgal E-vitamiini. Esitatud

vähesed näited illustreerivad täisväärtusliku toidu tähtsust endokriinse süsteemi normaalse funktsioneerimise kindlustamisel. See seos on mõistetav juba selle tõttu, et ka hormoonide tekkeprotsessideks on vaja mitmesuguseid fermente. Kuigi hormonaalne mõju paljude tuhandete fermentide tootmisele on väga oluline, on nende kõigi tootmise materiaalseks aluseks eeskätt täisväärtuslik toit. Viiks liiga pikale üksikasjaliselt illustreerida seda, et ka kõrgema juhtiva süsteemi, s.o. närvisüsteemi normaalse funktsioneerimise aluseks on optimaalse koostisega ja küllaldane toit. Üldiselt ei saa selles kahelda.

Kõiki ainevahetusprotsesse, alates ainevahetusest keskkonna ja inimorganismi vahel ning lõpetades fermentatiivsete metabolismiprotsessidega, juhib üldiselt kesknärvisüsteem. Kogu see keerukas süsteem, s.o. kogu organism, kaasa arvatud ka kesknärvisüsteem, funktsioneerib normaalselt ainult sel juhul, kui peale muu ka kõigi fermentide ja hormoonide produtseerimine toimub normaalselt. Selleks peab kindlustama organismi kui ühtse terviku alalise tasakaalustumise keskkonnaga. Selle tasakaalu reaalseks väljenduseks on organismi küllaldane varustamine kõigi vajalike toidukomponentidega ja muidugi ka kõige muu vajalikuga.

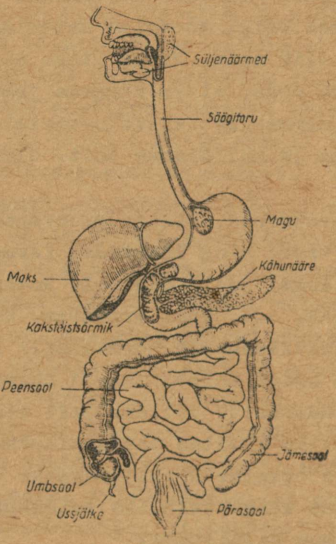
Tõsi küll, mõningaid fermente ja hormoone saadakse loomade näärmetest ja kasutatakse ravimina, samuti nagu lüsosüümi. Need preparaadid ei suuda aga terve inimese tervise säilitamisel loomulikke toimeaineid asendada.

T o i d u s e e d i m i n e j a s e e d i t a v u s .

Toidu seedimine seisab selle mitmekülgses ettevalmistamises suus ja maos ning lagundamises väikesteks koostisosadeks toidukomponentideks. Need imenduvad lõpuks verre ja kasutatakse organismi poolt oma vajadusteks.

Toidu seedimine algab suus (joonis 6), kus toit peenestatakse ja segatakse süljega nii, et teda on kerge alla nee-

lata. Sülje toimeainete mõjul algab suus ka toidu keemiline lagundamine väiksemateks osadeks, toidukomponentideks, ja steriliseerimine, mille tagajärjel toidus leiduvad mikroobid hävivad. Maos toimub maomahlade mõjul toidu edasine etteval-



Joon. 6. Seedeelundite skeem.

mistav keemiline töötlemine, kusjuures toit muutub ka peaaegu täiesti steriilseks (mikroobivabaks). Perioodiliselt, väikeste portsjonitena liigub toit edasi kaksteistsõrmiksoolde, kus temasse toimivad pankrease mahl, sapp ja peensoole enese mahl. Seejärel kulgeb toit peensoolt mööda jämesoolde, jällegi väikeste kogustena. Peensooles lõhustuvad mahlade mõjul toiduained toidukomponentideks, mis imenduvad läbi soole seina verre; osa rasvadest imendub aga lümfi- (mahla-) soontesse. Normaalselt ei sisalda jämesoolde suunduv toidusõa enam oluliselt valke, rasvu, suhkruid ega tärklist. Jämesooles (ja osalt umbsooles) jätkub seedimine peamiselt selles mõttes, et toorkius leiduv tselluloos lõhustub mikroobide mahlade

abil suhkruks (glükoosiks). See suhkur imendub osalt verre ja on seega inimese poolt kasutatav, samuti nagu peensoolest imenduv suhkur. Jämesoolest imendub ka suurel hulgal vett, mille tõttu sooles liikuv mass tiheneb. Järelejääv mitteseedunud toiduosa väljub organismist roojana pärasoole kaudu. Toidu liikumine mööda seedeaparaati ja osade kaupa üleminek ühest seedeelundist teise tagatakse vastavate lihaste perioodiliste kokkutõmmete, nn. peristaltika abil.

Kogu seedimisprotsessi eri astmete koordineerimisest võtab osa sisenõristusnäärmete (endokriinne) süsteem mitmesuguste hormoonidega (vt. joonis 5), kuid üldjuhtimist teostab närvisüsteem. Kogu see keeruline süsteem funktsioneerib normaalselt ainult sel juhul, kui selle üksikud lülid ja organism tervikuna on kindlustatud normaalsete keskkonnatingimustega, sealhulgas ka täisväärtusliku toiduga optimaalsel tasemel.

Toidu seedimise täielikkus oleneb mõistagi nii seedeaparaadi töövõimest kui ka toidu seeditavusest. Tavaliselt on tervetel organismidel ligikaudu ühesugune seedimisvõime. Seedimise täielikkus oleneb suurel määral seeditava toidu hulga vastavusest organismi toiduvajadusele. Mõõduka või kasina toidu hulga ja toidu sobiva koostise korral eritavad organismi seedenäärmed palju ja aktiivseid seedemahlu. Nende mõjul seedub toit võrdlemisi täielikult. Kui aga toidu hulk on alaliselt liiga suur, võrreldes organismi toiduvajadusega, siis on seedemahlade kogus, mis eritub teatavale toidu hulgale, suhteliselt väiksem ja vähem aktiivse koostisega. Selle tõttu ei ole ületoitumise ehk liigsöömise korral toidu seedimine täielik.

Niisugust olenevust kinnitavad vastavad katsed ja tähelepanekud. O.P. Moltšanova andmetel seedus näiteks jämedast rukkijahust leiva kiudainegi sõja ajal (aastal 1942) päris hästi (70–75 % ulatuses), pärast sõda (aastal 1945) oli aga samadel isikutel tselluloosi seedumise aste palju madalam (45–50 %). Teised süsivesikud, valgud ja rasvad seeduvad aga isegi kuni 50 %-lise ületoitumise korral veel päris hästi (üle 90 %).

Katsed mitmesuguste toitude ja toiduainete seeditavuse selgitamiseks näitavad, et vastupidi üsna levinud vaadetele on eri toiduained võrdlemisi ühesuguse seeditavusega. Näiteks peetakse köögivilja ja eriti jämedast jahust leiba raskesti ja ebatäielikult seeditavaks. Nõukogude teadlaste uurimiste andmed, mis on esitatud tabelis 6, iseloomustavad

T a b e l 6 .

Eri sorti jahust nisuleiva seeditavus tavalise segatoitumise korral (Auermani ja Frumini andmetel).

Jahusort	S e e d i t a v u s protsentides			
	Valgud	Rasvad	Süsivesikud[1]	Mineraalained
Täisterajahu	80	87	95	72-75
I sordi jahu	85	90	98	77-82
Kõrgema sordi jahu	85	90	98	85-86

mitmesugusest jahust valmistatud leiva seeditavust. Nendest andmetest nähtub, et eri sorti nisujahust leiva seeditavuses ei ole suuri erinevusi. Täisterajahust leiva pisut väiksema seeditavuse teeb aga kuhjaga tasa vitamiinide, mineraalainete ja valkude suurem sisaldus. Oma põhjalike uurimiste alusel tervete inimestega jõuab Meditsiiniteaduste Akadeemia Toitlusinstituudi töötaja Z.D. Frumin järeldusele, et "segatoidu"omastamine ei olene kasutatud leiva sordist. Kogemused, eriti sõjaaegsed, näitavad, et isegi need haiged, kes põevad kroonilist maopõletikku (gastriiti), taluvad enamasti rahuldavalt toitu, mis sisaldab palju jämedat taimset kiudainet (õigemini toorkiudu). Hästi peenestatud saadusi teraviljast ja aedviljast taluvad haiged paremini, mispärast nende kasutamine levib. Mõistagi jääb toorkiud inimorganismis suurelt osalt seedimata, kuid selle sisaldus inimtoidus

[1] Välja arvatud tselluloos, millest peamiselt koosneb taimsete rakkude kest ja mida sisaldab ka seemnete puitunud kestaine.

ei ole niikuinii eriti suur ja tabelis 6 esitatud toidukomponendid omastatakse ka võrdlemisi toorkiurikastest toiduainetest küllaldasel määral.

Toorkiu enese seeditavuse kohta on andmed üsna erinevad, kõikudes umbes 40–90 % vahel; W. Ziegelmayer esitab andmeid, mille järgi toores punakapsas leiduv toorkiud seedub 81 % ulatuses, keedetus aga 89 % ulatuses.

Toiduainete tõeliselt puuduliku seeditavuse juhud on võrdlemisi harvad ja ka siis seeduvad puudulikult enamasti ainult toiduaine üksikud komponendid, suurem osa komponente aga seedub hästi. Olulisel määral ei omastata näiteks spinatis ja peedilehtedes leiduvat kaltsiumi. See on tingitud spinati- ja peedilehtede suurest oblikhappesisaldusest, sest seedimisel tekkivat väga raskesti lahustuvat soola – oblikhaput kaltsiumi ei omastata kuigi tunduval määral. Teiselt poolt aga näitavad katsed ja kogemused, et kaltsiumi, mida leidub rikkalikult näiteks lillkapsas, peakapsas, kapsalehtedes, salatis, kaalika- ja naerilehtedes, kasutab inimorganism peaaegu niisama hästi kui piimas leiduvat kaltsiumi.

Isegi nisukliid on küllalt hästi seeditavad. H.C. Shermani kokkuvõtte ja samuti ka S.Borgströmi uurimise põhjal katseloomadega (rottidega) ja inimestega selgub, et nisukliid on hästi seeditavate raua, valkude (88 %-line imendumine), B_1-vitamiini ja teiste toidukomponentide heaks allikaks. Nõukogude teadlaste hiljutised uurimised katseloomadega näitasid, et kliide valgud, rasvad ja süsivesikud seeduvad küllaltki hästi (75–90 % ulatuses), kiudaine aga 53–63 % ulatuses. Oma ja teiste uurimiste alusel jõudis rootsi teadlane S. Borgström järeldusele, et nii toitumise füsioloogia seisukohalt kui ka majanduslikel kaalutlustel võib nisukliisid toidu koostises (näiteks täisteraleivana) inimeste toitlustamisel soovitada. Veel enam, kliisid koguni soovitatakse ja kasutatakse edukalt ravitoitlustamisel. Nii kasutasid Nogaller ja teised Kaukaasia sanatooriumides toidulisana kliisid ja nende leotist hea eduga suhkurtõve, südame-

haiguste, kõhukinnisuse ja sapipõie kroonilise põletiku ravimisel. Ainult üksikutel haigetel tekivad säärasest toidust esialgu mõningad ebameeldivad nähtused, nagu rõhitised ja raskustunne rindealuses piirkonnas. Need kadusid aga kõik varsti. Ka hüpertooniatõve ja ateroskleroosi ravi on kliide kasutamise korral võrdlemisi edukas.

Toiduainete seeditavuse suurendamisel peetakse tähtsaks nende kuumutamist - keetmist, küpsetamist ja praadimist. Katsed ei näi aga seda üldiselt kinnitavat. Näiteks Borgströmi andmeil ei suurenda kliide kuumutamine temperatuuril 97° nende seeditavust, tugevam kuumutamine, eriti pruunistamine temperatuuril 170° aga koguni vähendab seda. Pruunistamisel lagunevad osalt vitamiinid ja valgud. Enamiku toiduainete seeditavus tõuseb keetmise tagajärjel, kuid ainult mõõdukalt, umbes 1 - 10 % võrra.

Füsioloogilised toidunormid ja toiduainete tarbimise normid.

Looduslikes tingimustes valib inimene samuti nagu loom instinktiivselt endale vajalikud toiduained. Ainult looduslikes tingimustes kindlustab see valik organismi varustamise otstarbeka toiduga, kusjuures instinkt aitab vaid üldjoontes õigesti orienteeruda. Kaasaja tugevasti muutunud tingimustes ei saa aga enam kuigi kindlalt toetuda ainult instinktile, vaid peab niisugust loomulikku orienteerumist tõsiselt kontrollima ja teaduslikult põhjendatud normidega toetama. Viimastel aastakümnetel on paljud teadlased töötanud toidunormide koostamisel ja selle töö tulemusena on mitmes riigis avaldatud nn. "füsioloogilised toidunormid". Nendes normides esitatakse inimorganismi normaalseks arenemiseks ja talitluseks vajalike tuntumate keemiliste ainete või nende rühmade (toidukomponentide) vajalikud kogused. Need arvud on saadud objektiivsete teaduslikkude uurimiste alusel ega põhine subjektiivsetel andmetel. See muidugi ei tähenda, et individuaalsed ja instinktiivsed kalduvused maitsmise, haist-

mise ja teiste meelte alusel oleksid toidu valikul kõrvale lükatud. Seda instinktiivset valikut ainult toetatakse ja ohjeldatakse. Füsioloogilised toidunormid osutuvad vajalikeks mitte ainult üksikisiku seisukohalt, vaid ka ühiskondliku toitlustamise planeerimise ja korraldamise seisukohalt. Toetudes arvulistele füsioloogilistele toidunormidele ja andmetele toiduainete keemilise koostise kohta, võib konkreetselt arvutada elanikkonna toitlustamisel vajalikke toiduainete koguseid. Seda praktiseeritaksegi laialdaselt sööklates, puhkekodudes, sanatooriumides ja haiglates toitlustamise korraldamisel. Üldine juhindumine nendest andmetest on niisama tähtis aga ka kodusel või üksikisiku toitlustamisel.

Nõukogude Liidus kehtivad praegu aastal 1951 avaldatud füsioloogilised toidunormid, mida vitamiinide osas aastal 1961 korrigeeriti. Nendes normides on ette nähtud keskmiselt inimese kohta päevas toidukogus, mis peab sisaldama 105 g valke, 99 g rasva (õli) ja 415 g süsivesikuid, mis kõik kokku annab organismis energia hulga 3053 suurt ehk kilokalorit (kcal). Sellest energia hulgast annavad valgud 14,1 %, rasvad 30,1 % ja süsivesikud 55,8 %. See toidukogus ja -koostis rahuldab keskmist kasvu täiskasvanud inimest, kes elukutselt ei ole seotud kehalise tööga, kuid kellele siiski on iseloomulik kerge kehaline tegevus. Kehalise tööga seotud elukutsete puhul on aga toiduvajadus suurem. Vajalikku toidukogust päevas iseloomustatakse toidu energeetilise väärtusega, mis kerge töö korral on 3500 kcal, keskmise töö korral 4000 kcal ja raske töö korral 4500–5000 kcal. Lastel on vastavalt eale toiduvajadus päeva kohta väiksem. Nii peab 6 kuu kuni 1 aasta vanuse lapse päevase toidukoguse energeetiline väärtus olema üle 700 kcal. Kuid juba 11–15 aastaste laste toiduvajadus on peaaegu niisama suur kui kehalist tööd mittetegeval täiskasvanul, sest lapsed kasvavad ja on ka kehaliselt üsna aktiivsed.

Mida intensiivsem on inimorganismi kehaline tegevus, seda suuremad on normides ettenähtud suhtelised valkude ja rasvade kogused toidus. Nii tõuseb kasvavatel lastel, kes on

tavaliselt ka kehaliselt võrdlemisi aktiivsed, ja kehalist tööd tegevatel täiskasvanutel valkude sisaldus toidu koostises umbes 15 %-ni ja rasvade sisaldus umbes 35 %-ni kalorsuse järgi; keskmiselt on aga vastavad arvud inimese kohta 14,1 % ja 30,1 %, nagu juba öeldud.

Mineraalelementide vajadus päevas inimeste kõigi kategooriate kohta on normides järgmine:

kaltsiumi	800–1000 mg
fosforit	1500–2000 mg
rauda	15 mg

Tuntumate vitamiinide minimaalset vajadust erineva kehalise tegevuse korral näitab tabel 7.

Tegelikul toitlustamisel peab toiduainete valik olema niisugune, et toidu keemiline koostis vastaks füsioloogilistele nõuetele. Seejuures tuleb silmas pidada, et pikemaajalisele ja tunduvale alatoitumisele (vaegtoitumisele) kas või ühegi toidukomponendi suhtes järgneb tingimata mingi ebanormaalsus organismi talitlustes või koguni ilmne haigus. Teiselt poolt on samuti kahjulik ka ületoitumine valkude, rasvade või süsivesikute suhtes või kõigi nende suhtes keskmiselt. Ületoitumine tähendab tegelikult liiga suurt toidukogust, mis ületab organismi vajaduse. Kui mitte arvestada kunstlikke preparaate, siis ei ole meie tavalisel toitumisel kunagi ohtu, et mineraalainete või vitamiinide kogus toidus oleks nii suur, et see võiks organismisse kahjulikku toimet avaldada. Seepärast tuleb nende toidukomponentide füsioloogilisi norme vaadelda kui alampiire, millena nad ka tõepoolest on mõeldud.

Toiduainete valik individuaalsel toitlustamisel kujuneb peamiselt majanduslike võimaluste, maitse ja kohalike traditsioonide alusel, kuna toiduainete keemilist koostist ja seega ka toiteväärtust võetakse arvesse ainult üsna vähe.

Elanikkonna kinniste kontingentide toitlustamisel, näiteks väikelastekodudes, internaatkoolides, puhkekodudes, sanatooriumides ja haiglates valitakse toiduained rohkem teaduslikkudel alustel. Selleks koostatakse toiduainete tarbimise teaduslikult põhjendatud normid. Nende koostamisel võetak-

Tabel 7.

Ööpäevase vitamiinivajaduse minimaalsed füsioloogilised normid.

	Vitamiinid						
	A*		B_1-	B_2	PP	C	D**
	RÜ	mg	mg	mg	mg	mg	RÜ
1. Täiskasvanud:							
a) keskmise töö korral	5000	1,5	2	2,5	15	70	
b) raske töö korral	5000	1,5	2,5	3,0	20	100	
c) väga raske töö korral	5000	1,5	3	3,5	25	120	
2. Rasedad	6600	2	2,5	3,0	20	100	
3. Imetajad emad (kuni 7.kuuni)	6600	2	3	3,5	25	120	kuni 500
4. Lapsed:							
a) kuni 1 a.	1650	0,5	0,5	1,0	5	30	
b) kuni 3 a.	3300	1	1	1,5	10	40	
c) 4-6 a.	3300	1	1,5	2,5	10	50	
d) 7-12 a.	5000	1,5	1,5	3	15	60	
e) 13-15 a.	5000	1,5	2	3	20	70	
5. Noorukid (16-22 a.)	5000	1,5	2,5	3,5	25	70	

* Vähemalt üks kolmandik vajadust tuleb rahuldada A-vitamiini sisaldavate toiduainetega, ülejääv osa - karotiini sisaldavatega, arvestades, et karotiini vitamiinne aktiivsus on praktiliselt kolm korda väiksem kui A-vitamiini aktiivsus. Seega vastab 3300 rahvusvahelist ühikut (RÜ) 1 mg-le A-vitamiinile või 3 mg-le β-karotiinile. (A-vitamiini leidub loomsetes toiduainetes, karotiini - taimsetes.)

** D-vitamiini 1 γ (= 0,001 mg) on ekvivalentne 40 RÜ-ga.

se aluseks vastava elanikkonna kontingendi keskmised füsioloogilised vajadused (mis olenevad elueast, tegevusest jne.) ja toiduainete keemiline koostis. Peale nende põhiliste lähteandmete arvestatakse mõistagi ka toiduainete kättesaadavust, maitset ja kohalikke traditsioone. Nõukogude Liidus on koostatud ka riiklikus ja liiduvabariikide ulatuses toiduainete tarbimise normid, mida aegajalt mõningal määral muudetakse. Niisugused riiklikud normid on vajalikud põllumajandusliku toodangu ja toiduainetetööstuse struktuuri planeerimisel.

Toiduainete tarbimise normid on võrreldes füsioloogiliste toidunormidega tublisti ebamäärasema ja üldisema sisuga. Tõepoolest võib normidest (toidu valikust) välja jätta ükskõik missuguse toiduaine ja toidu füsioloogilise täisväärtuse tagada teiste toiduainetega, valides neid sobivas vahekorras. Füsioloogilistest toidunormidest, kus antakse organismile vajalikud toidukomponentide kogused, ei saa mõistagi ühtegi komponenti välja jätta, sest näiteks ilma valkudeta või ilma A-vitamiinita ei saa inimorganism elada. Sellepärast ei või toiduainete tarbimise norme nimetada füsioloogilisteks normideks (nagu seda vahel tehakse), küll aga peavad tarbimise normid toetuma füsioloogilistele normidele ja rahuldama neid.

T o i d u j a t o i d u a i n e t e t o i t e - j a t a r b i m i s v ä ä r t u s .

Toit on füsioloogiliselt täisväärtuslik siis, kui selle koostises on parajal hulgal kõiki inimorganismile vajalikke komponente: valke (ja selle koostises vähemalt 8 nn. asendamatut amiinohapet), rasvu, süsivesikuid, vähemalt 15 mineraalset elementi ja 15 vitamiini. Mõistagi peab toit olema maitsev ega tohi sisaldada ilmselt kahjulikke lisandeid - tõvestavaid mikroorganisme, mürgiseid aineid jne.

Mitmesugused toiduained sisaldavad organismile vajalikke ehk biootilisi toidukomponente erineval hulgal. Ükski toi-

duaine ei sisalda aga kõiki neid komponente niisuguses vahekorras, et üheainsa toiduainega võiks organism alaliselt oma vajadusi rahuldada. Enamus looduslikke toiduaineid sisaldab küll peaaegu kõiki toidukomponente, kuid üsna erineval hulgal. Üksikud looduslikud toiduained (mesi) ja kõik rafineeritud (kõrgema sordi jahud, valge riis jne.) sisaldavad enamust toidukomponente väga vähe või ei sisalda peaaegu üldse (suhkur ja enamus vabu rasvu).

Toit koostatakse toiduainetest, sellepärast tuleb üksikute toiduainete toiteväärtust hinnata seda kõrgemalt, mida paremini nad sobivad täisväärtusliku toidu koostamiseks, ehk teisiti öeldult, mida usaldusväärsemalt nendest saab koostada (valmistada) täisväärtuslikku toitu.

Selleks, et saada toiduainete toiteväärtuse hindamiseet konkreetsemat ülevaadet, on kohane heita pilku selle ajaloolisele arengule.

Möödunud sajandi keskel kujunes toitumise ja toiduainete keemia esialgsete ja puudulikkude andmete alusel valitsevaks niisugune seisukoht, et organismile on vaja ainult valke, rasvu ja süsivesikuid ning lisaks mõningaid mineraalaineid. Inimese ja looma organismi hakati pidama sarnanevaks ahjuga, mille kütuseks on toit. Valgud pidid olema selle toidu peamiseks osaks, sest need on vajalikud ka vere ja kudede tekkimiseks. Sellepärast nimetas J. Liebig valgud nn. plastilisteks (vormuvateks ehk kujunduslikkudeks) aineteks; toidus leiduvad rasvad ja süsivesikud nimetas ta aga hingamisaineteks. Iga toiduaine väärtust hakati hindama peamiselt selle järgi, kui palju energiat, kaloreid see põlemisel annab; toitvus ja kalorsus loeti ükskeist peaaegu katvateks mõisteteks. Niisuguseid seisukohti arendasid möödunud sajandi teisel poolel ja isegi veel käesoleva sajandi algul näiteks järgmised suure autoriteediga teadlased: J. Liebig, K. Voit, M. Rubner ja R. Virchow.

Nõnda rajati toitumise ja toiduainete hindamise nn. energeetiline ehk kalorsuse teooria, mis avaldas tohutut (kuid kahjuks eksitavat) mõju järgnevate põlvede vaadete kujunemi-

sele nii terve kui ka haige inimese toitlustamisel. Suure kalorsusega toiduaineid, nagu vabu rasvu, süsivesikuid ja nende poolest rikkaid ning hea maitsega aineid hakati pidama kõrge toiteväärtusega toiduaineteks. Võib rääkida koguni suhkru- ja võikultuse tekkimisest. Vett rohkesti sisaldavaid köögivilju ja teisi selliseid toiduaineid, mida varem hinnati kõrgelt, hakati nüüd nende väikese kalorsuse tõttu pidama teise järgu või koguni tühise tähtsusega toiduaineteks või isegi ainult maitseaineteks. Need seisukohad levisid, vaatamata sellele et köögiviljade kuivaine enamasti sisaldab palju mineraalaineid ja vitamiine.

Toiteväärtuse ja kalorsuse küsimuses kujunenud vaadete loogilist vastuolulisust iseloomustas eredalt juba 1934.a. N.I. Leporski[1]. Ta kirjutas: "Nähtavasti, mitte kusagil ei avaldunud nii iseloomulikult ühe mõiste - "toiteväärtus", vahetus teise mõistega - "kaloriline väärtus", koos kõigi loogiliste tagajärgedega sellest vahetusest, kui just köögiviljade küsimuses."

Alles alates möödunud sajandi lõpust, kui algas vitamiinide avastamine ja ka mineraalsetele elementidele (sealhulgas mikroelementidele) hakati järjest suuremat tähelepanu osutama, hakkas vähehaaval selguma, et toiduainete hindamise kalorsuse teooria on puudulik ja toob rohkem segadust kui selgust.

Vaatamata sellele, et vitaminoloogia rajamise algusest, s.o. N. Lunini töö ilmumisest trükis 1880. a., on möödunud juba üle 80 a., ei ole erialaline kirjandus (ja mõistagi ka populaarne kirjandus) kaugeltki veel vaba toiduainete ühekülgselt energeetilisest hindamisest. Nii on 1959. a. ilmunud A.E. Bejuli jt. autorite poolt köögi- ja puuviljade

---

[1] N.I. Leporski oli üks silmapaistvamaid I.P. Pavlovi kooli esindajaid. Ta õppis omal ajal meditsiini Tartu ülikoolis ja oli hiljem samas õppejõuks (dotsendiks). Peale Teist maailmasõda oli N.I. Leporski professoriks Leningradis Sõja-Mereväe Akadeemias, NSVL Meditsiinilise Akadeemia tegevliikmeks ja riikliku preemia laureaadiks.

kohta kirjutatud raamatus lk. 84 mainitud järgmist: "Kurgid on suure veesisalduse (95 %) tõttu tühise toiteväärtusega (ainult 16 kalorit[1]). Seega on autorid toiduaine toiteväärtuse võrdsustanud selle kalorsusega.

Tänapäeval on hästi teada, et täisväärtuslik toit peab sisaldama parajal hulgal üle neljakümne keemilise aine - toidukomponendi (valgud, vitamiinid jne.). Needsamad toidukomponendid loomulikult peavad olema ka toiduainete hindamisel n.-ö. toiteväärtuse elementideks.

Viimasel ajal on Nõukogude Liidus kui ka välismail koostatud ja välja antud nn. toiduainete keemilise koostise ja toiteväärtuse tabeleid. Nendes on antud iga toiduaine 100 g kalorsus ja selles koguses sisalduvate toidukomponentide hulgad grammides, milligrammides või teistes ühikutes. Toiteväärtuse seisukohalt mitmesuguste toiduainete kokkuvõtlik üldine hindamine on aga jäetud lugeja enda mureks.

Vajadus väljendada toiduainete keemilist koostist nii, et eri toiduaineid oleks võimalik paremini omavahel toiteväärtuse üldhinnangu seisukohalt võrrelda, on viimasel ajal muutunud järjest ilmsemaks. Eriti tungivaks on muutunud suure kalorsusega komponentide kõrval ka mineraalsete elementide ja vitamiinide arvelevõtmise vajadus, sest rafineeritud toiduainete osatähtsuse tõusu tõttu kipuvad viimasel ajal toidus napiks jääma just viimati mainitud väikese kalorsusega komponendid.

Rida autoreid on püüdnud leida toiduainete keemilise koostise sobivamaid väljendusvorme, selleks et nende toiteväärtust saaks kergemini ja ülevaatlikumalt võrrelda. Selle juures võib esile tõsta kahte lähteseisukohta. Esiteks, et võrdluse aluseks ei sobi toiduainete kaalulised hulgad, sest eeskätt veesisaldus toiduainetes on väga erinev, aga füsioloogilistes toidunormides, s.o. organismi seisukohalt hinnatakse toidu ja toiduainete hulka nendes peituva energia (kalorite) alusel. Sellepärast on mitmed autorid (Sherman, Kohman jt.) eri toiduainete keemilise koostise (ja sellega ka

[1] S.o. 16 kcal 100 g toiduaine kohta.

toiteväärtuse) võrdlemisel lähtunud toiduainete nii suurtest hulkadest, mis on võrdse kalorsusega, näiteks 100 kcal, 1000 või 3000 kcal. Kalorite arvu kasutatakse viimasel ajal kaaluühikute (kg, g jne.) arvu asemel hulga mõõduna ka statistiliste andmete esitamisel, näiteks toiduainete tarbimise taseme hindamisel.

Teised autorid (b. Cuvelier, H.K. Gräfe, I. Hruby jt.) on lähtunud 100 g või suurematest toiduainete hulkadest, kuid väljendanud nende hulkade kalorsuse ja toidukomponentide hulgad protsentides või teistes suhtelistes arvudes, võttes aluseks nende komponentide päevased füsioloogilised normid.

Käesoleva töö autoril on välja töötatud metoodika, mis ühendab mõlemaid ülalmainitud seisukohti. Alljärgnevalt illustreeritakse näitlikult seda toiteväärtuse hindamise metoodikat.

Näiteks kui analüüsi andmetest nähtub, et valgusisaldus 100 g-s piimas on 3,5 g ja 100 g-s leivas 6,0 g, siis ei tähenda see kaugeltki, et leib oleks valgurikkam toiduaine kui piim. Et need arvud võrreldavaks teha, arvutatakse niisugused andmed tihti ümber kuivainele. Siis selgub, et 100 g piimapulbrit sisaldab valke 29,2 g, 100 g leivakuivikuid aga umbes 11 g. Nagu arvud näitavad, sisaldab piima kuivaine üle kahe ja poole korra rohkem valke kui leiva kuivaine; hinnates valgusisaldust nende toiduainete tavalises tarbimisseisundis, saame aga peaaegu täpselt vastupidise vahekorra. Keemilise analüüsi andmete ümberarvutamine kuivainele on täiest õigustatud, sest toiduainetes väga erineval hulgal leiduval veel ei ole toiteväärtust tavalises mõttes ja organismi veevajadus kaetakse kas selle veega, mis on toiduainetes, või joogiveega. Veel enam: vee väljajätmine toiduainete keemilise koostise võrdlemisel on õigustatud ka toiduainete kui energeetilise materjali (jõuallika) hindamisel. See seletub jaoluga, et vesi ei põle ega anna energiat ja et toiduainete "põlemisel" organismis vabanevat energiat ei kasutata otseselt vee aurustamiseks, nagu tavalisel kütuse põlemisel küttekolletes või mootorites.

Toiduainete toiteväärtuse hindamine nende kuivaine keemilise koostise alusel ei võimalda siiski veel toiduainete kuigi täpset võrdlemist. Ebatäpsus tuleb siin sellest, et organismile vajalik toidu hulk oleneb kõigepealt organismi energiavajadusest, aga teatava energiahulga saamiseks organismis kulub valke või süsivesikuid kaalult üle kahe korra rohkem kui rasva. Mõningal määral suurendab võrdluse ebatäpsust ka kestaine erinev sisaldus mitmesugustes toiduainetes, sest seda ei loeta energiat andvaks aineks. Järelikult on toiduainete omavahelise võrdlemise huvides otstarbekam toiduainetes leiduvate keemiliste ainete (toidukomponentide) sisaldus ümber arvutada toiduainete niisugustele kogustele, mis organismis põledes annavad ühesuguse energiahulga, näiteks 1000 kcal. Niisugused isokaloriliste koguste keemilise koostise tabelid võimaldavad toiduaineid või toite mõne üksiku toidukomponendi, näiteks valkude või kaltsiumisisalduse suhtes hästi võrrelda.

Toiduainete võrdlemiseks kõigi toidukomponentide summaarse sisalduse kui ka nende vajaduse suhtes inimorganismi vajaduste rahuldamise seisukohalt ei ole aga selline tabel veelgi küllaldane. Selle puudulikkus tuleneb asjaolust, et eri toidukomponentide koguste hindamiseks toiduainetes kasutatakse mitmesuguseid ühikuid, nagu grammid, milligrammid ja rahvusvahelised ühikud (näiteks A-vitamiini kohta). Et ühes või teises toiduaines sisalduvaid eri toidukomponentide koguseid võrdlevalt ja summaarselt hinnata, on vaja valida sobiv ühik kõigi toidukomponentide koguste väljendamiseks.

Et inimorganismi vajadus toidukomponentide suhtes on nüüdisajal aluseks toiduainete ja toidu toiteväärtuse hindamisel, siis on võimalikult vahenditu hindamise huvides loomulik võtta eri toidukomponentide sisalduse väljendamisel ühikuks samade toidukomponentide päevased füsioloogilised normid (toidukomponentide päevased ühikud, lühend TPÜ). Toiduainete omavaheliseks võrdlemiseks sobib võtta nende niisugused kogused, mis organismis "põledes" annavad 3000 kcal, s.o. toiduainete või toidu kogused, mida vajab päevas keskmist kasvu (70 kg) inimene kergema kehalise töö korral. Need

kogused vastavad keskmisele päevasele energeetilisele füsioloogilisele normile - 3000 kcal.

Toiteväärtuse arvutamist võib illustreerida järgmise näitega. Keskmiselt võib arvestada, et 100 g piima vastab organismis kasutamisel 67 kilokalorile ja sisaldab 0,050 mg B_1-vitamiini; viimase päevane füsioloogiline norm on 2 mg (antud vitamiini 2 mg vastab ühele TPÜ-le). Seega 100 g piima sisaldab

$$0{,}050 : 2 = 0{,}025 \text{ TPÜ-d } B_1\text{-vitamiini.}$$

Päevase energeetilise (kalorsuse) keskmise normi (3000 kcal) võiks katta

$$3000 : 67 = 45$$

sajagrammise piimakogusega, s.o. 4500 g piimaga. 3000-kaloriline piimakogus sisaldab järelikult

$$0{,}025 \times 45 = 1{,}1 \text{ TPÜ-d } B_1\text{-vitamiini.}$$

Analoogiliselt võib arvutada kõigi teadaolevate toidukomponentide sisalduse iga toiduaine 3000-kalorilises koguses. Kui kõigi toidukomponentide hulki väljendada samades ühikutes - TPÜ, siis võib nende ühikute arvud liita ja saada summaarse arvu vaadeldava toiduaine üldiseks hindamiseks. Niisugused summaarsed arvud iseloomustavad, kuivõrd ühe või teise toiduaine energeetilise väärtuse kandja, orgaaniline seeduv aine on üldiselt küllastatud vajalikkude toidukomponentidega. Jagades summa toidukomponentide arvuga, saame aritmeetiliselt keskmise toidukomponentide sisalduse. Mõistagi võib nendes TPÜ-ühikutes iseloomustada ka toidukomponentide rühmade, näiteks vitamiinide sisaldust, summeerides vastavaid üksikarve.

Piima koostis TPÜ-des on esitatud tabelis 8.

Arvestades TPÜ olemust, tuleb niisugust toiduainet (samuti nagu toitugi), mis 3000-kalorilises koguses sisaldab iga toidukomponenti, seega kõiki keskmiselt ühe TPÜ ümber, lugeda vastavaks organismi füsioloogilistele vajadustele. Niisuguses toiduaines on energeetilised toidukomponendid ta-

sakaalustatud vitamiinide ja kõigi teiste nn. "kaitsvate" toidukomponentidega; kõigi komponentide sisaldus niisuguse toiduaine päevases koguses vastab füsioloogilistele päevanormidele. Sellepärast on põhjust niisugust toiduainet nimetada "normaalseks" või tingtoiduaineks. Niisugune "normaalne" toiduaine saab olla ainult ting- ehk leppetoiduaine, sest peale emapiima (imikutoiduna) ei ole looduses teisi toiduaineid, mis omaette üksikult rahuldaksid inimorganismi füsioloogilisi vajadusi täiel määral kõigi toidukomponentide suhtes.

Kui mingi toidukomponendi või keskmiselt kõigi toidukomponentide sisaldust toiduaine 3000-kalorilises koguses (s.o. keskmises päevaratsioonis) iseloomustab arv alla 1 TPÜ, siis see tähendab toidukomponentide nappust toiduaines kas vastavate üksikute komponentide suhtes või kõigi suhtes keskmiselt.

Suuremad arvud kui 1 TPÜ iseloomustavad toiduainetes külluslikku toidukomponentide sisaldust, jällegi kas vastavate üksikute toidukomponentide suhtes või kõigi suhtes keskmiselt. Ühesuuruse kalorsusega kogustes suhteliselt rohkesti (1 TPÜ) toidukomponente sisaldavate toiduainetega on võimalik kompenseerida toidus esinevaid defitsiite, mis võivad tekkida vaegväärtuslike ja ühekülgsete toiduainete olulisel kasutamisel. Sellepärast on põhjust niisuguseid küllusliku koostisega toiduaineid pidada kõrge toiteväärtusega toiduaineteks.

Kui üldiselt hinnata eri toiduainete toiteväärtust selle järgi, kui suur on nende isokalorilistes kogustes toidukomponentide keskmine sisaldus, siis selgub, et erinevused on üsna suured. See oleneb eeskätt asjaolust, et eri toiduainete seeditav orgaaniline aine sisaldab vitamiine ja mineraalaineid väga erinevates kogustes. Eri toiduainete rühmade mõne tüüpilise esindaja toiteväärtust 12 toidukomponendi keskmise sisalduse alusel iseloomustavad järgmised arvud: kapsad (termiliselt töödelduna) sisaldavad 3000-kalorilises koguses 3,4 TPÜ, piim 1,7 TPÜ, täisterasaadused umbes 1 TPÜ

Tabel 8.

Toidukomponentide sisaldus piima 3000-kalorilises koguses (4,5 liitris).

Toidukomponente	Valke	Rasvu	Seeditavaid süsiv.	Ca	P	Fe	Vitamiine				
							A	B_1	B_2	PP	C
TPÜ-des	1,5	1,7	0,5	6,8	2,6	0,3	0,9	1,1	2,9	0,5	1,0

Riiklikult normeerimata toidukomponente, mis siiski on												
Na	K	Mg	Cu	Mn	Zn	S	Cl	J	Pantoteenhapet	Biotiini	Inosiiti	Püridoksiini	Foolhapet
2,8	3,4	2,0	0,4	0,06	1,5	1,0	3,7	2,6	1,3	2,3	2,3	1,5	1,2

organismile vajalikud					Summaarne hinnang		
					Toidukomponente		Toidukomp. võrdjagunevuskoefitsient K^1
Koliini	B_{12}-vitamiini	K-vitamiini	E-vitamiini	D-vitamiini	kokku ΣTPÜ=N	keskmiselt N:n	
2,3	9,0	0,2	0,15	0,2	58	1,9	0,66

[1] Vt. hiljem samas §-s.

ja valge riis 0,4 TPÜ (5, lk. 244 - 250).

Kirjeldatud metoodika järgi saadud summaarsed hindearvud iseloomustavad toiduaineid nendes sisalduvate toidukomponentide aritmeetiliste keskmiste hulkade alusel. Neis keskmistes arvudes ei leia aga peegeldust küsimus, kuivõrd küllaldaselt toiduaine sisaldab üht või teist toidukomponenti, kuigi sellest võib teatava ülevaate saada, vaadeldes tabeli vastavaid arve iga toidukomponendi kohta. Üldiselt hinnatakse vitamiinide ja teiste toidukomponentide sisalduse poolest mitmekülgseid toiduaineid kõrgemalt kui ühekülgseid, sest mitmekülgse, täisväärtusliku toidu koostamiseks on seda rohkem perspektiive, mida mitmekülgsemad on selleks kasutatavad toiduained. See on arusaadav, sest toiduainete vastastikune täiendamine ühes või teises toiduaines liiga napilt või liigaga rohkelt sisaldavate toidukomponentide suhtes on seda reaalsem, mida ühtlasemalt on toidukomponendid jaotunud igas toiduaines. Täiesti ideaalsel juhul, s.o. siis, kui toiduks kasutatakse selliseid toiduaineid, mis koostiselt on täiesti ühtlased, võrreldes organismi füsioloogiliste vajadustega (normidega), polekski tarvis taotleda toiduainete vastastikuse täiendamise efekti, vaid üksainus toiduaine rahuldaks organismi vajadusi täielikult. Niisugune juhtum, nagu teada, esineb normaalselt ainult imiku toitumisel emapiimaga ja seedagi esimestel elukuudel. Teise äärmusena võiks mainida viimasel ajal uurimistöödel praktiseeritavat katseloomade söötmist kunstliku toiduga, kus organismi toidetakse toidukomponentide preparaatide seguga. Preparaatidest tervisliku toidu koostamine (kuivõrd see antud arenemisetapil üldse reaalseks osutub) on mõeldav ainult katsetingimustes, sest rääkimata loomadest orienteerub ka inimene toiduainete valikul ikkagi põhiliselt instinktiivselt, meeleelundite abil, kuigi viimasel ajal objektiivsed teadmised järjest suuremal määral instinkti toetavad. Preparaatide hulgas instinktiivselt õigesti orienteerumiseks ei ole aga ükski organism oma arenemises kohanenud. Toiduainetena on preparaadid äärmiselt ühekülgsed. Tegelikult asuvad toiduained oma koostise ühtluse mõttes nende kahe äärmuse vahel.

Et toiduainete koostise ühtluse aste on ilmselt tähtis toiduainete valikul toidu koostamiseks, siis on oluline seda ühtlust ehk võrdjagunevust hinnata mitte ainult silma järgi, vaid ka arvuliselt. Toiduainete ühtluse arvuliseks hindamiseks töötasid nende ridade autor ja B. Kabur välja metoodika, mis võimaldab toiduaineid selles mõttes arvuliselt võrrelda nn. võrdjagunevuskoefitsiendi (K) alusel. Maksimaalselt ühtlase, "normaalse" toiduaine võrdjagunevuskoefitsient on 1 ($K_{maks.}=1$); maksimaalselt ebaühtlasel (minimaalselt ühtlasel) toiduainel on K väärtus: 1 jagatud vaadeldavate toidukomponentide arvuga ($K_{min.}=\frac{1}{n}$). Ühest toidukomponendist koosnevatel toiduainetel, näiteks suhkrul, on võrdjagunevuskoefitsient minimaalse väärtusega. Teiste toiduainete koostise ühtluse aste asub nende piirväärtuste vahel. Enamikus looduslikes toiduainetes on toidukomponendid jaotunud võrdlemisi ühtlaselt. Kaheteistkümne toidukomponendi sisalduse hindamisel asub nende toiduainete võrdjagunevuskoefitsient piirides umbes 0,3 - 0,7. Erakordselt ebaühtlase koostisega on mõned rafineeritud toiduained, mis koosnevad vähestest toidukomponentidest või koguni ühestainsast komponendist, nagu suhkur ja puhtad rasvad. Näiteks kaheteistkümne toidukomponendi arvestamisel on võrdjagunevuskoefitsient (K) võil 0,21; sulatatud searasval 0,12; kalamaksaõlil 0,13 ja suhkrul 0,08. Kui võtta arvesse veel rohkem toidukomponente toiduaines, siis kujuneb koefitsiendi alampiir veel väiksemaks ja toimuvad mõned nihked hindearvudes, kuid toiduainete järjekord hindearvude järgi jääb enam-vähem samaks.

Tarbimise seisukohalt hinnates peavad toiduained olema organoleptiliselt vastuvõetavad (s.o. maitsvad ja vabad kahjustavatest lisanditest) ja sisaldama bioetilisi toidukomponente, s.o. olema toiteväärtuslikud. Kuivõrd kõik need nõuded on rahuldatud, niivõrd võib teatavat toiduainet hinnata tarbimisväärtuse seisukohalt rahuldavaks, heaks jne. Toiduainete kvaliteedi hindamine pallilise süsteemi alusel ja toiteväärtuse hindamine ülalmainitud metoodika järgi võimaldab nende tarbimisväärtusest mõningase arvulise ülevaate saada.

III. TOIDUAINETE SÄILITAMISE JA KONSERVIMISE ALUSED.

Kõiki toidukaupu tuleb peale tootmist teatav aeg säilitada, sest ainult tühine osa nendest võib leida tarbijate poolt kasutamist vahenditult peale kauba tootmist. Toodetava kauba tee tarbijani kulgeb ladude, transpordi ja kaupluste kaudu. Mõnede kaupade, nagu leiva, marjade, piima jne., säilitamise aeg nende tootmisest tarbimiseni on ainult mõni tund või päev, aga teisi kaupu võib säilitada aastaid, näiteks steriliseeritud konserve, veini, kuiva teravilja, suhkrut jne.

Kaubateaduse ülesandeks on tundma õppida ja juurutada praktikasse niisugused kauba säilitamise ratsionaalsed meetodid, mis võimaldavad kaupa nii kvalitatiivselt kui ka kvantitatiivselt säilitada, kusjuures tööjõu ja materjali kulud, s.o. säilitamise maksumus, oleksid minimaalsed. Iga kauba säilitamisel on vaja arvestada tema eri omadusi, mida käsitletakse eri liiki kaupade tundmaõppimisel. Käesolevas osas puudutatakse ainult säilitamise ja konserveerimise üldisi küsimusi.

Säilivuse seisukohalt võib toidukaupu liigitada kolme rühma, kuigi teravat piiri nende vahel ei ole.

Esimesse rühma kuuluvad kiirelt riknevad kaubad, nagu liha, kala, piim, rohelised köögiviljad, enamus marju jne. Need kaubad sisaldavad palju vett, aga konservivaid aineid loomupäraselt ei sisalda. Sellepärast nad tavalistes hoiutingimustes ei säili kuigi kaua, vaid riknevad mõne päeva kestel mikroorganismide ja fermentide kaastegevusel. Kiirelt riknevate toidukaupade säilivust võib tõsta eriliste hoiutingimuste või konservimisviiside rakendamisel.

Teise rühma aineteks oleksid juurviljad, kartul, õunad ja mitmed teised puuviljad, mõned marjad. Need kui elusad organismid säilivad heades hoiutingimustes mitmeid kuid. Ka pohla- ja jõhvikamarjad ning hapendatud köögiviljad säilivad üsna kaua, sest sisaldavad konservivaid aineid.

Kolmanda rühma toidukaubad, mis tavalistes hoiutingimustes pikemat aega hästi säilivad, on teravili, jahu, makaronid,barankatooted (rõngaskuivikud), suhkur, rasvad, taimeõlid jne. Need kaubad sisaldavad üsna vähe vett, mille tõttu mikroorganismid ja fermendid ei saa nendes aktiivselt toimida ja riknemist esile kutsuda. Hästi säilivate toidukaupade rühma kuuluvad ka mõned veerikkad kaubad, mis on termiliselt konserveeritud (konservid) või sisaldavad konservivaid aineid, näiteks liköör, veinid jne., mis sisaldavad alkoholi.

S ä i l i t a m i s e l t o i d u k a u p a d e s t o i m u v a d p r o t s e s s i d .

Toiduainetes säilitamisel toimuvad protsessid on mitmesugused nii neid esilekutsuvate põhjuste kui ka nende mõju poolest kauba omadustele. Neid protsesse võib liigitada füüsikalisteks, keemilisteks, biokeemilisteks ja bioloogilisteks. Kõik nad toimuvad tavaliselt vastastikuses seoses ja nende mõjul muutuvad mõningal määral kauba omadused.

Paljude kaupade säilitamisel toimuvad protsessid mõjutavad teatava aja kestel soodsalt nende omadusi. Näiteks värske (toores) liha valmib säilitamise esimesel perioodil, talvesorti õunte säilitamisel toimub nende järelvalamine, samuti valmivad säilitamisel juustud, veinid jne. Teiste toiduainete säilitamisel püütakse aga hoiutingimusi nii valida, et kaupade esialgsed head omadused võimalikult täielikult säiliksid; näiteks säilitatakse teravilja, jahu, tange, makarone, suhkrut, kartuleid jne. paraja kuivuse ja temperatuuriga ruumis.

Paljudel juhtudel aga esinevad säilitamisel kahjulikud protsessid, mille tagajärjel toidukaubad riknevad; näiteks liiga niiske teravili rikneb isesoojenemise tõttu, liha ja kala riknevad valkude roiskumise tõttu, rasvad räästuvad (kibestuvad) oksüdeerimise tõttu, puu- ja juurviljad närbuvad kiiresti, kui neid säilitada soojas ja kuivas ruumis jne.

Säilitamisel toimuvaid protsesse võib soodsalt mõjutada otstarbekate hoiutingimuste kaudu. Nendeks tingimusteks on temperatuur, õhu niiskus, valgus, pakkimisviisid jne. kui ka spetsiaalsed konservimiseks kasutatavad võtted, näiteks kõrge temperatuur steriliseerimiseks ja keemilised lisandid - konservvandid.

Füüsikalised protsessid. Nende protsesside hulka kuuluvad produktide temperatuuri ja niiskuse muutumine ning nende poolt ümbritsevast keskkonnast aurude ja gaaside sorbtsioon. Füüsikalised protsessid avalduvad produktide konsistentsi, maitse ja lõhna muutustes ning nendega on seotud mitmesugused keemilised ja teised protsessid.

T e m p e r a t u u r i m u u t u m i n e säilitatavas produktis toimub siis, kui ümbritseva keskkonna erineva temperatuuri mõjul soojus produktist lahkub või selles neeldub. Produkti temperatuur muutub seda kiiremini, mida suurem on tema temperatuuri erinevus ümbruse temperatuurist. Peale selle oleneb temperatuuri muutumise kiirus produkti enda omadustest. Aine omadust sandardtingimustes teatava kiirusega temperatuuri muuta iseloomustatakse temperatuurijuhtivuse koefitsiendiga. See oleneb omakorda päriproportsionaalselt produkti soojusjuhtivusest, aga vastuproportsionaalselt produkti soojusmahtuvusest ja mahukaalust. Valemi kujul on see seos järgmine:

$$\alpha = \frac{\lambda}{c \cdot \gamma} ,$$

kus α - temperatuurijuhtivuse koefitsient (m^2/tund).
λ - soojusjuhtivus (kcal/m . ^oC . tund),
C - soojusmahtuvus (kcal/kg . ^oC) ja
γ - produkti mahukaal (kg/m^3).

Enamus toiduaineid (välja arvatud vedelad, veerikkad) on väikese soojusjuhtivusega, väikese soojusmahtuvusega ja mitte suure temperatuurijuhtivuse koefitsiendiga. Sellepärast suurel hulgal virnades, salvedes, silodes jne. hoitavad pro-

duktid paistavad silma suure temperatuurilise inertsusega, s.o. võimega üsna kaua hoida esialgset temperatuuri. Võrdlemisi ruttu muutub kauba temperatuur ainult välistes kihtides ja kauba paigutamisel väikeste partiidena.

Kauba temperatuur ja selle muutused on säilitamisel tähtsateks teguriteks. Temperatuurist oleneb toidukaupades toimuvate biokeemiliste protsesside kiirus, mitmesugust liiki mikroorganismide arenemine jne. Peale selle kutsub madal või kõrge temperatuur ise otseselt esile muutusi kauba olekus, näiteks vee külmumise, suhkru kristalliseerumise lahusest ja rasva sulamise.

N i i s k u s e m u u t u m i n e toidukaupades, s. o. veeauru neeldumine õhust või vee eraldumine kaubast on säilitamisel samuti suure tähtsusega. Niiskuse muutumine aines tekib siis, kui veeauru rõhk õhus ja aine antud niiskust tasakaalustav veeauru rõhk ei ole omavahel võrdsed.

Toiduainetes võib niiskus olla seotuna ja vabana; osa veest moodustab aine osakeste pinnal aurukihi. Kui veeauru rõhk ümbritsevas õhus ületab osakeste pinnal tekkiva auru rõhu, siis aine niiskub - aine a d s o r b e e r i b veeauru, mille molekulid peetakse kinni produkti pinnal. Kui produkt sisaldab hüdrofiilseid või mikropoorse ehitusega aineid, siis tema pinnale adsorbeerunud vesi difundeerub produkti sisemistesse kihtidesse - toimub niiskuse a b s o r p t s i o o n . Osa niiskust neeldub ka makro- ja mikrokapillaaridesse. Niiskumine jätkub nii kaua, kui antud temperatuuril produkti niiskusest tingitud veeauru rõhk tema pinnal saab võrdseks ümbruskonna veeauru rõhuga, teisiti öeldes: produkt niiskub nii kaua, kui saavutab t a s a k a a l n i i s k u s e . Juhul, kui produkti tegelik niiskus on suurem teatavale õhu relatiivsele niiskusele vastavast tasakaalniiskusest, siis, vastupidi, niiskus d e s o r b e e r u b , eraldub produktist. Desorbtsioon, samuti kui niiskuminegi (sorptsioon) jätkub kuni tasakaalniiskuseni, kuid sel juhul saavutatav niiskus on hüstereesi tõttu esialgu natuke väiksem kui see tasakaalniiskus, mis tekib niis-

kuse sorptsiooni puhul, s.o. kuivema aine niiskumisel.

Õhu teatava relatiivse niiskuse ja temperatuuri juures on mitmesuguste produktide tasakaalniiskus hoopis erineva suurusega. See on tingitud produktide erinevast h ü g r o s k o o p s u s e s t . Viimane oleneb produkti keemilisest koostisest ja ka struktuurist. Suhteliselt hügroskoopsemad, s.o. suurema tasakaalniiskusega on hüdrofiilsed ained tärklis, valgud, kestaine jne. ja neid sisaldavad produktid ning aktiivse pinnaga produktid.

Erinevat hügroskoopsust mitmesugustel toidukaupadel võib illustreerida mõningate arvudega: 70 % õhu relatiivse niiskuse ja 20° C temperatuuri juures on tasakaalniiskus peensuhkrul 0,14 %, tükeldatud rafineeritud suhkrul 0,40 %, päevalilleseemnetel 7,85 %, nisujahul 14 %, rasvast vabastatud sojajahul 16 % ja kartulitärklisel 20 %.

Kauba säilitamisel väikestes partiides muutub selle niiskus ümbritseva õhuga otsese kokkupuutumise tõttu võrdlemisi kiiresti. Suurtes kompaktsetes kogustes (salvedes, virnades jne.) säilitatav kaup niiskub või kuivab eeskätt pinnaligidastes kihtides. See tekitab teatava ebaühtluse kogu kauba niiskuses ja võib halvendada selle säilivust.

Peale kauba niiskumise hügroskoopsuse tõttu võib see toimuda ka õhust veeauru kondenseerumisel kauba pinnale. See nähtus tekib siis, kui külma kauba mõjul õhk tublisti juhtub, mille tõttu õhu niiskusemahtuvus väheneb ja osa veeaurd kondenseerub. Seda võib illustreerida järgmise näitega.

Olgu välisõhu temperatuur + 20° C ja relatiivne niiskus 75 %; säärase õhu 1 m^3 sisaldab 12,9 g vett. Laos hoitava suhkru temperatuur olgu +8° C. Lao ventileerimisel välisõhuga jahtub õhk kiiresti umbes +10° C temperatuurile, kuid suhkur suurt ei soojene. Õhk, mille temperatuur on +10°C, võib maksimaalselt sisaldada vett 9,4 g/m^3, olles veeauruga küllastatud, või, teisiti öeldult - 100 % relatiivse niiskusega. Järelikult peab antud välisõhu jahtumisel +20° C kuni +10° C temperatuurile osa vett (12,9 - 9,4 = 3,5 g/m^3) kondenseeruma. Kondenseeruv vesi koondub esialgu üliväikeste piiskadena produkti pinnale.

Veeauru kondenseerumise tagajärjel võivad niiskuda nii väikese kui ka suure hügroskoopsusega kaubad.

Niiskuse muutumine produktides avaldab mõju nendes toimuvatele protsessidele, näiteks jahu, suhkru, makaronide jne. niiskumine tähendab nende kaupade säilivuse olulist halvenemist. Teistel kaupadel, näiteks värsketel puu- ja juurviljadel halvendab niiskuse vähenemine otseselt kvaliteeti, nimelt väheneb kuivumise tõttu rakkude turgor, viljad närbuvad.

A u r u d e j a g a a s i d e s o r p t s i o o n kulgeb põhiliselt samuti kui veeaurude neeldumine. Esialgu kinnituvad auru või gaasi osakesed produkti pinna aktiivsetele pindadele ja difundeeruvad siis aine sisemusse.

Juhul, kui neeldunud aine on erilise lõhna või maitsega, muutuvad seetõttu need omadused mõningal määral ka produktil; halval juhul omandab produkt võõrapärase lõhna või maitse.

Vastupidist protsessi, s.o. neeldunud ainete eraldumist (näiteks tugeval ventileerimisel) nimetatakse d e s o r p t s i o o n i k s. Peab rõhutama, et desorbtsiooni teel saab enamasti eraldada ainult osa sorbeerunud ainest, mille tõttu võõrapärane lõhn ja ka maitse on üsna püsivad. Sellepärast ei või toidukaupade säilitamisel ja transpordil kasutada niisuguseid ruume, vaguneid, autosid ja taarat, mis on ebapuhtad või sisaldavad võõrapärase lõhna ja maitsega aineid.

Keemilised protsessid. Toidukaupade säilitamisel võivad nende koostis ja omadused oluliselt muutuda mõningate puhtkeemiliste protsesside tõttu, mis toimuvad fermentide osavõtuta. Neid mittefermentatiivseid keemilisi protsesse on võrdlemisi vähe uuritud. Nende keemiliste protsesside hulka kuuluvad eeskätt oksüdeerimisprotsessid õhu hapniku osavõtul. Neid protsesse aktiveerivad soojus ja valgus.

Oksüdeerimise objektideks on kõige sagedamini rasvarikkad toidukaubad, mis sisaldavad palju küllastamata rasv-

happeid. Viimased ühinevad soojuse ja valguse soodustaval mõjul õhu hapnikuga. Selle tagajärjel tekivad nn. peroksüüdid (ülihapendid), mis on ebapüsivad ühendid ja mille lõhustumisel tekib oksühappeid, aldehüüde ja ketoone. Nende mõjul muutub toiduaine kibedaks (rääsunuks), halvalõhnaliseks ja mitte päris kahjutuks toitumisel.

Kaasajal on selgitatud, et küllastamatute rasvhapete (rasvade-õlide koostises) oksüdeerimisel tavalisel temperatuuril (umbes 20 - 25° C) ühineb hapnik selle süsiniku aatomiga, mis on topeltsidemega seotud süsiniku aatomi kõrval. Selle tagajärjel tekib hüdroperoksüüd[1]:

$$RCH{=}CHCH_2COOH + O_2 \longrightarrow RCH{=}CHCHCOOH.$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad O{-}OH$$

Hüdroperoksüüdide lõhustumisel tekib aldehüüde ja hüdroksühappeid:

$$RCH{=}CH{=}CH{-}COOH \longrightarrow R_1CHO + R_2CH(OH)COOH.$$
$$\qquad\qquad\quad O{-}OH$$

Rasvad võivad oksüdeeruda ka osooni (O_3) mõjul. Osooni molekul liitub sellejuures topeltsideme kohale, mille tulemusena tekivad nn. osoniidid:

$$RCH{=}CHR_1 + O_3 \longrightarrow RCH{-}CHR_1$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad O\ \ O$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad \backslash\ /$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\quad\ \ O$$

Osoniidid on, nagu peroksüüdidki, ebapüsivad ühendid ja lõhustuvad vee toimel, andes aldehüüde ja vesinikperoksüüdi:

$$RCH{-}CHR_1 + H_2O \longrightarrow RCHO + R_1CHO + H_2O_2 .$$
$$\quad O\ \ O$$
$$\quad \backslash\ /$$
$$\quad\ \ O$$

Tekkiv vesinikperoksüüd tingib rasva edasist oksüdeerimist.

---

[1] Hüdroperoksüüdid võivad tekkida ka ferment lüpoksüdaasi mõjul.

Teiseks väga tähtsaks keemiliseks (mittefermentatiivseks) protsessiks on melanoidiini tekkimine. Sellel protsessil reageerivad redutseerivad suhkrud valkude ja amiinohapetega, mille tulemusena tekivad tumeda värvusega ained melanoidiinid. Kuumuses toimub see protsess kiiresti, kuid ka tavalisel temperatuuril võib seda märgata, kuigi see kulgeb aeglaselt. Melanoidiini tekkimine esineb kuivatatud kartuli, tomatisaaduste, köögiviljade konservide ja teiste kaupade säilitamisel. Sellega on seotud produktide tumenemine ja maitse ning lõhna muutumine.

Mittefermentatiivsete protsesside hulka kuuluvad ka füüsikalis-kolloidsed muutused, mille tagajärjeks on näiteks valkude vananemine, kaunviljade pehmekskeemise halvenemine nende kauasel säilitamisel, leiva kõvaks muutumine (vananemine) säilitamisel jne.

Biokeemilised protsessid. Sellesse rühma kuuluvad keemilised protsessid, mis toimuvad ainult fermentide katalüütilise mõju tõttu. Need protsessid on erakorraliselt mitmekesised. Nende kiirus oleneb fermentidest, produkti omadustest ja hoiutingimustest. Vähese niiskuse korral (õhukuivalt) ja madalal temperatuuril toimuvad fermentatiivsed protsessid väga aeglaselt, rohke niiskuse korral ja soojas aga võrdlemisi kiiresti. Üle 60 - 70° C temperatuuril fermendid inaktiveeruvad. Kõige olulisemateks biokeemilisteks protsessideks kaupade kvaliteedi seisukohalt on hüdrolüütilised (nende hulgas ka fosforolüütilised) ja oksüdatsiooni-reduktsiooniprotsessid (redoksprotsessid).

H ü d r o l ü ü t i l i s e d p r o t s e s s i d kujutavad endast vee liitumisel lähteainete lõhustumist lihtsamateks, väiksema molekuliga aineteks. Vee kõrval võivad ka teised lihtsad ained, näiteks fosforhape analoogilisest lõhustumisprotsessist osa võtta. Sel juhul nimetatakse protsessi fosforolüüsiks, kusjuures tekib fosforhappe ühendeid laguproduktidega.

Hüdrolüüsuda võivad toidukaupades leiduvad valgud, rasvad ja süsivesikud kui ka teised ühendid.

Valgurikaste, aktiivseid fermente sisaldavate (s.o. kuumutamata) toiduainete säilitamisel võivad valgud hüdrolüüsuda. Selle tulemusena tekivad valkudest järk-järgult proteoosid, peptoosid, polüpeptiidid ja aminohapped, seega vees lahustuvad ained.

Rasvad, mis leiduvad toiduainetes, samuti kui vabad rasvad võivad hüdrolüüsuda ferment lipaasi toimel, kusjuures tekivad vabad rasvhapped ja glütseriin.

Süsivesikud hüdrolüüsuvad järk-järgult vastavate fermentide toimel väiksema molekuliga aineteks - kuni monosahhariidideni. Tärklis hüdrolüüsub amülaasi (diastaasi ehk ptüaliini) toimel, tselluloos tsellulaasi toimel jne. Vaheproduktidena esineb süsivesikute fosforhappeestreid, näiteks glükoosfosfaat jt. Tärklise, glükogeeni ja tselluloosi hüdrolüüsi lõppproduktiks on glükoos; sahharoos hüdrolüüsub invertsuhkruks, s.o. glükoosi ja fruktoosi seguks. Puu- ja juurviljades võib protopektiin (üks tselluloosi derivaat) hüdrolüüsuda lahustuvaks pektiiniks.

Hüdrolüütilised protsessid on tähtsad viljade valmimisel ja nende maitse kujunemisel.

Glükogeeni suhkurdumine ja valkude autolüüs (nii nimetatakse valkude osalist hüdrolüüsi, mis toimub peale looma surma) on tähtsateks liha valmimise hüdrolüütilisteks protsessideks.

Liiga suurel määral toimuv keeruliste ainete hüdrolüüs on kahjulik, sest see tähendab toiduainete kvaliteedi halvenemist või koguni nende riknemist. Näiteks liha ja kala liiga suur autolüüs, mille tõttu lihakude liigselt pehmeneb, samuti kui pektiini liigne hüdrolüüs puuviljade säilitamisel on ebasoovitavad.

H a p e n d a m i s e - t a a n d a m i s e fermentatiivsed protsessid on peamiselt seotud hingamisega, s.o. õhuhapniku kasutamisega. Sisemise ehk koelise hingamise protsess, s.o. ümbritsevast keskkonnast nii looma kui ka taime organismisse tunginud õhuhapniku kasutamine kujutab enesest paljude fermentatiivsete keemiliste protsesside süsteemi.

Selles süsteemis kulgevad nii oksüdatsiooni- kui ka reduktsiooniprotsessid, mis on omavahel tasakaalustatud, kuid kogu hingamisprotsessi põhisuunaks on orgaanilise aine hapendumine, oksüdatsioon ehk "põlemine". Selle oksüdatsiooni lõpp-produktidena tekivad vesi, süsihappegaas ja teisi lihtsaid ühendeid ning vabaneb energiat. Sisemise hingamise protsessis peamiselt oksüdatsiooni, kuid ka reduktsiooni teel tekkivaid ainevahetuse vaheprodukte leidub vähesel hulgal alati organismis, kuid erilistes tingimustes võib nende hulk kujuneda üsna suureks. Need vaheproduktid on peaaegu alati happelised ühendid.

Süsivesikute kasutamisel organismis on ainevahetuse esifaasi lõpp-produktiks püroviinamarihape $CH_3CO\ COOH$. Selles faasis ei toimu oluliselt oksüdatsiooni; sellepärast nimetatakse seda anaeroobseks, s.o. õhuhapniku osavõtuta hingamise faasiks. Püroviinamarihape lõhustub ferment karboksülaasi (mis sisaldab B_1-vitamiini) toimel süsihappegaasiks CO_2 ja äädikhappealdehüüdiks ehk atseetaldehüüdiks CH_3CHO.

Anaeroobsetes tingimustes toimuvad taandamisprotsessid; näiteks püroviinamarihape ja atseetaldehüüd taanduvad vastavalt piimhappeks ja etüülalkoholiks; seda võib skemaatiliselt kujutada järgmiselt:

$$CH_3CO\ COOH + H_2 \longrightarrow CH_3CHOHCOOH$$

$$CH_3CHO + H_2 \longrightarrow C_2H_5OH.$$

Need on tasakaalreaktsioonid ja võivad aeroobsetes tingimustes (s.o. vaba hapniku külluse korral) toimuda vastupidises suunas; sel juhul on need reaktsioonid üheks lüliks aeroobses hingamisprotsessis.

Aeroobsel hingamisel oksüdeerub püroviinamarihape paljude vaheastmete kaudu süsihappegaasiks ja veeks. Seda oksüdatsiooni võib summaarselt kujutada järgmiselt:

$$CH_3CO\ COOH + 5O \longrightarrow 3CO_2 + 2H_2O.$$

Hingamisprotsessi raames toimub palju mitmesuguseid keemilisi reaktsioone, mille küllaldane kiirus tagatakse

vastavate fermentidega. Eri fermendid ilmutavad oma katalüütilist aktiivsust maksimaalselt ainult teatavates tingimustes, mis on mõningal määral igale fermendile iseloomulikud; on erinevad optimumid temperatuuri, niiskuse ja keskkonna reaktsiooni (pH) suhtes. Sellepärast on mõistetav, et koelise hingamise protsessid tervikuna ja üksikult on väga tundlikud välistingimuste suhtes.

Kõige aktiivsemalt toimuvad hingamisprotsessid teatavate tingimuste kokkusattumisel, näiteks teravilja puhul niiskus üle 17 %, puu- ja juurviljade puhul nende tavaline niiskus (75 - 95 % H_2O), temperatuur 20 - 40° C piirides ja küllaldane õhuhapniku juurdevool.

Sisemise hingamise lähteaineks on peamiselt süsivesikud; selleks polü- ja disahhariidid esialgu hüdrolüüsuvad monosahhariidideks.

Rasvarikastes ainetes, näiteks õliseemnetes on hingamise lähteaineks rasv, mis rea vaheproduktide kaudu muundub fermentatiivselt esialgu suhkruks.

Puu- ja juurviljades kulutatakse hingamiseks peale süsivesikute ka teisi aineid, näiteks orgaanilisi happeid ja C-vitamiini.

Hingamisprotsessid toimuvad terviklikult nende toidukaupade säilitamisel, mis koosnevad elusatest organismidest, nagu munadest, puu- ja juurviljadest, teravilja teradest jne. Ka nendest saadavates niisugustes produktides, kus fermendid ei ole inaktiveeritud, näiteks jahus ja tangudes, toimub hingamine, kuigi see ei ole enam koordineeritud hingamine nagu elusas organismis. Mitteelusates toiduainetes toimuvad mitte sünteesi- ja sellega seotud redoksprotsessid, vaid ainult oksüdatsiooniprotsessid.

Seoses sellega, et hingamisprotsesside intensiivsus oleneb temperatuurist ja niiskusest produktis, on seda võimalik soovikohaselt reguleerida. Teravilja hingamise intensiivsus on 17 % niiskuse juures üle 30 korra suurem kui 14 % niiskuse korral.

Hingamisprotsessid olenevad ka hapnikusisaldusest ümbritsevas keskkonnas. Hapniku nappuse korral jääb kogu hin-

gamisprotsessist järele ainult anaeroobne faas, aga hapniku puudumisel lõpuks üldse katkeb hingamine.

Intensiivse aeroobse hingamise tulemusena tekivad tunduvad orgaanilise aine ja energia kaod ning produkti niiskumine, mistõttu see on ebasoovitav. Mõõdukas aeroobne hingamine on aga vajalik elutegevuse säilitamiseks ja tõvestavate keskkonnategurite toimele vastupanuvõime tagamiseks. See soodustab näiteks teravilja, puu- ja juurvilja säilivust. Anaeroobne hingamine tingib üle 20 korra väiksema orgaanilise aine ja energia kao, kuid selle tulemusena kuhjuvad organismisse (ka toiduainesse) ainevahetuse vahe- ja kõrvalproduktid, nagu atseetaldehüüd, etüülalkohol jt. Need ained mõjuvad suures kontsentratsioonis pidurdavalt elutegevusele ja mõnel juhul halvendavad toidukauba kvaliteeti ning säilivust.

Bioloogilised protsessid. Sellesse rühma kuuluvad nii mikroorganismide kui ka loomsete organismide elutegevuse poolt esilekutsutavad protsessid. Säärasteks loomseteks organismideks on puugid (lestalised), putukad ja närilised.

M i k r o b i o l o o g i l i s e d p r o t s e s s i d toiduainetes toimuvad mitmesuguste mikroorganismide arenemise tagajärjel ja enamasti tingivad toiduainete riknemise. Sagedamateks mikrobioloogilisteks protsessideks toiduainetes on käärimine, mädanemine ehk roiskumine ja hallitamine.

Käärimine on süsivesikute bioloogiline lõhustumine. Toiduainete säilitamisel võib esineda piimhappeline, äädikhappeline, propioonhappeline ja võihappeline käärimine. Vastavad happed tekivad suhkrutest fermentide mõjul, kuid viimaseid produtseerivad vastavad mikroorganismid.

Piimhappelist käärimist kasutatakse hapupiimasaaduste, leiva ja hapendatud[1] köögiviljade tootmisel. Kuid mõnede

[1] Kohasem oleks kasutada termineid "hapatatud" või "hapnenud", sest hapukurkide, -kapsaste jne. valmistamisel on iseloomulik mitte hapendamine (oksüdeerimine), vaid hapatamine, hapnemine, s.o. keskkonna muutumine hapuks, happeliseks.

toiduainete, näiteks õlle säilitamisel tingib käärimine selle riknemise. Piimhappelise käärimise tekitavad mitmesugused piimhappebakterid.

Kiireimalt toimub piimhappeline käärimine mõõduka ja lahja suhkru kontsentratsiooni korral ning 20–30° C temperatuuril.

Äädikhappeline käärimine võib tekkida õhuhapniku juurdepääsu korral vedelikes, kus on mõõdukalt etüülalkoholi, näiteks kerges veinis, õlles, puuvilja- ja marjamahlas, taaris jne. See võib tekkida ka teistes produktides, kui sellele eelneb alkoholkäärimine. Äädikhappelist käärimist tekitavad mitmesugused (umbes 20 liigi) äädikhappebakterid. See oksüdeeriv käärimine toimub kahes faasis:

$$2\ C_2H_5OH + O_2 \longrightarrow 2\ CH_3CHO + 2\ H_2O$$

$$2\ CH_3CHO + O_2 \longrightarrow 2\ CH_3COOH.$$

Soodsamaks temperatuuriks äädikhappelisele käärimisele on umbes 30° C.

Propioonhappeline käärimine tekib vahel piimasaaduste, hapendatud köögiviljade ja tärkliserikaste toiduainete säilitamisel. Näiteks piimhappest tekib eri bakterite (Bact. acidi propionici) toimel propioonhappe kõrval ka äädikhape, süsihappegaas ja vesi:

$$3CH_3CHOH\ COOH \longrightarrow 2CH_3CH_2COOH + CH_3COOH + CO_2 + H_2O\ .$$

Teised propioonhappebakterid on võimelised käärima suhkruid ja ühe liigi esindajad isegi tärklist. Need bakterid võivad tingida tärklise, jahu jt. tärkliserikaste toiduainete riknemise.

Võihappeline käärimine võib tekkida kartuli, köögiviljade, juustu, konservide ja vahel isegi niiske jahu ja tärklisesaaduste säilitamisel. Selle tagajärjel omandavad produktid kibeda maitse ja ebameeldiva lõhna. Võihappeline käärimine võib tingida ka juustu pundumise (paisumise) ja konservide bombaaži (karbikaante väljapaisumise).

See seletub gaaside (süsihappegaasi ja vesiniku) eraldumisega käärimisel, mis toimub järgmise võrrandi kohaselt:

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2COOH + 2CO_2 + 2H_2 .$$

Võihappebakterid on anaeroobsed, s.o. arenevad soodsalt vaba hapniku nappuse korral. Mõned neist on võimelised kääritama suhkruid, tärklist, tselluloosi, pektiinaineid jne.

Alkoholkäärimine, mida tekitavad pärmid, võib samuti tingida produktide, näiteks keedise, aedviljamahlade jne. riknemise. Tekkiv alkohol oksüdeerub kergesti äädikhappebakterite fermentide abil äädikhappeks, mille tagajärjel produkt hapustub.

Roiskumine ehk mädanemine on käärimise kõrval teine mikrobioloogiline protsess, mis võib toiduainete säilitamisel areneda ja tingida nende riknemise. Roiskumiseks nimetatakse valkude mikrobioloogilist lõhustumist. Sagedamini roiskuvad valgu- ja veerikkad ained liha, kala ja munad, kuid see protsess võib areneda ka kartuli, teravilja ja teiste produktide säilitamisel.

Roiskumist kutsuvad esile mitmesugused nn. roisubakterid, nende hulgas on spoorilisi ja mittespoorilisi, aeroobseid ja anaeroobseid mikroobe. Tuntumad roisubakterid on Bacillus mesentericus (kartulibatsill ehk -kepike), Bac. subtilis (heinabatsill ehk -kepike) ja Proteus vulgaris.

Roiskumisprotsess algab valkude hüdrolüüsiga järgmise skeemi kohaselt: valk → peptoonid → polüpeptiidid → → amiinohapped. Tekkivad amiinohapped lõhustuvad edasi hüdrolüüsi, oksüdeerimise ja dekarboksüleerimise teel näiteks järgmiselt:

$$\underset{\text{lüsiin}}{NH_2(CH_2)_4CHNH_2COOH} \longrightarrow \underset{\text{kadaveriin}}{NH_2(CH_2)_5NH_2} + CO_2$$

või

$$\underset{\text{oritiin}}{NH_2(CH_2)_3CHNH_2COOH} \longrightarrow \underset{\text{putrestsiin}}{NH_2(CH_2)_4NH_2} + CO_2 .$$

Kadaveriin, putrestsiin ja nendele sarnanevad ained nn. ptomaiinid (kr. ptoma - laip) ehk laibamürgid on paha lõhnaga ained. Neid peetakse mõõdukalt mürgisteks aineteks.

Ptomaiinide kõrval tekivad valkude roiskumisel veel indool, skatool, merkaptaanid (CH_3SH, C_2H_5SH), vääveldesinik, ammoniaak jt. ained, mis on samuti paha lõhnaga ja mürgised. Selliselt riknenud toiduained ei ole toiduks kõlblikud.

Hallitumise nime all tuntakse protsesse, mis tekivad mitmesuguste hallitusseente arenemise korral toiduainetes. Olenevalt hallituse liigist tekib produktide pinnal valge, pruuni, halli, musta või rohelise värvusega ja mitmesuguse kujuga vilditaoline seeneniidistik ehk mütseel. Hallitusseente fermendid võivad lagundada suhkruid, rasvu ja teisi aineid. Hallitunud produktid on omapärase kopitunud, läppunud lõhnaga ja toiduks ei kõlba, kuigi tavaliselt nad mürgised ei ole.

Putukad, puuklased (näiteks metspuuk) ja närilised võivad toiduaineid kasutada enda söödaks ja sel teel tingida olulisi kadusid teraviljade ja teiste toiduainete säilitamisel. Peale selle halveneb nende väljaheidete, jäätmete ja rikutud toiduaine osade tõttu säilitatava toiduaine kvaliteet. Putukad ja puugid (neid nim. ka kahjuriteks) võivad toiduaineid ka mikroorganismidega nakatada, sealhulgas tõvestavatega.

Kahjurite tõrjeks kasutatakse mitmesuguseid võtteid, nagu mehhaaniline puhastamine (kahjurite kõrvaldamine sõelumise, tuulamise jne. teel), termiline töötlemine (kuumutamine või külmutamine) ja nende kahjutuks tegemine spetsiaalsete kemikaalide - insektitsiidide (kloorpikriin, diklooretaan jne.) abil. Näriliste tõrjeks kasutatakse samuti mitmesuguseid mürkaineid (tsinkfosfiidi jne.) ja teisi võtteid, näiteks nende püüdmist lõksude abil.

T o i d u k a u p a d e s ä i l i t a m i n e j a k o n s e r v i m i n e .

Võimalikult hea kvaliteediga ja minimaalsete kadudega toidukaupade säilitamiseks on suure tähtsusega kauba hea pakkimine ja optimaalsete hoiutingimuste (temperatuuri, niis-

kuse) tagamine. Rohkem kunstliku olemusega võtteid või meetodeid, mida kasutatakse toiduainete säilivuse tõstmiseks (külmutamine, kuumtöötlemine hermeetiliselt suletud taaras, keemiliste lisandite abil säilitamine jne.) tuntakse konservimise nime all. See ladinakeelne sõna "conservare" tähendabki säilitamist, hoidmist, kuid praktiliselt on siiski nendel terminitel - säilitamine ja konserveerimine - kujunenud teatav sisuline erinevus,nagu märgitud, kuigi see erinevus alati ei ole selgelt piiritletav.

Toidukaupade pakkimine, pakkematerjalid ja taara. Pakkimine on toidukaupade säilitamisel suure tähtsusega. Hea pakendi korral hoidub kaup puhtana, ei esine kauba kadusid või need on minimaalsed. Pakend kaitseb kaupa kas osaliselt või täielikult keskkonna kahjulikkude tegurite vastu, näiteks niiskuse, mikroobide ja kahjurite vastu. Ka kauba äravalgumine ja isegi vargus on pakitud kauba puhul kergemini välditav.

Kauba pakkimisel eri ülesanneteks kasutatakse väga mitmesuguseid materjale, kusjuures nendele antav kuju võib samuti olla väga mitmesugune. Neid võib liigitada mitmel alusel.

Otstarbe järgi liigitades tehakse vahet täite- ja pakkematerjali ning taara vahel.

Täitematerjal, nagu puitvill,saepuru, turvas ja paber leiab kasutamist puuviljade ja munade pakkimisel ja tihendamisel taaras, et vältida nende kokkupuudet omavahel ja põrkumist transpordil.

Pakkematerjali, selle sõna kitsamas mõttes, kasutatakse kauba sissemässimiseks. Selleks on pakkimispaber või eri otstarbeks etiketipaber, rasvakindel paber, vahapaber, tsellofaan, metallkelmed jne.

Taara nime all tuntakse materjale ja vahendeid, mis on teatava vormiga või millele seda võib kergelt anda, et sellesse pakkida kaupa. Taarat liigitatakse sisemiseks ja väliseks.

Sisemiseks taaraks on mitmesugused võrdlemisi väikesed

karbid, purgid, tuubid jne., millesse pakitult on mugav kaupa turustada ja tarbijal kasutada. Väliseks taaraks on mitmesuguse suurusega kastid, tünnid jne., millesse säilitamise ja transpordi otstarbel pakitakse kaup kas lahtiselt või juba pakitult väiksemasse, sisemisse taarasse.

Pakkematerjale ja taarat liigitatakse veel selle järgi, kas materjal on pehme, pooljäik või jäik. Selles liigituses vaatleme küsimust ligemalt.

P e h m e t a a r a materjalideks on tekstiilmaterjalid, paber, metallist ja kunstlikkudest ainetest valmistatavad kelmelised ehk lehtmaterjalid.

Levinumaks tekstiiltaara liigiks on kotid. Neid valmistatakse linast, džuudist, kanepist, puuvillast või teistest kiudainetest või nende segudest tehtud kangastest. Tekstiilkottidesse pakitakse eeskätt puistkaupa (pudenevat, varisevat), nagu teravili, jahu, tangud, peensuhkur, aga ka rafineeritud tükisuhkur ja muu kaup. Kotid mahutavad enamasti 25 - 100 kg kaupa. Tekstiilkotid ei katkesta kauba kontakti keskkonnaga ega ventileerumist, nad ei väldi seetõttu kauba niiskumist ja väljatolmumist ega nakatumist aidakahjuritega.

Paberist taara valmistatakse mitut sorti paberist. Parimaks paberiks selleks otstarbeks on sulfaatsellulloosist valmistatav nn. jõupaber. Suuremaid kotte tehakse mitmekihiliselt kokkukleebitud paberist, eriti raskemate kaupade paigutamiseks. Paberist, eriti jõupaberist, taara kaitseb kaupa niiskumise, kahjurite ja mustuse eest, kuid katkestab peaaegu täielikult nendes hoitavas kaubas õhuvahetuse, ventileerimise.

Paberist kotte ja teist liiki paberist taarat kasutatakse kauba fassimiseks[1] võrdlemisi väikestes kogustes, enamasti 0,5 - 3 kg. Nendesse pakitakse puistkaupa, nagu jahu, tange, peensuhkrut, soola, aga ka mõningaid kondiitritooteid, puuvilju, juurvilju ja kartuleid.

---

[1] Fassima (poola k. fasowac) varakult kaupa kaaluma ja pakkima teatavas hulgas.

Pehme taara materjalide hulka kuuluvad ka erisorti paberid, nagu pärgamentpaber ehk võipaber ja pärgamiin. Need on võrdlemisi rasva- ja veekindlad ja lasevad õhku vähem läbi kui tavaline paber.

Pärgamenti saadakse liimimata paberi lühiaegse sukeldamise teel kangesse väävelhappesse, millele järgneb pesemine veega ja kuivatamine. Väävelhappe mõjul tursub paberikiudude tselluloos, mis moodustab tiheda ühtlase ja läbihelendava kelme - pärgamentpaberi[1]. Pärgamiini valmistamisel saavutatakse tselluloosi tursumine selle intensiivse "jahvatamisega" koos veega.

Neid sorte paberit kasutatakse või, margariini jt. rasvarikaste kaupade või ka selliste kaupade pakkimiseks, mille aroomainete säilitamine on oluline, nagu tee ja kohv.

Võrdlemisi uuteks pakkematerjalideks on tsellofaan ja sünteetilised kelmed ehk lehtmaterjalid.

Tsellofaani valmistatakse nagu viskoossiidigi tselluloosist saadavast viskoosist, tõmmates selleks kiu asemel kelme. Vajalikkude järelkäsitluste abil saadakse läbipaistev lehtmaterjal. Tsellofaan märgub veega ega pidurda pärit vee ja õhu liikumist ümbruse ja kauba vahel. Seda kasutatakse kuivade toidukaupade pakkimisel kui ka vorsti kestade valmistamiseks. Tsellofaani õhu- ja veekindluse tõstmiseks kaetakse seda nitrotselluloolakiga. Valmistatakse ka värvilist tsellofaani. Tsellofaanilehtede paksus on 20-50 μ. Lakeeritud tsellofaani on soovitav kasutada hägroskoopsete toidukaupade, näiteks karamelli ja mõnede toidukontsentraatide pakkimisel. Tuntakse ka atsetüültselluloosist kelmeid.

Sünteetilistest polümeeridest kelmed on üsna levinud viimasel ajal, peamiselt polüetüleenkelme, aga ka polüvinüülkloriidist, vinüülsegapolümeeridest, polüamiidvaigust (nailonist) kelmed jt.

---

[1] Pärgamentpaberit nim. viimasel ajal ka lihtsalt pärgamendiks, kuid muistsel ajal tunti kirjutamiseks kasutatavaid loomanahku selle nime all.

Polüetüleeni valmistatakse etüleeni (CH_2=CH_2) polümeriseerimisel kas kõrgel või madalal rõhul. Esimesest saadav kelme pehmendub juba 80° C temperatuuril, teine talub aga 130 - 180° C.

Polüetüleenkelmed on läbipaistvad, elastsed ja üsna hea mehhaanilise vastupidavusega, nendest tungivad läbi süsihappegaas ja õhk ning nad ei ole ka päris niiskuse- ja rasvakindlad.

Polüetüleenist kelmeid kasutatakse lühiaegsel säilitamisel ja transpordil mitmesuguste kaupade pakkimisel, näiteks leiva, puu- ja köögiviljade ning vähese rasvasusega liha ja kalakaupade pakkimisel. Kõrgrõhu polüetüleenist valmistatakse vorstikesti.

Polüpropüleen on polüetüleenist vastupidavam ja tihedam, mille tõttu see sobib toidukaupade kauemaks säilitamiseks paremini.

Polüvinüülkloriid on kõige odavam polümeerne pakkematerjal. Selle kelmed on väga väikese veeläbilaskvusega. Neid kasutatakse laialt Nõukogude Liidu kalatööstuses heeringate pakkimisel. Teistest polüvinüülkelmetest toiduainete pakkematerjalina on tuntumad polüvinüülatsetaat ja saraan. Viimasest valmistatakse ka hermeetiliselt suletavaid kotte, milles toiduained säilivad võrdlemisi kaua. Vinüülpolümeeride toodang tõuseb plaani kohaselt 1965. a. 11,6 korda võrreldes 1958. aastaga.

Polüamiidkelmed on eriti hea mehhaanilise kestvusega ja vastupidavusega rasvade ja õlide suhtes, kuid veeauru suhtes on üsna läbitungitavad. Kasutatakse eeskätt rasvade pakkimisel.

Metallidest kasutatakse lehtmaterjalina (kelmena ehk fooliumina) kauba pakkimisel eeskätt kahte metalli: tinast (Sn) linte ja lehti paksusega 0,008-0,12 mm stannioli ehk tinapaberi nime all; alumiiniumist fooliumi paksusega 0,004-0,012 mm. Neid kasutatakse niisuguste kaupade, nagu tee, šokolaadi, kompvekkide jne. pakkimiseks, mille aroomi säilitamine on tähtis.

P o o l j ä i k t a a r a valmistatakse peamiselt siledast või lainelisest (gofreeritud) papist või kartongist, millest tehakse mitmesuguseid karpe ja kaste. Kasutatakse ka pajuvitsu (-varbu), luga, puidust laaste ja peerge konservide ja võrkude valmistamiseks.

Papist karpidesse ja kastidesse pakitakse tubaka- ja kondiitrisaadusi, makarone jt. kaupu. Väikese tugevusega karpides kauba transpordi kergendamiseks paigutatakse need suurema tugevusega kastidesse.

Vee- ja rasvakindla pooljäiga taara saamiseks kasutatakse eri kartongi, mis on immutatud parafiiniga või kaetud polümeeride (näiteks polüetüleeni) kihiga. Nendest tehakse karpe ja topse sulatatud või, koore, jäätise, tomatipasta ja teiste pastataoliste kaupade pakkimiseks. Sääraseid topse kasutatakse ka jooginõudena kioskitest piima ja limonaadi turustamisel.

Papist taara on võrreldes puidust taaraga tublisti ökonoomsem. Sellele juhitakse tähelepanu NLKP Keskkomitee ja NSV Liidu Ministrite Nõukogu määruses "Tselluloosi-paberitööstuse mahajäämuse likvideerimise abinõudest" 30. maist 1960.a. Seitseaastaku kestel peab papist taara tootmine suurenema 20-kordselt; see võimaldab 1965. aastal kokku hoida 30 miljonit m^3 tarbepuitu puidust kastilaudade vähemkulu tõttu.

Korve ja võrke kasutatakse puuviljade, marjade, seente ja köögiviljade paigutamiseks nende kogumisel ja transpordil. Korve kasutatakse ka leiva, saia ja rõngaskuivikute taarana.

J ä i k t a a r a leiab kasutamist väga mitmesugusel kujul ja eri otstarveteks. Selleks kasutatakse peamiselt puitu, metalli ja klaasi. Jäik taara kaitseb kaupa hästi mehhaaniliste mõjutuste vastu. Klaasist ja plekist taaras on võimalik kaupa hermeetiliselt sulgeda.

Puidust taaraks on eeskätt kastid ja tünnid, pütid . Kaste tehakse kastilaudadest (nn. taaralaudadest) või vineerist. Esimest liiki kastidesse pakitakse mune ja puuvilju. Vineerist kastid sobivad hästi makaronide, kondiitrisaaduste ja tükisuhkru pakkimiseks. Kastid on sagedasti ka väliseks

taaraks fassitud kauba pakkide paigutamiseks.

Tünne ja vaate valmistatakse tammest, pärnast ja teist liiki puidust. Nendes hoitakse veini, õlut, võid, hapendatud köögivilju, soolatud heeringaid ja mõningaid teisi toidukaupu.

Metallist taarana on laialt levinud plekist karbid, mis valmistatakse kas lakeeritud või tinutatud (tinaga, Sn, kaetud)raudplekist, nn. valgest plekist. Neid karpe kasutatakse steriliseeritud konservide ja preservide taarana. Mõnel juhul pakitakse plekist taarasse ka karamelli ja kondiitrisaadusi.

Tsingitud raudplekist kastides hoitakse ja transporditakse paberist taarasse fassitud kuivi toidukaupu.

Levivaks jäiga taara liigiks on konteinerid. Need on suured, ustega suletavad kastid, mis valmistatakse kas üleni metallist või koosnevad metallraamist ja sellele kinnitatud laudseintest. Konteinereid kasutatakse välise taarana nendesse pakitava kauba transportimisel autodega või raudtee platvormvagunitel.

Klaasist taara laialt levinud liikideks on pudelid, purgid, balloonid. Nendes hoitakse ja transporditakse vedelaid kaupu, nagu piima, taimeõlisid, mahlu, karastavaid ja alkohoolseid jooke, hapendatud ja marineeritud köögivilju, steriliseeritud konserve jne.

Taara omadused ja selle sobivus teatava kauba pakkimiseks on suure tähtsusega toidukaupade kvaliteetsel säilitamisel.

Toidukaupade pakkimiseks kasutatav taara peab rahuldama mõningaid üldisi nõudeid, ei tohi näiteks sisaldada kahjulikke aineid, mis võivad üle kanduda kaupadesse ja anda nendele võõrapärase lõhna, maitse või koguni mürgisuse.

Toidukaupade säilitamine. Säilitatavate toidukaupade kvaliteedi halvenemist ja kvantitatiivseid kadusid võib oluliselt vältida sobiva režiimi ja hoiutingimuste tagamisega.

Peamisteks iseloomulikkudeks tingimusteks või režiimiks toidukaupade säilitamisel kaubaladudes on: sanitaar-hügiee-

niline režiim, temperatuur, õhu niiskus, lao valgustus ja ventilatsioon.

S a n i t a a r n e r e ž i i m on vajalik tingimus toidukaupade säilitamisel. Selle all mõistetakse ladudes puhtuse pidamist, head ventilatsiooni ja õigeaegset desinfitseerimist. Nende nõuete täitmine on vajalik eeldus toidukaupade heaks säilimiseks, kopitunud lõhna ja mikroorganismidega infektsiooni vältimiseks kui ka putukate, puukide ja näriliste kahjuliku tegevuse ärahoidmiseks.

Õ h u t e m p e r a t u u r ladudes määrab kauba temperatuuri ja mõjutab seega ka selles toimuvaid protsesse. Toatemperatuur või suurem soojus (üle 20 - 25° C) on pea kõigi toidukaupade säilitamisel ebasoovitav. Kuid mitmesuguste kaupade säilitamise optimaalne temperatuur pole ühesugune, see on näiteks:

jahutatud lihal ..... 0 - +4° C
puu- ja köögiviljadel ..... 0 - +3° C
karamellil, šokolaadil ja suhkrul .....+8 - +12° C
veinil ..... +10 - +12° C .

Järsud temperatuuri muutused laos on ebasoovitavad, sest soojas aktiveeruvad keemilised protsessid, aga jahtumisel võib niiskus kauba pinnale kondenseeruda ja esineda muid pahesid. Kunstlikult madaldatud temperatuure käsitletakse konservimise juures.

Õ h u n i i s k u s laos on samuti suure tähtsusega. Mõned kaubad säilitatakse üsna kuivadena, nagu jahu, tangud, makaronid, suhkur jt. Nende ladudes peab õhu relatiivne niiskus olema mitte üle 70-75 %. Kuid värskete puu- ja juurviljade, kartuli, vaatides veini ja mõnede teiste kaupade säilitamisel on vajalik võrdlemisi suur õhu niiskus, umbes 85-90 %.

Kuivema õhu korral närbuvad puu- ja juurviljad võrdlemisi kiirelt, vein aga kahaneb kuivamise tõttu ja rikneb, jne. Niiskus on soodne hallituste ja mikroorganismide aren-

guks, sellepärast tuleb niiske õhu korral ladudes pidada küllaldast hoolt sanitaarse režiimi eest.

L a d u d e v a l g u s t u s avaldab mõju mõnedele protsessidele kaupade säilitamisel. Paljude kaupade, nagu teravilja, jahu, tangude, makaronide, leiva, steriliseeritud konservide jne. säilitamisel eelistatakse valgusekülluseid ladusid, sest nendes on kergem tagada häid sanitaarseid tingimusi. Kuid mõned kaubad säilivad valguses võrdlemisi halvasti, näiteks rasvade riknemist kiirendab valgus, eriti otsene päikesevalgus, kartulid muutuvad valguses roheliseks, millega kaasneb mürgise aine solaniini kuhjumine nendesse, valguse mõjul kiireneb kartuli ja juurviljade idanemine, veinis tekib sade ja värvus muutub. Sellepärast peab ladude valgustus vastama kaupade omadustele.

V e n t i l a t s i o o n ladudes on vajalik selleks, et paraja kiirusega õhu vahetuse teel tagada elusate produktide (teraviljade, puu- ja juurviljade) hingamisel eralduvate gaaside ja aurude küllaldast eraldamist neid ümbritsevast õhust. Samuti on paras ventilatsioon tähtis optimaalse temperatuuri ja niiskuse tagamisel lao õhus.

Seoses sellega võetakse ladude ventilatsiooni korraldamisel arvesse lao ja välisõhu temperatuuri ja relatiivset niiskust. Neid mõõdetakse vastavalt termo- ja hügrograafiga või psühromeetriga.

Intensiivset ventilatsiooni ventilaatorite abil teostatakse siis, kui välisõhu temperatuur ja niiskus on soodsad antud kauba säilitamiseks. Teistel juhtudel aga toimetatakse kaubandusettevõtete ladudes tavaliselt passiivset ventilatsiooni akende ja uste kaudu, või see toimub poorsete seinte ja uste-akende pilude kaudu.

Optimaalsed hoiutingimused ja sobiv režiim on toidukaupade kvaliteetsel säilitamisel suure tähtsusega.

<u>Toidukaupade kaalu loomulik kahanemine</u>. Kaupade säilitamisel ladudes, külmhoonetes ja kauplustes, aga ka transportidil raudteel, autodel, vee- ja õhuteedel muutuvad kaubad mit-

te ainult kvaliteedilt,vaid ka kaalult. Kauba kaalu vähenemist, mis tekib loomulikult ja on tingitud kauba normaalsetest iseloomulikest omadustest, nimetatakse loomulikuks kaalu kahanemiseks ehk loomulikuks kaoks. Loomuliku kahanemise põhjused ja ulatus võivad olla mitmesugused. Nendes küsimustes on teatav tähtsus kauba enese omadustel, pakendil, hoiu- ja transporditingimustel ning hoiu vältusel.

K a h a n e m i n e k u i v a m i s e l ehk kuivekadum tekib niiskuse äraauramise tõttu. Seda kadu võib esineda enamusel kaupadest, välja arvatud väga kuivad kaubad või hermeetiliselt suletud taaras olevad kaubad.

V ä l j a n õ r g u m i n e on kauba kaalu kahanemine kas vedeliku nõrgumisel läbi ebatiheda puidust taara või teisel teel. Peale vedelate produktide võivad säärased kaod tekkida ka külmutatud liha ja kala defrosteerimisel ("ülessulatamisel"), kui nendest eralduv vedelik lastakse ära valguda.

V ä l j a p i h u s t u m i n e kujutab enesest produkti tolmpeente osade eraldumist. Säärane kadu võib esineda varisevate teraliste kaupade (jahu, suhkru, kartulite jne.) säilitamisel ja transpordil.

Kauba kaal võib kahaneda ka biokeemiliste ja bioloogiliste protsesside tagajärjel. Näiteks puu- ja juurviljade ning teraviljade hingamise tõttu väheneb nende kaal ajajooksul tingimata.

Mitmesuguste toidukaupade loomulik kahanemine säilitamisel ja transpordil on normeeritud. Need normid on püstitatud kooskõlastatult produktide omadustega, hoiu ja transpordi viiside, tingimuste ja vältusega.

Loomuliku kahanemise norme näiteks kauba säilitamisel kaubandusettevõtete ladudes ja baasides iseloomustavad järgmised arvud:

jahutatud liha (välja arvatud sealiha)	2 päeva vältel külmal aastaajal või jahutatud ladudes	0,30-0,45 %

	sama soojal aastaajal mittejahutatud ladudes	0,45–0,50 %
külmutatud liha	sama aja vältel ja samades tingimustes, vastavalt	0,08–0,10 % 0,18–0,23 %
	3 päeva vältel samades tingimustes	0,10–0,12 % 0,20–0,25 %
kompvekid ja iirised	3 päeva vältel külmal aastaajal	0,02 %
	sama aja vältel soojal aastaajal	0,03 %
jahu	7 päeva vältel külmal aastaajal	0,02 %
	sama soojal ajal	0,03 %
	15 päeva vältel külmal ajal	0,03 %
	sama soojal ajal	0,04 %

Esitatud näited illustreerivad seda, et kaod on kuivadel produktidel suhteliselt väiksemad kui suure niiskusega kaupadel ja olenevad säilitamise tingimustest ja vältusest.

Loomuliku kahanemise normid on piirava iseloomuga: kaupa võib maha kanda ainult tegeliku kao ulatuses, kuid mitte üle püstitatud normi.

Kauba kaal võib mõningal määral kahaneda ka mikroorganismide elutegevuse tõttu, sest need kasutavad selleks toiduainete koostisosasid. Võrdlemisi suured kaod võivad tekkida toidukaupade isekuumenemisel, roiskumisel ja kahjurite (putukate, puukide) arenemisel nendes kui ka näriliste tegevuse tõttu. Säraseid kadusid ei peeta aga loomulikuks (vältimatuks) kauba kaalu kahanemiseks ja neid ei loeta õigustatuks.

Toidukaupade konservimine. Paljud toidukaubad, nagu jahu, tangud, makaronid, rõngaskuivikud, suhkur, aga ka juurviljad ja kartul säilivad heade hoiutingimuste korral

pikemat aega heakvaliteedilistena. Teised, nn. kiiresti riknevad kaubad, nagu liha, kala, piim, munad, paljud köögiviljad jne. säilivad tavalistes laotingimustes ainult lühemat aega - mõne päeva või mõne nädala.

Pikemaajalise säilimise tagamiseks peab kiirelt riknevaid toiduaineid eriliselt töötlema - konservima (tähendab hoidma, säilitama). Sellepärast, sõna laiemas mõttes, nimetatakse konservimiseks toiduainete igasugust töötlemist, mille sihiks on nende säilivuse vältuse pikendamine. Tavaliselt aga peetakse konservimiseks hermeetiliselt suletud taaras steriliseeritavate toiduainete, s.o. konservide tootmise kõige iseloomulikumat protsessi.

Kiirelt riknevate toiduainete konservimiseks kasutatakse füüsikalisi, füüsikalis-keemilisi, keemilisi ja biokeemilisi meetodeid.

F ü ü s i k a l i s e d m e e t o d i d . Füüsikaliste konserveerimise meetoditena kasutatakse eeskätt toiduainete töötlemist madala või kõrge temperatuuriga. Mõningal määral kasutatakse ka mehhaanilist steriliseerimist, kiirgavat energiat ja ultraheli.

Külma kasutatakse toidukaupade jahutamiseks või külmutamiseks.

Jahutamiseks nimetatakse toiduainete säilitamisel niisuguse ulatusega jahutamist, kus taimsetes või loomsetes rakkudes leiduv vesi veel ei jäätu. Toiduainetes leiduv vesi jäätub mitte 0° C juures, nagu puhas vesi, vaid veidi madalamal temperatuuril. See olenеb vee ja selles lahustunud tahke aine vahekorrast toiduaines.

Alljärgnevad arvud iseloomustavad mõnede toiduainete külmumistemperatuure:

munad ..... -2,8°
õunad ..... -1,7 - 2,8°
apelsinid ..... -1,6 - 2,1°
kala ..... -0,6 - 2,0°
piim ..... -0,5°

Jahutamisel ei hukku mikroorganismid ega inaktiveeru fermendid lõplikult, kuid kõik mikrobioloogilised ja biokeemilised protsessid muutuvad väga aeglasteks. Seetõttu pikeneb toiduainete säilivuse vältus oluliselt. Jahutatud liha säilib 15 - 20 päeva, talvesõnad ja mõned juurviljad säilivad kuni aasta. Headeb tingimustes säilib jahutatud toiduainete kvaliteet peaaegu esialgsena.

Külmutamise nime all tuntakse toiduainete jahutamist külmemaks nende jäätumistemperatuurist. Seejuures jäätub suurem osa toiduaines leiduvast veest (peale kolloidselt seotud vee). Külmutatakse toiduaineid tavaliselt -20 kuni -25° C, millisel temperatuuril need võivad säilida mitmeid aastaid.

Külmutamist kasutatakse ainult nende toiduainete konservimiseks, mille kvaliteet selle tagajärjel oluliselt ei muutu.

Hästi taluvad õigesti teostatud külmutamist kala, liha ja mõned puuviljad ja marjad. Teiste toiduainete, nagu munade, tsitrusviljade, seemneliste puuviljade, kartuli ja konservide kvaliteet aga halveneb külmutamise tagajärjel.

Külmutatud produktides peatub enamus fermentatiivseid protsesse, samuti ei arene mikroorganismid. Ainult üksikud fermendid, näiteks rasvu hüdrolüüsivad lipaasid avaldavad mõningal määral aktiivsust ka madalal temperatuuril.

Toidukaupade külmutamisel ei inaktiveeru lõplikult paljud fermendid ega hävine mikroflöora. Bakterite spoorid taluvad hästi isegi väga madalaid temperatuure (-170 kuni -190° C). Külmutamisel säilitavad eluvõime ka hallitusseened. Sellepärast võivad külmutatud toiduainete defrosteerimisel nendes aktiveeruda biokeemilised protsessid ja mikroorganismide elutegevus. Seetõttu kalduvad defrosteeritud produktid kiirelt riknema.

Kuumuse kasutamine toiduainete konservimiseks põhjeneb sellele, et mikroorganismid (eriti vegetatiivsed vormid) ja fermendid ei talu suurt kuumust. Tuntakse kahte kuumuse abil konserveerimise viisi: pastöriseerimist ja steriliseerimist.

Pastöriseerimine on L. Pasteuri järgi nimetatud konservimisprotsess, mis seisneb toiduainete kuumutamises 60-100° C. Eristatakse järgmisi pastöriseerimisviise: 1) momentkuumutamine umbes 85° C või kõrgemal temperatuuril mõne sekundi vältel, 2) kiirkuumutamine 72-75° juures vähemalt 15 sek. vältel ja 3) pikaajaline kuumutamine umbes 63°C juures vähemalt 30 min. vältel.

Pastöriseerimisel hävivad tõvestavad ja enamuses ka teised mikroorganismid. Batsillide eosed (spoorid) ja mõned kuumusekindlad bakterid jäävad ellu. Toiduainete säilivuse suurendamiseks pastöriseeritakse neid mõnel juhul 2-3 tunni pärast teistkordselt. Sel juhul hävivad ka spooridest tekkinud mikroobid. Seda konservimise varianti nim. fraktsioneerivaks sterilisatsiooniks ehk tündaliseerimiseks.

Pastöriseerimist kasutatakse laialt piima, naturaalmahlade, õlle, keediste ja džemmi säilivuse vältuse pikendamiseks.

Termiline steriliseerimine on toiduainete konservimise protsess suuremas kuumuses, mille tägajärjel hävivad kõik mikroobid ja peaaegu kõik spoorid. Sel teel konservimiseks valmistatakse toiduained ette (puhastatakse ja blanšeeritakse, s.o. kupatatakse kiirelt kuuma veega või auruga), täidetakse plekist või klaasist taarasse, ekshausteeritakse (imetakse õhust tühjaks) ja suletakse need hermeetiliselt ning kuumutatakse steriliseerimiseks autoklaavis 110 - 120° C kuumuses 20 - 40 min. vältel. Seejärel jahutatakse ja hoitakse teatav aeg steriliseerimise täielikkuse proovimiseks. Harvadel juhtudel ei õnnestu steriliseerimine, nimelt jääb sel juhul konservidesse eluvõimelisi spoore, näiteks Bac. mesentericus, Bac. subtilis ja Bac. botulinus. Need võivad säilitamisel tingida konservide riknemise.

Termilise steriliseerimise teel valmistatakse suurel hulgal mitmesuguseid kala-, lihakonserve ja köögiviljade konserve.

Kiirgava energia mitmesuguste vormide ja kõrgsagedusliku elektrivoolu kasutamine toiduainete konserveerimiseks

äratab viimasel ajal üsna suurt tähelepanu. Esialgu ei ole need meetodid veel laialdast kasutamist leidnud tehniliste raskuste ja ka kalliduse tõttu. Loota võib, et neid raskusi ajajooksul ületatakse ja need energiavormid leiavad suuremat levikut toiduainete konserveerimisel. Need meetodid on üsna ligidased toiduainete termilise konserveerimise meetoditele.

Toiduainete konserveerimisel kiirgava energia abil kasutatakse ultraviolett- ja röntgenikiirgust ning radioaktiivsete isotoopide gammakiirgust. Ultravioletikiirtega desinfitseeritakse laoruume ja steriliseeritakse pinnalt loomade lihakehasid ja vorste.

Kõrgsagedusvooludega võib toiduaineid kiirelt ja kogu massis üheaegselt kuumutada. Sel teel saab steriliseerida konserve, kuid ainult klaastaaras, sest metall selleks ei sobi. Samuti saab sel teel kuumtöödelda või kuivatada kaupu tavalises pakendis, kastides, paberis jne.

Toidukaupade ultraheliga steriliseerimine äratab samuti viimasel ajal tähelepanu. Ultraheli on võimeline inaktiveerima fermente ja purustama mikroobide rakke.

Mehhaaniline steriliseerimine on konservimise meetod, mis seisneb vedelate produktide, näiteks mahlade vabastamises mikroobidest filtrimise teel läbi tiheda filtri.

F ü ü s i k a l i s - k e e m i l i s e d m e e t o d i d . Selles rühmas käsitletakse niisuguseid konservimise meetodeid, mis põhjenevad kõrge osmootse rõhu mõjule (konservimine soola või suhkru abil) ja toiduainete kuivatamist (veest vabastamist).

Kõrge osmootne rõhk toiduainetes kutsub esile mikroobide plasmolüüsi ja takistab spooride arenemist, kuigi viimased seejuures ei tarvitse hävineda.

Osmootne rõhk lahuses on proportsionaalne molekulide (või teiste osakeste) arvuga lahuse mahuühikus. Sellepärast kasutatakse toiduainete konservimiseks 8–14 %-list keedusoola- või vähemalt 60 %-list suhkrulahust (molekulkaal keedusoolal 58,5 ja sahharoosil 342).

Keedusoola hakati heeringate säilivuse pikendamiseks ka-

sutama juba 15. sajandil Hollandis. Hiljem levis soola kasutamine ka teiste kalade, liha, seente ja mõnede hapendatavate köögiviljade säilivuse suurendamiseks.

Suhkru abil konservimiseks võib pidada näiteks keediste, džemmi ja magustatud kondenseeritud piima valmistamist. Selleks võetakse puuviljade või marjade kuivaine ühe kaaluühiku kohta enamasti kuus kaaluühikut suhkrut; magustatud kondenspiima valmistamisel on need suhted nagu 1:1,5. Seega on sisuliselt säärased konservid uued toiduained. Nende toiteväärtuse hindamisel peab arvestama seda, et nende uute toiduainete kuivaines on valke, vitamiine ja mineraalaineid umbes 2,5-7 korda vähem kui samade puuviljade, marjade või piima kuivaines.

Toiduainete kuivatamine on konservimise viis, mida võib vaadelda füüsikalise protsessina sel juhul, kui kuivatatakse toiduaineid, mis sisaldavad ainult tühisel hulgal vees lahustuvaid aineid. Kui aga kuivatatakse toiduaineid, mis rohkesti suhkrut või teisi lahustuvaid aineid sisaldavad, siis on tegemist füüsikalis-keemilise protsessiga. Sel juhul mõjub konservivalt mitte ainult niiskuse kõrvaldamine, vaid ka vees lahustunud ainete kontsentratsiooni suurenemine ja selle tagajärjel suurenev osmootne rõhk.

Kuivatada võib toiduaineid mitmel viisil. Erinevused tulenevad peamiselt sellest, missugust energiaallikat ja kuivatamise tehnoloogiat kasutatakse.

Tavalisemaks meetodiks on toiduainete kuivatamine kuni 140° kuuma õhuga. Kuumal õhul on suur niiskusemahtuvus. Näiteks kui lähteõhu temperatuur on +16° C ja relatiivne niiskus 70 %, siis selle õhu soojendamisel 100° temperatuurile väheneb tema relatiivne niiskus 1,5 %-le, aga niiskusemahtuvus suureneb 43 korda. Sellepärast on arusaadav, et kuum õhk on aktiivne vahend veerikaste toiduainete kuivatamisel. Kuivatatav toiduaine jääb harilikult tublisti jahedamaks seda kuivatavast õhust, sest kuumalt õhult toiduainele ülekanduv soojus kulub peamiselt niiskuse aurutamiseks, seega mitte temperatuuri tõusuks. Toiduaine pinnalt auruva vee asemel di-

fundeerub sisemusest uuesti niiskust, kuni kogu aine saavutab kuivatava õhuga tasakaalkuivuse.

Toiduainete kuivatamist kuuma õhuga teostatakse mitmesugusel rõhul vastavates seadmetes.

Tavalisel rõhul kuivatatakse kartuleid, juurvilju ja teisi toiduaineid näiteks kuivatuskappides riiulitel, kambrites liikuvatel lintidel ja pöörlevates trumlites.

Madaldatud rõhul (vaakuumis) kuuma õhuga kuivatatakse näiteks piima ja teisi vedelaid toiduaineid mitme korpusega ja pihustusega aurutajates.

Uueks meetodiks on sublimatsioonkuivatus. Sel korral kõrvaldatakse niiskus sügava vaakuumi (0,2–1 mm Hg-sammast) abil madalal temperatuuril (alla 0° C), kusjuures jää (niiskus) aurustub vahenditult (veeks muutumatult). Sublimatsioonkuivatuse korral säilivad toiduainete omadused ja struktuur hästi, kuid selle tehnoloogia on võrdlemisi tülikas. Sellepärast kasutatakse seda meetodit ainult eri otstarbel, näiteks USA-s penitsilliini ja näärmeekstraktide valmistamisel ja apelsini mahla kuivatamisel.

Viimasel ajal pakub huvi, eriti puuviljamahlade kontsentreerimiseks, nn. lüofilisatsioonimeetod. Selle kohaselt jahutatakse selgitatud naturaalmahlu aeglaselt tublisti alla 0° C. Esialgu kristalliseerub (jäätub) ainult puhas vesi, mille tõttu vedel faas kujuneb kontsentreeritumaks, veesemaks. Vedela mahla saab jääkristallidest pressimise või tsentrifuugimise teel eraldada. Teostades neid protsesse korduvalt, võib saada kontsentreeritud mahlu. Sellele järgneb enamasti veel täiendav kontsentreerimine vaakuumis. Lõpuks lisatakse maitsestamiseks vähe naturaalmahla. Saadud konserve säilitatakse doosides umbes -18° C külmas. Sel temperatuuril säilitatav mahl on poolkõva pastataoline produkt, millest veega lahjendamisel saab naturaalmahlale üsna sarnaneva väärtusliku joogi.

Vanematest kuivatamisviisidest võib veel mainida nn. kontakt- ehk valtskuivatust. Sel meetodil kuivatatakse vedelaid või pastakujulisi produkte (piima, mahlu, mune jne.),

lastes neid õhukese kihina kuumadele pöörlevatele valtsidele kas tavalisel rõhul või ka vaakuumis. Valtsidelt lahtilõigatav kuiv materjal ongi valmisprodukt, helbeline piima-, mahla- või munapulber. Sellele meetodile eelistatakse viimasel ajal vaakuumis pihustamise teel kuivatamist, sest madalama temperatuuri ja lühema kuivatusaja tõttu säilib pihustuskuivatusel toiduainete toiteväärtus paremini.

Viimasel ajal kasutatakse laialt, eeskätt USA-s köögi- ja puuviljade kombineeritud konservimist. Selleks kontsentreeritakse lähteaine umbes 35 % kuivainet sisaldavaks pastaks ja säilitatakse kas külmutatult või doosides steriliseeritult. Selliseks produktiks on meil hästi tuntud tomatipasta.

Kuivatamisel on peamiseks konservivaks teguriks vee eraldamine produktidest, mille tagajärjel ei mikroorganismid ega fermendid ei saa ilmutada aktiivsust. Lahustuvaid aineid (näiteks suhkrut) rohkelt sisaldavate toiduainete kuivatamisel on teiseks konservivaks teguriks suurenev osmootne rõhk. Sellepärast peab kartuleid, makarone, kuivikuid ja teisi vees lahustuvate ainete poolest vaeseid toiduaineid kuivatama kuni 8-13 % vee sisalduseni, aga nende poolest rikastesse viinamarjadesse ja aprikoosidesse võib jätta 17-20% niiskust.

K e e m i l i s e d j a b i o k e e m i l i s e d m e e t o d i d . Sel teel konservimisel lisatakse toiduainetele mikroorganismide elutegevust pidurdavaid keemilisi konservante või suunatakse vastavate mikroobide arenemist selliselt, et need biokeemilisel teel produtseeriksid konservivaid aineid.

Piimhape on peamiseks konservivaks teguriks hapendatud köögiviljades - hapukapsastes, hapukurkides jne. See tekib lähteainetes leiduva suhkru käärimisel. Piimhappe kontsentratsioon tõuseb umbes 0,7-1,5 %. Niisuguses keskkonnas on roisubakterite arenemine pidurdatud. Selletõttu säilivad hapendatud köögiviljad jahedas ruumis sügisest kuni kevadeni.

Äädikhapet kasutatakse lisandina nn. marineeritud ehk leemitatud toiduainete valmistamisel. Marineeritakse kalu,

seeni, kurke ja teisi aedvilju. Äädikhape pidurdab 1-1,8 % kontsentratsiooni korral mikroobide elutegevust peamiselt keskkonna hapuks muutmise tõttu, sest enamus mikroorganismidest (peale hallituste) ei arene, kui pH on alla 4,0. Marineerimise tagajärjel pikeneb toiduainete säilivus ja nendel kujuneb omapärane maitse.

Etüülalkoholiga konservimine põhjeneb asjaolule, et alkoholi 10-20 %-lise kontsentratsiooni korral pidurdub mikroobide arenemine, aga üle 20 % korral see katkeb üldse. Alkoholi konserviva mõju tõttu säilivad veinid ja liköörid hästi.

Alkohol, äädikhape ja piimhape, mis toidu koostises satuvad organismi, seeduvad ja on energiaallikateks nagu teisedki energeetilised toidukomponendid. Sellepärast ei saa neid pidada ainult konservantideks.

Süsihappegaasiga toiduainete konserveerimine on tulenetatud looduslikkude protsesside eeskujul. Süsihappegaas on hingamise üheks lõpp-produktiks; sellepärast selle gaasi kontsentratsiooni suurenemisel keskkonnas aeglustub elusate toiduainete ja ka mikroorganismide hingamine ning elutegevus. Paljude uurimustega on kindlaks tehtud, et 20-30 %-lisel CO_2 kontsentratsioonil pidurdub mikroobide elutegevus, aga 50-80 %-lise korral peatub hoopiski.

Toiduainete säilitamine (ja transport) süsihappegaasi atmosfääris on võrdlemisi edukas madalal temperatuuril (umbes 0° C).

Keemilistest konservantidest ja antibiootikumide kasutamisest konservimisel on ülevaade antud II peatükis lk.156.

Suitsutamine on ka teataval määral keemilise konservimise meetod, sest sel juhul on olulisteks konservivateks teguriteks suitsus leiduvad fenoolid, formaldehüüd jt. antiseptilised ained, mis tekivad puidu ebatäielikul põlemisel. Teisteks konservivateks teguriteks on tavaliselt kasutatav keedusool ja suitsu kuumus ning selle tagajärjel osaline toiduaine kuivumine. Suitsutatakse peamiselt liha, vorste ja kala.

Suitsutamiseks esialgu soolatakse toiduaine kergelt, siis hoitakse pikemat aega suitsus. Sel teel pikeneb toiduainete säilivus tublisti ja nad omandavad omapärase meeldiva lõhna ja maitse.

Viimasel ajal üritatakse suitsutamisprotsessi kiirendada elektrivälja abil, andes suitsu osakestele elektrilise laengu, ja vedelikus suitsutamise meetodil.

Konservimise mõju toiduainete kvaliteedile ja toiteväärtusele. Toiduainete konservimisel muutuvad sagedasti nende omadused oluliselt, mõnel juhul saavutatakse konserviv efekt vähemalt kahe toiduaine omavahelisel segamisel ja koos töötlemisel. Sellepärast erinevad konservid sagedasti tunduvalt lähtetoiduainetest või kujutavad endast koguni uusi toiduaineid.

Nendeks konservimisviisideks, mille kasutamise mõjul toiduainete organoleptilised omadused ja toiteväärtus kuigi oluliselt ei muutu, on: jahutamine, külmutamine, süsihappegaasi atmosfääris säilitamine ja "hapendamine" (hapatamine). Maitseomadused (maitseväärtused) kolme esimese konservimismeetodi rakendamise tagajärjel veidi halvenevad. Hapupiimatooted ja hapendatud köögiviljad on aga organoleptiliste omaduste poolest hoopis uued toiduained, selles mõttes sugugi mitte halvad, kuid vaba valiku korral inimene nähtavasti enamasti eelistab nendele vastavaid värskeid toiduaineid.

Toiteväärtuse ja keemilise koostise mõttes ülalmainitud meetodite järgi konserveeritud toiduaineid hinnates peab arvestama esimeste puhul väikesi C-vitamiini kadusid, aga hapendatud toiduainetes mõne vitamiinisisalduse vähest suurenemist ja teiste vähenemist ning suhkrute osalist muundumist piimhappeks. Viimane on ligikaudu sama kalorsusega kui lähtesuhkur ja samuti seeditav. Piimhappebakteritele ja piimhappele omistatakse teatavat võimet seedimist normaliseerida, selletõttu peetakse hapendatud toiduaineid koguni kasulikumateks kui vastavaid värskeid toiduaineid, eriti ravitoitluses.

Teise rühma moodustavad paljud konservitud toiduained,

mis on organoleptiliselt hea kvaliteediga, kuid keemiliselt koostiselt ja toiteväärtuselt tunduvalt vähem täielikud kui nende lähtetoiduained. Vastavad konservimise meetodid on järgmised: pastöriseerimine, kuivatamine vaakuumis ja harilikul rõhul, (sublimatsioon, lüofilisatsioon, ultravioletkiirgusega, kõrgsagedusvooludega ja ultraheliga steriliseerimine),[1] keemiline konservimine,(mehhaaniline steriliseerimine), termiline steriliseerimine, suitsutamine, marineerimine ja soolamine. Nende meetodite abil saadavad konservitud toiduained sisaldavad, võrreldes lähteainetega, mõningal määral vähem C-vitamiini ja mõnel juhul ka mõnda teist vitamiini; samuti võib valkude bioloogiline väärtus (amiinohappeline koostis) veidi halveneda. Marineeritud ja soolatud toiduainete tarbimisväärtuse hindamisel tuleb arvestada mõninga liialdamisega vastavalt lisatava äädikhappe ja keedusoola suhtes. Üldiselt on selle rühma toiduained ligikaudu sama toiteväärtusega kui nende valmistamiseks kasutatud värskedki toiduained.

Kolmanda rühma konservitud toiduainetena võib vaadelda neid, mille valmistamisel kasutatakse rohkesti suhkrut ja ka alkoholi. Viimaste ainete lisandid keediste, džemmide, povidlode, paljude veinide ja likööride valmistamisel ongi nende tähtsamateks konservivateks teguriteks. Suhkru või alkoholi lisandid on suhteliselt üsna suured, sellepärast sarnanevad mainitud konservid ja alkohoolsed joogid oma keemilise koostise ning toiteväärtuse poolest hoopis rohkem suhkrule või alkoholile kui naturaalsetele veinidele või köögi- ja puuviljadele.

---

[1] Vähem levinud meetodid on antud sulgudes.

K i r j a n d u s e l o e t e l u .

1. Chatfield, CH., Food Composition Tables - Minerals and Vitamins - for international use. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Italy 1959.

2. Engels, F., Anti-Dühring, Tallinn 1954.

3. Marx, K., Kapital I, Tallinn 1953.

4. Krusen, F., Das neue Lebensmittelrecht in der Bundesrepublik. Die Nahrung, 4, H. 5/6, 549-562, 1960.

5. Rannak, E., Toiduained ja tervis, Tallinn 1961. a.

6. Schall, H., Nahrungsmittel-Tabelle, Leipzig 1962.

7. Turpeinen, O., Roine, P., Ruokaaine-taulukko, Helsinki 1962.

8. Бекл, Е.А., Еклсенина, Н.И., Парамонова, Э.Г. и Лукасик, И.С., Овощи и плоды в питании человека, Медгиз, Москва 1959.

9. Венчиков, А.И., Биотики /К теории и практике применения микроэлементов/, Медгиз, Москва 1962.

10. Гигиена питания. Методическое и справочное руководство для врачей.

11. Колесник, А.А., Изменение содержания витамина С в картофеле и моркови в процессе хранения. Сборник научных трудов. Институт народного хозяйства им. Г.В. Плеханова, Москва 1947, стр. 58-69.

12. Лепорский, Н.И., Овощи и их физиологическое значение в пищеварении. Экспериментально-клиническое исследование. Воронеж 1934 г.

13. Лобанов, Д.И., Технология приготовления пищи. Госторгиздат, Москва 1951 и 1960.

14. Нормы естественной убыли продовольственных товаров. Госторгиздат, Москва 1959.

15. Рейслер, А.В., Гигиена питания, Медгиз, Москва 1957.

16. Рукосуев, А.Н., Введение в товароведение продовольственных товаров. Зерномучные товары. Госторгиздат, Москва 1960.

17. Сборник материалов по пищевой санитарии в предприятиях общественного питания и торговли. Составители Е.С. Красницкая, К.З. Соломатина, Госторгиздат, Москва 1963.

18. Скробанский, Г.Г., Введение в товароведение продовольственных товаров. Госторгиздат, Москва 1959.

19. Таблицы химического состава и питательной ценности пищевых продуктов. Под. ред. Ф.Э. Будагяна, Медгиз, Москва 1962.

20. Штенберг, А.И., Плотникова, Ю.И. и Мухорина, К.В., Руководство к практическим занятиям по гигиене питания, Медгиз, Москва 1961.

S i s u k o r d .

E e s s õ n a .

Kaubatundmise olemus ja ülesanded 4

I. TOIDUKAUPADE KVALITEET 9

T o i d u k a u p a d e k v a l i t e e d i o l e m u s 9

T o i d u k a u p a d e k v a l i t e e d i m ä ä r a m i n e 10

Proovivõtmine 11
Organoleptilised meetodid 11
Laboratoorsed meetodid 15

T o i d u k a u p a d e l i i g i t u s j a s o r d i d 25

T o i d u k a u p a d e s t a n d a r d i s e e r i m i n e j a k v a l i t e e d i h i n d a m i n e 32

II. TOIDUAINETE KEEMILINE KOOSTIS, FÜÜSIKALISED OMADUSED JA TOITEVÄÄRTUS 35

V a l g u d j a t e i s e d l ä m m a s t i k u ü h e n d i d 37

Valkude tehnoloogilisi omadusi 44
Valkude klassifikatsioon 45
Valkude toiteväärtus 47
Valgutarve 49

Mittevalgulised lämmastiku ühendid . . . 50
Lämmastiku ühendite analüüs 52

Rasvad ja lipoidid 53

Rasvad 54
Lipoidid 60
Rasvavajadus 64
Rasvade määramine toiduainetes ja analüüs. 65

Süsivesikud ja toor-
kiud 66

Monosahhariidid 66
Disahhariidid 70
Suhkrute lahustuvus ja maitse 72
Polüsahhariidid 72
Toorkiud 78
Süsivesikute toiteväärtus 79
Süsivesikute vajadus 83

Toiduainete ja toidu
energeetiline väärtus . . 84

Vesi ja mineraalained. . . 87

Vesi 87
Mineraalained. 90

Vitamiinid. 97

Õlis (rasvas) lahustuvad vitamiinid. . . 100
Vees lahustuvad vitamiinid 105
Vitamiinide kadudest 121

Looduslikud lisaained
toiduainetes 124

Orgaanilised happed 124
Parkained 130
Lõhnaained 132
Pigmendid 134

Keemilised lisandid toiduainete tehnoloogilisel töötlemisel . . . 137

Vitamiinid 141
Soolad 142
Maitseained 144
Toiduvärvid 148
Värvuse stabilisaatorid 150
Jahu pleegitamise vahendid 151
Struktuuri kindlustavad või lõhkuvad ained 152
Keemilised konservandid ehk konservimisained 156

Fermendid ja hormoonid. 159

Toidu seedimine ja seeditavus 167

Füsioloogilised toidunormid ja toiduainete tarbimise normid 172

Toidu ja toiduainete toite- ja tarbimisväärtus 176

III. TOIDUAINETE SÄILITAMISE JA KONSERVIMISE ALUSED 187

Säilitamisel toidukaupades toimuvad protsessid 188

Füüsikalised protsessid 189
Keemilised protsessid 192
Biokeemilised protsessid 194
Bioloogilised protsessid 198

Toidukaupade säilitamine ja konservimine . . 201

Toidukaupade pakkimine, pakkematerjalid ja taara 202
Toidukaupade säilitamine 207
Toidukaupade kaalu loomulik kahanemine 209
Toidukaupade konservimine 211
Konservimise mõju toiduainete kvaliteedile ja toiteväärtusele 220
K i r j a n d u s 222

Vastutav toimetaja H. Arumaa
Korrektor E. Oja

TRÜ rotaprint 1964. Trükipoognaid 14,1.
Arvutuspoognaid 12,4. Trükiarv 500.
MB 00257. Tell. nr. 1243.

Hind 37 kop.

Hind 37 kop.