

**Riina Soidla, Lembit Lepasalu, Dea Anton,
Kristiina Veri, Hannes Mootse**

Tapasaadused Loomsed kõrvalsaadused

Tartu 2010



Maaelu Arengu Euroopa Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud maapiirkondadesse



Raamatu autorid tänavad abi ja koostöö eest ASi Rakvere Lihakombinaat, ASi Atria Eesti ja ASi OG Elektra.

ISBN 978-9949-429-23-3

Trükk Vali Press

Keeletoimetaja Silvi Seesmaa
Küljendaja Tiina Kivisäkk

Halo Kirjastus
Kreutzwaldi 64
51014 Tartu

SISUKORD

LIHA JA TAPASAADUSTE KÜLMTÖÖTLEMINE	5
Liha jahutamine	6
Jahutusmeetodid	9
Searümpade jahutusmeetodid	11
Veiserümpade jahutusmeetodid	12
Jahutatud liha säilitamine	14
Liha külmutamine	16
Külmutamismeetodid	20
Külmutatud liha säilitamine	22
Liha sulatamine (defrosteerimine)	23
Tapasaaduste külmootlemine	26
Külmootlemisele esitatavad nõuded	28
TAPASAADUSTE TÖÖTLEMINE	29
Tapasaaduste kasutamine	32
Pehmele rupside töötlemine	33
Kondiste rupside töötlemine	35
Limaskestaga rupside töötlemine	36
TOIDUVERE TÖÖTLEMINE	40
Vere hemolüüs	42
Vere hüübimine	42
Vere kogumine	44
Vere ja verefraktsioonide konserveerimine	45
Vere stabiliseerimine	45
Vere defibrineerimine	47
Vere separeerimine	47
Vere, vereseerumi ja -plasma kuivatamine	48
Vere, verefraktsioonide ja verejahu säilitamine	49
TOIDURASVA TOOTMINE	50
Loomsete rasvade koostis ja omadused	50
Loomsete rasvade glütseriidne koostis	50
Rasvade teised koostisosad	51
Loomsete rasvade füüsikalised omadused	52
Loomsete rasvade keemilised omadused	54
Toorrasva kvaliteedinõuded	54
Toidurasva tootmise tehnoloogiline protsess	55
Toorrasva ettevalmistamine	55
Rasva eraldamine rasvkoest	57
Sulatamine	57

Sulatatud rasva puhastamine lisanditest.....	62
Sulatatud rasva jahutamine	64
Rasva pakkimine ja säilitamine.....	64
Toidurasva tootmine LINDFORS'i liinil	65
Toidurasva tootmise tehnoloogiline skeem.....	67
Sulatatud rasva kvaliteedinäitajad	68
SOOLTE TÖÖTLEMINE VORSTIKESTADEKS	70
Soolekomplektide koostised	70
Soolte keemiline koostis ja soolte kvaliteeti mõjutavad tegurid.....	73
Soolekomplekti lahtiharutamine	73
Soolte vabastamine sisaldisest ja rasvatustamine	74
Soolte sleimimine	75
Soolte sortimine, kaliibrimine ja kimpudeks sidumine	76
Töödeldud soolte konserveerimine, pakkimine ja säilitamine.....	78
Veise soolte töötlemine	79
Sea kõversoolte töötlemine.....	80
Lamba kõversoolte töötlemine.....	82
Sea ja veise kuivatatud põite tootmine	83
LOOMSED KÕRVALSAADUSED	85
Mõisted ja liigitamine kategooriatesse	85
Loomsete kõrvalsaaduste kõrvaldamine ja kasutamine.....	93
Loomsete kõrvalsaaduste ja nendest saadud toodete kasutuspiirangud.....	94
Loomsete kõrvalsaaduste käitlemine	97
TOORNAHKADE TÖÖTLEMINE	100
Toornahkade klassifikatsioon.....	103
Toornahkade topograafia.....	103
Nahkade nülgimine	103
Toornahkade ettevalmistamine konservimiseks	104
Toornahkade konservimine.....	107
Konservimine keedusoolaga	108
Konservimine kuivatamisega	110
Soolamine-kuivatamine.....	111
Toornahkade vead	112
Toornahkade sortimise põhialused.....	114
Veisenahkade töötlemise tehnoloogiline skeem.....	116
KASUTATUD KIRJANDUS.....	119

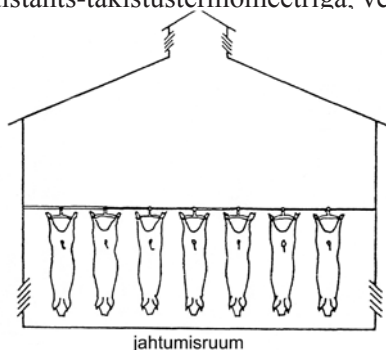
LIHA JA TAPASAADUSTE KÜLMTÖÖTLEMINE

Liha ja enamik tapasaadusi riknevad kiiresti. Nende mikroobset riknemist tuleb takistada ka siis, kui neid ei ole vaja säilitada pikka aega. See saavutatakse liha külm-
töötlemisega: jahutamise või külmutamisega.

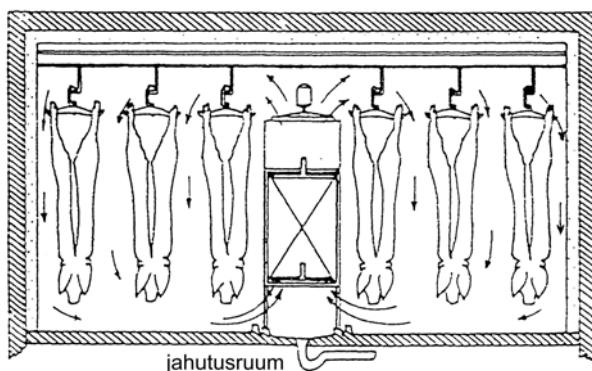
Olenevalt külm-
töötlemise viisist jaotatakse liha järgmiselt:

- tapasoe (*hot*) – liha vahetult pärast tapmist ja algtöötlemist, liha sisetemperatuur on vähemalt 35 °C;
- jahtunud*¹ (*cooled*) – liha sisetemperatuur on langenud ümbritseva keskkonna temperatuurini, 12 °C;
- jahutatud (*chilled*) – liha sisetemperatuur on alandatud tehistingimustes vähemalt 6 °C-ni, tööstuses kasutatava liha temperatuur võib olla kuni 7 °C;
- kergkülmutatud (*semi-frozen*) – liha pind on kergelt külmunud, sisetemperatuur on miinus 2±1 °C;
- külmunud* – liha sisetemperatuur on langenud juhuslikes tingimustes alla külmumispunkti;
- külmutatud (*frozen*) – liha temperatuuri kõige sügavamas kohas on alandatud tehistingimustes vähemalt kuni miinus 12 °C-ni;
- sügavkülmutatud (*deep frozen*) – liha temperatuur kõige sügavamas kohas on alandatud tehistingimustes vähemalt miinus 18 °C-ni;
- sulanud* – külmunud, poolkülmunud või külmutatud liha sisetemperatuur on tõusnud kõrgemale sulamistemperatuurist;
- sulatatud (*defrosted*) – külmunud, poolkülmunud või külmutatud liha sisetemperatuur on tõstetud tehistingimustes vähemalt pluss 1 °C-ni.

Rümpade ja poolrümpade temperatuuri mõõdetakse kõige paksemas kohas, s.o reielihastes vähemalt 6 cm sügavusel pinnast, ülessulatatud lihal lisaks veel abaluu juures. Igas lihapartiis mõõdetakse vähemalt kuue rümba temperatuuri ning dokumentidesse kantakse nende keskmine näit. Temperatuuri mõõdetakse pooljuhttermomeetriga, distants-takistustermomeetriga, vedeliktermomeetrite kasutamine pole soovitatav.



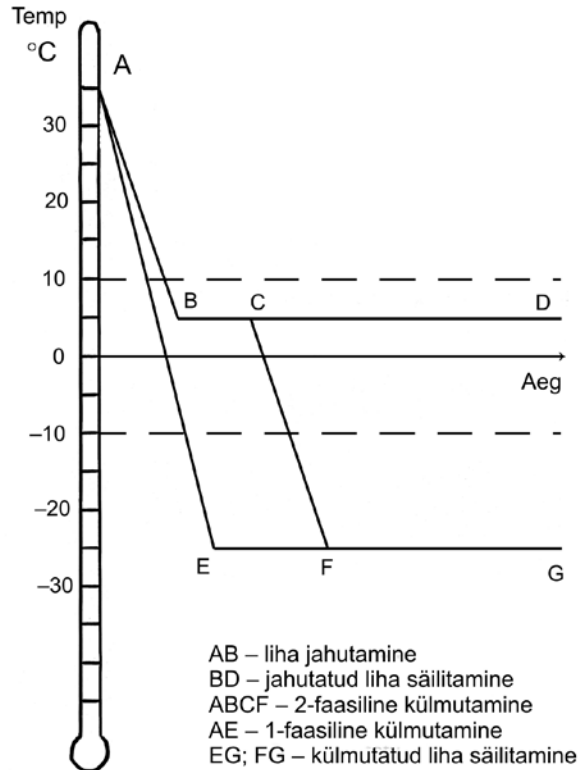
Joonis 1. Searümpade jahtumisruum. Tsirkuleerib värske õhk



Joonis 2. Searümpade jahutusruum jahutusseadmega ruumi keskel. Jahutava õhu vool jaotatakse ühtlaselt lae kaudu

¹ * protsess pole kontrollitud/suunatud

Tarbijale on lubatud müüa jahutatud või külmutatud liha. Tapasooja ja jahtunud liha ei ole lubatud vedada ja hoida, seda võib kasutada ainult ettevõttes töötlemiseks. Jahutatud liha temperatuuriga kuni 7 °C võib kasutada edasiseks toote valmistamiseks. Külmutatud liha temperatuuriga –12 °C ei kuulu pikaajalisele säilitamisele, seda kasutatakse tööstuses. Ka kergkülmutatud liha ei säilitata pikka aega, see seisund on vaheetapp liha töötlemiseks või külmutamiseks. Joonisel 3 on toodud põhimõtteline skeem temperatuurimuutuste kohta liha külmütöötlemisel.



Joonis 3. Liha temperatuuri muutus erinevate külmütöötlemise variantide puhul

Liha jahutamine

Rümpade jahutamine on oluline etapp lihatootmisprotsessis, tagades liha säilivuse ja hügieenilistele, tehnoloogilistele ja sensorsetele nõuetele vastavuse. Üldised nõuded jahutusprotsessile on

- mikroobide kasvu piiramine,
- liha kvaliteedi säilitamine,
- madalad kaalukaod.

Jahutamisel mõjutavad liha kvaliteeti oluliselt liha ja väliskeskkonna omavaheline seos ning muutused, mida kutsuvad esile liha koefermendid. Liha ja väliskeskkonna

vastastikune mõju tingib soojus- ja veevahetusprotsesse ning liha koostisosade hapenemist.

Tavaliselt jahutatakse rümbad (poolrümbad) vahetult pärast töötlemist/korrastamist. Tapamajad, kus on ka lihalõikusosakond, võivad liha lõigata tapasoojana, vastavalt olukorrale pakendada ning seejärel jahutada. Lõigatud liha pakendatakse eraldi tükkidena vaakumpakendisse või suurematesse plokkidesse ning jahutatakse. Liha jahutamisel veeauru mitte läbilaskvas pakendis on niiskuse aurumise puudumise tõttu külma mõju parem (vähendab jäätumist), mis hoiab kokku ka energiakulusid.

Varasemalt lõigati liha tapasoojana ning seda kasutati keeduvorstide jt sarnaste toodete valmistamisel, kuna tapasoojal lihal on veesidumisvõime hea.

Jahutamise mõju liha mikrofloora arengule. Enamik mikroorganisme ei arene temperatuuril, mis on madalam protoplasma külmumistemperatuurist, mõned roisubakterid aga ei arene ka 0 °C ja madalate plusskraadide puhul. Soolekepike ja salmonella ei arene temperatuuril alla 2—5 °C ja lima moodustavate mikroorganismide areng aeglustub temperatuuril –1,5 °C. Ent on mikroorganismide liike, mis võivad areneda ka –3 kuni –5 °C juures ja mõned hallitusseened isegi –9 °C korral ning alles –12 °C ja madalam temperatuur katkestab nende arengu. Järelikult ei peata jahutamine koevedeliku külmumistemperatuurini (–1,2 °C) liha riknemist, kuigi mikrofloora areng pidurdub seda rohkem, mida lähemale sellele temperatuurile on liha jahutatud.

Õhu suhtelise niiskuse mõju on kahesugune. Esiteks oleneb õhu suhtelisest niiskusest mikroorganismide arengu kiirus liha pinnal. Teiseks oleneb õhu suhtelisest niiskusest liha pinna kuivamise kiirus. Liha on seda vastupidavam mikroorganismide toimele, mida kuivem ta pind on. Seepärast püütakse liha jahutamisel tekitada selle pinnale kuivamiskoorik, mis moodustub pindmise sidekoelise kile kuivamisel. Kuivamiskoorik takistab ka mikroorganismide tungimist liha sügavusse.

Jahutustingimused. Liha jahutamise aega mõjutab selle suurus (mass) ja liik. Jahutatava liha soojusjuhtivus oleneb liha koostisest. Rasvkoe soojusjuhtivus on pluss-temperatuuridel lihaskoe soojusjuhtivusest kaks korda väiksem.

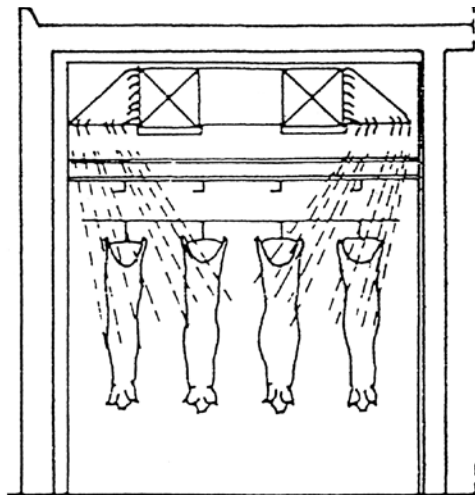
Ebaõigete jahutustingimuste puhul võib tekkida liha umbumine, mis avaldub selles, et rümba sügavuses omandab liha ebameeldiva hapuka lõhna ja hallikaspunase või pruunikaspunase värvuse, pH jääb happeliseks, ammoniaak ei eemaldu ning sageli koguneb väävelvesinikku. Umbumise algstaadiumis võib liha lõigata tükkideks ja lasta tal tuulduda, mille tagajärjel umbumise tunnused enamasti kaovad. Umbumise põhjuseks on soojus- ja gaasivahetuse aeglustumine väliskeskkonnaga, kusjuures autolüüsi kiirus jääb suhteliselt suureks ning autolüüsil moodustuvad produktid kogunevad liha sisemusse.

Peale jahutatava toote suuruse, koostise ja kuju oleneb jahutamise kiirus jahutava keskkonna liikumiskiirusest ning temperatuurist. Ebaühtlase paksusega toodete puhul, nagu näiteks rümbad, võetakse aluseks temperatuuri muutus rümba kõige paksemas kohas – reielihases.

Vee aurustumine jahutamise ajal toimub vee difusiooni tõttu rümba keskelt pinnale materjali niiskusgradiendi ning temperatuurigradiendi poolt tingitud vee liikumise tõttu (vesi liigub soojusvoolu liikumise suunas). Et jahutamise ajal temperatuurigradient väheneb, väheneb ka sisedifusiooni- ja aurumiskiirus. Näiteks on jahutamiskiirus

12 tunni pärast 5 korda ja 24 tunni pärast 2,5 korda väiksem algkiirusest. Esimesele jahtumispoolele langeb 80% kogu jahtumisest. Linnurümpadel võib intensiivse aurustumise tõttu koguneda nahaalusesse kihti hulgaliselt vett. Külmutamisel võib selles kihis moodustuda härmatis.

Jahutuskadu saab vähendada õhu suhtelise niiskuse tõstmisega või jahutava õhuvoolu suunamisega rümba suhtes. Jahutamisõhku soovitatakse suunata rümbale nii, et kõige madalam temperatuur oleks reie juures (joonis 4). Sel puhul jahtub rümp ühtlasemalt ja väheneb jahutamise aeg, seega ka jahutuskadu.



Joonis 4. Kahe jahutusagregaadiga searümpade jahutusruum. Jahutusseadme all on plaadid, mille kaudu suunatakse ühtlaselt jahutamisõhku rümba tagaosale. Saavutatakse ühtlane jahutamise efekt

Jahutuskambrid (-tunnelid) on varustatud õhu ringluse ja kunstliku jahutamise süsteemiga. Jahutuskambri õhutemperatuur peab olema ühtlane kogu lihaga täidetud ruumi ulatuses. Rümbad ja poolrümbad jahutatakse kambrites või tunnelites rippteel (joonis 5), nii et rümba sisepool oleks külma õhu liikumise suuna vastu.

Jahutamine pidurdab lihas toimuvaid biokeemilisi protsesse nagu glükolüüs ja liha valmimine. Uuringud näitavad, et pärast tapmist kiiresti mahajahutatud veise- ja lambaliha ei saavuta ka pärast pikka laagerdumist niisugust õrnust kui aeglaselt jahutatud liha. Optimaalne õrnus saavutatakse siis, kui lihased pole kontraheerunud enne surmakangestuse saabumist. Liha kiire jahutamine alla 10—12 °C viib, kui lihastes on ATP-d, kontraktsioonini (*cold shortening*), mis liha valmimise käigus ei vähene. Seepärast jahutatakse liha nii, et **esimese 10 tunni jooksul** ei langeks temperatuur lihas **alla 10—12 °C**. See soovitus kehtib kulinaarseks tarbeks toodetava veise- ja lambaliha kohta. Sealihal võivad esineda samad jahutamise mõjud, kuid väiksemal määral. Uuringute kohaselt jääb sealiha vintskeks, kui jahutamise tingimused on valitud nii, et aeg, mille vältel langeb temperatuur lihas 10 °C-ni, on 3 tundi või veelgi vähem.



Joonis 5. Jahutuskamber konveier-rippteega

Jahutusmeetodid

Traditsioonilised üheastmelised süsteemid ei võimalda veise poolrumpasid jahutada nii, et reielihase sees saavutatakse temperatuur 7°C 24 tunni jooksul. Jahtumiskadu võib olla kuni 2%. Jahutamise kiirust on võimalik suurendada kaheastmelise süsteemi kasutamisega, kus esimeses faasis on temperatuur kuni -20°C 1—2 tunni jooksul, järgneb järeljahutusfaas ligikaudu 0°C juures. Sellist jahutussüsteemi kasutades on võimalik, et rümba pind külmub. Veiserümpade puhul on sel juhul probleemiks suurenev tilkumiskadu ning elektrostimulatsiooni mittekasutamise korral ka liha tuimaks muutumine. Seetõttu kasutatakse kaheastmelist kiirjahutussüsteemi enam searümpade jahutamisel, siis moodustavad jahutuskadud vähem kui 1%. Suurte investeerimis- ja energiakulude tõttu tuleb see kõne alla ainult suurte tapavõimsuste puhul. Ülevaade praktikas kasutatavatest jahutusmeetoditest on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Jahutusmeetodid (Branscheid jt, 2007)

Astmeline jahutus: veiseliha	Parameeter
Jahumine (laagerdumine)	Nt 15 °C, 4 h
Jahutamine	0—4 °C
Jahutamise kestus (≤ 7 °C)	≤ 36 h
Kiirjahutus: veiseliha, sealih	
Jahutusruumi temperatuur	–1 kuni +1 °C
Õhu suhteline niiskus	95—90%
Õhu liikumiskiirus	1—4 m/s
Jahutamise kestus (≤ 7 °C)	Veiseliha: 24—36 h Sealiha: 15—18 h
Šokkjahutus: sealih, veiseliha (ES*)	
Jahutustunnel:	
temperatuur	–5 kuni –8 °C
õhu suhteline niiskus	ca 90% ja kõrgem
õhu liikumiskiirus	1—4 m/s
jahutamise kestus	ca 120 minutit
Järeljahutamine jahutusruumis:	
temperatuur	0 $\pm$ 1 °C
õhu suhteline niiskus	ca 90%
õhu liikumiskiirus	ca 0,2 m/s
jahutamise kestus kokku (≤ 7 °C)	Veiseliha: 18—36 h; Sealiha: 14—18 h
Ultrašokkjahutus: sealih	
Jahutustunnel:	
temperatuur	–15 kuni –30 °C
õhu suhteline niiskus	100%
õhu liikumiskiirus	2—4 m/s
jahutamise kestus	ca 60 minutit
Järeljahutamine jahutusruumis:	
temperatuur	+3° kuni +5 °C
õhu suhteline niiskus	ca 95%
õhu liikumiskiirus	ca 0,2 m/s
jahutamise kestus kokku (≤ 7 °C)	Sealiha: 11—13 h
Õhk-veepiserdusjahutus (SIRIAL-meetod): sealih, veiseliha	
Jahutustunnel veepiserdamise kabiinidega (25—50 kabiini)	
õhutemperatuur	+2 kuni +5 °C
õhu suhteline niiskus	100%
õhu liikumiskiirus	max 3 m/s
vee temperatuur	10—20 °C
veekulu	3 l/rümba kohta (4 h)
õhk-piserdusjahutusfaasi kestus	4—7 h
Järeljahutusruum:	
temperatuur	+3 kuni +5 °C
õhu suhteline niiskus	ca 95%
õhu liikumiskiirus	ca 0,2 m/s
jahutamise kestus kokku (≤ 7 °C)	18 h

* ES – kasutatakse elektrostimulatsiooni

Searümpade jahutusmeetodid

Tapasooja searümpa jahutatakse 42 °C-lt tasemeni ≤ 7 °C tagasingis ühe- või kaheastmelisel jahutusmeetodil.

Tavapärase üheastmelise jahutussüsteemi puhul on searümbad jahutusruumis, kuhu on paigaldatud seina- või laejahutusseadmed, mis tagavad ruumitemperatuuri 0—2 °C ja õhu liikumiskiiruse umbes 0,5—4 m/s (kiirjahutus). Jahutusruumi õhu suhteline niiskusesisaldus on seejuures sageli kõikuv (u 80 kuni >90%). Süsteemi eeliseks on lühike jahutusaeg 18—24 h, jahutuskadu on >2%. Rümbe pealispinnale kuivamiskooriku tekkimine annab hügieenieeliseid ja võimaldab liha pikemat aega säilitada.

Kaheastmelised jahutusmeetodid on šokkjahutus, ultrašokkjahutus ja piserdusjahutus (tabel 1). Need kolm meetodit omavad eelkõige ökonoomilisi aspekte, milleks on jahutuskadude minimeerimine ja jahutusaja lühendamine. Kui võrrelda erinevate süsteemide „šokktunnel (miinustemperatuurid)/järeljahutusruum” ja „jahutustunnel H₂O-piserdusega/järeljahutusruum” ehitusmaksumust ja energiatarvet, jahutusaega (kuni ≤ 7 °C), jahutuskadusid (42 h jooksul), hügieeninäitajaid (rümbe pinna saastatust mikroobidega) ja ka liha kvaliteeti, siis puhtalt ökonoomilised faktorid „jahutuskadu” ja „energiatarve” annavad kindla eelise piserdussüsteemile. Hügieeninäitajad ja liha säilivus kannatavad rümbe pinna ebapiisava kuivamise tõttu.

Jahutustunnel on pikk, kitsas ruum, mis on varustatud konveier-rippteega rümpade transpordiks. Jahutustunneli eelis on see, et sinna võib pidevalt juurde laadida tapasooja liha, juba jahutatud liha ei soojene.

Uurimused on näidanud seost jahutustingimuste ning ka mikrofloora kvantitatiivse ja kvalitatiivse koostise vahel rümbe pinnal enne ja pärast jahutamist. Riknemist põhjustav mikrofloora võib searümpadel kasvada, jääda samaks või ka osaliselt hukkuda. Kui jahutustingimused on sellised, et rümbe pind jääb enne jahutusprotsessi algust pikaks ajaks niiskeks ning rümbe temperatuur suhteliselt kõrgeks, on psührotroopsetel bakteritel võimalus areneda (jahutustingimused: jahutusruumi plaaniline temperatuur 2 °C, rümbe piserdamine jahutuse esimese kahe tunni vältel). Kiire rümbe pinna mahajahutamine takistab mikroobide kasvu järeljahutamise faasis (jahutustingimused: šokkjahutustunnel –20 °C 55 minuti jooksul, seejärel järeljahutamise ruum). Kui jahutamise käigus tekib liha pinnale ühtlane kuivamiskoorik, on takistatud gramnegatiivse mikrofloora areng (jahutustingimused: jahutusruum, õhutemperatuur 2 °C, madal õhu suhteline niiskusesisaldus, jahutusruumi vähene täitmine). Skemaatiliselt võib jahutustingimuste mõju psührotroopse riknemist põhjustava mikrofloora kasvule väljendada järgmise skeemi abil (tabel 2).

Tabel 2. Searümpade pinna mikrofloora areng mõjutatuna jahutustingimustest

Rümbe pinna omadused jahutamisel	Psührotroopne gramnegatiivne mikrofloora (riknemist põhjustav mikrofloora)
Niiske, suhteliselt kaua soe	↑
Niiske, külm	→
Kuiv, külm	↓

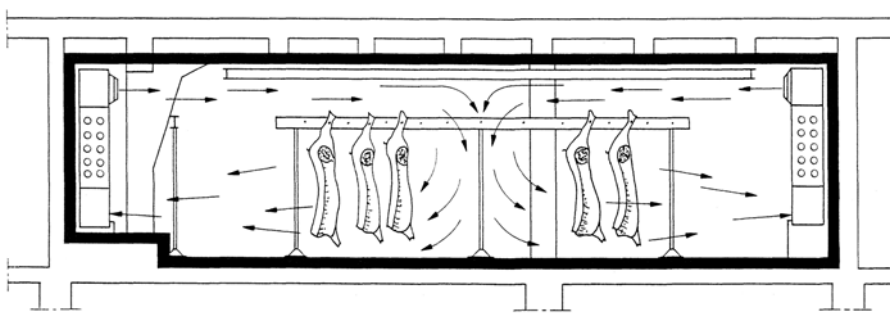
Liha kvaliteeti silmas pidades on sobivad need jahutusstrateegiad, mis takistavad PSE-liha teket ning väldivad lihaste külmakontraktsiooni. Kui sigade puhul on geneetiline eelsoodumus (nt kõrge pjetraani osakaal) ja/või tugev tapaeelne stress, mis tõstab PSE-liha tekke osakaalu, siis kiire rümpade mahajahutamine mõjub liha kvaliteedile positiivselt. Rümpades, kus toimub normaalne glükolüüs, on oht ekstreemselt kiire mahajahutamise puhul lihaste külmakrambiks.

Veiserümpade jahutusmeetodid

Veiserümpade jahutamiseks on kasutusel järgmised meetodid:

- astmeline jahutus: laagerdumine (nt taparuumis), jahutamine jahutusruumis (kasutatakse väikeettevõtetes);
- kiirjahutus: traditsiooniline jahutusruum, temperatuur 0—2 °C;
- šokkjahutus: šokkjahutustunnel (joonis 6) (miinustemperatuurid), järeljahutusruum;
- õhk-piserdusjahutus.

Tööstuslike jahutussüsteemide arendamisel lähtutakse ökonoomilisest aspektist, nagu näiteks jahutuskadude vähendamine. Samas on veiseliha puhul oht kvaliteedi langusele oluliselt suurem kui sealihaga.



Joonis 6. Jahutustunnel

Veel mõned aastakümned tagasi oli astmeline jahutamine järgmine: rümpad rippusid pärast töötlemist mõned tunnid ruumis, kus puudus jahutussüsteem, edasi eeljahutusruumis (+6 kuni +8 °C) ning alles seejärel jahutusruumis (0 kuni +4 °C). Osaliselt muudetud kujul praktiseeritakse tänapäeval seda meetodit veel väikeettevõtetes, kus eesmärgiks on saada väga õrn veiseliha. Seda meetodit sobib kasutada ka juhul, kui veiseid on peetud ainult karjamaal, nende liha rasvasus on väga väike ning seega sellise veiseliha kiirjahutamisel tekib kvaliteediprobleeme võrreldes traditsiooniliselt nuumatud veiste lihaga. Uuringud näitavad, et lühiajaline laagerdamine temperatuuridel 12—26 °C ei paranda oluliselt liha kvaliteeti võrreldes tavapärase jahutusega. Pikemate laagerdusaegade korral (>10 tundi, temperatuuridel >10 °C) liha õrnus siiski suureneb.

Kiirjahutamisel (jahutusruumi temperatuur 2 °C) on üldjuhul vaja 36 tundi, et saavutada reietüki sees vajalik temperatuur ≤ +7 °C.

Lühemaid jahutusaegu võimaldavad kahefaasiline kiir- või šokkjahutus, mida kasutatakse siis, kui lihakehale rakendatakse elektrostimulatsiooni. Seejuures on esimeses jahutusfaasis (šokkjahutustunnel) õhutemperatuur -3 kuni -5 °C. Järeljahutusruumi tingimused (parameetrid) vastavad kiirjahutusele. Et jahutuskadusid vähendada, piserdatakse rümbad enne jahutustunnelit veega üle.

Veiserümpade kiirjahutus tekitab lihastes külmakrambi. Seetõttu ei ole prerigor-seisundis ($\text{pH} > 6,2$) mõttekas viia lihaste temperatuuri alla 12 °C. Uus-Meremaa kogemustele tuginedes ei tohiks madalapingelise elektrostimulatsiooni kasutamisel lihaste temperatuur esimese kaheksa tunni jooksul langeda alla 7 °C.

Madalmaades kasutatakse kolmeastmelist šokkjahutustunnelit vasikarümpade (150 kg tapamassiga) jahutamisel. Esimeses astmes on 20 minuti jooksul temperatuur -6 kuni -9 °C ning õhu liikumiskiirus suur, seejärel on ühe tunni jooksul õhutemperatuur -5 °C ning kahe tunni jooksul -1 °C. Järeljahutusfaasis on temperatuur 0 °C juures 23 tundi. Seejuures pole välistatud õhukeste rümbaosade külmumine. Elektrostimulatsioonil kombineeritakse omavahel madal- ja kõrgepingemeetodit, sest selline jahutusprotsess annab rahuldava värvuse ja õrnusega liha.

Katses võrreldi kiirjahutuse (lihakehale/rümbale rakendati elektrostimulatsiooni) ja traditsioonilise jahutuse (jahutusruumi temperatuur 6 °C) mõju veiselihale.

Kiirjahutus toimus järgmiselt:

- 1) kaheksa tundi jahutamist -5 °C juures (kiire õhuliikumine ilma pausideta),
- 2) kuus tundi jahutamist $+4$ °C juures (piiratud õhuliikumine pausideta),
- 3) järeljahutusfaas $+4$ °C juures (piiratud õhu liikumine pausidega).

Kiirjahutuse võrdlus tavameetodiga andis jahutuskadude vähenemise $0,1$ kuni $0,4\%$, olulise lõikejõu suurenemise selja pikimas lihases (tuimuse suurenemine), oluliselt tumedama liha värvuse, tilkumiskao suuruses vaakumpakendis erinevust ei olnud. Seega võib järeldada, et madalapingeline elektrostimulatsioon takistab ainult osaliselt liha tuimaks muutumist pärast veiseliha kiirjahutust.

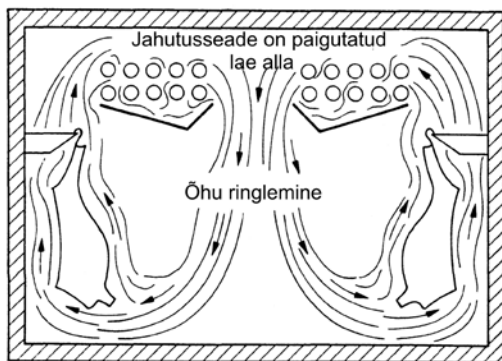
Veiserümpade jahutussüsteemide väljatöötamine on suunatud mitte ainult ekstreemselt madalatele temperatuuridele, vaid ka ülemääraste jahutuskadude vähendamiseks. Siin on parim kombinatsioon õhu ja piserdusvee kasutamine esimeses jahutusfaasis (õhk-piserdusjahutus), järgneb tavapärane õhkjahutus. Kasutatakse ka meetodit, kus 15-minutiste intervallide järel pihustatakse poolrümpadele 90 sekundi vältel vett kogu jahutusaja jooksul. Sellise meetodi korral on jahutuskadu 24-tunnise jahutamise jooksul $0,3\%$ võrreldes tavapärase õhkjahutuse $1,5\%$ -ga. SIRIAL-meetodi puhul läbivad rümbad $3-6$ tunni jooksul roostevabast terasest kabiine, kus iga kord $1-3$ sekundi jooksul pihustatakse rümbale ülipeeneid veetilgakesi, mis juba enne rümba järgmisse pihustuskabiini sisenemist on aurustunud. Jahutuskad 24-tunnise jahutamise järel, kui on kasutatud $3-6$ -tunnist piserdussüsteemi, on $0,8$ kuni $0,6\%$ tapamassist. Meetodi miinuseks on see, et rümba pinnale ei teki kuivamisoorikut ning seega on tagajärjeks liha lühiajaline säilivus.

Jahutatud liha säilitamine

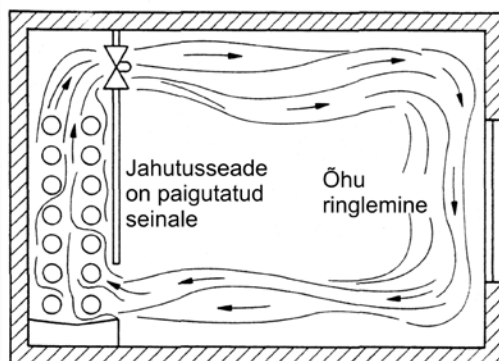
Jahutatud liha ja tapasaaduste säilitamise kestus oleneb peamiselt mikroobide tegevusest, seetõttu sõltub jahutatud liha säilitamise kestus põhiliselt õhutemperatuurist ja õhu suhtelisest niiskusest. Ökonoomne on säilitada jahutatud liha madalal temperatuuril õhu kõrge suhtelise niiskuse juures. Temperatuuri alumiseks piiriks on koemahla krüoskoopiline punkt. Mida rohkem on rümba pind kahjustatud (verevalumid, siselõiked jne), seda halvemini liha säilib. Jahutatud liha säilitamiskestus oleneb ka looma tapaeelsest seisundist, veretustamise astmest ja liha jahutamiskiirusest.

Jahutatud liha ja tapasaadusi säilitatakse jahutuskabiinidega sarnastes ruumides, erinevus on ainult jahutussüsteemis, sest säilitamise ajal ei eraldu lihast soojust. Kvaliteedi säilitamiseks tuleb silmas pidada, et liha ei soojeneks. Liha pinnalt aurub kogu aeg vett, mis tingib soojuse ülemineku väliskeskkonnast tootesse. Lihas toimub pidevalt soojus- ja veevahetus, mistõttu õhu ringlus säilituskambrites peab olema minimaalne, kuid ei tohi võrduda nulliga, sest seisva õhu puhul võivad areneda hallitusseened.

Joonistel 7 ja 8 on toodud kaks tüüpilist lahendust jahutatud liha hoiuruumile.



Joonis 7. Jahutatud liha hoiuruumis ringleb õhk konvektsiooni tõttu



Joonis 8. Jahutatud liha hoiuruumis kasutatakse sundõhuringlust

Traditsiooniline meetod liha valmimiseks on laagerdumine poolrühmpade või veerandrühmpadena jahutatud liha hoiuruumis vähese õhu tsirkulatsiooniga ja mitte liiga kõrge õhu suhtelise niiskusesisalduse juures (laagerdumistemperatuur -1 kuni $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, õhu suhteline niiskusesisaldus $85\text{--}90\%$ või laagerdumistemperatuur $+2$ kuni $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$, õhu suhteline niiskusesisaldus $80\text{--}85\%$). Jahutatuna peab liha hoidma ruumitemperatuuril -1 kuni $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$, mingil juhul ei või see ületada $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Õhu liikumiskiirus võiks olla 5 kuni 10 õhuvahetust tunnis, et takistada ülemäärast liha kuivamist. Keelatud on sage jahutatud liha hoiukambri ukse avamine ja soojema liha kambrisse paigutamine.

Tabelis 3 on toodud maksimaalsed liha hoiuajad (toodetud hügieenilistes tingimustes, vaakumpakendamata). Sellistes tingimustes, hügieenilisest aspektist vaadatuna, tekib lihale soovitatav kuivamiskadusid takistav kuivamiskoorik. Kuivamiskaod võivad olla kuni 5% . Liha valmimise lõppedes tuleb lihalõikuses liha muutunud pealispind ära lõigata ning töötlemisele saata, mistõttu tekivad lisakaod. Seega, arvestades ökonoomsust, on nn valmimine kontidel asendatud tükiliha valmimispakendamisega.



Joonis 9. Jahutatud veisepoolrumpade hoiuruum

Tabel 3. Liha maksimaalne laagerdumisaeg erinevatel temperatuuridel

Lihaliik	−1 kuni 0 °C, õhu rel niiskusesisaldus 85—90%	+2 kuni +4 °C, õhu rel niiskusesisaldus 80—85%
Veiseliha	3—4 nädalat	≤2 nädalat
Sealiha	1—3 nädalat	≤1 nädala
Vasikaliha	1—3 nädalat	≤1 nädala
Lambaliha	1—2 nädalat	≤1 nädala
Kanaliha	8—12 päeva	≤6 päeva

Vaakumpakendatud liha puhul ei oma külmhoone õhu niiskusesisaldus mingit tähtsust ja juba väike õhu liikumine viib temperatuuri tasakaalustumiseni. Hoiuruumi temperatuur peab olema −1 °C kuni maksimaalselt +2 °C. Hügieenilistes tingimustes toodetud vaakumpakendatud veiseliha peab vähemalt kaks nädalat valmima. Maksimaalne valmimisaeg ei tohiks ületada kuut nädalat.

DFD-liha ei sobi vaakumpakendamiseks. Kui tekib kahtlus DFD-lihale (tumepruun värvus, kuivanud, kleepuv pealispind), võib selguse mõttes määrata liha pH. Enne vaakumpakendamist peaks liha pH olema ≤5,8 ning temperatuur lihas <+5 °C.

Liha külmutamine

Pikemaajaliseks säilitamiseks ettenähtud liha külmutatakse põhjendamatult viivitusega, kusjuures enne külmutamist tuleb vajaduse korral arvestada teatud/kindla valmimis-/laagerdumisaajaga (853/2004/EÜ, lisa III, jagu I, peatükk VII, punkt 4). Külmutamise võib lugeda lõppenuks, kui liha sees on saavutatud temperatuur vähemalt $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, külmutatud liha säilitatakse minimaalselt samal temperatuuril.

Külmutamiskiirus mõjutab kudedes jääkristallide moodustumist, tekkivate kristallide mõõtmeid ja arvu ning kristallide jaotumise ühtlust. Jääkristallide mõõtmetest oleneb kudede loomuliku struktuuri säilimine. Kudede taastumine defrosterimisel (sulatamisel) oleneb jääkristallide jaotumise ühtlusest.

Vee külmumismehhanism kudedes. Kudede külmumist võib vaadelda koevedeliku külmumisena. Koevedelikus on palju lahustunud orgaanilisi ja mineraalaineid. Erinevalt puhtast veest on sellise lahuse krüoskoopiline punkt (s.o külmumise algtemperatuur) allpool $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lihamahl hakkab külmuma temperatuuril $-0,6$ kuni $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja veri $-0,55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Soolatud liha krüoskoopiline punkt on seda madalam, mida suurem on soolasisaldus. Kudede külmumisel külmub kõigepealt puhas vesi. Selle tagajärjel suureneb ainete kontsentratsioon järelejäänud vedelikus ja selle krüoskoopiline punkt alaneb. Temperatuuri alanemisega külmuvad järjest uued veekogused, kuid mingisugune kogus vett jääb külmumata. Igale temperatuurile allpool krüoskoopilist punkti vastab kindel kogus külmumata vett. Temperatuuril $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ on juba külmunud 30% veest, kuid ka temperatuuril $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ on 8% vett külmumata.

Jääkristallide moodustumise esimeseks faasiks on kristallialgete ehk kristallisatsioonitsentrite tekkimine, mis algab, kui vedeliku temperatuur on langenud alla krüoskoopilist punkti. Kristallialgete tekkimise momendil eralduva kristallisatsioonisoojuse tõttu vedeliku temperatuur teatud määral tõuseb. Kuna temperatuur tõuseb kõrgemale sellest, mis sobib kristallialgete tekkeks, algab kristallimoodustumise teine faas – kristallide kasv.

Kristallide moodustumise optimaalne temperatuur on mõnikümnenäik kraadi allpool koevedeliku krüoskoopilist punkti. Uute kristallisatsioonitsentrite moodustumine oleneb ka soojuse ärajuhtimise kiirusest väliskeskkonda. Kui see pole küllaldane kristallisatsioonisoojuse ärajuhtimiseks, ei lange vedeliku temperatuur alla krüoskoopilist punkti ja uued kristallisatsioonitsentrid ei moodustu.

Soojuse kiirel ärajuhtimisel on võimalik ka uute kristallialgete tekkimine. Järelikult, kui on vaja saada suuri kristalle, tuleb kristallisatsioon (külmutamine) läbi viia suhteliselt kõrgemal temperatuuril soojuse väikese ärajuhtimise kiirusega. Suure hulga väikeste kristallide saamiseks vajatakse madalat temperatuuri ja maksimaalset soojuse ärajuhtimise kiirust.

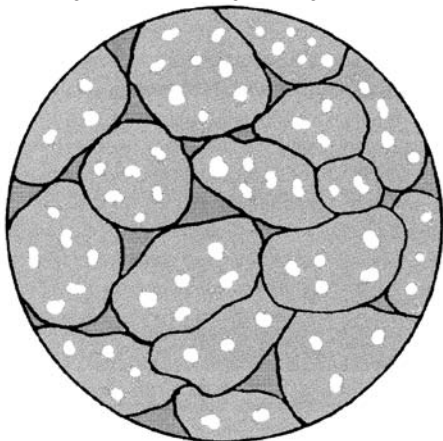
Külmutamise mõju mikrofloorale. Aeglasel külmutamisel sureb tavaliselt 90–99% mikroorganismidest, kuid mikroorganismide täielik häving leiab harva aset. Kiirkülmutamisel jääb eluvõimeliseks kuni 90% mikroorganismidest. Mitmed patogeensed bakterid jäävad eluvõimelisteks ka vedelas õhus ($-190\text{ }^{\circ}\text{C}$) ja hallitusseente eosed ei hukku isegi $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatuuril. Mikroorganismide eritatud toksiinid ei hävi ka mitmekordsel külmutamisel ja defrosterimisel, kuigi toksiinide moodustumine katkeb temperatuuril alla $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Paljud mikroorganismid on võimelised kohanema madalate temperatuuridega. Kuigi külmutamise ja külmutatud liha säilitamisega ei kaasne mikroorganismide täielikku hävingut, väheneb siiski nende üldarv ja aktiivsus. Nii näiteks vähenes mikroorganismide üldarv -18°C temperatuuril säilitatud liha pinnal 3 kuu jooksul 50%, 6 kuu vältel 80% ja 9 kuu pärast oli eluvõimelisi mikroorganisme kõigest 1—2% alghulgast.

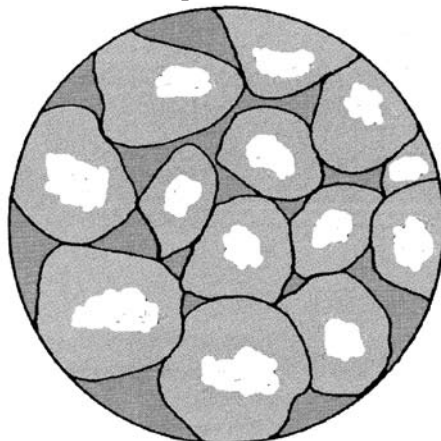
Mikroorganismide arvu vähenemist külmutamisel põhjustavad tõenäoliselt mikroobirakkude ainevahetushäired ja struktuuri kahjustused. Temperatuuri alanemisel väheneb kõigi rakkudes toimuvate protsesside kiirus ja muutub nende omavaheline vahetuskord.

Külmutamise mõju kudede struktuurile. Kudede külmumisel moodustuvad kristallisatsioonitsentrid rakkudevahelises ruumis ja seejärel rakkudes, sest rakkudevahelises ruumis on ainete kontsentratsioon vedelikus väiksem ning seega krüoskoopiline punkt kõrgem. Kui kristallisatsioonitsentrid on moodustunud, tõuseb rakkudevahelises vedelikus ainete kontsentratsioon ja suureneb osmootne rõhk, algab vedeliku üleminek rakkudest rakkudevahelisse keskkonda. Kui kristallisatsioonisoojuse ärajuhtimise kiirus ei ole küllaldane, toimub kristallide kasv rakkudevahelises ruumis, rakkudes aga kristalle ei moodustu.

Suurte kristallide teke on liha ja lihasaaduste külmutamisel ebasoovitav nähtus. Vee külmumisel suureneb ta maht umbes 10%. Suured kristallid laiendavad rakkudevahelist ruumi, purustavad oma teravate äärtega sidekoelisi kilesid, lihaskiud deformeeruvad ja osaliselt purunevad. Kudedes, näiteks maksas, mille rakuseinad ei ole nii vastupidavad kui lihaskoes, on jääkristallide purustused suuremad. Joonisel 10 on toodud jääkristallide jaotus ja suurus eri külmutamiskiiruste puhul.



Kiirkülmutatud



Aeglaselt külmutatud

Joonis 10. Kiirkülmutatud ning aeglaselt külmutatud lihaskoe ristlõike skeemid

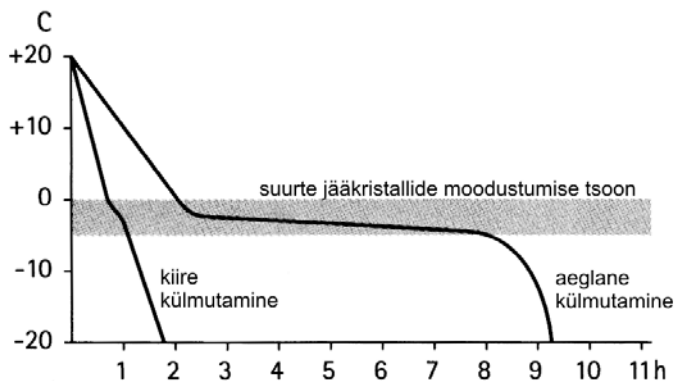
Liha mahlakadude suurus kudest sõltub kristallide suuruselt ja asetusest ning nendega seotud morfoloogilise struktuuri lagunemisest. Mida aeglasemalt ja kõrgemal temperatuuril on liha külmutatud, seda suurem on tema mahlakadu.

Liha külmutamine koosneb tehnoloogilises mõttes järgmistest etappidest:

- 1) toote jahutamine krüoskoopilise punktini,

- 2) vahetu külmutamine (vee külmutamine),
- 3) toote sisetemperatuuri viimine ettenähtud tasemeni.

Külmutamisprotsessi ajal on väliskihi temperatuur süvakihtide temperatuurist madalam. Keskkihi temperatuur muutub vastavalt toodud kolmele etapile. Algul langeb ta krüoskoopilise punkti lähedale, seejärel püsib teatud aeg praktiliselt samal tasemel, siis järgneb temperatuuri langus. Ajavahemik, mille jooksul liha temperatuur on krüoskoopilise punktiga enam-vähem võrdne, sõltub soojusülekande kiirusest ja toote mõõtmetest. Külmutamisrežiim mõjutab oluliselt ka defrosteeritud (sulatatud) liha veesidumisvõimet. Veesidumisvõime on seda väiksem, mida kõrgem on külmumistemperatuur ja mida väiksem on külmumiskiirus.



Joonis 11. Külmumiskõverad kiirel ja aeglasel külmutamisel

Külmutamise mõju kudede autolüütilistele protsessidele. Fermentide aktiivsus langeb, kuid ei katke päriselt ka väga madalatel temperatuuridel. Fermentid nagu teisedki bioaktiivsed ained säilitavad oma aktiivsuse ka pärast külmutatud liha pikaajalist säilitamist. Mõnikord nende aktiivsus isegi kasvab pärast defrosteerimist. Mida kiiremini toimub külmutamine, seda varajasemas staadiumis pidurdavad autolüütilised protsessid. Autolüütiliste protsesside kiirust ja sügavust külmutamise ajal mõjutavad oluliselt külmutatavate lihatükkide mõõtmed. Mõnesentimeetrise paksusega tapasoe lihatükk külmub kogu ulatuses praktiliselt üheaegselt. Fikseerub selline liha olukord, mis tal oli enne külmutamist, surmakangestuse areng pidurdub. Pärast defrosteerimist saabub surmakangestus sellises lihas kiiremini kui tavaliselt.

Tapasoojade pool- ja veerandrümpade külmutamisel langeb keskkihi temperatuur aeglaselt, samal ajal on pindmine kiht külmunud. Keskkihis võib tekkida surmakangestus.

Säilitustemperatuuri alanemisega kaasneb ka rasva hüdrofüütilise lagunemise aeglustumine.

Liha hüdrofiilsete omaduste ja mahlakao muutused külmutamisel. Loomsete kudede hüdrofiilsete omaduste muutumine külmutamisel määrab kudede veesiduvusvõime säilitamise lõpuks ja mõjutab liha mahlakadu defrosteerimisel ning mehaanilisel töötlemisel. Liha mahlakao suurus oleneb hüdrofiilsete omaduste muutumisest ja kude-

de struktuuri lõhustamisest jääkristallide poolt. Liha hüdrofiilsed omadused muutuvad nii külmutamisel kui ka külmutatud liha säilitamisel. Külmutamise tõttu väheneb kudede hüdrofiilsus, sest jääkristallid purustavad osaliselt kudede struktuuri. Hüdrofiilsete omaduste muutuse ulatus oleneb autolüüsiastmest. Kõige väiksem on mõju liha hüdrofiilsetele omadustele tapasoojana külmutamisel ja kõige suurem külmutamisel surmakangestuse ajal.

Jääkristallide lõhustavale toimele allub ka sidekude. Viimane koosneb põhiliselt kiulistest struktuurielementidest, mille lõhustumine toob kaasa sidekoe hüdrofiilsete omaduste kasvu, sest jääkristallide lõhustava tegevuse tõttu vabaneb teatud arv hüdrofiilseid kollageenirühmi. Seetõttu oleneb liha hüdrofiilsete omaduste muutus säilitamisel ka lihas- ja sidekoe suhtest. Suure sidekoesisaldusega liha hüdrofiilsus kasvab aja jooksul.

Lihasaaduste ja väliskeskkonna vastastikune mõju. Soojus- ja veevahetus väliskeskkonnaga põhjustab külmunud vee pideva aurumise toote pinnalt (jää sublimatsioon). Külmunud tootes on peaaegu kogu vesi kristalses olekus, mistõttu jää sublimeerumisel tekib toote pinnal käsnjas kiht, mis liigub pidevalt sügavamale tootesse. Käsnjas kiht sisaldab umbes 30% ja sisemised kihid umbes 70% vett. Läbilõikes on nende kihtide vaheline piir hästi nähtav. Käsnjas kihis ei toimu olulist massi vähenemist, sublimatsiooni tõttu tekkivad poorid täituvad õhuga.

Külmutatud toote väliskihi kuivamisel on kahesugune tähtsus: see põhjustab kuivamiskadu ja soodustab toote väliskihis õhu mõjul toimuvaid keemilisi muutusi.

Soojus- ja veevahetus külmutamisel. Külmutamisel on valdavaks soojusvahetus, mis on tingitud soojusvoost tootest väliskeskkonda. Säilitamisel on soojusvahetus seotud auruva vee faasilise muutumisega. Külmutamise ajal mõjutab soojusvahetuse intensiivsus nii toote külmumiskiirust kui ka selle poolt kaotatud vee hulka. Säilitamise ajal mõjutab soojusvahetus ainult kuivamiskao suurust, s.o kaotatud vee hulka.

Külmutatud toodet oleks kõige parem säilitada tingimustes, mis kindlustavad soojus- ja veevahetuse tasakaalu väliskeskkonna ja toote vahel. Praktiliselt on sellist olukorda võimatu saavutada. Et külmutatud toote temperatuur kõigis kihtides pole ühesugune, toimub soojuse üleminek tootesse ja jahutuspatareide pind on madalama temperatuuriga kui ümbritsev õhk, mistõttu veeaur kondenseerub patareide pinnal; kondenseeruv veeaur pärineb põhiliselt tootest.

Toote pinna temperatuur langeb aurustumisel. Soojusvahetus jätkub ka pärast seda, kui temperatuur toote sisemuses on ühtlustunud, sest toimub pidev vee aurustumine toote pinnalt. Toote pinnalt aurustunud veeaur kondenseerub jahutusseadmete pinnal, andes ära sublimatsioonisoojuse. Järelikult oleneb maksimaalselt aurustuva vee hulk kambris jahutavate pindade kondenseerimisvõimest.

Kuivamiskao suurus oleneb ka soojuse hulgast, mis saabub kambrisse väljast. Iga kambrisse tunginud soojusekalor viib ära 0,2—0,3 g vett. Suvel on see soojusvool eriti suur, mille tõttu kuivamiskadu on suvel suurem kui talvel.

Kuivamiskadu oleneb veel säilitustemperatuurist. Temperatuuri alandamine 10 °C võrra vähendab kuivamiskadu kaks korda. Madala temperatuuri puhul kambris on vaja kindlustada vastav isolatsioon, et vältida soojuse juurdevoolu kambrisse väljastpoolt. Absoluutne massikadu ühe kambri ulatuses oleneb vähe kambri täitmise astmest,

sest aurustunud vee hulk oleneb patareide kondenseerimisvõimest. Seega aurustub samasugune kogus vett vaatamata sellele, kas lihaga on täidetud pool kambrist või kogu kamber. Kui on täidetud ainult osa kambrist, siis on massikadu ühe rümba kohta suurem kui lihaga täielikult täidetud kambris. Seepärast tuleb külmhoones püüda korraga täis laadida kogu säilituskamber.

Pakkimine vähendab tunduvalt toote kuivamiskadu. Kõige parem on pakkida tooted auru mitte läbilaskvasse kilesse. Selline moodus võimaldab tõsta ka hügieenilist taset toodete säilitamisel ja veol.

Keemilised muutused külmutatud liha säilitamisel. Pinnakihi kuivamine ja õhuhapnik põhjustavad liha omaduste pöördumatuid muutusi.

Hapendumisprotsessid haaravad nii valke, rasvu kui ka labiilseid ekstraktiivaineid, kutsudes esile muutusi lihas- ja rasvkoes. Lihaskoe hapendumine algab lipiidsest fraktsioonist. Hapendumisprotsessi tõttu muutuvad toote organoleptilised omadused. Algul muutuvad lõhn ja maitse rasvkoes ning rasvkoega piirnevates kudedes. Kõigepealt tekib kudedel nn vana lõhn, seejärel räästunud kibe lõhn ja maitse. Liha pind tumeneb ja kuivab, rasv muutub kollakaks, keedetuna pole liha enam mahlakas. Sea rasvkoje organoleptilised omadused hakkavad muutuma kiiremini kui veise rasvkoel. Riknemise kiirus oleneb säilitustemperatuurist. Valkude muutused poorses väliskihis vähendavad liha veesidumisvõimet ja õrnust.

Külmutatud liha säilitamisel väheneb vees lahustuvate vitamiinide hulk, pärast kaheksakuust säilitamist on neist vitamiinidest kadunud 18—34%. Külmutatud maksas lõhustuvad vees lahustuvad vitamiinid kiiremini kui lihaskoes. Säilitamisel kaotab maks tunduvalt rohkem oma väärtusest. Rasvas lahustuvad vitamiinid on väiksema vastupidavusega kui veeslahustuvad, näiteks tokoferool laguneb peaaegu täielikult.

Külmutamismeetodid

Külmutustehnoloogia areng on oluliselt aidanud kaasa külmutatud liha kvaliteedi paranemisele. Varasem aeglane külmutamine on asendunud kiirkülmutusega. Põhimõtteliselt võib rääkida kolmest külmutusmeetodist: külmutamine õhuvoolus, külmutamine kontaktplaadimeetodil ja krüogeenne külmutamine (toote töötlemine veeldatud gaasidega) (tabel 4).

Veise- ja searümbad ning ka kondiga jaotustükid külmutatakse tänapäeval külma õhuga temperatuuridel -25 kuni -45 °C ning õhu liikumiskiirusel 2—9 m/s. Enne külmutamist tuleb liha maha jahutada sisetemperatuurini vähemalt 10 °C. Sügavkülmutamisel temperatuurini vähemalt -18 °C on soovitatav külmumiskiirus alla 10 mm tunnis.

Vastavalt rahvusvahelisele kokkuleppele jaotatakse külmutamiskiirust jääfrondi liikumiskiiruse alusel külmutatavas materjalis sentimeetrit tunnis. Külmutamiskiirused:

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| • aeglane külmutamine | 0,1 kuni 0,2 cm tunnis, |
| • kiirkülmutamine | 0,5 kuni 3,0 cm tunnis, |
| • väga kiire külmutamine | 5,0 cm tunnis. |

Tabel 4. Külmutamismeetodid

Meetod	Seade	Külmutamismaterjal	Külmutamis-temperatuur
Õhk 2—9 m/s	Külmutustunnel	Rümbad, jaotustükid, konditustatud liha	–25 kuni –45 °C
Kontaktpinnad	Plaatkülmuti	Konditustatud, siiritud, sorteeritud liha	–30 kuni –40 °C
Krüogeenne CO ₂ , N ₂	Pideva tegevusega külmutustunnel	Portsjontooted Hakkliha Rupsid	CO ₂ kuni –70 °C N ₂ kuni –196 °C

Saksamaal on põllumajandusliku turukorralduse ühing (BALM) teinud ettekirjutuse külmutatuna säilitatavate veiseliha tagaveerandite käitlemise kohta: jahutada sisetemperatuurini ≤ 7 °C, külmutada parameetritel:

- õhutemperatuur –25 kuni –30 °C,
- õhu liikumiskiirus 2—3 m/s,
- aeg 24 tundi.

Järgneb külmutatud liha hoiuruumis liha temperatuuri ühtlustumine –18 °C. Aeg, mil külmutamisprotsess katkestatakse ning külmutatud liha säilitamine koos temperatuuri ühtlustamisega algab, sõltub õhutemperatuurist ning õhu liikumiskiirusest. Tabelis 5 on toodud näide veiserümba tagaveerandite külmutamisrežiimidest.

Tabel 5. Veiserümba tagaveerandite külmutamisrežiim

Külmutamis-temperatuur, °C	Õhu liikumiskiirus, m/s	Külmutamisprotsessi katkestamine liha sisetemperatuuril, °C
–35	3,0	–5
–35	1,5	–7
–30	3,0	–8
–30	1,5	–10
–25	3,0	–11
–25	1,5	–13

Rümbad külmutatakse külmutustunnelites, millel võrreldes jahutustunnelitega on väiksem ruumi ristlõige, et tugevamat õhuvoolu kindlustada. Kaalukadude vähendamiseks pakitakse pool- või veerandrümbad džuut-, linasest riidest kangasse või polüetüleenkilesse.

Kõrvuti kaheastmelise meetodiga, külmutamine pärast jahutamist, kasutatakse tapasooja liha üheastmelist külmutamist.

Tapasooja veise- või lambarümpade külmutamisel tuleb rakendada elektrostimulatsiooni, et vältida liha kvaliteedi langust.

Külmutatud plokkliha tootmisel kasutatakse erilisi lintkülmutusseadmeid. Isoleeritud ruumis külmhoones on lintkülmutuskonveier külmutusvormidega ning aurusti ja ventilaator. Väljaspool ruumi asuvad mehhaniseeritud sisestamis- ja tühjendamisseadmed. Selliste külmutusliinide külmutusvõimsus on 16 kuni 30 tonni liha päevas.

Plokkliha on võimalik toota ka kontaktkülmutusmeetodil kontaktplaatkülmutis (joonis 12). Plaatide temperatuur on -30 kuni -40 °C ja külmutamiskiirus on oluliselt suurem kui õhuga külmutamisel. Samuti võib pakitud või pakkimata rupse kiirkülmutada kontaktplaatidega.



Joonis 12. Kiirkülmutusseade külmutatud plokkliha ja tapasaaduste tootmiseks

Krüogeenkülmutusmeetodid omavad lihatööstuses vähe tähtsust; ainult rupse võib jahutada/külmutada sobival viisil lämmastikku kastes. Pideva tegevusega krüogeenkülmutamise süsteemid leiavad rohkem kasutust portsjonlihatükkide või lihatoodete puhul. Toodetele pihustatakse vedelat CO_2 või N_2 , saavutatakse temperatuur -70 või -196 °C ning kõrge külmutamiskiirus küllastunud õhuniiskusel.

Külmutatud liha säilitamine

Külmutatud liha hoiuajad sõltuvad liha koostisest ja hoiutemperatuurist. Optimaalne temperatuur külmutatud liha säilitamisel jääb vahemikku -18 kuni -30 °C, kusjuures säilitamisaeg -30 °C juures on peaaegu kaks korda pikem kui temperatuuril -20 °C (tabel 6).

Üldine tegur, mis säilitusaega vähendab, on rasvade lagunemine. Oksüdatsiooniprotsesside tõttu on oluliselt piiratud külmutatud toodete säilitusaeg just peenes-
tatud, soolatud liha puhul. Katsetes lisati seahakklihale 0,75% keedusoola ning säilitati temperatuuril -20 °C; juba kahe-kolme nädala pärast tekkis tuntav kibe maitse.

Pakkimata liha säilitamisaega vähendab ka kuivamine ning lõhna kadu.

Interventsioonikülmuhoonetes pakitakse veise veerandrümbad polüetüleen-
kottidesse ja lõpuks ka veel polüesterkottidesse. Hoiutemperatuur on vastavalt kokku-
leppele külmuhoonetega -22 °C. Veise veerandrümpade säilitusaeg on soovitatavalt 6 kuni

18 kuud, maksimaalselt 24 kuud. Sea poolrõmbad võivad säilida temperatuuril $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ mitte enam kui 8 kuud. Sealiha lühemad säilitusajad võrreldes veiseliha on tingitud tema suuremast küllastumata rasvhapete sisaldusest, mis juba 12 kuu möödudes põhjustavad kerged oksüdatiivsed muutused ning 15 kuu möödudes põhjustavad rasvkoe kibedaks muutumist.

Tabel 6. Külmutatud rümbaliha maksimaalsed hoiuajad

Lihaliik	Hoiuaeg kuudes	
	Temperatuur $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$	Temperatuur $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$
Veiseliha	≤ 12	≤ 24
Vasikaliha/lambaliha	≤ 10	≤ 18
Sealiha	≤ 6	≤ 12
Kanaliha	≤ 12	≤ 24



Joonis 13. Külmutatud plockliha säilituskamber

Liha sulatamine (defrosteerimine)

Kui tööstusse saabuvad külmutatud rümbad, tuleb nad üles sulatada. Tööstuses mõistetakse ülessulutamise all liha soojendamist $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ni kõige paksemas rümbaosas.

Liha omadused ei taastu ülessulutamisel täielikult. Mida suurem on külmutamiskiirus, mida madalam temperatuur ja lühem säilituskestus, seda suuremal määral taastuvad liha esialgsed omadused. Olulised on muidugi ka sulatamistingimused. Sulatamisel toimub lihas autolüüs, mille üldine kulg sarnaneb külmutamata liha autolüüsiga. Sulatatud liha autolüüsi kiirus on mõnevõrra suurem kui jahutatud lihal. Sulatamise

algusest peale on temperatuur liha pinnal krüoskoopilisest punktist kõrgem, mistõttu liha pinnal arenevad mikroorganismid. Mikroorganismide arengu intensiivsus oleneb ümbritseva õhu temperatuurist ja suhtelisest niiskusest. Kui õhu suhteline niiskus on nii suur, et liha pinnale kondenseerub vett, arenevad seal mikroorganismid tormiliselt ning võib tekkida lima ja hallitus.

Sulatamisviis ja -režiim peavad taastama lihal maksimaalselt omadused, mis tal olid jahutatud olekus. Selle kvaliteedi näitajaks on liha mahlakao suurus ja liha massi vähenemine. Liha mahlakadu põhjustab see, et jääkristallide sulamisel tekkinud vesi ei jõua tungida rakkudesse ja ühineda valkudega. Jää sulamisel tekkinud vesi lahustab mitmeid aineid ja moodustub nn lihamahl, mis tungib lihas olevatesse kapillaaridesse, sealt voolab ta osaliselt sulatamisel välja, suurem osa aga läheb kaotsi liha mehaanilisel töötlemisel (noa surve all siirimisel ja konditustamisel). Liha mahlakadu on minimaalne väga aeglasel defrosteerimisel (õhutemperatuur umbes 3 °C).

Liha massikadu ülessulatamisel ei ole tingitud ainult liha mahlakaost, vaid ka vee aurumisest, kui liha temperatuur on kastepunktist kõrgem. Mõnede sulatamistingimuste puhul võib liha mass isegi suureneda, näiteks siis, kui temperatuur on kastepunktist madalam. Seda massikasvu põhjustab kondensatsioonivesi, mis liha edasisel töötlemisel tavaliselt eraldub.

Liha tuleb üles sulatada tingimustes, mis kindlustaksid minimaalse mahlakao sulatamisel ja järgneval töötlemisel; minimaalse massikao sulatamisel, minimaalse sulatamiskestuse, hügieeninõuetest kinnipidamise.

Liha minimaalne mahlakadu saavutatakse aeglasel ülessulatamisel. Kuid kestuse suurendamine muudab protsessi kallimaks. Minimaalne kadu saavutatakse õhu suure suhtelise niiskuse korral, kuid siis muutub liha pind niiskeks, mille tagajärjel arenevad mikroorganismid. Liha sulatamise kestust võib lühendada keskkonna temperatuuri tõstmisega, kuid sellega kaasneb liha mahlakao suurenemine. Neil põhjustel on optimaalse sulatamisrežiimi ja -viisi valik raskendatud.

Sulatamise protsess kestab kauem kui külmutamine. Sulatamiskiirus sõltub temperatuurist ja ümbritseva keskkonna omadustest. Aeglane sulatamine toimub temperatuuridel 0—2—5—10/12 °C ja õhu relatiivsel niiskusel 70—90%. Protsessi kestus on toodud tabelis 7.

Tabel 7. Liha sulatamise kestus

Lihaliik	Kestus
Sealiha-lambaliharümbad	3—2 päeva
Veiseliha/-poolrümbe esiosa	4—2,5 päeva
Veiseliha/-poolrümbe tagaosa	5—3,5 päeva

Kiire sulatamine toimub temperatuuridel 5—8 °C, õhu relatiivne niiskus on 80—90%. Protsessi kestus õhuvahetuse korral 100 mahtu/h on 1,5—0,75 päeva (Weber, 2003).

Lähtuda võib põhimõtetest:

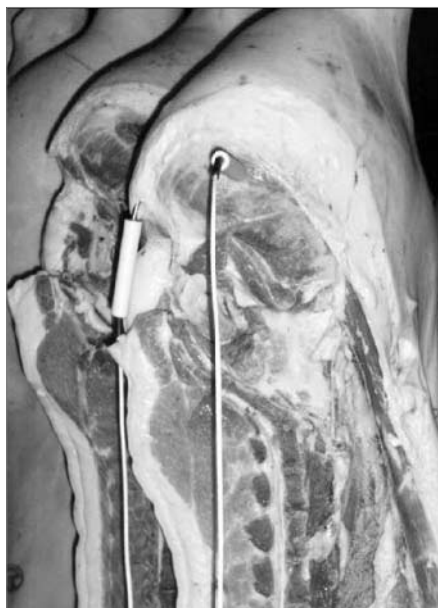
- pärast kiirkülmutamist → kiire sulatamine,

- pärast aeglast külmutamist → aeglane sulatamine,
- vaakumpakendatud liha (plokkliha) võib sulatada soojas vees.



Joonis 14. Sulatuskamber

Kaasaegseks sulatamisviisiks on sulatamine sulatuskambris. Firma VEMAG toodab nii sea poolrühmade, veise veerandrühmade kui ka plokkliha sulatuskambreid. Sulatuskambri tööprotsess on automaatselt juhitud. Andurid mõõdavad temperatuuri toote



Joonis 15. Külmutatud seapoolrühmade sulatamine. Poolrühma sisse on paigutatud temperatuuriandurid

sees ja pealispinnal ning võimaldavad protsessi automaatset reguleerimist (õhu liikumise kiirus, intervalliline soojendamine ning õhu suhteline niiskusesisaldus). Sisestatakse toote soovitud sisetemperatuur, vajadusel ka toote maksimaalne pinnatemperatuur ning kogu protsess jäädvustatakse. Kamber on varustatud ka automaatse puhastussüsteemiga CIP.

Näide. Sulatuskambri töö kirjeldus. Sulatusprotsess algab kõrge õhutemperatuuriga, 35 °C, mis protsessi jätkudes langeb astmeliselt kuni 5 °C-ni; õhu suhteline niiskusesisaldus on kuni 98%. Sulatamise aeg varieerub olenevalt tootest ning soovitud lõpptemperatuurist. Plokkliha (ploki kõrgus 120 mm) sulatamisel saavutatakse juba nelja tunniga sisetemperatuur -2 °C ning edasiseks sulatamiseks 0 °C-ni kulub 10 tundi. Sea poolrühmade sulatamiseks temperatuurilt -18 kuni 0 °C poolrühma sees kulub 12—18 tundi.

Tapasaaduste külm töötlemine

Rupsid tuuakse külm töötlemisele pärast juhendite järgset töötlemist sorteeritult, pestult ja nõrutatult. Rupside külm töötlemine võib olla

- jahutamine 0—3 °C-ni,
- külmutamine pärast jahutamist,
- külmutamine –8 °C-ni pärast töötlemist, pesemist, nõrutamist.

Rupsid jahutatakse jahutuskambris miinus 1 kuni pluss 2 °C juures kuni 24 tunni jooksul või jahutustunnelis temperatuuril miinus 1°C kuni 4 tunni jooksul. Rupsid asetatakse alustele (liudadele) kuni 10 cm paksuse kihina. Keeled asetatakse nii, et nad ei puutuks üksteisega kokku. Vatsad riputatakse konksudele. Rupse võib jahutada ka šokkjahutusmeetodil. Joonistel 16 ja 17 on toodud näide seapeade külm töötlemisest.

Jahutatud rupse (0 kuni 3 °C) säilitatakse õhu suhtelise niiskuse juures alla 80%; kui temperatuur säilituskambris on 0 kuni –1 °C, on säilitamiskestus maksimaalselt kaks ööpäeva, temperatuuril 0—3 °C üks ööpäev (24 h), sealhulgas ettevõttes mitte üle 8 tunni. Esitatud hoiuaegu loetakse tapasaaduste jahutamise lõpetamisest arvates, s.o temperatuurist 0 kuni 3 °C.

Rupsid külmutatakse kambrites, tunnelites või kiirkülmutusagregaatides. Enamik rupsidest külmutatakse plokkidena või alustel kuni 10 cm-se kihina. Keeli võib külmutada ka ükshaaval. Külmutuskambrites temperatuuril –23 °C kestab külmutamine mitte üle 30 tunni (töötlemiselt toodud tapasaaduste külmutamisel mitte üle 36 tunni), kiirkülmutusagregaatides ja tunnelites –30 °C juures kuni 8–10 tundi.



Joonis 16. Seapeade jahutamise liin. Seapead transportitakse liinil läbi ruumi temperatuuril miinus 15 °C, jahutamise aeg 45 minutit



Joonis 17. Seapeade järeljahutamine. Järeljahutamine temperatuurini +3 °C toimub võrkkonteinerites

Külmutatud rupsid pakendatakse ning säilitatakse –12 kuni –25 °C juures kuni 10 kuud olenevalt rupside liigist ja säilitustemperatuurist. Erijuhtudel võib külmutatud rupse säilitada ka külmutatud liha säilituskambris.

Tabel 8. Siiritud liha ja tapasaaduste hoiuajad

Lihaliik, tapasaadused	Õhutemperatuur kambris, °C, mitte üle	Hoiuaeg kuudes, mitte üle	
		liha	pehmekeelised tapasaadused
Siiritud veiseliha, veise tapasaadused	–12	8	4
	–18	12	6
	–25	18	10
Siiritud sealiha, sea tapasaadused	–12	5	4
	–18	6	5
	–25	12	6
Siiritud lambaliha, lamba tapasaadused	–12	6	4
	–18	10	6
	–25	12	8
Lihalõigud, siiritud veisepealiha, seapõseliha, seakamar	–12	–	4
	–18	–	6
	–25	–	8
Toidusooned (sidekude, kõõlused)	–12	–	1
	–18	–	1
	–25	–	2
Vorstitööstuses kasutatav külje- ja seljapekk	–12	3	–
	–18	6	–
	–25	12	–

Külmtootlemisele esitatavad nõuded

Rümpasid ja tapasaadusi ei ole lubatud jahutada ühises ruumis (värske liha hügieeninõuete eeskiri pole enam kehtiv).

Toidukõlbmatuks tunnistatud või uurimisele määratud liha ja tapasaadusi, samuti tingimisi toidukõlblikku liha ei ole lubatud jahutada ühises ruumis toidukõlblike rümpade või tapasaadustega.

Nõud liha või tapasaadustega asetatakse jahutamisel, külmutamisel, hoidmisel riiulitele, raamidele vm vahenditele. Külmutatud liha või tapasaaduste hoidmisel kastides, vannides võib neid asetada üksteise peale virna ainult sel juhul, kui mahutid on puhtad ja on tagatud õhu juurdepääs igale lihaga täidetud mahutile. Alumine kastvann peab olema asetatud põrandal olevale restile.

Veopakendis olevat liha ja tapasaadusi ei ole lubatud hoida ühises ruumis rümpade või pakendamata tapasaadustega.

Liha ja tapasaaduste jahutamise, külmutamise ajad ja temperatuurid kantakse vastavasse žurnaali. Peab olema võimalik kindlaks teha iga partii jahutamise või külmutamise kuupäeva, samuti hoiule asetamise kuupäeva.

Kõikides jahutus-, külmutus-, hoiuruumides peavad olema temperatuurimõõturid, hoiukambrites õhu suhtelise niiskuse määramise mõõturid.

Soovitav on kasutada registreerivaid mehaanilisi või automaatmõõtureid. Klaasist vedeliktermomeetrite kasutamine ei ole soovitatav. Kui kasutatakse klaastermomeetreid, peavad nad olema metallvutlaris, elavhõbetermomeetreid ei ole lubatud kasutada.

Tabel 9. Liha ja rupside säilitamistemperatuurid määruse nr 853/2004/EÜ järgi

	Maksimaalne temperatuur jahutatuna	Asukoht määruses
Kodukabiloomade liha	7 °C	III lisa, I jagu, V pt p 2b
Lindude ja jäneseliste liha	4 °C	III lisa, II jagu, V pt p 1b
Liha valmistised	4 °C	III lisa, V jagu, III pt p 2c
Rupsid	3 °C	III lisa, I jagu, V pt p 2b
Lihamass	2 °C	III lisa, V jagu, III pt p 3c
Hakkliha	2 °C	III lisa, V jagu, III pt p 2c

TAPASAADUSTE TÖÖTLEMINE

Mõisted

Tapasaadused – inimtoiduks töödeldud või töödeldavad rupsid.

Liiver – süda, kopsud, hingetoru, maks ja vahelihas nende loomulikus ühenduses.

Järgnevalt on määruse nr 853/2004/EÜ, I lisas toodud mõisted.

Rümp – looma kere pärast tapmist ja korrastamist.

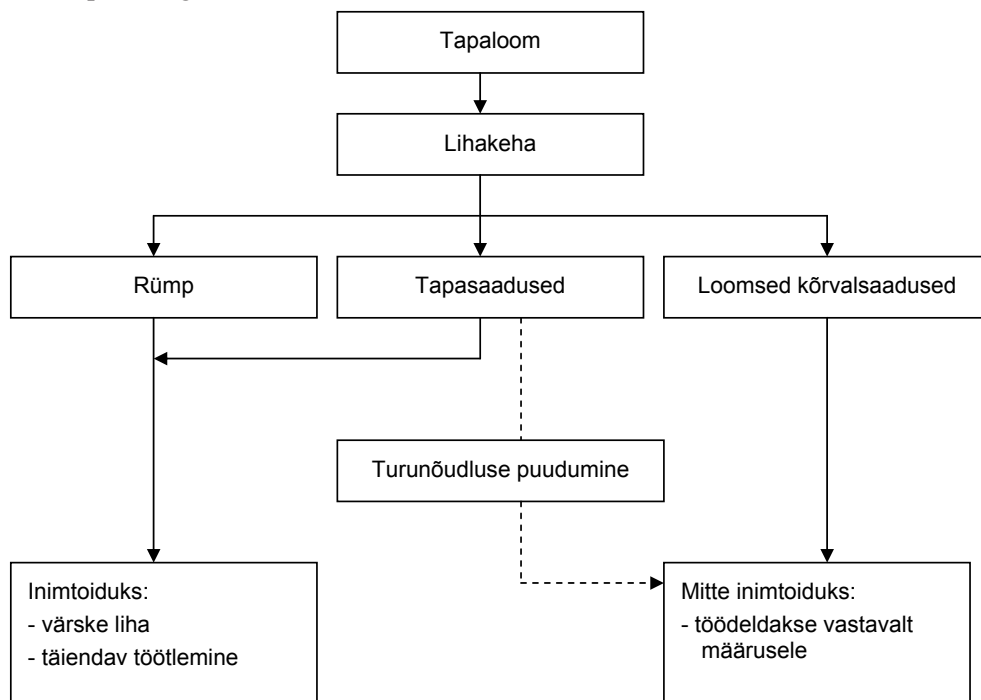
Värske liha – jahutatud, külmutatud või kiirkülmutatud liha, sealhulgas vaakumpakendatud või modifitseeritud atmosfääris pakendatud liha.

Rups – muu värske liha kui rümp, sealhulgas siseelundid ja veri.

Siseelundid – rinna-, kõhu- ja vaagnaõõne organid, samuti hingetoru ja söögitoru ning lindude puhul lihasmagu.

Vanemas kirjanduses kasutati siseelundite ja kereosade kohta ühisterminit „subproduktid” (ld *sub* – all, ala, *produkt* – toode, saadus). Välisriikides erines subproduktide mõiste samast mõistest Nõukogude Liidu liiduvabariikides. Välisriikides mõisteti subproduktide all enamasti kõiki tapa kõrvalsaadusi, s.o kõike peale rümba: veri, nahk, sooled, siseelundid jne. Eestis oli subprodukti ehk rupsi (ka rupskite) mõiste kitsam, siia ei arvatud verd, nahka, sooli; kuulusid rinnaõõneelundid, pead, jalad jne.

Loomsed kõrvalsaadused – määruses nr 1774/2002/EÜ on loomsed kõrvalsaadused defineeritud kui loomade terved kehad või nende osad või 1., 2., 3. kategooria loomse päritoluga saadused, mis ei ole ette nähtud inimtoiduks.



Joonis 18. Tapalooma väärindamise skeem

Tapasaadused võivad turu/nõudluse puudumisel kvalifitseeruda ka loomseteks kõrvalsaadusteks, kuna toidukõlblike tapasaaduste traditsioonilised turud on hakanud kaduma tingituna ökonoomsusest ja terviseohutusest. Seega on selle kahe grupi vahel mitmeid kokkupuutepunkte. Tabelis 10 on toodud sigade tapmisel tekkivate tapasaaduste ja loomsete kõrvalsaaduste kogused.

Tabel 10. Sigade tapasaaduste ja loomsete kõrvalsaaduste saagised elusmassist (*Training Programme...*, 1998)

Saadus	Saagis, %
Veri	4,20%
Harjased	0,72%
Sõrad	0,05%
Nisad	0,02%
Põis	0,21%
Emakas	0,16%
Sapipõis	0,07%
Põrn	0,20%
Sooled	10,18%
Kopsud	0,69%
Maks	1,59%
Keel	0,34%
Süda	0,31%
Rasv/veresoon	0,13%
Diafragma	0,48%
Neerud	0,29%
Kõrisõlm/hingekõri	0,65%
Söögitoru	0,05%
Saagimispuu	0,21%
Ploomirasv	1,19%
Ploomirasva jäägid	0,11%
Seljaaju	0,03%
Kaelalõikmed	0,16%
Südamerasv	0,11%
Peaaju	0,08%
<i>Trichinella</i> -proov	0,01%
Rümp	76,34%
Saba	0,61%
Kadu	1,24
KOKKU	100,00%

Tapasaaduste kasutamine

Tapasaaduste realiseerimine oleneb tarbijate nõudlusest, seadusandlikest nõuetest, toiteväärtusest, majanduslikust tasuvusest ja konkureerivatest toodetest. Kuigi kombes, kultuur ja religioon mängivad olulist rolli tapasaaduste kasutamisel lihatoodete koostisosana, on ka seadusandlikud nõuded tähtsad. Paljude maade toidupoliitika, toiduohutus ja kvaliteedinõuded on erinevad. Nt EL-s on nõue, et mehaaniliselt konditustatud liha ning teatud lihasordid peavad olema toote etiketil eraldi välja toodud. Kui viinerite või sardellide valmistamisel on kasutatud südamelihast või mehaaniliselt konditustatud liha (MDM), siis peab seda toote märgistuses ka näitama.

Paljud tapasaadused on kõrge toiteväärtusega või rikkad mõne olulise toitaine poolest. Samuti pakuvad nad sageli huvi kulinaarsest seisukohast lähtudes, kuna neist on võimalik valmistada delikatesstooted ning mitmekesistada toidulauda. Tapasaaduste (nt jalad, kopsud, magu) aminohappeline koostis erineb tailiha aminohappelisest koostisest, sest sisaldab rohkelt sidekude, seega ka rohkelt proliini, hüdroksüproliini ja glütsiini, vähemal määral trüptofaani ja türosiini. Organite vitamiinisaldus on tavaliselt suurem kui lihaskoes. Neerud ja maks sisaldavad riboflaviini (1,697—3,630 mg/100g) 5—10 korda enam kui lihaskude. Maks on hea niatsiini, B₆, B₁₂, folatsiini, askorbiinhappe ja A-vitamiini allikas. 100 g sea- või veisemaksa katab 450—1100% soovitatavast päevasest A-vitamiini annusest, 65% päevasest B₆-vitamiini annusest, 3700% B₁₂ ja 37% askorbiinhappe päevasest soovitatavast annusest. Ka neerud on head B₆, B₁₂ ja folatsiini-allikad. Peale vitamiinide on lamba neerud, sea maks, kopsud ja põrn heaks rauaallikaks. Vasesisaldus on kõige suurem veise, lamba ja vasika maksas, andes 90—350% vase päevasest soovitatavast annusest (2 mg/päevas). Maks sisaldab ka kõige enam mangaani (0,128 kuni 0,344 mg/100 g). Kõige suurema fosfori- (393—558 mg/100 g) ja kaaliumi- (360—433 mg/100 g) sisaldusega on tüümus ja pankreas. Välja arvatud aju, neerud, kopsud, põrn ja kõrvad, sisaldab enamik tapasaadustest naatriumi vähem kui lihaskude.

Mitmed organid sisaldavad enam polüküllastamatuid rasvhappeid kui lihaskude. Aju, süda, neerud, maks ja kopsud on madalaima monoküllastamata rasvhapete tasemega ja kõrgeima polüküllastatud rasvhapete tasemega. Peale kõrge kolesterooli- (260—410 mg/100 g) taseme, mis on 3—5 korda kõrgem kui lihaskoes, on neist organitest leitud suured kogused fosfolipiide. Ajudes on kolesteroolisisaldus 1352—2195 mg/100 g. Kõrge kolesteroolisisaldus paljudes organites ning pestitsiidide, ravimijääkide ja toksiliste raskmetallide võimalik akumulatsioon on põhjuseks, miks soovitatakse nende kasutamist piirata.

Siseelundid tuleb lihakehast eemaldada vähemalt 45 minuti jooksul pärast looma uimastamist, rituaaltapmise korral 30 minuti jooksul.

Töötlemisele saabuval rupsil peavad pärinema tervetelt loomadelt ega tohi olla patoloogiliste muutustega. Rupsid töödeldakse võimalikult kiiresti pärast lihakehast eraldamist, sest parenhüümelundid riknevad ruttu ja karvade ning harjaste eemaldamine karvkattega rupsidelt on pärast seismist raske.

Maks ja neerud tunnistatakse toidukõlbmatuks, kui on kahtlus, et neis sisaldub raskmetalle või teisi saasteaineid üle lubatud piirnormi; neerud üle nelja aasta vanustelt veistelt.

Tabel 11. Tapasaaduste kasutamise võimalused

Loomaliik	Kasutusviis
Kõik loomaliigid	
Maks	Moorimine, röstimine, praadimine, vormiroog, pasteet, maksavorst
Neerud	Röstimine, moorimine, hautamine
Süda	Moorimine, hautamine vormitoit, pasteet, vorsti tooraine
Keel	Keetmine, hautamine, grillimine, vorsti tooraine, tarrendtooted
Harknääre	Praadimine, röstimine, hautamine
Pea	Keeduvorsti tooraine, hautis, supp, puljong, sült
Jalad	Sült
Rasv	Toidurasv, kõrned, oleomargariin, närimiskumm, maiustused
Veri	Verikäkk, verivorst, veripannkook jne
Kondid	Želatiin, puljong,
Sooled (peen- ja jämesooled)	Vorstikestad
Veis	
Saba	Hautamine
Udar	Keetmine, küpsetamine
Nahk	Želatiin, vorstikestad
Ajud (EL maades keelatud hullulehmatõve leviku vältimiseks)	Röstimine, moorimine, hautamine
Siga	
Ajud	Röstimine, moorimine, hautamine, pošeerimine
Magu	Röstimine, hautamine Vorstikest või vorsti koostisosa
Põrn	Praadimine, verivorsti tooraine
Saba	Keetmine, süldi tooraine
Kõrvad	Suitsutamine ja soolamine, hautis koos jalgadega
Nahk	Želatiin, valkstabilisaator
Jalad	Marineerimine, hautamine, keetmine, sült
Kopsud	Veretoodete koostisosa, lemmiklooma toit
Lammas	
Ajud (EL maades keelatud; lammaste skreipi leviku vältimiseks)	Praadimine, röstimine, moorimine, hautamine, pošeerimine
Magu	<i>Hagise</i> kest
Põrn	Pirukatäidis, verivorsti koostisosa
Munandid	Praadimine
Kopsud	Hagis; lemmiklooma toit
Jalad	Sült

Pehmete rupside töötlemine

Üldine tehnoloogiline skeem on järgmine: pesemine külma voolava veega pesemistruumis 2—3 minuti jooksul või 5—10 minuti jooksul duši all; kõrvaliste kudede (kiled, suured veresooned, lümfisõlmed jne) eemaldamine; nõrutamine perforeeritud mahutites 20—30 minuti jooksul; külmtöötlemisele (jahutamisele või külmutamisele) suunamine.

Liivri töötlemine. Sea liivri koostisse (tabel 12) kuulub keel koos kõrisõlmega, veiste keel eraldatakse koos peaga. Liiver riputatakse algtöötlemisosakonnas/tapatselhis hingekõri kaudu konveieri konksule ning transporditakse läbi liivripesemise kabiini (joonis 19) rupside töötlemise osakonda (joonis 20). Liivri jaotamist osadeks alustatakse sapiipõie (kui pole eraldatud algtöötlemise liinil) eraldamisest. Lõigatakse ära maks, süda, vahelihas, kopsud, aort ja kõrisõlm ning hingekõri koos söögitoruga; kogutakse eraldi nimetustena plastkastidesse/kärudesse ning suunatakse edasisele töötlemisele.

Tabel 12. Sea liivri koostis (*International...*, 2008)

Liiver	%
Maks	35,2
Keel	7,4
Süda	6,8
Neerud	6,5
Kopsud	15,3
Vahelihas	10,6
Rasvkude ja sooned	2,9
Söögitoru, kõrisõlm, hingekõri	15,3

Maksalt lõigatakse ära suured välimised veresooned, lümfisõlmed, suured sapijuhavad ja kõrvalised koed, seejuures ei tohi vigastada maksa katvat serooskihti. Maksa ei pesta, pärast korrastamist laotakse plastkastidesse, kaalutakse ja suunatakse külmtöötlemisele.

Süda vabastatakse südamepaunast ja lõigatakse ära suured välimised veresooned. Südamepaun saadetakse toidurasva sulatamise osakonda või loomsete kõrvalsaaduste käitlemise ettevõttesse. Aort rasvatustatakse ja saadetakse loomsete kõrvalsaaduste käitlemise ettevõttesse, rasv toidurasva sulatamisele. Süda lõigatakse pikuti lahti (kui pole varem avatud), eraldatakse vereklombid ja pestakse pesemistruumis, nõrutatakse esmalt trumlis, seejärel spetsiaalsel laual; laotakse plastkastidesse ja suunatakse külmtöötlemisele.

Neerudelt eemaldatakse neid kattev fibroos- ja rasvakiht, lõigatakse ära välimised kusejuhavad, veresooned ja lümfisõlmed. Neerud saadetakse pesemata kujul külmutushoonesse, kogutud rasvkude toidurasva sulatamisele.

Udar pestakse. Piima eraldamiseks lõigatakse udar 2—4 tükiks või tehakse kuni 4 cm sügavused lõiked piki nisade kulgemise joont ning pestakse veel kord külma veega. Pestud udar või udaratükid riputatakse konksu külge nõrgumiseks.



Joonis 19. Veise liivri pesemise kabiin algtootlemise liinil



Joonis 20. Rupsiide töötlemise osakond

Lihalõikmete hulka loetakse rümpade korrastamiselt saadud lihatükke, keeleliha, vahelihast. Lihalõikmed puhastatakse ja pestakse.

Põrnalt eemaldatakse rasvkude, pestakse, nõrutatakse, suunatakse külmtöötlemisele.

Kondiste rupside töötlemine

Veisepeade töötlemine. NB! Üle 12 kuu vanuste veiste kolju, sealhulgas aju ja silmad, on määratletud riskiteguriga materjal. Veisepead saavad töötlemisele ilma sarvede, kõrvade ja nahata, need eemaldatakse algtöötlemise liinil. Pead riputatakse konveierile või riulile konksudele ning pestakse duši all või voolikust. Keel lõigatakse osaliselt välja ja jäetakse rippu keelepära kaudu. Pärast keele ülevaatust veterinaararsti poolt lõigatakse keel välja koos kõrisõlmega, keealuse lihaga ning osaga keeleluust ja suunatakse edasisele töötlemisele.



Joonis 21. Tapasaaduste pesemise ja nõrutamise trummel

Noaga lõigatakse liha alalõualuult ja paljastatakse alalõualiiges, eraldatakse alalõualuu ning puhastatakse see lõplikult lihast. Lõigatakse ära keeleluu tema ühinemiskohalt alalõualuuga, eraldatakse allesjäänud pealiha.

Konditustatud pea saadetakse loomsete kõrvalsaaduste käitlemise ettevõttesse.

Pealiha pestakse trumlis 2—3 minuti jooksul või duši all, nõrutatakse perforeeritud kärudes või koppades ja saadetakse külmtöötlemisele.

Veiste ja lammaste sabad puhastatakse nahatükikestest, pestakse pesemistrumlis või duši all ning pärast nõrutamist suunatakse külmtöötlemisele.

Limaskestaga rupside töötlemine

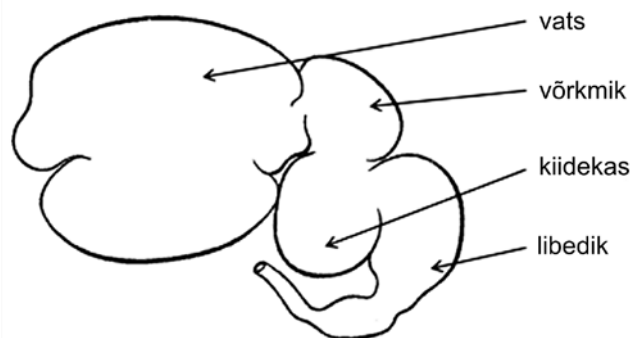
Limaskestaga rupsid on veise mao osad (vats koos võrkmikuga, kiidekas, libedik), lammaste mao osad, seamagu. Limaskestaga rupsid töödeldakse sooltetöötlemise osakonnas; või on ettevõttes eraldi ruum magude tühendamiseks (juhul kui saadetakse loomsete kõrvalsaaduste käitlemise ettevõttesse).

Olenevalt töötlemise erinevustest jaotatakse limaskestaga rupsid kahte rühma:

- veiste vatsad ja kiidekad ning lammaste vatsad;
- veiste libedikud ja sigade maod, millelt kogutakse limaskesta pepsiini ja mao-mahla tootmiseks.

Üldjärjestus limaskestaga rupside töötlemisel: 1) rasvatustamine, 2) koostisosadeks jaotamine, 3) sisaldise eraldamine, 4) pesemine, 5) veise vatsade ja kiidekate ning lamba vatsade lõplik rasvatustamine, 6) limaskesta kogumine libedikelt ja sea maolt, 7) kupatamine, 8) limaskesta eraldamine tsentrifuugis, 9) jahutamine külma veega, 10) kahjustatud osade ja limaskesta jäänuste eraldamine, 11) nõrutamine 20—23 minuti jooksul, 12) jahutusruumi suunamine.

Mäletsejaliste mitmekambrilised maod (joonis 22) jaotatakse osadeks: vats koos võrkmikuga, kiidekas koos libedikuga. Kiideka ja libediku välispinnalt lõigatakse ära rasvkude ja eraldatakse kiidekas libedikust.



Joonis 22. Veise mao skeem

Veiste ja lammaste vatsade töötlemine. Veiste ja lammaste vats koos võrkmikuga (nimetatakse lihtsustatult vatsaks) antakse pärast rasvatustamist erilisele lauale, mis pealt on kaetud võrguga (võrega) ning mille all on suur lehter maosisaldise vastuvõtmiseks ja juhtimiseks kogumispäki. Vats lõigatakse lõhki, eraldatakse sisaldis ja pestakse hoolikalt seest ja väljast. Pesta on soovitatav vihmavarjukujulisel laual duši all. Vats laotatakse lauale sisemise poolega (limaskestaga) ülespoole ja pestakse 40 sekundi jooksul veega. Seejärel vatsad jahutatakse külma voolava veega, et rasv kergemini eralduks. Rasvatustamiseks riputatakse vatsad väljavenitatult kahe konksu otsa ja lõigatakse noaga ära rasvajäänused.

Järgneb töötlemine tsentrifuugis: kupatamine ja limaskesta eraldamine. Vee temperatuur tsentrifuugis on 65—68 °C, töötlemise kestus 6—7 minutit. Üheaegselt laaditakse

se tsentrifuugi 6—10 vatsa. Tsentrifuug avatakse, vatsad suunatakse linttransportööri teise tsentrifuugi pesemiseks ja jahutamiseks; vee temperatuur tsentrifuugis on kuni 18 °C, töötlemisaeg umbes 6 minutit.

Vee pealevool tsentrifuugi suletakse, pestud vatsasid nõrutatakse 4—5 minutit ning laaditakse tsentrifuugist välja vastuvõtulauale; riputatakse ratastel raami konksudele järelnõutamiseks.

Nõrutatud vatsad asetatakse plastkastidesse, suunatakse külmhooesse.



Joonis 23. Veiste magude ja soolekomplekti transportkonveier tapatsehhis



Joonis 24. Veiste vatsade töötlemise liin

Tabel 13. Töödeldud rupside keskmised saagised, % tapasooja rümbe massist

	Veised	Sead	Lambad
I kategooria*			
Maks	2,00	1,85	1,8
Neerud	0,47	0,35	
Keel	0,45	0,25	0,35
Süda	0,71	0,32	0,74
Lihalõige	1,00	0,6	0,87
Ajud	0,25	0,12	0,31
Keelelõige	0,29	0,13	0,16
Vahelihas	0,92	0,60	0,82
Saba	0,35		
Udar	1,15		
II kategooria*			
Kopsud	1,34	0,60	1,65
Lihalõikmed	2,17		
(keelealune liha+osa keeleluust)	0,12		
Söögitoru	0,15	0,10	0,21
Kõrisõlm	0,36	0,13	0,31
Hingekõri	0,29	0,11	
Seajalad/veise sõrgatsiliiges	1,33	1,85	
Seasaba		0,13	
Vats/sea magu	2,79	0,70	2,90
Kiidekas	0,65		
Libedik	0,44		
Põrn	0,34	0,19	0,41
Pea (keelela, ajudeta)	5,80	6,77	7,46
Kõrvad	0,25	0,51	
Mokad	0,40		

* Tapasaadusi (rupse) jaotati Nõukogude Liidus kategooriatesse toiteväärtuse järgi. Kõrge toiteväärtusega, mis võib olla enam-vähem võrdne liha toiteväärtusega, sealhulgas ka mõned delikatessrupsid, näiteks keel, maks, neerud, süda jt, kuulusid I kategooriasse; madalama toiteväärtusega või väheväärtuslikud, nagu sea saba, magu, jalad, kõrvad jne, kuulusid II kategooriasse.

Veiste kiidekate töötlemine. Kiidekad tükeldatakse kuni neljaks tükiks, eraldatakse sisaldis ja pestakse. Kupatatakse limaskestast eraldamise lihtsustamiseks 62—65 °C juures 8—12 minuti jooksul. Vajaduse korral kiidekad korrastatakse, seejärel jahutatakse külma veega.

Libedikkude ja sigade magude töötlemise tehnoloogia: rasvatustamine, sisaldise eemaldamine, pesemine, limaskesta eraldamine, kupatamine, puhastamine limaskesta jääkidest ja mustusest, jahutamine.

Libedikud ja maod riputatakse konksudele, nende pinnalt lõigatakse ära rasvkoed ja jäanused. Sisaldise eemaldamiseks lõigatakse maod lõhki ja keeratakse pahupidi. Limaskestast toodetavate fermentide kao ja nende aktiivsuse vähenemise vältimiseks võib magusid pesta väga lühikest aega (3—5 sekundi jooksul), vee temperatuur ei tohi olla üle 25 °C.

Pestud magu asetatakse limaskestaga ülespoole ümara paku peale, millel on teravik libediku kinnitamiseks. Limaskest eraldatakse noaga, vältides kõrvaliste kudede kaasalõikamist. Limaskest külmutatakse võimalikult kiiresti, et vältida limaskestas sisalduvate fermentide inaktiveerumist autolüütiliste muutuste tagajärjel. Limaskest tuleb töödelda ja külmutada mitte hiljem kui ühe tunni möödumisel looma tapmisest.

Pärast limaskesta eraldamist kupatatakse libedikud ja maod tsentrifuugis 5 minuti jooksul 65—68 °C juures. Jahutamiseks asetatakse libedikud ja maod vanni külma vette 2—3 minutiks, seejärel nõrutatakse neid 15—20 minutit.

Juhul kui pole tarvis koguda limaskesta, töödeldakse libedikke ja magusid nagu vatsasidki. Kui lamba libedikud suunatakse loomsete kõrvalsaaduste käitlemise ettevõttesse, eraldatakse neist eelnevalt sisaldis.

TOIDUVERE TÖÖTLEMINE

Põllumajandusloomade veri on väärtuslik tooraine toidu, sööda ja tehniliste toodete valmistamisel. Vere mitmekülgse kasutamise tingib tema bioloogiline väärtus ja keemiline koostis, eelkõige vere valkude hulk ja kvaliteet.

Verest valmistatakse mitmeid ravimpreparaate: vereasendajaid, natiivset vere-seerumit, hematogeeni, kuivatatud defibrineeritud verd, valguhüdrolüsaate, valgendatud verd jne.

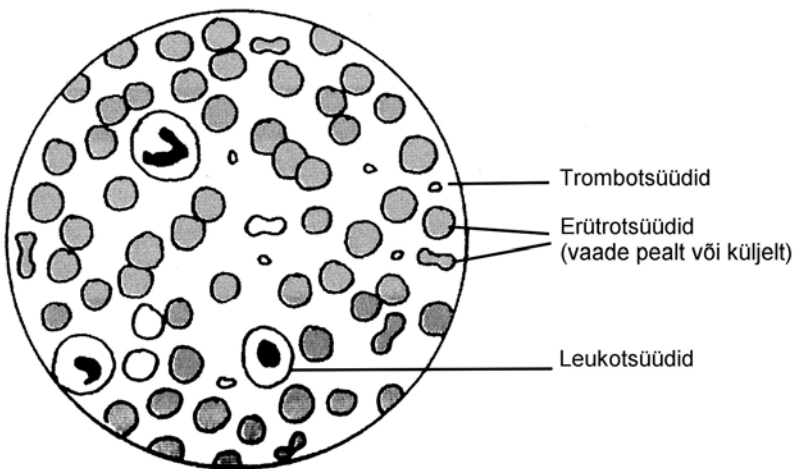
Toiduks kasutatakse verd:

- täisverena: verivorstide, verikäkkide, veripannkookide ja punaste sültvorstide valmistamiseks, mustriliste vorstide komponendina, väikepakendisse pakituna kaubandusvõrgu jaoks;
- vereseerumi või -plasma: täiendava valguallikana, munade või vee asemel keeduvorstides ja kulinaartoodetes;
- kombineeritult piimavalkudega keeduvorstide komponendina (vedelal kujul, pastana või pulbrina);
- valgendatud verena lihasaadustes, kulinaartoodetes, makaronitööstuses, leiva- ja saia valmistamisel.

Loomasöödaks on kasutatud verejahu, kuivverd (tumeda albumiini), verd lisati liha-kondijahu toorainele, karusloomade jaoks toodeti vere-linnasekasvude jahu või väljastati verd jahutatult/külmutatult.

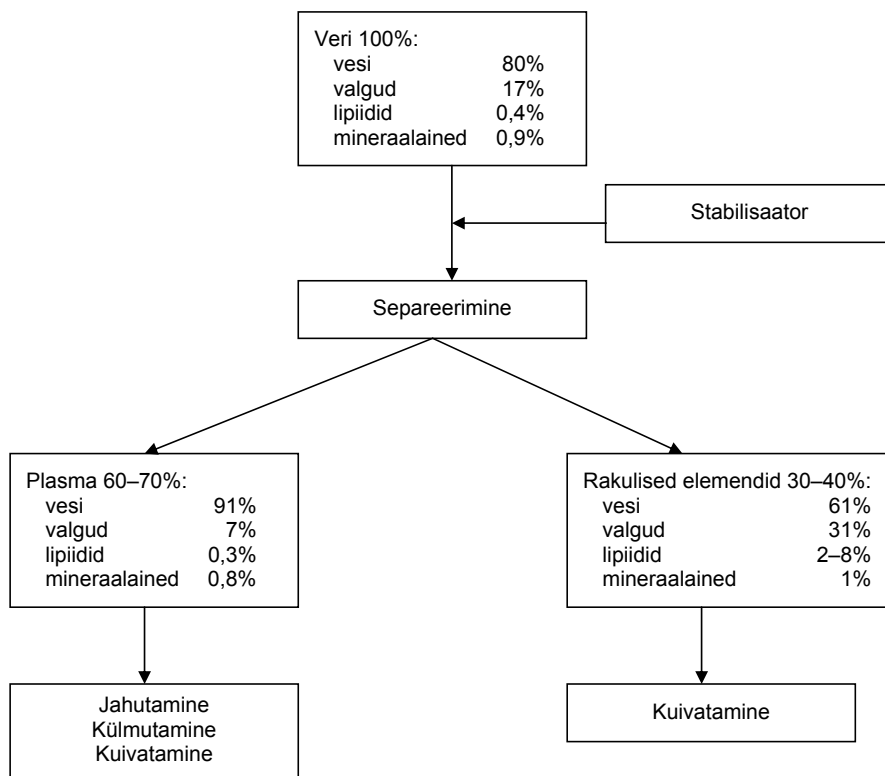
Tehnilisest toodangust on hinnatud verest valmistatud veekindel albumiinliim, mida kasutatakse vineeri- ja mööblitööstuses; kuivverd kasutatakse tekstiili- ja põlagraafiatööstuses, põllumajanduskultuuride väetamiseks, vahumoodustajana ja -stabiliseerijana vahtkustutites.

Veri koosneb plasmast ja rakulistest elementidest (joonis 25).



Joonis 25. Vere rakulised elemendid

Rakuliste elementide hulk veise veres on umbes 33%, lammaste veres 28% ja sea veres 44% vere massist. Vere keemiline koostis sõltub looma toitumusest, liigist, vanusest ja tapaeelse pidamise tingimustest. Vere keskmine keemiline koostis on toodud joonisel 26.



Joonis 26. Toiduvere töötlemise tehnoloogiline skeem

Vere valgusisaldus on lähedane liha valgusisaldusele, kuid vere bioloogiline väärtus on madalam kui lihal, sest punaliblede valkudest on 80% mittetäisväärtuslikku valku hemoglobiini (verevärvnikku), mis ei sisalda isoleutsiini.

Vere valgud on albumiinid, globuliinid, fibrinogeen ja hemoglobiin. Mittevalgulistest orgaanilistest ainetest on 75% lipiide. Veres leidub palju füsioloogiliselt aktiivseid aineid: fermente (proteaase, lipaase, amülaasi, katalaasi, fosfataase), hormone (insuliini, adrenaliini, hüpofüüsi hormone) ning vitamiine (A-, C-, D-, E-, K-vitamiini ja kõiki B-rühma vitamiine).

Vere globuliinifraktsioon sisaldab α -, β -, γ -globuliini. Vereseerumi globuliinid kuuluvad täisväärtuslike valkude hulka (sisaldavad 8 asendamatut aminohapet: valiin, leutsiin, isoleutsiin, treoniin, lüsiin, metioniin, fenüülalaniin, trüptofaan; mõningaid aminohappeid võib inimorganism osaliselt ise sünteesida, siia rühma kuuluvad arginiin, glükogool, tsüstiin, türosiin ning neid nimetatakse osaliselt asendatavateks).

Vereseerumi ja -plasma mittevalguliste lämmastikku sisaldavate ainete hulka kuuluvad polüpeptiidid, aminohapped, kreatiin, ammoniaak jne. Lämmastikku mitte-

sisaldavate orgaaniliste ainete hulka kuuluvad glükoos, rasvhapped, kolesterool, letsiitiin.

Erütrotsüütide valkudest moodustab 80% hemoglobiin. Erütrotsüütides sisaldub ka oksühemoglobiini (sisaldab kahevalentset rauda), mistõttu on vere värvus heledam. Hemoglobiini denatureerumine algab temperatuuril $+60^{\circ}\text{C}$. Erütrotsüütides leidub vähesel hulgal hemokupriini, mis ehituselt sarnaneb hemoglobiiniga, kuid sisaldab Fe asemel Cu.

Leukotsüüdid on tavaliste rakuliste elementide ehitusega. Neil pole iseseisvat tehnoloogilist tähtsust, kuid nad kuuluvad rakulistest elementidest valmistatavate preparaatide koostisse.

Vere hemolüüs

Teatud tingimustel võib hemoglobiin erütrotsüütidest üle minna plasmasse. Seda nähtust nimetatakse hemolüüsiks. Hemolüüs võib kulgeda kahel viisil:

- ilma erütrotsüütide lõhustumiseta – hemoglobinolüüs;
- erütrotsüütide lõhustumisega – stromatolüüs.

Hemoglobiini täielikku eraldumist punalibledest ei esine isegi purustatud punaliblede tsentrifuugimisel.

Hemoglobinolüüs tekib punaliblede pinnakihi läbilaskvuse suurenemise tõttu. Hemoglobinolüüsi puhul läheb plasmasse üle ainult labiilselt seotud hemoglobiin. Selle protsessi võib esile kutsuda vere või plasma osmootse rõhu alanemine ja pindaktiivsete ainete (rasvhapped, seebid, sapphapete soolad) mõju. Osmootne rõhk alaneb, kui verd lahjendada veega (lisada verele vett), samuti külmutatud vere sulatamisel.

Stromatolüüsi korral läheb plasmasse üle suurem osa tugevasti seotud hemoglobiinist. Sel puhul toimub erütrotsüütide pinnakihi täielik lõhustumine ning lipiidsideme katkemine strooma ja hemoglobiini vahel, mõnikord ka strooma purunemine. Stromatolüüsi võivad põhjustada lipiide lahustavad orgaanilised lahustid, pindaktiivsed ained (piiritus, glütseriin) suurtes kontsentratsioonides ja stroomat lõhustavad keemilised ained (leelised, raskmetallide soolad). Erütrotsüütide kesta ja strooma purunemine võib toimuda mehaaniliselt, näiteks löökide tõttu vere segamisel või kõrge rõhu tõttu separeerimisel.

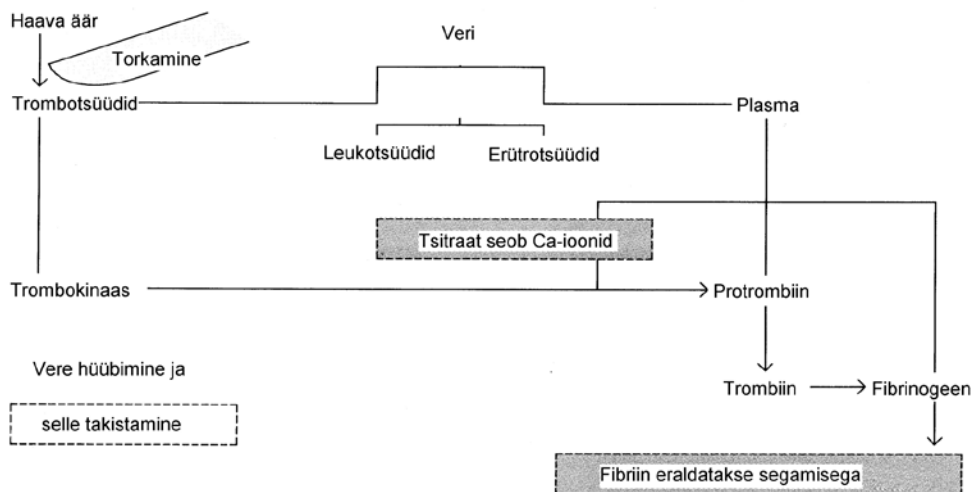
Tehnoloogilises praktikas on hemolüüs mõnikord soovitatav, näiteks hematogeeni tootmisel, kui on vaja saada punaseid, läbipaistvaid lahuseid; teistel juhtudel, näiteks heleda albumiini (seerumi- või plasmapulbri) tootmisel, on hemolüüs ebasoovitav protsess.

Vere hüübimine

Tapmisel looma kehast eraldatud veri hüübib kiiresti. Ajavahemik vere eraldumisest kuni tema hüübimise alguseni on veistel 6,5, sigadel 3,5 ja lammastel 2,5 minutit. Hüübimine takistab sageli vere töötlemist, sest moodustuvad fibriniiniidid või vereklombid ei võimalda verd pumbata, seda torusid mööda transportida, separeerida jne. Seetõttu on sageli vaja vere hüübimist takistada, aeglustada või ära hoida.

Vere hüübimine on mitmeetapiline protsess, mille viimaseks faasiks on lahustuva plasmavalgu fibrinogeeni muutumine mittelahustuvaks valguks – fibriniiks. Fibrinogeeni muutumine fibriniiks on fermentatiivne protsess, mis toimub trombiini mõjul. Tekkinud fibriniiniidid polümeriseeruvad, haaravad kaasa rakulisi elemente, moodustavad vereklombid. Aja jooksul fibriniiniidid lühenevad, vereklomp surutakse kokku ja eraldub vereseerum. Kui hüübimise ajal verd segada, jäävad moodustunud fibriniiniidid segistile (selle labadele, mõlale) ja vereklompe ei moodustu. Sellisel viisil defibrineeritud vere separeerimisel moodustub kaks fraktsiooni: vereseerum ja rakkelemendid. Seega erineb vereseerum vereplasmast selle poolest, et seerum ei sisalda fibrinogeeni.

Looma kehast eraldatud veres ei toimi enam faktorid, mis takistavad vere hüübimist organismis ringlemise ajal. Vere eraldumisel algab rakkelementide ja ka trombotsüütide lõhustumine. Trombotsüütide lagunemise tõttu eraldub plasmasse protrombokinaas. Plasmas leiduva trombotropiini mõjul muutub protrombokinaas trombokinaasiks. Tekkinud aktiivne ferment trombokinaas on omakorda katalüsaatoriks järgmise protsessi toimumisel: protrombiin muutub trombiiniks, seda kiirendavad ka kaltsiumiioonid, kefaliin ja paljud teised tegurid. Trombiin on fermentiks, mille mõjul fibrinogeen muutub fibriniiks. Vere hüübimise protsess on lihtsustatud skeemi puhul järgmine.



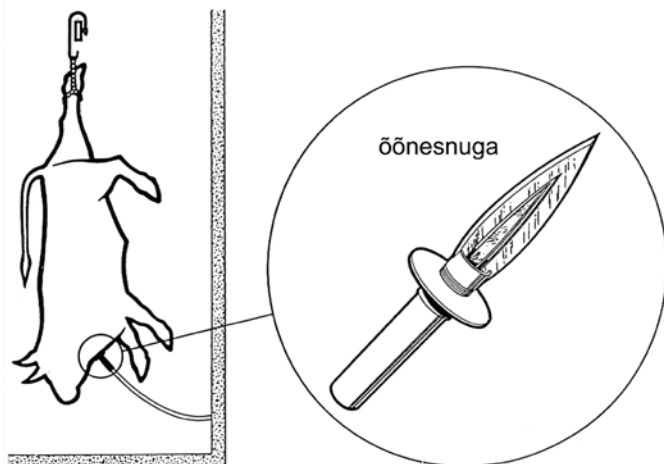
Joonis 27. Vere hüübimise protsess ning selle takistamine

Hüübimisel fibrinkiududest moodustunud võrk väheneb mahus kloppimisel. Fibriniklombi mahu vähenemine on fibriniiniitide valgupindade ühinemise tagajärg. Fibrinivõrgu omadust vähendada mahus kloppimisel (vahustamisel) kasutatakse praktikas laialt vere defibrineerimisel.

Vere hüübimise takistamine seisnebki tavaliselt fermentatiivsete protsesside aeglustamises või peatamises.

Vere kogumine

Toiduks ja ravimpreparaatide valmistamiseks kogutakse verd ainult tervetelt (nakkusvabadelt) loomadelt vastavalt veterinaarsanitaarse ekspertiisi otsusele. Vere kasutamise sobivus toiduks tehakse kindlaks alles pärast siseelundite ja lihakeha veterinaarsanitaarset kontrolli, seega 30—40 minutit pärast looma tapmist. Selle aja jooksul ei tohi kogutud toiduverd töötlemisele anda. Sigade ja veiste verd kogutakse vertikaalse veretustamise korral õõnesnoaga.



Joonis 28. Toiduvere kogumine. Veise kehas on verd 15—25 l (7,6—8,3% elusmassist); sea kehas on verd 3—5 l (4,5% elusmassist); vasika, lamba, kitse kehas 1—2 l (7,6—8,3% elusmassist); lindude kehas on verd 7,6—10% elusmassist. Veretustamise käigus eraldub sellest kogusest 50—60%



Joonis 29. Vere kogumise ja jahutamise ruum

Vere ja verefraktsioonide konservimine

Veri on hea toitekeskkond mikroorganismidele, mistõttu ta tööstuslikes tingimustes hakkab kiiresti riknema. Seepärast tuleb vere töötlemise sanitaarsetest nõuetest rangelt kinni pidada ja aega vere eraldamise ning töötlemise vahel maksimaalselt lühendada.

Juhul kui jahutatud verd, seerumit, plasmat või rakulisi elemente pole võimalik töödelda ettenähtud aja jooksul, konservitakse nad keedusoola või külmutamisega.

Keedusoolaga konservimiseks lisatakse verele või selle fraktsioonidele 2,5—3% keedusoola ja segatakse.

Külmutamisega konservimiseks võib kasutada kolme viisi:

- kambrites õhu loomuliku või sundringlusega temperatuuril -18 kuni -35 °C;
- membraan- või rootor-kiirkülmutusagregaatides;
- jäägeneraatorites.



Joonis 30. Jäägeneraator vere külmutamiseks

kasutatakse peamiselt plasma või seerumi külmutamiseks, külmutamise kestus on umbes 10 minutit.

Vere ja tema fraktsioonide külmutamiseks kasutatakse metall- või plastvorme, polümeersest materjalist kilekotte (polüetüleen, povideen jt). Kilekott asetatakse vormi või lainepapist kasti, täidetakse kolmveerand mahust verega või vere fraktsioonidega, seotakse kotisuu kinni ja transporditakse külmkambrisse. Külmutamise kestus õhu loomuliku ringlusega temperatuuril -18 kuni -23 °C on 24—48 tundi, õhu sundringluse korral temperatuuril -30 kuni -35 °C on 12—16 tundi.

Membraanaparaatides külmutatakse plokid -27 °C juures 4—6 tunni jooksul.

Rootor-kiirkülmutusagregaatides külmutatakse temperatuuril -40 °C umbes kolme tunni jooksul. Jäägeneraatorites on külmutustemperatuur -22 kuni -27 °C, neid aparate

Vere stabiliseerimine

Vere hüübimise takistamine ehk vere stabiliseerimine saavutatakse mitmesuguste ainetega. Need lülitavad vere hüübimise reaktsioonist välja mõned komponendid,

mis 1) on vajalikud mitteaktiivsete fermentide muutmiseks aktiivseks või 2) pidurdavad fermentatiivsete protsesside arengut.

Esimesse stabilisaatorite rühma kuuluvad soolad, mis viivad protrombiini trombiiniks muutumise reaktsioonist välja kaltsiumiioonid, moodustades nendega kas lahustumatuid ühendeid (sulfaadid, ühe- ja kahealuselised fosfaadid, pürofosfaadid, oksalaadid ja fluoriidid) või vähedissotsieeruvaid ühendeid (tsitraadid). Vere stabiliseerimisel on vaja neid aineid lisada kogustes, mis kindlustavad kogu Ca^{2+} sidumise (Ca-sisaldus põllumajandusloomade veres on 0,007%).

Teise stabilisaatorite rühma kuuluvad ühendid avaldavad pidurdavat mõju vere hüübimise protsessist osavõtvatele fermentüsteemidele. Mg^{2+} ja Be^{2+} alandavad järsult trombokinaasi aktiivsust. Trombiini inhibiitoriks on leelismetallide neutraalsed soolad küllaldastes kontsentratsioonides, mis pidurdavad ka monomeerse fibriini üleminekut kiuliseks polümeerseks fibriiniks.

Vere hüübimist takistavad sellised bioloogilised ained nagu hepariin (ekstraktiivaine, mis sisaldub maksas, kopsus ja lihastes) ning hirudiin, mis moodustub suuõõnes. Hepariin pidurdab trombiini teket.

Vere hüübimist põhjustavate fermentatiivsete reaktsioonide kiirust võib vähendada äsja kogutud vere temperatuuri järsu alandamisega või pH tunduva nihutamisega tema optimaalsest seisust nimetatud fermentidele. Sellist pH nihutamist võib saavutada küllaldase koguse NH_3 või CH_3COOH lisamisega või vere küllastamisega CO_2 -ga.

Peale loetletud ainete kasutatakse vere stabiliseerimiseks sünteetilisi preparaate.

Stabilisaatorite mõju kestus verele erineb loomaliigiti ja oleneb lisatava stabilisaatori liigist ja kogusest, stabiliseeritud vere säilitamise temperatuurist ning vere saastumisest mikroorganismidega (mikroobide proteaasid stimuleerivad fibrinogeeni muutumist fibriiniks ilma kaltsiumiioonide osavõtuta). Näiteks keedusoola lisamisel ei hüübi veise veri 24 tunni jooksul, sea veri aga hüübib 10 tunni pärast. Veise veri on hepariini toimele tundlikum kui väikeloomade veri. Verd saab stabiliseerida ka kaltsiumiioonide adsorptsiooni teelioonivahetusainetel. Stabilisaatorite loetelu ja lisatavad kogused on toodud tabelis 14.

Tabel 14. Toiduvere stabilisaatorid

Stabilisaatorilahuste kontsentratsioonid	Veiseveri		Seaveri	
	Stabilisaatorilahuse lisatav kogus, ml/l	Ümberarvestatuna kuivale stabilisaatorile g/l	Stabilisaatorilahuse lisatav kogus, ml/l	Ümberarvestatuna kuivale stabilisaatorile g/l
Pentanaatriumfosfaadi 8,5% lahus	20—25	1,5—2,1	30	2,5
Naatriumpürofosfaadi 8,5% lahus	30—35	2,5—3,0	60—70	5—6
Trinaatriumfosfaadi 5% lahus	30	1,5	60	3,0
Naatriumtsitraadi 10% lahus	0,3—0,4	—	0,8—0,9	—

Vorstitööstuses kasutatav täisveri stabiliseeritakse (konservitakse) toidukeedusoolaga. Keedusoola lisatakse 2,5—3,0% vere massi kohta või 80—90 ml küllastatud keedusoola lahust 1 liitri vere kohta.

Separeerimisele suunatavat verd ei tohi stabiliseerida keedusoolaga, sest keedusool kutsub esile tugeva hemolüüsi.

Toiduveri stabiliseerimine väikeettevõttes: märgistatud verenõu põhja valatakse vajalik kogus stabilisaatorlahust, seejärel juhitakse sinna õõnesnoa kaudu veri. Vahetult iga looma vere eraldamise järel segatakse verd mõlaga. Vere stabiliseerimisel keedusoolaga puistatakse keedusool verekogumisnõusse, lastakse veri sisse ja segatakse.

Nõusid stabiliseeritud verega hoitakse kuni veterinaarse ekspertiisi tulemuste selgumiseni, seejärel saadetakse nad edasisele töötlemisele.

Vere defibrineerimine

Kui verd ei ole võimalik stabiliseerida, tuleb ta vabastada tekkivast fibrinist, s.o defibrineerida. See teeb vere töötlemise keerulisemaks ja vähendab täisväärtuslike valkude hulka (fibrinogeen on täisväärtuslik valk). Kuivaine kogus väheneb 3—4%. Defibrineerida võib verd nii hüübimise ajal kui ka pärast hüübimist. Tavaliselt kasutatakse esimest moodust toiduveri ja tehnilise vere tootmisel.

Toiduverd defibrineeritakse energilise segamisega mitte hiljem kui 1 minut pärast vere väljavoolamist. Defibrineerimine kestab kogu vere kogumise aja ning katkestatakse 4—5 minutit pärast viimase verekoguse lisamist. Fibriniisaagis on suurloomade verest kuni 6% ja sigade verest 4%.

Vere defibrineerimisel ja stabiliseerimisel peab jälgima, et verekogumisnõusse ei satuks vesi, mis põhjustab hemolüüsi.

Vere separeerimine

Vere separeerimine plasma või seerumi ja rakuliste elementide saamiseks põhineb nende fraktsioonide tiheduse erinevusel. Veise vere separeerimisel saadakse 55,0% plasmat stabiliseeritud vere massi kohta või 54,0% seerumit defibrineeritud vere massi kohta. Sea vere töötlemisel on vastavad arvud 45,0% ja 44,0%.

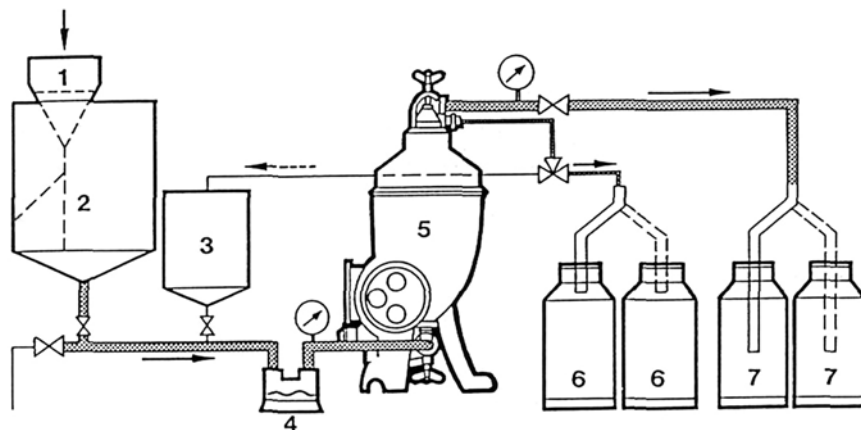
Vere separeerimine peab toimuma võimalikult kiiresti ja fraktsioonideks jaotumine peab olema täielik. Jaotumise täielikkuse üle saab otsustada plasma värvuse järgi. Separaatori liiga suure kiiruse puhul võib toimuda hemolüüs. Separeerimisel vabaneb plasma mõningal määral ka mikroorganismidest. Separaator peab olema täielikult töökorras, sest reguleerimata separaator võib põhjustada vere hemolüüsi.

Separaatori töölepanekul täidetakse survepaak verega ja lülitatakse sisse mootor. Kui separaatori trummel saavutab vajaliku pöörlemiskiiruse, lastakse hemolüüsi vältimiseks sealt läbi 3—4 liitrit sooja 0,85—0,90% keedusoolalahust, seejärel juhitakse sisse veri temperatuuriga 25—30 °C. Enne separaatorit filtreeritakse veri läbi sõela avadega 0,75—1,0 mm. Esimene plasma- või seerumikogus on tavaliselt kergelt hemolüüsunud (värvunud punaseks), seetõttu kogutakse see eraldi. Edaspidi

peab separaatorist väljuma õlgkollane või oranž plasma, seerum peab olema oranž kuni punakasoranž.

Verd tuleb juhtida separaatorisse ühtlase vooluna. Vere juhtimise torustikku tuleb pesta vähemalt kaks korda vahetuses.

Vorstitööstuses kasutatav seerum või plasma tuleks külmutada jäägeneraatoritega helvesjääks.

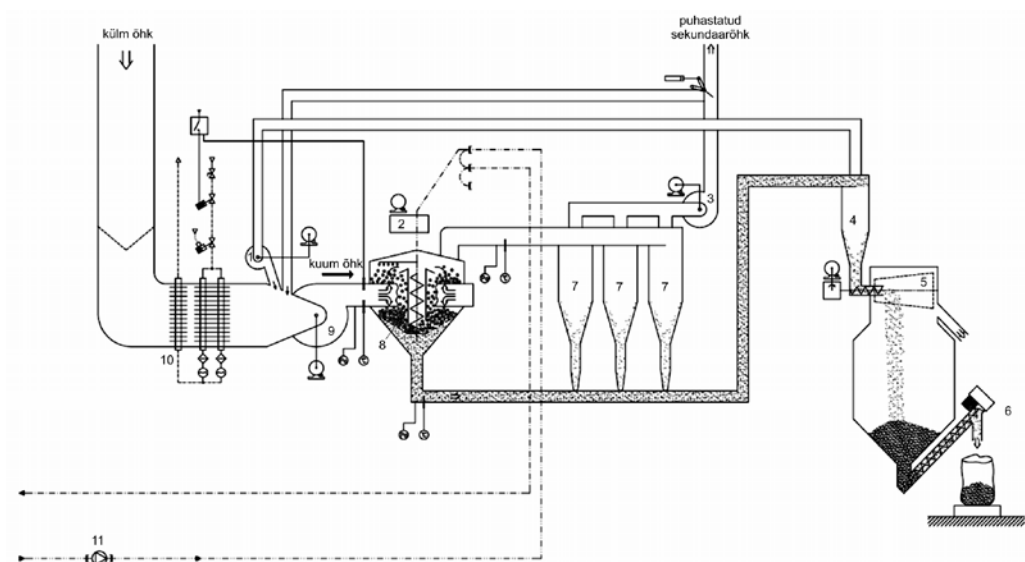


Joonis 31. Vere separeerimise liin. 1 – vere filtreerimise sõel, 2 – vere kogumise mahuti, 3 – mahuti plasma jaoks, 4 – pump, 5 – separaator, 6 – vere rakuliste elementide kogumisnõu, 7 – vereplasma kogumisnõu

Vere, vereseerumi ja -plasma kuivatamine

Vananenud terminoloogia järgi nimetatakse kuiva vereseerumit ja kuiva vereplasmata heledaks albumiiniks, kuivatatud stabiliseeritud või defibrineeritud verd tumedaks albumiiniks.

Kõige täiuslikumaks vere kuivatamise meetodiks on pihustuskuivatamine, mis koosneb kahest põhioperatsioonist: vedeliku pihustamine, pihustatud materjali eraldamine õhust. Pihustamisega saavutatud kõrge dispersiooniastme tõttu on materjali pind tunduvalt suurenenud. Osakeste mõõtmete vähenemine viib miinimumini sisedifusiooni mõju kuivamiskiirusele, mis on eriti tähtis vere ja plasma kuivatamisel. Kuivatamine kestab vaid mõned sekundid. Lühikese kuivamisaja tõttu eraldub keemiliselt vaba vesi enne vere või plasma kuumenemist ohtliku temperatuurini. Tänu sellele säilitavad ka termolabiilsed ained, nagu vitamiinid, valgud jt, peaaegu täielikult oma natiivsed omadused, vaatamata kõrgele kuivatamistemperatuurile (130–180 °C). Saadakse valmistoode, milles lahustuvate valkude sisaldus on suur. Pihustuskuivatamise puuduseks on toote kokkupuude õhuga kõrge dispergeerituse olukorras, mille tõttu on tõenäoline aineosakeste hapendumine õhuhapniku toimel. Kui verd kuivatada pihustatud kujul inertse gaasi voolus, on ta kvaliteet väga hea.



Joonis 32. Vere kuivatamine. 1 – pulbri pneumotranspordi ventilaator, 2 – tiguajami mootor, 3 – väljatõmbe ventilaator, 4 – pakketsüklon, 5 – perforatsioon pöörlev sõel, 6 – pulbri kogumise ja pakkimise süsteem, 7 – aeratsioonid õhu puhastamiseks, 8 – keevkiht-kuivati, 9 – surveventilaator, 10 – õhu kuumutamise kalorifeerid, 11 – toote pump

Vere, verefraktsioonide ja verejahu säilitamine

Veri tuleb kiiresti jahutada temperatuurini $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ või alla selle. Jahutatud toodangut säilitatakse jahutamise lõpetamisest arvates temperatuuril 0 kuni miinus $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ hoiukambris kuni kaks ööpäeva (ettevõttes mitte üle 16 tunni); temperatuuril 0 kuni $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ hoiukambris mitte üle ööpäeva (24 tunni), ettevõttes mitte üle kaheksa tunni. Külmutatud verd säilitatakse kuni 6 kuud temperatuuril mitte üle $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (veise verd); temperatuuril mitte üle miinus $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (sea verd).

Kuivtoodangut säilitatakse kuivas hästi tuulutatavas ruumis temperatuuril mitte üle $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja õhu suhtelise niiskuse juures mitte üle 70%. Kuivvere maksimaalne säilitamiskestus on 12 kuud, kuival vereseerumil ja -plasmal 4 kuud.

TOIDURASVA TOOTMINE

Lihatööstusettevõtetes on võimalik valmistada toiduks sulatatud veise-, lamba-, sea-, kondi- ja koondrasva. Koondrasv võib olla kas üht liiki või segarasv, see saadakse toorrasvast ja kõrnetest, mida ei saa kasutada kõrgekvaliteedilise sulatatud rasva tootmiseks.

Kõrge sulamistemperatuuriga sulatatud veise- ja lambarasvade väärtust võib tõsta fraktsioneerimise teel, s.t eraldatakse vedel fraktsioon (oleomargariin) ja tahke fraktsioon (steariin). Vedelat fraktsiooni (*card-oil*) võib saada ka searasva fraktsioneerimiselt.

Üheks sulatatud rasva tooraineliigiks on toorkondid, neist saadakse põhitoodanguna kondirasv, kõrvaltoodetena kondipuljong ning keedukont, neist omakorda on võimalik toota teisi saadusi toiduks ja tehniliseks otstarbeks. Kondipuljongist valmistatakse puljongipulbrit, mis omakorda on paljude toidukuivkontsentraatide koostisosa. Keedukont on hea mineraalaineteallikas ning sobib loomse söödajahu rikastamiseks.

Pehme toorrasva töötlemisel saadakse kõrned, mis oma keemilise koostise poolest pole täisväärtuslikud, kuid sisaldavad siiski mitmeid organismile vajalikke koostisosi. Toidukörneid võiks lisada subproduktvorstidele, veretoodetele ning madalasdilistele keeduvorstidele.

Sulatatud rasva ning kõrnete töötlemise kõrvalproduktiks on fuus (rasva puhastamisel eralduv sade), mis sisaldab emulgeerunud rasva, valku, fosfatiide jne. Fuus on kasutatav tehnilise rasva tootmiseks.

Loomsete rasvade koostis ja omadused

Loomsed rasvad on segud, mille põhikomponendiks on peamiselt kõrgmolekulaarsete rasvhapete triglütseriidid, s.o glütseriini ja rasvhapete estrid. Di- ja monoglütseriididesisaldus on rasvas väike. Väikestes kogustes on rasvades ka muid lisandeid: fosfatiide, vitamiine, pigmente jne. Rasva koostis oleneb loomaliigist ja füsioloogilistest iseärasustest ning rasva anatoomilisest päritolust (tabel 15). Koostis määrab rasva füüsikalised ja keemilised omadused ning toiteväärtuse.

Tabel 15. Searasva keemiline koostis

Toorrasv	Koostis (%)		
	vesi	valk	rasv
Rasvik	6,84	1,56	91,60
Neerurasv	2,61	0,39	97,00
Pekk	9,15	9,72	81,13

Loomsete rasvade glütseriidne koostis

Glütseriidide koostisest langeb 90% rasvhapete radikaalidele ja 10% glütseriini radikaalile. Rasvade koostises sisalduvad erinevate rasvhapete glütseriidid. Hape-

te radikaalidevaheline kaaluline suhe triglütseriidide koostises määrab rasvade põhiomadused. Loomsete rasvade koostisse kuuluvad rasvhapped, kaasa arvatud ka paaritu süsinikuaatomite arvuga happed (äädik-, propioon-, või-, palderjan, kaproon- ja kapriinhapped), milles leidub 1—20 süsiniku aatomit. Need happed avaldavad hüdrofüüsil lõhustudes mõju eri rasvasortide lõhnale ja maitsele. Ka ühe ja sama loomaliigi rasva koostis kõigub suurtes piirides. Siin etendavad olulist osa loomade sugu, tõug, vanus, sööt, toitumis- ja pidamistingimused ning rasva anatoomiline päritolu. Näiteks veiste söötmisel maisiga kasvab küllastumata rasvhapete sisaldus rasvas 15% võrra, võrreldes heintega söödetud loomade rasvaga.

Tähtsat osa etendab loomade toitumus. Mida parem on toitumus, seda rohkem leidub rasvas küllastumata rasvhapete jääke. Küllastumata rasvhapete jääkide sisaldus on lahjade loomade rasvas 23—39%, hästi toidetud loomade rasvas aga üle 60%. Suur tähtsus on rasvade anatoomilisel päritolul (tabel 20), eriti kondirasval, näiteks reiekondis on 53—59% küllastumata rasvhappeid, säärekondis aga 75—77%. Rasvade koostis ei sõltu ainult rasvhapete sisaldusest, vaid ka sellest, missugustes kombinatsioonides nende radikaalid kuuluvad glütseriidide koostisse. Loomsetes rasvades on leitud nii ühe happe radikaalidest moodustunud triglütseriide kui ka kahe või kolme happe radikaalidest moodustunud triglütseriide. Loomsetele rasvadele iseloomuliku rasvhapete mitmekesisuse tõttu on võimalik väga suur arv eri kombinatsioone, järelikult ka rasvade erinevaid omadusi.

Rasvade teised koostisosad

Loomsete rasvade koostisse kuulub mitmesuguseid lisandeid, mille hulk oleneb rasva iseärasustest ja tema rasvkoest eraldamise viisist. Osa nendest lisanditest kuulub rasva loomulike koostisosade hulka, osa satub aga rasva tema töötlemisel. Loomulike koostisosade hulka kuuluvad fosfatiidid, steriinid, lipokroomid, vitamiinid ja vabad rasvhapped. Vaatamata nende väikestele kogustele, avaldavad mõned neist loomsete rasvade omadustele ja toiteväärtusele olulist mõju.

Fosfolipiidid ehk fosfatiidid. Loomsetes rasvades on leitud 0,012—0,035% letsitiini, mis oma hüdrofiilsete omaduste tõttu on rasvas lahustuv. Letsitiin on hea emulgaator rasvaemulsioonide moodustumisel. Kuigi vajalik emulgeeriv efekt ilmneb alles letsitiini 0,3—0,5% sisalduse puhul, suurendab letsitiin ka väikestes kogustes rasvaemulsiooni püsivust. Letsitiin hapendub kergesti õhuhapniku toimetel, omandades pruunika värvuse. Tema kergel oksüdeerumisevõimel on positiivne tähtsus: see aeglustab rasvade oksüdeerumist ja riknemist. Täielikult ilmnevad letsitiini antioksüdatiivsed omadused tema sisalduse puhul rasvas üle 4%.

Steroolid. Vaba kolesterooli on rasvades 29—126 mg%. Kolesterooli sisaldumine rasvas on loomsele rasvale iseloomulik, sest taimsetes rasvades leidub selle asemel fütosterool. 7-dehüdrokolesterool on D₃-vitamiini provitamiiniks.

Lipokroomid. Lipokroomid on pigmendid, mis annavad loomsetele rasvadele värvuse. Lipokroomide kogusest ja nende omavahelisest suhtest sõltub rasva värvuse intensiivsus. Lipokroomid on karoteen (oranž) ja ksantofüll (kollane), mida leidub tavaliselt veise- ja kondirasvas.

Veiserasvas on karoteeni 2—60 mg%, lambarasvas 0—5,7 mg% ja searasvas 0—0,18 mg%. Karoteen on küllastumata süsivesinik suure arvu kaksiksidemetega, mistõttu ta oksüdeerub kergesti õhuhapniku mõjul. Oksüdeerumisel värvub karoteen esialgu rohekaks, seejärel värvus kaob. Värvuse muutumise järgi saab otsustada rasva oksüdeerumisastme üle. Loomorganismis karoteen hüdrolyüsib ferment karotenaasi toimel, moodustades A-vitamiini.

Peale nimetatud pigmentide esineb loomsetes rasvades tühine kogus rohelist värvusega pigmente.

Vitamiine on loomses rasvas väikestes kogustes. A-vitamiini sisaldus on veiserasvas 1,4 mg% ja searasvas 0,012—0,076 mg%. E-vitamiini on searasvas 0,2 mg%. K-vitamiini sisaldus on väike. A- ja E-vitamiin suurendavad rasva toiteväärtust ja on ka antioksüdandid.

Tehnilised lisandid. Lämmastikuühendeid on loomses rasvas 0,02%, mineraalaineid 0,1% tuha järgi ja vett 0,2—0,5%. Kondirasvas leidub veidi (peamiselt mineraalseid) fosforiühendeid. Rasvas sisalduvad lämmastikuühendid on valgud või nende lõhustumise produktid, mis tekivad rasva sulatamisel. Nende kogus oleneb rasva puhastamise astmest. Lämmastikuühendid võivad anda rasvale kõrbelõhna ja muuta värvust veidi tumedamaks.

Loomsete rasvade füüsikalised omadused

Tihedus. Nii tahkes kui ka sulatatud olekus on rasvad veest kergemad. Nende tihedus on temperatuuril 15 °C 0,915—0,961. Rasvade soojusliku paisumise koefitsient on keskmiselt 0,0007 temperatuuril 1 °C.

Konsistents ja sulamistemperatuur. Toatemperatuuril on loomne rasv tahke, ainult mõned kondirasvade liigid on vedelad.

Isasloomade rasv on alati tahkem kui emasloomadel, täiskasvanud loomadel tahkem kui noorloomadel. Rasva konsistents oleneb loomade sööda koostisest ja pidamistingimustest: rasv on tahkem loomade söötmisel kuivsöödaga, töötavatel loomadel, kurnatud loomadel, talvel ja kevadel. Rasva konsistents on seotud sulamistemperatuuriga. Kuna looduslikud rasvad koosnevad paljudest komponentidest, siis toimub nende sulamine küllalt laias temperatuurivahemikus: algul sulab kõige kergemini sulav komponent, lõpuks kõige raskemini sulav. Sulamistemperatuuriks loetakse see temperatuur, mille puhul kogu rasv läheb üle vedelasse olekusse, s.t kui kõige raskemini sulav komponent sulab. Looduslike rasvade sulamistemperatuur sõltub nende rasvhappelisest koostisest. Rasvas sisalduvate triglütseriidide sulamistemperatuur sõltub ka keemilisest koostisest. Sulamistemperatuur alaneb küllastumata ja madalmolekulaarsete rasvhapete sisalduse suurenedes, samuti küllastumatuse astme, s.t kaksiksidemete arvu suurenemisel rasvhappe radikaalides. Seepärast kõigub eri loomade rasva sulamistemperatuur laiades piirides: lambarasval 31—55 °C, veiserasval 32—52 °C, searasval 28—48 °C, kalkunirasval 31—35 °C, kanarasval 23—40 °C, hanerasval 26—39 °C ja kondirasval 16—44 °C.

Rasvade sulamistemperatuur oleneb ka kristallilisest kujust, mis moodustub rasvade hangumisel. Loomsed rasvad on polümorfseid ained ja sõltuvalt jahtumise tingimustest kristalliseeruvad mitmesugustes vormides.

Pärast rasva jahtumist ja hangumist tema sulamistemperatuur tõuseb aja jooksul, lähenedes kõige püsivama vormi sulamistemperatuurile.

Rasva hangumistemperatuur ja tiiter. Sulamine ja tahkumine (hangumine) on pöörduvad protsessid. Puhaste keemiliste ainete sulamis- ja hangumistemperatuur langevad ühte. Kuid segude hangumistemperatuur on alati sulamistemperatuurist madalam, sest kristallvõre moodustumine segudes toimub madalamal temperatuuril kui segu moodustavatel puhastel ainetel. Hangumise ajal eraldub kristallisatsioonisoosus. Seepärast alates hangumismomendist (hägususe tekkest) on temperatuuri langus teatud ajavahemiku jooksul pidurdatud. Hangumistemperatuuriks võetakse temperatuuri näit selle ajavahemiku kestel. Mõnel juhul algab pärast hägususe ilmutumist väike temperatuuritõus. Sellisel juhul võetakse hangumistemperatuuriks maksimaalne temperatuur, mille saavutab rasv pärast hangumise algust. Et rasvad kujutavad endast mitmekomponentilisi segusid, siis püsib temperatuur nende jahtumisel teatud ajavahemiku iga kord, kui kristalliseerub järgmine komponent. Rasva iseloomustamiseks vajalikuks hangumistemperatuuriks võetakse ainult esimene. Rasvade hangumistemperatuuril on sama tähtsus kui sulamistemperatuuril, kuid ta on objektiivsem näitaja, sest teda saab määrata täpsemalt. Veel suurema täpsusega saab määrata *r a s v a t i i t r i t* ehk rasvast eraldatud rasvhapete hangumise temperatuuri, sest rasvhapete segu sisaldab vähem komponente kui rasv. Veiserasva tiiter on 40—45 °C, searasval 36—43 °C.

Rasva lahustuvus. Rasva põhikomponendid on triglütseriidid, mille struktuuris on ülekaalus mittepolaarne grupeering. Seepärast on rasvad madala polaarsusega ja lahustuvad halvasti kõrge polaarsusega vedelikes, mis koosnevad ebasümmeetrilistest molekulidest. Näiteks vees on rasvad lahustumatud ja lahustavad ise vett, olgugi tähtsusetus koguses. Väikestes kogustes moodustab vesi rasvaga püsiva kolloidsüsteemi. Näiteks searasvas temperatuuril 40—100 °C lahustub 0,15—0,45% vett.

Deemulgeerimismehhanism seisneb emulgaatori adsorptsioonilises väljatõrjumises deemulgaatori poolt pinna kaitsekihist ning emulsiooni pinnakihi omaduste ja struktuuri muutustes või pinnakihi peptisatsioonil. Deemulgaatoriks on elektrolüüdid (NaCl), alkoholid, happed jne.

Tehnoloogilises praktikas on rasva emulsioonide teke ebasoovitav, selle tõttu suurenevad rasva kaod koos veega (näiteks separeerimisel). Rasva sulatamine autoklaavis kõrgetel temperatuuridel soodustab emulgeerumist. Seepärast tekib sageli vajadus takistada emulsioonide moodustumist või lõhkuda moodustunud emulsiooni.

Sulatatud rasva kvaliteet oleneb suuresti gaaside lahustuvusest rasvades. Lenduvad lõhnaained, lahustudes rasvas, annavad rasvale iseloomuliku lõhna. Õhuhapnik põhjustab rasva oksüdatiivset riknemist säilitamisel ka siis, kui otsest õhuga kokkupuudet ei toimu, kuid enne pakkimist on rasvas õhku lahustunud. Hangunud rasvad on samuti võimelised adsorbeerima gaasi.

Soojuslikud omadused. Normaalsel rõhul rasvad ei kee. Triglütseriidid lagunevad, kui neid soojendada üle 350 °C. Loomsete rasvade soojusmahutavus sõltub vedelate ja tahkete komponentide suhtest ning suureneb temperatuuri tõustes, eriti järsult tõuseb rasva soojusmahutavus sulamismomendil. Rasvade soojusmahutavus on tahkes olekus keskmiselt 0,3—0,4 kcal/kg °C, sulatatult 0,5—0,6 kcal/kg °C. Rasva soojusjuhtivus on väike. Sulatatult on veiserasva soojusjuhtivus umbes kaks korda suurem kui tahkena.

Viskoossus. Rasvadel on küllalt kõrge viskoossus. See sõltub rasvade päritolust ja võib olla nende hea iseloomustaja. Rasva joodiarvu ja tema viskoossuse vahel on kindel sõltuvus. Rasva joodiarvuga iseloomustatakse rasvhapete küllastumise astet. Mida kõrgem on küllastunud rasvhapete osakaal rasvas, seda madalam on joodiarv. Sulatatud veiserasva joodiarv on 37—57, searasval 50—60 ning veise kondirasval üle 60.

Elektrilised omadused. Rasva dielektriline konstant on väga madal, 2—4, olenedes rasva temperatuurist ja puhtusest (näiteks temperatuuril 53 °C on veevaba rasva dielektriline konstant 2,834, vee lisamisel see suureneb). Rasva elektrijuhtivus on väike. See suureneb rasva räästumisel ja rasvas sisalduvate vabade rasvhapete hulga suurenemisel.

Loomsete rasvade keemilised omadused

Rasvade hüdroolüüs. Teatud tingimustes reageerivad glütseriidid veega, mille tagajärjel lõhustub estriline side. Hüdroolüüs kulgeb astmeliselt: algul eraldub üks rasvhappe molekul, mille tagajärjel rasvas kogunevad diglütseriidid; teise rasvhappe molekuli eraldumisel moodustuvad monoglütseriidid; kui eraldub ka kolmas rasvhappe molekul, vabaneb glütseriin. Glütseriin moodustub sügava hüdroolüüsi staadiumis. Hüdroolüüsi algstaadiumis puudub rasvas vaba glütseriin.

Hüdroolüüs kiireneb leeliste ja tugevate hapete manulusel. Kiirendavat emulgeerivat toimet avaldavad ka reaktsiooniproduktid (rasvhapete soolad, seebid). Tehnoloogilises praktikas on oluline rasva hüdroolüütilise lõhustumise kiirenemine lipolüütilise fermenti (lipaasi) toimel. Lipaasi juuresolekul on hüdroolüüsi märgatavaks kiirendamiseks optimaalne temperatuur 35—40 °C. Temperatuuril alla 10 °C alaneb lipaasi aktiivsus tunduvalt, kuid ka negatiivsete temperatuuride puhul lipaas ei inaktiveeru. Temperatuuril 50 °C lipaasi mõju järsult nõrgeneb, veel kõrgematel temperatuuridel aga lipaas inaktiveerub. Lipaasi aktiivsus sõltub tema päritolust. Erineva anatoomilise päritoluga rasva hüdroolüütilise lagunemise kiirus on erinev. Tööstuses on lipaas olulisemaid rasva happearvu tõusu põhjustajaid. Sulatatud rasva suur happearv on tavaliselt tingitud toorrasva kogumisest, transportimisest ja sulatamiseks ettevalmistamisest jahutamata ruumides.

Rasvade oksüdatsioon e räästumine on üks enamlevinud rasvade riknemisviise. Sellega kaasneb kibeda maitse, ebameeldiva lõhna ning välimuse teke, tõuseb sulamistemperatuur. Rasva oksüdeerumine toimub õhuhapniku mõjul peroksiidide moodustumise kaudu. Need on oksüdatsiooni esmased produktid. Seetõttu iseloomustatakse oksüdeerumisastet rasvas tekkinud peroksiidide ja hüdroperoksiidide kontsentratsiooni määramisega. Meetod põhineb oksüdatsiooni algfaasis tekkinud peroksiidide ja hüdroperoksiidide kontsentratsiooni määramisel nende võime tõttu vabastada jood kaaliumjodiidist või oksüdeerida raud rauaioonideks. Oksüdatsiooni väljendatakse tavaliselt hapniku milliekvivalentides kilogrammi rasva kohta (meq/kg).

Toorrasva kvaliteedinõuded

Konsistentsi järgi liigitatakse toorrasv pehmeks toorrasvaks ja toorkontideks. Toorrasv jaotatakse ka loomaliigi järgi: sea-, lamba- ja veiserasv.

Toorrasva liigid on järgmised: rasvik (rasvikuks nimetatakse rohkesti rasvkude sisaldavaid maoga ühenduses olevaid kõhukelmekurdusid; eristatakse mao väikest kõverikku ja kaksteistsõrmikut maksaga ühendavat väikerasvikut ning mao suurelt kõverikult algavat ja soolkanalit põllena katvat suurrasvikut), neerurasv (sigadel plomirasv), soolekinniserasv, lihakehade puhastamiselt saadud rasvalõikmed (värsked peki lõikmed), rasvkude liivrilt, veise sabalt, udaralt, pealt, mullikate rasvane udar, rasvased lõikmed lihalõikuse osakonnast.

Kasutatakse toorrasva, mis on saadud veterinaarkontrolli poolt toidukõlblikuks tunnistatud rümpadelt.

Veiste toorrasv on looma vanusest, söötmistingimustest ja anatoomilisest päritolust olenevalt kreemikaskollase kuni kollase värvusega. Sea toorrasv on piimvalge, rasvik ja plomirasv on peaaegu lõhna ja maitseta.

Toorrasv peab olema puhas, kuiv, ei tohi sisaldada kõrvalisi esemeid, konditükke, puru ega olla määrdunud verrega või muul viisil saastatud. Kui toorrasv tuuakse sulatamisele teisest ettevõttest, peab jahutatud toorrasva veokeskkonna temperatuur olema mitte üle 6 °C. Kui sulatamisele toodud toorrasva kvaliteedis on kahtlusi, võetakse proovid laboratoorseks uurimiseks.

T o o r k o n d i d on erineva rasvasisaldusega. Kõige rasvarikkamad on pikad luud (toruluud).

Toorrasva konservimine ja säilitamine. Lühiajaliseks säilitamiseks riputatakse toorrasv konksudele või asetatakse riulitele tuulutatavates ja jahutatavates ruumides temperatuuriga 0 kuni 6 °C. Kui tapasoe toorrasv jahutatakse jaoskonnas, peab olema selleks jahutusruum temperatuuriga 0 kuni –2 °C. Temperatuuril 4 °C säilitatakse neerurasva ja rasvikut kuni 4 ööpäeva, teisi toorrasva liike mitte üle 1 ööpäeva.

Pikemaajaliseks säilitamiseks konservitakse toorrasv külmutamisega. Toorrasv külmutatakse alustel, riulitel jne. Külmutatud toorrasva säilitatakse pakitult või pakkimata kujul temperatuuril mitte üle –12 °C õhu suhtelise niiskuse juures 85—90%. Neerurasva säilituskestus on sel režiimil kuni 3 kuud, teistel toorrasva liikidel kuni 1 kuu.

Toidurasva tootmise tehnoloogiline protsess

Toorrasva ettevalmistamine

Ettevalmistusoperatsioonide hulka kuuluvad toorrasva sorteerimine, kõrvaliste lisandite eemaldamine, transportimine, kaalumine ja peenestamine (kui see on vajalik järgneva rasva eraldamiseks).

Rasva sorteerimine. Pehme toorrasv tuleb töötlemisele anda sorteerituna loomaliikide ja rasva anatoomilise päritolu järgi. Toorrasv tuleks sorteerida lähtetsehhis ja rasvasulatusosakonda saata liikide viisi. Sorteerimise eesmärk on maksimaalse rasvasaagise saamine. Samaaegselt rasva sorteerimisega tuleb eemaldada rasva mitte sisaldavad koed (soolte jäänused, kõhred, lihaskude, siseelundite tükid, lümfisõlmed). Puhastamist ei vaja neerurasv ja rasvik.

Kondid tuleb enne rasva sulatamist sorteerida loomaliigiti sõltuvalt kontide ehitusest ja rasvasisaldusest. Lamedad luud (välja arvatud vaagnaluu) sisaldavad suhteliselt vähe rasva.

Toorrasva transportimine. Pehme toorrasva transpordi korraldamine on seotud raskustega, sest rasva kogutakse lihakombinaadis eri kohtades, mis sageli asuvad rasvasulatusosakonnast küllalt kaugel. Võimaluse korral kasutatakse mehaanilist transporti – allalasketorusid või lifte vertikaalses suunas ning rippraame, -koppi ja kärusid horisontaalses suunas transportimiseks. Mõne toorrasva liigi puhul kasutatakse hüdraulilist või pneumaatilist transporti. Toorrasv peab saabuma ettevalmistusele minimaalse aja jooksul, et vältida kvaliteedi langust.

Tooraine pesemine. Tooraine pesemine on vajalik vereklompide, soole- ja maosisaldise ning juhusliku mehaanilise mustuse eemaldamiseks. Vee toimel sidekude pundub osaliselt, mille tagajärjel ta mehaaniline vastupidavus väheneb ja rasv eraldub sulamisel kergemini. Pesuvee optimaalne temperatuur on 10–12 °C.

Pesemise kestus oleneb pesemisviisist. Pesemiseks vannides voolava veega piisab 30 minutist, pesemine vannides perioodiliselt vahetatava veega kestab kuni 2,5 tundi, pesemine pesemistruumlis aga mõni minut. Kui trumlis pestakse pehmet toorainet, siis võib pesuvesi läbi trumliavade väikesi rasvatükke ära kanda. Nende püüdmiseks on vajalikud erilised rasvapüüdjad. Pesemistruumlis pestakse tavaliselt konte, vee temperatuur on 15–20 °C.

Külmutatud toorrasv sulatatakse külmas vees.

Toorrasva jahutamine. Toorrasva jahutamise põhieesmärgiks on vältida tema riknemist kogumise ajal. Jahutamine põhjustab toorrasva tihenemist ja soodustab selle peenestamist.

Jahutada võib külma veega või õhuga jahutatavates ruumides. Parema tehnoloogilise efekti annab jahutamine veega, sest tooraine annab kiiremini soojuse ära. Külma vesi adsorbeerib tooraines sisalduvad spetsiifilise lõhnaga ained, seetõttu on sulatatud rasva organoleptilised omadused head. Vees jahutamine on ka ökonoomsem. Toorrasv neelab vees jahutamisel suurel hulgal vett, mis seostub temaga sidekoe valkude pundumise tõttu kapillaaride ja makroskoopiliste pooride täitumise tagajärjel. Neelduva vee kogus oleneb sidekoesisaldusest toorrasvas ja toorrasva kokkupuute kestusest veega. Tavalistel jahutustingimustel neelab toorrasv oma kaalust 5% (väga rasvane) kuni 20% (kõige vähem rasva sisaldav) vett. Pikaajalisel (kuni 24 tundi) seismisel vees toorrasv pehmeneb ja seda on raske peenestada. Rasva happearv kasvab tunduvalt.

Toorrasva peenestamine. Rasva eraldamiseks rasvkoest tuleb purustada rakud ja rakkudevaheline kiuline struktuur. Rasvkoe purustamiseks sulatamise ajal oleks vaja kõrge temperatuur ja kuumutamise pikk kestus, mis põhjustaks liiga suuri rasvade omaduste muutusi. Seepärast on otstarbekam rasvkude purustada mehaaniliselt. Seda võib teha enne sulatamist või sulatamise ajal.

Paremat efekti annab toorrasva peenestamine sulatusprotsessis. Perioodiliselt töötavate sulatusseadmete kasutamisel peenestatakse toorrasv enne sulatamist. Mõnedes perioodiliselt töötavates seadmetes peenestatakse toorrasv sulatamise ajal.

Enne sulatamist peenestatakse toorrasv peenestushundis. Peenestusaste ja rasvasaagis sõltuvad toorrasva omadustest (rakkudevahelise sidekoe sisaldusest, selle tu-

gevusest, toorrasva jahutamisest). Lihahundis saavutatud peenestusaste ja rasvasaagis olenevad lihahundi resti avade läbimõõdust ning löikepindade arvust löikemehhanismis. Mida suurem on hundi löikepindade arv ja mida väiksem on väljumisresti avade läbimõõt, seda suurem on toorrasva peenestusaste ja rasvasaagis. Toorrasva peenestusastme suurenemine resti avade läbimõõdu vähenemisega kuni mingi teatud piirini on seotud energiakulu suurenemisega peenestamisel ja lihahundi tootlikkuse vähenemisega. Tavaliselt kasutatakse toorrasva peenestamiseks kahte resti avade läbimõõduga 12 mm ja 7 mm.

Kontide purustamine ja saagimine. Torukontides sisaldub põhiline kogus rasva luuõõnes olevas luuüdis. Kondid tuleb puruks saagida nii, et avaneks nende siseõõs. Selleks saetakse epifüüsid maha. Epifüüsid töödeldakse eraldi diafüüsidadest. Lamedad ja lühikesed kondid on vaja purustada selleks, et avada nende urbane osa ning suurendada soojusvahetuspinda, rasva difusiooni vette ja vee difusiooni kontidesse.

Rasva eraldamine rasvkoest

Pehmest toorrasvast ja torukontidest võib rasva eraldada kolmel viisil: sulatamisega, ekstraheerimisega ja hüdromehaaniliselt.

Sulatamine

Sulatamiseks nimetatakse rasva eraldamist peenestatud toorainest kuumutamisega. Sulatamine võib toimuda märg- või kuivmeetodil.

Märgmeetod seisneb selles, et toorrasv puutub kogu töötlemise jooksul kokku vee või otseauruga. Osa valke (kuni 30%) denatureerub vee ja kõrge temperatuuri toimel, suurem osa valkudest (põhiliselt kollageen) aga hüdrolüüsib. Sulatamise lõpul saadakse kolmeefaasiline süsteem: rasv, kõrned, puljong.

Kuivmeetodi puhul soojendatakse toorrasva kuumutava pinna kaudu (näiteks kaudse auruga). Toorrasvas sisalduv vesi aurub osaliselt, sidekoe valgud koaguleeruvad ja dehüdreeruvad, muutuvad rabedaks, rasv eraldub. Kuivsulatamise lõpul saadakse kaheefaasiline süsteem: kuivad kõrned ja rasv. Kuivad kõrned rasvatustatakse teist korda pressimise või tsentrifuugimise teel.

Kuumutamisel rasv sulab, rasvkude ja kontide struktuur puruneb suuremal või vähemal määral olenevalt sulatamistemperatuurist ja vee manulusest. Seejuures voolab enamik kontides sisalduvast rasvast välja.

Pehmes toorrasvas asetseb rasv rasvarakkudes, mis on orgaaniliselt seotud väga tugeva rakkudevahelise aine, kollageen- ja elastiinkiududega. Rakkudes moodustab rasv teiste rakuosistega keerulisi kolloidsüsteeme. Rasva vabaks väljavoolamiseks on vaja purustada kolloidsüsteem, mille koostisse rasv kuulub, ning lõhkuda rakud ja tugev rakkudevaheline struktuur. Rasva väljavoolamine saavutatakse pehmest toorrasvast selle mehaanilise purustamisega. Rasva kuumutamisel 70–75 °C-ni rasva kvaliteedis ebasoovitavaid muutusi ei toimu, kuid samuti ei toimu rasvkoe täielikku purustamist. Kõrnetes võib leida purunemata rasvarakke. Rasvasaagis ei ole üle 75%. Rasvkoe täielikuks purustamiseks tuleb toorainet kuumutada üle 100 °C. Pikaajalise kuumutamise puhul halveneb rasva kvaliteet järsult.

Isegi kudede täielikul purustamisel pole võimalik ühegi sulatusviisiga saavutada kogu rasva eraldumist rasvkoest. Osa rasva jääb kõrnete pooridesse adsorptsiooni ja kapillaarjõudude tõttu ning mehaaniliselt suletuna. 125—130 °C juures pikaajalisel sulatamisel jääb kõrnetesse 20—25% rasva kuivaine kohta. Vee lisamine pehmesse toorrasva soodustab rasvkoet purustamist, kuid kutsub esile ka ebasoovitavaid muutusi.

Kuumutamisel vee manulusel keeb kollageen pehmeks, temperatuuril 58—60 °C tõmbuvad kollageenkiud keerdu ja lõdvenevad, nende tugevus väheneb. Sõltuvalt kuumutamistemperatuurist ja -kestusest muundub osa kollageeni glutiiniks ja osa glutiini hüdroolüüsib. Moodustub glutiini lahja vesilahus, s.o puljong, milles on lahustunud glutiini ja teiste ainete laguprodukte. Puljongi kontsentratsioon sõltub kuumutamise kestusest ja temperatuurist, puljongi kogus vee kogusest. Puljong sisaldab emulgeeriva toimega aineid ja moodustab rasvaga püsiva emulsiooni.

60—65 °C juures denatureerub enamik rasvkoes sisalduvaid valkaineid (albumiine ja globuliine), inaktiveeruvad fermentid, sealhulgas lipaas. Väikeste veekoguste puhul, kui orgaanilised koostisosad kuumenevad kuivkuumutamisele lähedastes tingimustes, ilmnevad rasvas pürolüüsi tunnused. Valkude pürolüüsi produktid on tumedad ja annavad rasvale tumeda värvuse. Paljud neist produktidest on terava ebameeldiva lõhnaga, mis kandub üle ka rasvale. Väikestes kogustes annavad nad rasvale spetsiifilise kõrbelõhna, suuremates kogustes aga teevad rasva lõhna vastuvõetamatuks. Rasva lõhna ja värvuse muutused on seda intensiivsemad, mida kõrgem on sulamise temperatuur ning mida pikem kuumutamise kestus. Temperatuuril 65 °C on nad märkamatud, temperatuuril 70 °C nõrgalt märgatavad, temperatuuril 75 °C aga juba selgesti eristatavad. Temperatuuril 115—120 °C moodustub rohkesti halva lõhnaga laguprodukte. Pikaajalise sulatamisprotsessi puhul tuleb nad sulatusaparaadist eemaldada spetsiaalse seadme (desonaatori) abil.

Kontidest sulatatakse rasv välja ainult kokkupuutes veega, vastasel juhul jääb kogu sulatatud rasv adsorptsiooni ja kapillaarjõudude tõttu ning mehaaniliselt seotuna kontidesse. Vesi soodustab kontide morfoloogilise struktuuri lagunemist, rasva eraldumist ning on vajalik ka kontide kiireks ja ühtlaseks kuumenemiseks. Vees kuumutatavate kontide struktuur muutub olenevalt kuumutamistemperatuurist ja -kestusest. Kõige olulisemateks neist muutustest on glutiini moodustamine kollageenist ja glutiini hüdroolüüs. See põhjustab kollageenisalduse vähenemist. Rasva eraldamisel kontidest kõrgetel temperatuuridel halvenevad pikaajalise kokkupuute tõttu puljongiga rasva lõhn ja värvus nagu pehme toorrasva sulatamiselgi.

S u l a t a m i s e kui rasva eraldamise meetodi p u u d u s e d:

1) kui tooraine pole mehaaniliselt täielikult purustatud, ei taga sulatamine kogu rasva eraldamist ja nõuab täiendavaid abinõusid kõrnete rasvatustamiseks;

2) rasvasaagise suurendamiseks võib sulatamistemperatuuri tõsta ja lisatava vee kogust suurendada ainult lühiajalise kuumutamise puhul;

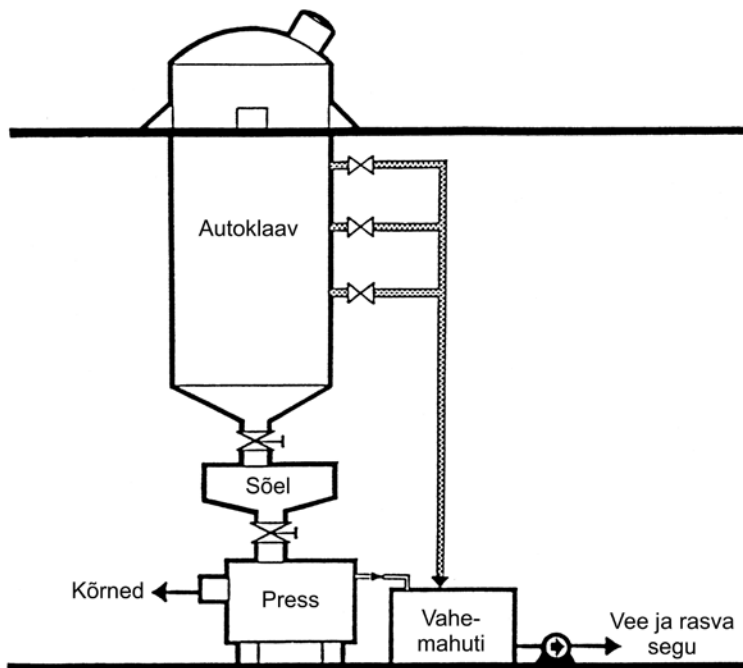
3) vee manulusel sulatamisel on püsivate rasvaemulsioonide tekke võimalus.

S u l a t a m i s e e e l i s t e k s on meetodi lihtsus ja võimalus kasutada lihtsat tehnilist sisseseadet. Sellega on seletatav sulatusmeetodi laialdane levik. Ökonoomne on see meetod ainult tehniliselt täiuslike pidevtoimega vooluliinide kasutamisel, mis kindlustavad kõrge tootlikkuse, lühikese tootmistsükli ja suure rasvasaagise.

Alljärgnevalt on toodud lühiülevaade kolmest rasvasulatusmeetodist:

- sulatamine märgmeetodil autoklaavis,
- sulatamine kuivmeetodil katlas,
- sulatamine vooluliinidel.

Rasva sulatamine märgmeetodil autoklaavis (joonis 33). Rasva võib sulatada ülerõhul ühe- või kaheseinalistes vertikaalsetes autoklaavides. Ülerõhul saab rasva sulatada ainult vastava veekoguse manulusel. Vett lisatakse kas enne sulatamist või moodustub ta auru kondenseerumisel otseauruga kuumutamisel. Vahel piisab ka sellest veest, mis leidub niiskunud tooraines. Toorrasvale lisatav veekogus peab olema üle 20% tema massist.



Joonis 33. Toidurasva sulatamine autoklaavis

Rasva sulatamiseks pehmest toorrasvast sobivad kõige paremini sfäärilise põhja ja hermeetiliselt suletava kaanega vertikaalsed autoklaavid. Autoklaavil on liigendtoru rasva äravooluks ja tsentraalselt põhja paigutatud toru kõrnete väljalaadimiseks. Autoklaav täidetakse eelnevalt peenestatud toorainega. Otseauruga kuumutamisel tõstetakse temperatuur 140 °C-ni. Auru rõhk autoklaavis on 0,2—0,22 MPa (2,0—2,2 at). Pärast 3—4-tunnist kuumutamist, sõltuvalt autoklaavi suurusest ja toormaterjalist, langetatakse rõhk aeglaselt atmosfäärirõhuni, et ära hoida emulsiooni teket.

Pärast settimist valatakse rasv autoklaavist vahemahutisse. Kõrned pressitakse. Vahemahutist suunatakse rasva ja vee segu separaatorisse.

Rasva sulatamisel rõhu all halveneb rasva kvaliteet seda suuremal määral, mida kõrgem on temperatuur ning mida pikem on sulatamise kestus. Oluline on ka aeg, mis

kulub temperatuuri tõstmiseks tooraines üle 60 °C (lipaasi optimaalne aktiivsus on 40—60 °C). Autoklaavid peaksid olema varustatud segistiga, et vähendada aega, mis kulub temperatuuri tõstmiseks et seega vähendada riski FFA (vabade rasvhapete) sisalduse suurenemiseks.

Rasva sulatamine kuivmeetodil katlas (joonis 34). Rasva sulatatakse enamasti suletud horisontaalsetes kateldes, mille ehitus võib erineda ainult detailides (erinev kuumutuspiind, segisti ehituse erinevus jne). Sellised katlad on universaalsed, sest neis saab rasva sulatada vaakumis, atmosfäärirõhul ja ülerõhul ning neid saab kasutada ka kuivatitena. Ehitus on üldjoontes järgmine. Aurusärgiga varustatud silindriline korpus paikneb horisontaalselt. Katlas asub horisontaalne segisti, mille labad on ehitatud nii, et pöörlemisel ühes suunas nad segavad, pöörlemisel teises suunas aga juhivad katla sisu väljalaadimisava poole. Katla laadimiseks on vastav ava või toru, mille kõrgust saab reguleerida. Sisselaadimistoru keskossa on kinnitatud toru, mis ühendatakse vaakum- või atmosfääriiliinidega. Segisti pannakse liikuma elektrimootori abil. Rasv voolab ära läbi katla otsas oleva kraani. Sulatatakse vaakumis 450—600 mm Hg juures (55—78 kPa).

Katla töötssükkel on 3,5—4,5 tundi. Rasv ja kõrned laaditakse settimisnõusse, mis asub väljalaadimisava all. Settimisaeg on 2—4 tundi. Kõrnete temperatuur tuleb hoida 75—80 °C. Pärast rasva äravoolamist jääb kõrnetesse 35—40% rasva kuivaine kohta 6—8% veesisalduse puhul.

Kõrnetest eraldatakse rasv täiendavalt a) pressimise teel või b) tsentrifuugimisega (joonis 34).

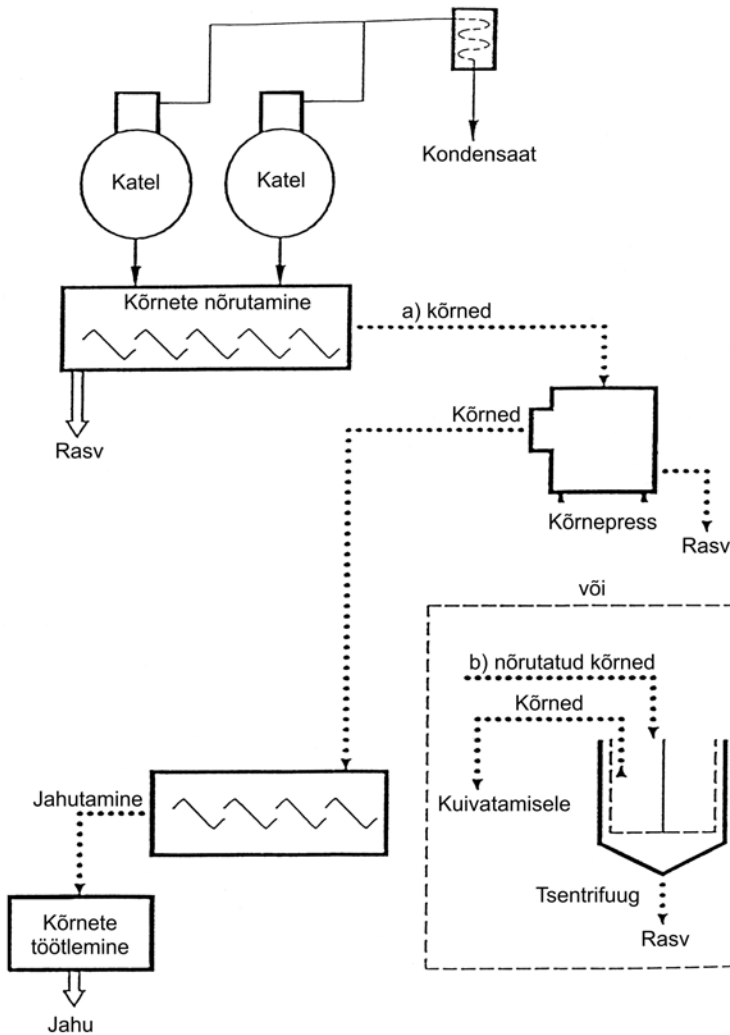
Rasva sulatamisel vaakumis on mitmeid eeliseid võrreldes sulatamisega atmosfäärirõhul: rasv ei puutu sulatamise ajal kokku õhuhapnikuga ning tooraine soojusliku töötlemise tsükkel – rasva sulatamine ja kõrnete veetustamine – toimub ühes aparaadis. Puuduseks on see, et rasva pikaajalise kokkupuutumise tõttu kuivatatavate kõrnetega halvenevad rasva värvus ja lõhn. Rasva organoleptiliste omaduste halvenemise vältimiseks tuleb rasv välja valada enne, kui toimub kõrnete kuivatamine.

Pehme toorrasva töötlemisliin. Rasva sulatamisel vooluliinidel toimub rasvkoe praktiliselt täielik purustamine ja sellest rasva täielik eraldamine. Toores rasvkude on tugev, seetõttu on raske teda küllaldaselt purustada enne sulatamist. Pidevtoimega vooluliinidel purustatakse rasvkude rasvasulatamisprotsessis, mille ajal rasvkoe vastupidavus kollageeni tugevuse alanemise tõttu väheneb tunduvalt.

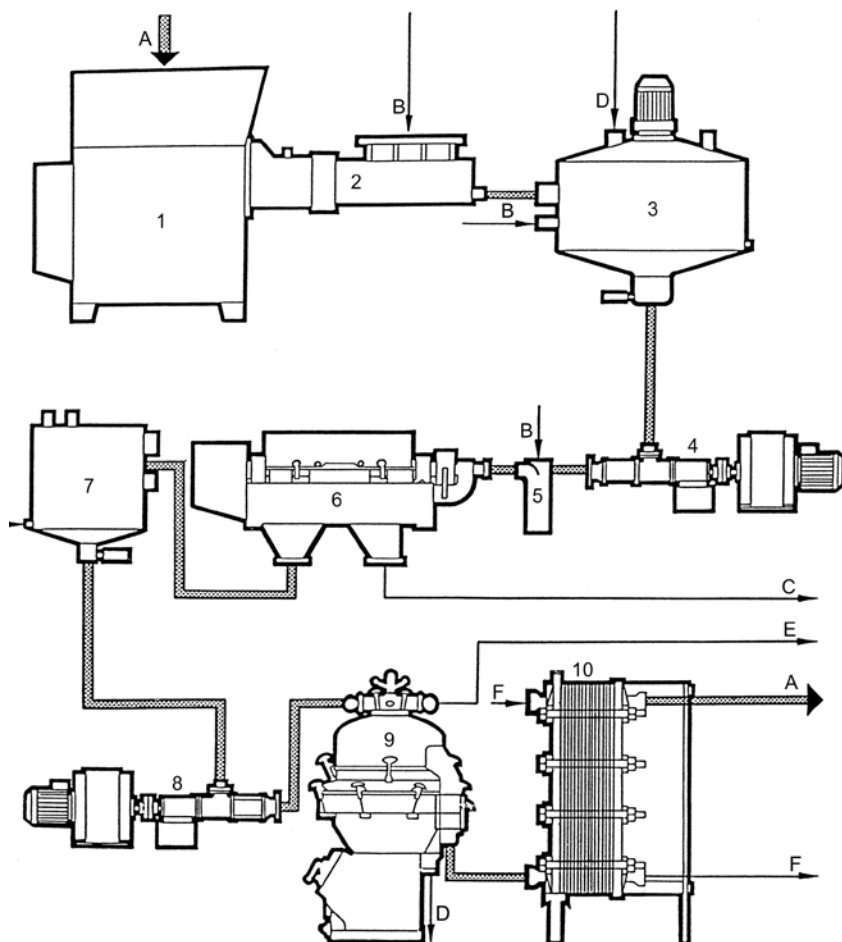
Kõige kiiremini ja tagajärjekamalt saab toorainet kuumutada otseauruga. Seejuures soodustab kondenseerumisel tekkinud vesi kudede täiendavat purustamist ja tõrjub rasva rasvkoest välja. Koos sellega hoiab vesi ära rasva kuivkuumutamisel toimuvad ebasoovitavad muutused (rasva tumenemine, kõrbenud lõhna teke). Vesi kannab ära ka osa toorrasvas sisalduvaid lõhnaaineid. Vee lühiajaline mõju rasvale pidevtoimega liinidel ei muuda rasva omadusi isegi temperatuuril üle 100 °C. Seepärast põhinevad tänapäeva pideva sulatamise meetodid tooraine kuumutamisel otseauruga. Rasva lõplik eraldamine rasvkoest ja vee eraldamine rasvast saavutatakse pidevalt töötavate settsentrifuugide ning separaatorite kasutamisega.

Pidevtoimega rasvasulatusliinid koosnevad üldiselt järgmistest põhielementidest: toorrasva eelneva peenestamise seade; rasva kuumutamise seade; rasvkoe täiendava purustamise seadmed; kõrnete põhimassi või fuusi eraldamise seade; desodoraator

(kõrvalise lõhna eemaldamise seade); rasva jahutamise seade; seade rasva valamiseks taarasse ja rasva pakkimiseks. Iga üksiku elemendi tootlikkus peab olema kooskõlas liini üldise tootlikkusega. Pidevtoimega seadmetes saab toorrasva töödelda ilma eelneva jahutamiseta. Rasva kogumis- ja jahutuspaake on vaja, kui ühel ja samal seadmel töödeldakse kaks või kolm toorrasvaliiki või kui mõne seadme võimsus ei vasta toorrasva pealeandmisele.



Joonis 34. Toidurasva sulatamine katlas kõrnete rasvatustamisega a) pressimisega, b) tsentrifuugimisega



Joonis 35. Pidevtoimega rasvasulatusliin. 1 – liiahunt, 2 – rasvasulatusstoru, 3 – labasegistiga paak/katel rasva täiendavaks sulatamiseks, 4 – pump, 5 – eelsoojendi, 6 – dekantertsentrifuug, 7 – vahemahuti, 8 – pump, 9 – separaator, 10 – jahuti. A – toorrasv/rasv, B – otseaur, C – kõrned, D – fuus, E – protsessi vesi, F – jahutusvesi

Sulatatud rasva puhastamine lisanditest

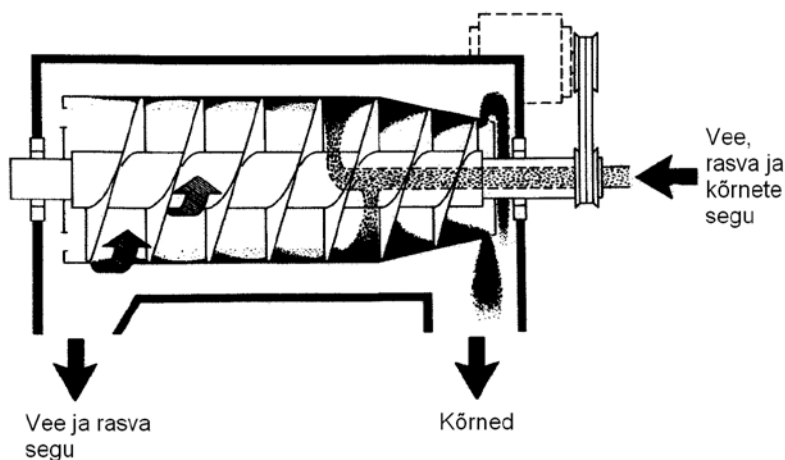
Rasv, mis valatakse kateldest või pressitakse välja kõrnetest, sisaldab suurel hulgal lisandeid – vett, kõrnejäätmekke ja konditükke. Lisandite kogus on erinev ja sõltub rasva sulatamise meetodist ning rasva seetamise hoolikusest enne katlast väljalaskmist. Tavaliselt sisaldab lahtistes kateldes või autoklaavides sulatatud rasv 0,6—1,6% ja vaakumis sulatatud rasv kuni 0,3% vett. Tahkete lisandite hulk on umbes 0,15—0,5%. Eriti palju tahkeid lisandeid on kõrnete pressimisel saadud rasvas. Rasva võib puhastada seetamise, separeerimise, tsentrifuugimise ja filtrimisega.

Setitamine. Rasva puhastamine seetamisega põhineb rasva ja temas sisalduvate ainete tiheduse erinevusel (rasv on kergem kui tahked lisandid). Kuna osakeste

läbimõõt, samuti tiheduste erinevus on väike, siis on ka sadestumise kiirus setitamisel väike. Seepärast on rasva puhastamine setitamisega väga aeglane ja ebaökoonoomne. Pealegi puutub kuumutatud rasv setitamisel pikka aega kokku õhuga ja oksüdeerub õhuhapniku toimel. Rasvakaod settega on suured. Seda meetodit kasutatakse laialt tema lihtsuse tõttu, ehkki ta pole kasulik.

Suur hulk rasvas sisalduvat lahjat puljongit disperseerub rasva äravalamise hetkel katlast kolloidsete osakesteni ja püsib seetõttu rasvas tugevamini. Moodustunud kolloidsüsteemi lõhkumiseks töödeldakse rasva elektrolüüdiga, tavaliselt kuiva keedusoolaga. Keedusool, lahustudes vees, raskendab vedelate lisandite osakesi, mille tagajärjel tekib suurem tiheduste erinevus. Rasva väljasoolamine tõstab setitamise efektiivsust. Soola lisatakse 1—2% rasva massist. Setitamise kiirus on pöördvõrdeline rasva viskoossusega, viimane alaneb järsult temperatuuri tõusuga. Seega saab setitamiskiirust suurendada temperatuuri tõstmisega, kuid rasva temperatuur setitamisnõus ei tohi tõusta kõrgemale, kui tal on väljavalamisel katlast. See kutsuks esile konveksiooni, mille tagajärjel settimine aeglustub, ja soodustaks rasva hapendumist. Seepärast on setitamistemperatuur 60—65 °C, aeg 5—6 tundi. Settinud rasv jahutatakse ja valatakse taarasse.

Filtrimine. Filtrimist kasutatakse kõrnede eraldamiseks rasvamassist, mis on sulatatud horisontaalkatlas. Selleks võib kasutada näiteks pöörlevat võrktrumlit (rotatsioonifiltrit).



Joonis 36. Dekantertsentrifuug (rotatsioonifilter)

Vee-rasva ja kõrnede segu antakse sedamesse teo õõnesvõllis paiknevate avade kaudu. Raskem fraktsioon, kõrned, surutakse silinderrrootori pöörlemisel tekkiva tsentrifugaaljõu toimel silindriseina vastu ja transporditakse teo abil silindri koonilises osas paikneva ava kaudu välja. Vee ja rasva segu voolab vastupidiselt teo liikumissuunale silindri laiemas otsas paikneva ava poole.

Separeerimine. Lisandite eraldamine rasvast separeerimisega põhineb samuti eraldatavate ainete tiheduse erinevusel, ent siis toimub eraldumine mitte raskusjõu mõjul nagu setitamisel, vaid tsentrifugaaljõu mõjul.

Tavaliselt ületab tsentrifugaalkiirenduse suurus mitu tuhat korda raskusjõu kiirenduse. Seepärast toimub eraldamine väga lühikese aja jooksul ja võimaldab muuta protsessi pidevaks. Separaatorid on vedelike eraldamiseks. Nende kasutamine rasva puhastamiseks veest ja tahketest lisanditest nõuab suuremate lisandite eelnevat eemaldamist tsentrifuugimise, lühiajalise settimise või filtrimisega. Rasvale tuleb lisada vett sellistes kogustes, mis on küllaldane tahkeid osi ärakandva vedela faasi moodustamiseks (10—15% vett rasva massist). Vesi koos tahkete lisanditega juhitakse separaatorist välja. Rasva segamine kuuma veega enne separeerimist võimaldab eemaldada osa rasvas lahustunud ebameeldiva lõhnaga lisandeid.

Rasva puhastamise astet reguleeritakse sisseantava vee ja rasva hulga ning taldrikutevahelise kaugusega. Rasva lõplikuks puhastamiseks on taldrikutevaheline kaugus separaatoris tavaliselt 0,75—1,0 mm. Rasva ja vee pealeandmist reguleeritakse nii, et separeeritud rasv oleks täiesti läbipaistev ja vees ei oleks palju rasva.

Sulatatud rasva jahutamine

Sulatatud rasv tuleb jahutada pakkimiseks sobiva temperatuurini, mis ühtlasi aeglustab hapendumisprotsessi. Jahutamise sügavus sõltub rasva omadustest, pakkimise viisist ja taara iseärasustest. Veise- ja lambarasv omandavad jahtumisel kiiresti tahke konsistentsi ja kaotavad voolavuse. Seepärast jahutatakse nad ainult hangumistäpile lähedase temperatuurini, s.o hāgususe ilmumiseni, mitte võimaldades kristalliseerumist (praktiliselt 30—40 °C). Sea- ja kondirasv omandavad hangudes algul määrdelise konsistentsi, muutudes alles temperatuuri edasisel alandamisel tahkeks. Seepärast ei piirduta sea- ja kondirasva jahutamisega üksnes hangumistäpini, vaid eraldatakse ka osa kristallisatsioonisoost (jahutades 24—35 °C-ni). Rasv omandab määrdelise konsistentsi, säilitades plastilisuse ja võime voolata rõhu all. Sellisel kujul võib rasva pakkida nii tūnnidesse kui ka väiketaarasse.

Rasva aeglase jahtumise korral tūnnides võib ta kihistuda. Soojuse kiirel ärajuhtimisel omandab searasv ühtlasema peeneteralisema struktuuri. Kiiresti jahutatud rasv on heledam. Kiirem jahutamine on tehnoloogiliselt parem ja majanduslikult kasulikum.

Rasva tootmisel pidevtoimega vooluliinidel on kasutusel mitmesuguse konstruktsiooniga soojusvahetid, mis on varustatud seadmega rasva edasiviimiseks näiteks tigude abil. Niisuguste seadmete hulka kuulub friiser, mida kasutatakse jäätise valmistamiseks ja mis on kohandatud rasva jahutamiseks. Friiseri tööosa koosneb jahutussilindrist, horisontaalsest segistist ja nugaest hangunud rasvakihi eraldamiseks silindri seintelt. Jahutava soolalahuse temperatuur on −10 °C. Vajaduse korral võib rasva kuumendada jahutussärki juhitava auruga. Seadme puuduseks on, et jahutatav rasv puutub kokku õhuga, mis kiirendab tema hapendumist.

Rasva pakkimine ja säilitamine

Sulatatud toidurasva võib hoida ruumitemperatuuril kuni 7 °C kuni 24 tundi, seejärel rasv pakendatakse, pakitakse veopakendisse ja suunatakse müügiks või külmutamisele pikaajaliseks hoidmiseks.

Rasva pakkimisel tūnnidesse ja kastidesse kasutatakse taara vooderdamiseks taimset pärgamenti, poolpärgamenti või polüetüleen-tsellofaankilest vooderkotte. Enne

taarasse asetamist keeratakse vooderkott ümber, seega jääb tsellofaankiht koti sisse. Vooderkottidel kontrollitakse, kas õmblused on vigastamata, seejärel asetatakse kott sirgelt tünni sisepinnale ja põhjale. Pärast jahutatud rasva sissevoolamist suletakse kott ning tünn.

Rasva pakkimisel väikepakendisse võib pakkematerjaliks olla taimne pärgament, kadeeritud foolium ja polümeersed materjalid. Väikepakendisse pakitakse hangunud rasv. Selleks suunatakse rasv pärast tavalist jahutamist ülejahutisse või jahutatakse külmkambrites vormides.

Rasvade säilitusruumis on õhu suhteline niiskus 85—90%. Säilitamise kestus oleneb säilitustemperatuurist.

Rasva ei tohi säilitada koos tugevalõhnaliste ainetega, sest rasv omandab väga kergesti kõrvalõhnu.

Toidurasva tootmine LINDFORS'i liinil

Toorrasv saabub algtöötlemise ja rupside töötlemise osakonnast. Algtöötlemise osakonnast suunatakse rasvik, neerurasv/ploomirasv ja rasvalõikmed rasvasulatusosakonna vastuvõtupunkrisse (joonis 37), kasutades pneumotransporti. Rupside töötlemise osakonnast saabuv liivrilt eraldatud toorrasv transporditakse kärudega. Käruga saabunud toorrasv tõstetakse statsionaarse tõstukiga vastuvõtupunkrisse. Vastuvõtupunkrist suunatakse toorrasv tigutranspordööri abil linttranspordööri. Linttranspordööri kohal asub metallidetektor, mis peatab tooraines metalli leidumise korral kohe lindi liikumise, lülitades selle taas tööle alles pärast metalleseme(te) kõrvaldamist.



Linttranspordöör juhib toorrasva lihahunti, kus see peenestatakse. Peenestatud rasvamass suunatakse rasvasulatusaparaati, kuhu juhatakse otseaur toorrasva kuumutamiseks. Pärast sulatusseadet suunatakse rasvamass labasegistiga varustatud rasvasulatuskatlasse, kus see sulatatakse täiendavalt temperatuuril 90—95 °C (joonis 38). Saadud kolmefaasiline süsteem (rasv, kõrned, puljong) pumbatakse dekantertsentrifuugi, kus toimub kõrnete eraldamine vedelast faasist. Kõrned suunatakse tigutranspordööriga kärusse (joonis 39).

Joonis 37. Toorrasva vastuvõtmine: 1 – vastuvõtupunker; 2 – tigutranspordöör



Joonis 38. Toorrasva peenestamine ja sulatamine: 3 – lihahunt; 4 – rasvasulatusaparaat; 5 – rasvasulatuskatel



Joonis 39. Kõrnete töötlemine: 6 – dekantertsentrifuug; 7 – tigutransportöör

Rasva-puljongisegu liigub dekantertsentrifuugist vahemahutisse, kus see säilitatakse temperatuuril 90—95 °C kuni separeerimiseni. Separeerimisel saadud puhastatud rasv läbib fotofiltri, mis rasva ülemäärase niiskusesisalduse korral suunab selle kordusepareerimisele. Vajaliku puhtusastme saavutanud sulatatud rasv liigub edasi rasvakogumispaki, fuus (nn liimivesi) aga kogutakse paaki.

Rasva jahutamine. Paagis hoitakse searasva temperatuuril 60 °C. Sealt pumbatakse rasv väikepakendiliini kogumispaki. Rasva temperatuur on langenud 40 °C-le.

Edasi pumbatakse vedel rasv läbi plaatjahutusseadme. Rasv jahutatakse temperatuurini 15—22 °C. Jahutatud rasv suunatakse pakkeautomaati, kus rasv pakitakse väikepakendisse. Pakkematerjaliks on taimne pärgament, paki kaal 200 g. Väikepakendid tõstetakse automaadi abil papptarasse (45 pakki kastis, kasti kaal 9 kg), mis suletakse polüpropüleenlindiga, markeeritakse trükitud etiketiga ning juhitakse linttransportööri abil puitlusele. Täis alus transporditakse elektritõstuki abil lattu, kus õhutemperatuur on 4 °C. Jahutatud valmistoodang transporditakse järgmisel päeval ekspeditsiooni-(müügi-) osakonda või külmhoonesse.

Sulatatud veiserasv kogutakse paaki, kus seda säilitatakse temperatuuril 40/60 °C.

a) Kui kogutakse rasva tsisternide jaoks (3 tsisterni mahutavusega á 5 tonni), siis säilitatakse seda temperatuuril 40 °C ning üks päev enne tsisterni suunamist tõstetakse temperatuurni 70 °C. Kogumispaaigist pumbatakse veiserasv otse tsisterni.

b) Kui veiserasv pakitakse pappkasti (monoliit), säilitatakse rasva kogumispaaigis temperatuuril 60 °C. Pakkimisele suunatav rasv läbib plaatjahuti, kus rasv jahutatakse temperatuurini 28—35 °C. Jahutatud rasv suunatakse polüetüleen-tsellofaankilekotiga vooderdatud papptarasse, á 17 kg. Kastid tõstetakse käsitsi puitlusele, mis transporditakse lattu, kus kastid jäävad nii kauaks lahtiselt jahtuma, kuni rasv on täielikult hangunud. Seejärel need suletakse ja markeeritakse trükitud etikettidega.

Toidurasva tootmise tehnoloogiline skeem

Toorrasva ettevalmistamine eraldamiseks

Rasva eraldamine (enamasti sulatamine) ettenähtud režiimi järgi

Sulatatud rasva või
rasva-vee-emulsiooni
eraldamine kõrnetest

→ Kõrnete suunamine töötlemisele

Rasva puhastamine

Rasva jahutamine,
pakkimine

Rasva kvaliteedi
määramine

Kaalumine, markeerimine,
säilitamisele andmine

Rasva jahutamine
ja ülejahutamine

Rasva kvaliteedi
määramine

Rasva pakendamine

Portsjonide pakkimine
taarasse, markeerimine,
säilitamisele andmine

Rasva valamine
mahutitesse või
konteineritesse
taarata säilita-
miseks ja trans-
pordiks tankimis-
meetodil, rasva
kvaliteedi määramine

Sulatatud rasva kvaliteedinäitajad

Sulatatud loomarasv peab sõltuvalt tüübist vastama tabelis 17 toodud näitajatele (määrus nr 853/2004/EÜ XII jagu, II peatükk).

Sulatatud rasvade mõned vead ja nende tekkepõhjused on kirjeldatud järgnevalt.

Rasva värvuse muutus:

- heemipigmentide sisaldus toorrasvas, mille põhjuseks on toorainest eraldamata jäänud lihaskoelõikmed;
- mittetäielik vere ja maosisaldise eemaldamine toorrasvast pesemise käigus;
- sulatamisel kõrge temperatuuri ja madala niiskusesisalduse juures saadud rasvas lahustuvad laguproduktid;
- veiserasvas sisalduva karotiini hapendumine säilitamisel.

Kõrvallõhna ja -maitse teke:

- toorrasv on sisaldanud mao-, sooletrakti osi;
- mao-, sooltesisaldise mittetäielik eraldamine pesemise käigus;
- rasvade säilitamise käigus on kogunenud hapendumise produktid;
- loomade sööda sisse on sattunud tugevalõhnalisi rasvas lahustuvaid aineid.

Tabel 16. Sulatatud loomarasva füüsikalise-keemilised näitajad

	Mäletsejalised			Sead			Muu loomarasv	
	Söödav sulatatud rasv		Rafineerimiseks ettenähtud sulatatud rasv	Toiduks kasutatav rasv		Seapekk ja muu rafineerimiseks ettenähtud rasv	Söödav	Rafineerimiseks
	Premierjus (1)	Muu		Seapekk (2)	Muu			
FFA (m/m % oleiinhape) maksimaalselt	0,75	1,25	3,0	0,75	1,25	2,0	1,25	3,0
Peroksiid maksimaalselt	4 meq/kg	4 meq/kg	6 meq/kg	4 meq/kg	4 meq/kg	6 meq/kg	4 meq/kg	10 meq/kg
Kokku lahustamatuid lisandeid	Kuni 0,15%			Kuni 0,5%			Kuni 0,5%	
Lõhn, maitse, värvus	Normaalne			Normaalne			Normaalne	

(1) Madalal temperatuuril veiste südamest, rasvikust, neerudest ja soolekinnistist tuleva värske rasva sulatamisel ning lõikamisruumidest saadud sulatatud loomarasv.

(2) Sea rasvkudede sulatamisel saadud rasv.

Konsistentsi muutused:

- sulatamiseks valitud tooraineliikide vahekord pole olnud õige, näiteks on sisaldanud liiga palju kõlurasva;
- sulatatud rasva aeglane jahutamine;
- sulatatud rasva liigne veesisaldus;
- rasvade hapendumine säilitamisel.

Läbipaistmatu rasv:

- rasva ebapiisav puhastamine mehaanilistest lisanditest (kõrnetest separeerimisel või setitamise käigus).

SOOLTE TÖÖTLEMINE VORSTIKESTADEKS

Soolekomplektide koostised

Soolekomplekti kuulub soolestik koos soolekinnisega, kusepõis ja söögitoru. Soolestik saadetakse töötlemise osakonda pärast veterinaarsanitaarset järelevaatlust. Soolte transportimiseks võib kasutada allalasketorusid (mille kalle soolte vigastamisest hoidumiseks ei tohi olla üle 15°), vett mitteläbilaskvaid koppasid, kärusid, kausstransportööre jne. Transportimise käigus ei tohi sooleseinad puruneda ega määrduda.



Joonis 40. Soolte transportimine allalasketoru kaudu

Sooled jaotatakse peen- ja jämesoolteks, kusjuures kumbki koosneb kolmest alaosast. Peensoolel eristatakse kaksteistsõrmiksoolt, tühisoolt ja niudesoolt; jämesoolel umbsoolt, käärsoolt ja pärasoolt.

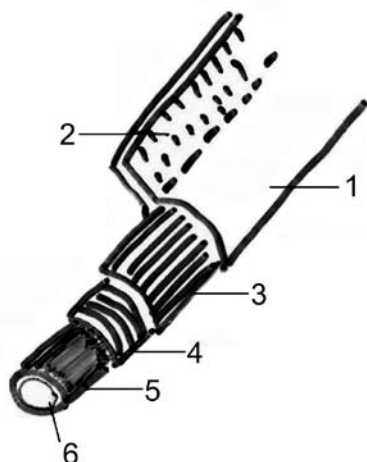
Soolesseinad koosnevad neljast kestast: serooskestast, lihaskestast, limaskestaalusest ja limaskestast (joonis 41).

Serooskest on kõige välimine, ta katab kõiki sooli ja läheb üle soolekinniseks. Soolekinnis (kõhukelmekurd) koosneb kahest lehest, mille vahele ladestub rasv. Soolekinnis ühendab sooli üksteisega, ta kinnitub selgroo külge, hoides sooli rippasendis. Serooskest on elastne ja vastupidav. Söögitorul ja pärasoolel on serooskesta asemel sidekude.

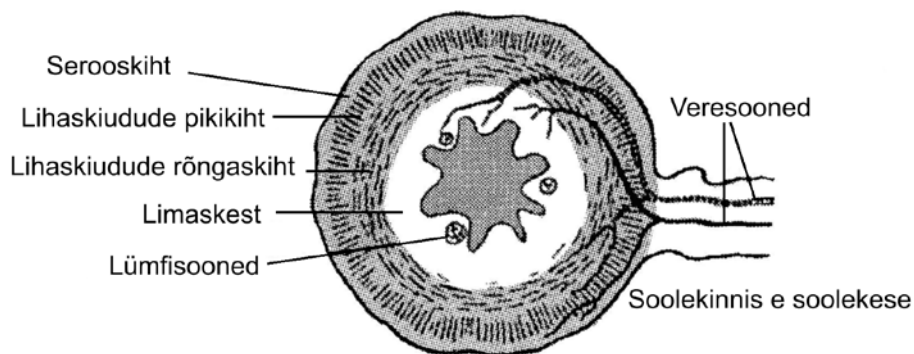
Lihaskest asub serooskesta all. Ta koosneb kahest kihist: piki- ja ringlihaskihist. Pärasoolel on lihaskest arenenud tugevamini kui teistel sooltel. Söögitoru lihaskest koosneb põhiliselt pikilihaskihist.

Soolekestadest kõige vastupidavam on limaskestaalne kude, selles kulgevad vere- ja lümfisooned ning närvid; ta kujutab endast keerulist põimikut kollageen- ja

elastiinkiidudest, mis ulatuvad naaberkihtidesse (lihaskihti ja limaskestale). Limaskestaalne kude jäetakse kõigi soolte töötlemisel alles, näiteks sea ja lamba peensoolte eraldamiseks kõik teised kestad peale limaskestaalne ning viimast kasutatakse toiduks koos vorstiseguga (viinerid).



Joonis 41. Sooleseinte ehituse skeem. 1 – serooskiht, mis läheb üle soolekinniseks, 2 – soolekinnis e soolekese, 3 – lihaskiudude pikikiht, 4 – lihaskiudude rõngaskiht, 5 – limaskestaalne kude, 6 – limaskest



Joonis 42. Soole ristlõige

Limaskest on soole kõige sisemine kest, kus asuvad soolemahla ja lima eritavad näärmed. Limaskest sisaldab suurel hulgal mikroorganisme.

Töödeldud sooli kasutatakse peamiselt vorstikestadeks. Lammaste peensooli saadetakse töötlemisele tehniliseks otstarbeks, näiteks kirurgilise niidi kätguti ja pillikeelte valmistamiseks. Vorstikestadeks kasutatakse ka veiste söögitorusid. Lammaste ja sigade söögitorud selleks ei sobi.

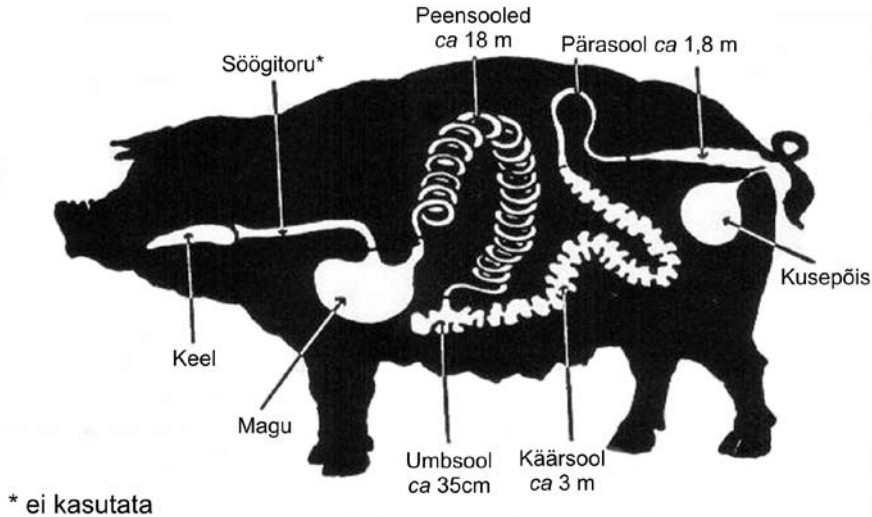
Soolteosakonnas töödeldakse peale soolte ja söögitorude ka põisi. Põis koosneb kolmest osast: põiekaelast, põiekehast ja põietipust. Ta on ovaalse kujuga, olenevalt loomaliigist 15–40 cm pikkune. Täispuhutud põis peab hästi õhku. Põiesein koosneb kolmest kihist: seroos-, lihaski- ja limaskestast. Lihaskihti koosneb piki- ja ringlihaskihist. Põis on väga elastne ja hästi veniv; teda kasutatakse vorstikestaks.

Soolekomplekti anatoomilised ja tööstuslikud nimetused ei lange kokku. Tööstuses eraldatakse koos umbes võrdse läbimõõduga sooled.

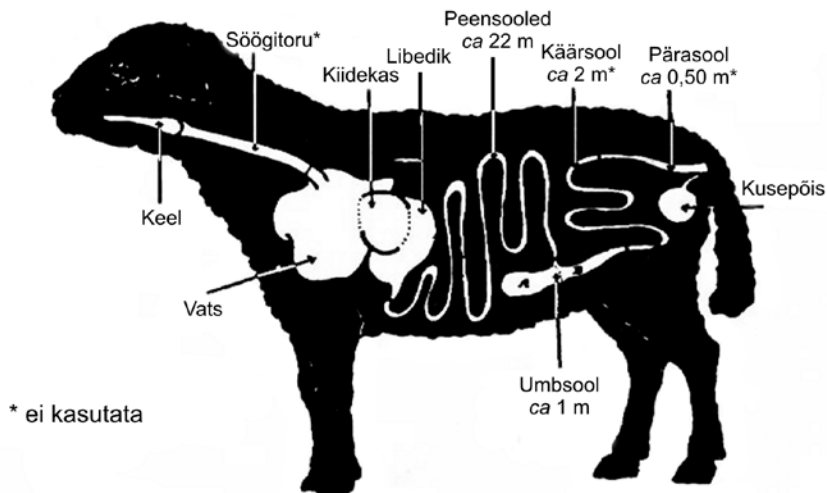
Veiste soolestiku üldpikkus on 30—60 m, soolekomplekti mass umbes 25 kg, värskete toorsoolte mass umbes 6 kg. Meie vabariigi lihakombinaatides ei töödelda pikaale vorstikestadeks, sest nad mahutavad vähe vorstisegu. On kogutud ja töödeldud veise umbsoole kelmet, s.o umbsoole serooskesta.

Sea soolestik on oluliselt lühem mäletsejaliste soolestikust, selle pikkus on 20—30 m. Sigade ja lammaste umb- ja käärsooli vorstikestadeks meil ei kasutata nende n-ö volangitaolise kuju tõttu.

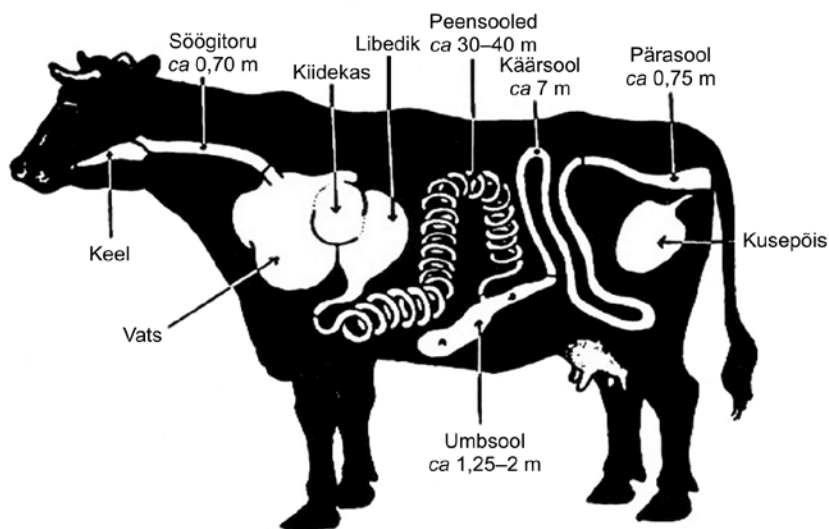
Joonistel 43, 44 ja 45 on toodud sea, lamba ja veise seedeelundite asendid.



Joonis 43. Sea seedeelundite asend



Joonis 44. Lamba seedeelundite asend



Joonis 45. Veise seedeelundite asend

Soolte keemiline koostis ja soolte kvaliteeti mõjutavad tegurid

Soolled sisaldavad 75—85% vett, 6,3—9,0% valku (peamiselt kollageeni ja elastiini), 6,8—12,5% lipiide, vähesel hulgal süsivesikuid, mineraalsooli, ekstraktiivaineid, fermente ja vitamiine. Soolte kvaliteeti mõjutavad looma söötmisviis, sugu, vanus, liigilised iseärasused, tapaeelne pidamisviis (eelkõige jootmisrežiim), soolte algtöötlemise kestus ja ka sooltes toimuvad autolüütilised muutused. Juba 30 minutit pärast looma tapmist on soolte lihaskest sedavõrd lagundunud, et sooleseinte vastupidavus tunduvalt langeb, sooled kaotavad loomuliku värvuse, muutuvad hallikaks või isegi rohekaks. Soolseinte tugevuse ja värvuse säilitamiseks on vaja sooled eraldada lihakehast hiljemalt 30 minuti möödumisel looma tapmisest, vabastada nad sisaldisest, töödelda või konserveerida.

Soolte kvaliteet oleneb suurel määral looma eluajal tekkinud kahjustustest (patoloogilised muutused, verevalumid, parasitaarsõlmekesed jne). Soolte toidukõlblikkuse määrab veterinaararst.

Soolekomplekti lahtiharutamine

Lihakehast eraldatud soolekomplekti vaatab üle veterinaararst, sooled suunatakse viivitamatult edasisele töötlemisele. Soolekomplekt harutatakse lahti tavaliselt roostevabast terasest või marmorplaatidest kattega statsionaarsetel laudadel. Soolekomplekti lahtiharutamislaua peab olema võimalus soolte pesemiseks, juhul kui nad kõhuõõnest eraldamise või transportimise ajal määrdusid.



Joonis 46. Soolekomplekti lahtiharutamine

Sea soolekomplekti lahtiharutamist alustatakse laual pärasoole eraldamisest koos põiega, põis lõigatakse kohe pärasoole küljest lahti, seejärel eraldatakse kõversool.

Kui kogutakse ja töödeldakse sea sooltest vorstikestadeks ainult kõversooli, siis seisneb soolekomplekti lahtiharutamine ainult kõversoole ja soolekeskme eraldamises ning kõik ülejäänud sooled suunatakse töötlemisele loomsete kõrvalsaadustena.

Sea kõversooleid eraldatakse kammikujulisel äärisel nagu veise kõversooleldki. Erinevalt veise kõversoolete eraldamisest pole sea kõversoole puhul tavaliselt vaja kasutada nuga, sea kõversooleid tõmmatakse ära käega ühes suunas alates kaksteistsõrmiksoolest. Ainult lahjade sigade kõversooleid eraldatakse noaga. Kõversoole eraldamisel jämesoolest tõmmatakse käega soolesisaldis lõikekohast eemale. Lõigatakse lahti kõversool. Soolestikust eraldatakse soolekinnis, mis suunatakse toidurasva sulatamise osakonda.

Lamba soolekomplekti lahtiharutamisel eraldatakse kõigepealt pärasool koos põiega, seejärel kõversool, siis umbsool koos osa sirgsoolega (käärsoolega).

Soolte vabastamine sisaldisest ja rasvatustamine

Kohe pärast soolekomplekti jaotamist osadeks tuleb eemaldada soolesisaldis, et selle mõjul ei väheneks sooleseinte vastupidavus. Sooled vabastatakse sisaldisest kas

võllide abil või käsitsi. Käsitsitöötlemisel eraldatakse jämesoolte sisaldis veega. Söögitorusid ja põisi pestakse veega seest- ja väljastpoolt. Peensooled tühjendatakse enamasti võllide abil, sest nad on väga pikad. Tööorganiteks on kaks vastassuunas pöörlevat horisontaalset võlli. Võllid on kaetud kummi ja beltingkangaga, et suurendada hõõrdekoefitsienti ja vältida soolte libisemist. Sooli niisutatakse sooja veega (umbes 37 °C), et vältida soolte jahtumist ja kleepumist võllide külge, säilitada nende elastsus, pehmendada rasva ning pesta sisaldis ära. Võllidele asetatakse soolte keskkoh.

Tavaliselt eemaldatakse rasv jämesoolelt, põielt ja söögitorult käsitsi. Pärasoolelt eemaldatakse rasv alates päraku poolt, umbsoolel alustatakse umbsest otsast. Pärasoolelt ja söögitorult eemaldatakse kõigepealt rasvkude, seejärel lihaskude (võib ka korraga).

Kõik kõversoole rasvatustatakse masinatega. Kasutatakse näiteks harimasinaid, mille tööorganiteks on kaks võlli ja neile kinnitatud riisilõlgedest või mererohust harjad.

Soolte sleimimine

Limaskest ja liigsete kihtide eemaldamist nimetatakse sleimimiseks, eraldatud kesti sleimiks.

Limaskest eemaldatakse kõigilt sooltelt. Limaskestaalne kest jäetakse alles kõigil vorstikestadeks töödeldavatel sooltel. Ülevaade sooltelt eraldatavate kestade kohta on toodud tabelis 17.

Tabel 17. Vorstikestadeks töödeldavatelt sooltelt eraldatavad kestad

Sooleliik	Serooskest	Lihaskest		Limaskestaalne kude	Limaskest
		pikikiht	ringikiht		
Veisesoole					
jäme kõversool	–	–	–	–	+
kõversool	–	–	–	–	+
umbsool	+	–	–	–	+
sirgsool	–	–	–	–	+
pärasool	+	+	–	–	+
Seasoole					
kõversool	+	+	+	–	+
pärasool	–	–	–	–	+
Lambasoole					
kõversool	+	+	+	–	+
umbsool	–	–	–	–	+
pärasool	–	–	–	–	+

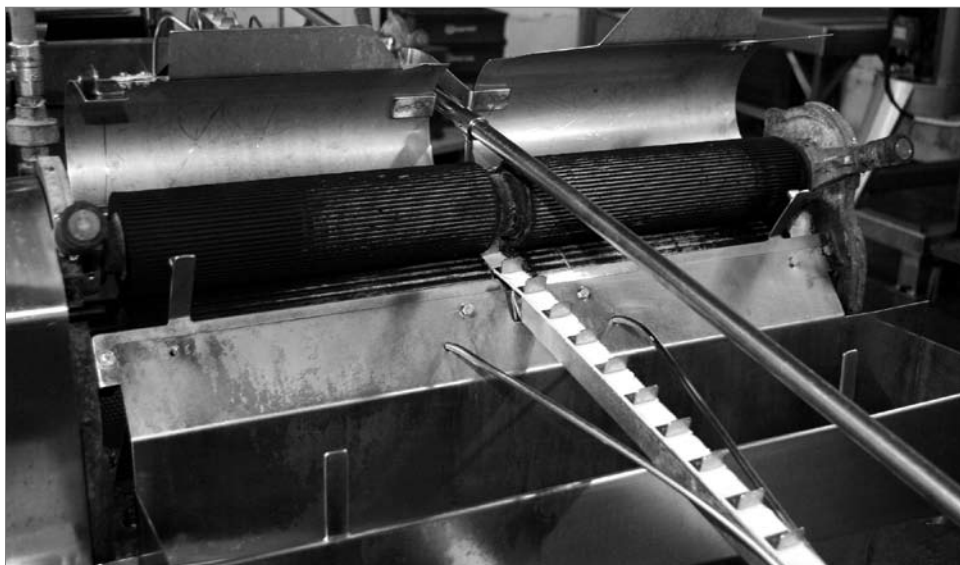
Veisesoole tuleb enne limaskesta eemaldamist ümber pöörata. Sigade ja lamaste kõversooli leotatakse enne limaskesta eemaldamist soojas vees. Leotamise ajal lõdvenevad limaskesta sidemed mikroobide elutegevuse ja proteolüütiliste fermentide toimel. Värskeid sisaldiseta sooli leotatakse 37 °C vees 1—2 tundi või 40—45 °C vees

30 minutit, konserveeritud sooli külmas vees 3 ööpäeva. Veisesooled pööratakse ümber sooja vee abil.

Sleim sisaldab valke, rasva, proteolüütilisi fermente (trüpsiini, kumotrüpsiini, elastaasi jt fermente), hormoon hepariini, sekretiini (kaksteistsõrmiksool), vitamiine B₁, B₁₂ jt. Lamba kõversoolte sleimi keskmine keemiline koostis on järgmine: veesisaldus 85—88%, valgusisaldus 9—10%, rasvasisaldus 1—2%, tuhasisaldus umbes 1%. Sleimi veesisaldus võib kõikuda väga suurtes piirides, sõltudes eelkõige sleimimisviisist ning sleimimisel soolte niisutamiseks kasutataud vee kogusest.

Veisesoolte käsitsi sleimimiselt saadud värsket sleimi võib kasutada naha pehendamiseks. Sleimi võib kasutada ka ravimpreparaatide valmistamiseks.

Ühelt veise soolekomplektilt saadava sleimi kogus on keskmiselt 1,6 kg, sea peensoolelt 500 g, lamba peensoolelt 400 g.



Joonis 47. Sleimi purustamise ja eraldamise seade

Soolte sortimine, kaliibrimine ja kimpudeks sidumine

Puhastatud ja jahutatud sooled sorditakse kvaliteedi ning mõõtmete (läbimõõdu ja pikkuse) järgi. Läbimõõd (kaliiber) määratakse kaliibrimislaua abil. Sortimislaua juurde on toodud suruõhk (0,12—0,15 MPa, s.o 1,2—1,5 at). Kaliibri määramiseks täidetakse lühikesed sooled õhuga kogu pikkuses, pikad osade kaupa. Kaliiber määratakse iga 1—2 m järel, ühe kaliibri üleminekul teiseks lõigatakse sool katki.

Samaaegselt kaliibrimisega sorditakse sooled vastavalt kvaliteedile, s.o vigade tüübi, arvu ja asukoha järgi. Soolte vead jaotatakse kolme rühma: elupuhused, töötlemise ja säilitamise vead.

Elupuhused vead. Sagedamini esinevateks elupuhusteks vigadeks sooltel on kublad, kasvajad, haavandid, verevalumid, paisad, vistrikud. Kublad on soole limas-

kesta all asuvad parasitaarsõlmekesed mõõtmatega 0,5 kuni 6 mm. Mädased kublad, rohelised, kollased ja mustad laigud lõigatakse sooltest välja. Samuti eraldatakse enamik teisi patoloogilisi kõrvalekaldeid vastavalt veterinaarsanitaarse ülevaatuse järeldustele.

Töötlemisviigadena esinevad sooltel sagedamini rebestused, sisselõiked, määrdumus, rasvasus, ühe kesta vigastus (mitmekestalise seina puhul).

Marrastus – sooleseina pindmine kahjustus. Rebestused tekivad soolte eraldamisel soolekomplektist liiga tugeva tõmbe korral, soolte puhastamisel limaskestast või nende rasvatustamisel. Sisselõiked sooltesse tekivad samade toimingute puhul, kusjuures eristatakse sooleseina läbivaid sisselõikeid – auke ja nn aknaid, kus on vigastatud ainult üks soole kest, näiteks veise sirgsoolte puhul. Nn akende esinemise korral sooltes tekib suruõhu puhumisel soolekestade vahele soole paisumine, mis harilikult ei muuda soolt mittestandardseks.

Määrdumus võib olla nii sisemine kui ka väline. Kui sooled ei ole oluliselt määrdunud, siis saab neid puhastada töötlemise käigus või lõpus. Väga määrdunud sooli pole võimalik kasutada vorstikestadeks.

Rasvasus on ebakvaliteetse rasvatustamise tagajärg. Mõnede soolte puhul lubatakse nn rasvanööri jäljed soolekinnise ühenduskohal (rasvanöör – rasvajäänused peen-soolel (sea-, veise-) soole kinnisest eraldamise kohal). Halvasti rasvatustatud soolte säilitamisel rasv rikneb ning sooled muutuvad vorstitööstuse jaoks kõlbmatuks. Riknemise algstaadiumis on võimalik räästumise lõhna eemaldada, leotades sooli 2—3 tunni jooksul soojas vees (35—40 °C).

Mulgustus – töödeldud lamba-, seasoole seinas olevad väikesed augud (läbimõõduga 0,2—2 mm).

Koprumine – õhu sattumine veise umb- või käärsooleseina kestade vahele.

Soolte säilitusvead: punetus, roostelaigud, roiskumine, värvuse muutus, käärimine, hallitamine, soolatäpid.

Punetus võib esineda roosa või erepunase katuna soolatud sooltel. Selle põhjustajaks on soolataluvad mikroorganismid, mis arenevad temperatuuril üle 10 °C. Nad kahjustavad väga kergesti taarat, säilitusruume, sooli, kuid inimese jaoks on nad kahjutud. Pindmise punetuse korral pole soole sisekihid kahjustatud ja punetust on võimalik ära pesta veega, soolveega või kaaliumpermanganaadilahusega. Pindmine punetus ei vähenda sooleseina vastupidavust. Mittepestava punetuse korral on sooleseina tugevus vähenenud.

Roostelaigud tekivad temperatuuril üle 10 °C. Algstaadiumis olevad roostelaiigud on heledad ja soolte kvaliteeti ei alanda. Kui roostelaigud on juba kaugele arenenud ja omandanud tumepruuni värvuse, siis selles kohas on soole sein väga rabe või esineb isegi seina läbiv auk. Eriti tundlikud on lamba ja sea kõversoolad. Roostelaikude tekke põhjustajaks on erilised soolataluvad mikroorganismid, mis arenevad keedusoolas esinevate raua- ja kaltsiumisoolade juuresolekul. Roostelaikude tekke vältimiseks tuleb jälgida, et soolamiseks kasutatav keedusool vastaks standardi nõuetele ega sisaldaks liiga palju ballastsooli.

Roiskumine tekib valkude lagunemise tõttu. See viitab tehnoloogilisest režiimist kõrvalekaldumisele. Roiskumise tõttu sooled tumenevad, eraldub ebameeldivat lõhna, langeb sooleseinte vastupidavus.

Värvuse muutus võib olla tingitud nii roiskumisest kui ka õhuhapniku toimest, sooled võivad omandada hallika, sinaka varjundi. Seda defekti ei teki, kui sooled on korralikult soolatud ja tihedalt tünnidesse asetatud.

Käärimine tekib sooltes, mis enne soolamist on halvasti jahutatud. Soolled omandavad hapuka lõhna ja halli värvuse.

Hallitamine põhjustab kuivatatud toodete riknemist. Hallitusseened hakkavad arenema, kui tooteid säilitatakse niisketes ruumides. Hallitusseeni võib eraldada äädikhappes niisutatud lapiga, seejärel tuleb tooted uuesti kuivatada.

Soolatäpid – soolatud sooltel esinevad valged krobelised täpid – soolerooste protsessi algstaadium.

Naturaalsoolte klassifitseerimisel on aluseks nende kvaliteet, augukeste olemasolu, soolte üldpikkus, soolelõikude arv pundis/kimbus. Kvaliteediklasse tähistatakse tähtedega: nt A, B, AB. Ühe tähega tähistatakse kvaliteediklassi juhul, kui pundis 70% sooltest vastab selle klassi nõuetele, kaks tähte, kui pundis on kvaliteediklasside suhe 50:50. Klassifitseerimisel kasutatakse ka mõistet „ekstra” – vastavad sooled on mõeldud automaatpritsidel täitmiseks. Kõrgema klassi pundis ei tohiks soolelõikude arv ületada 16—18. Kui pundis on soolelõikude arv 45—55, siis tähistatakse kvaliteeti sõnaga „lühike” (*short*); soolelõigu pikkus peab olema vähemalt kaks meetrit. Sooleseinte tugevuse määramiseks täidetakse sool suruõhuga (olenevalt sooleliigist 0,05—0,1 MPa) või veega (0,05 MPa), kui sool peab vastu sellele rõhule, loetakse ta tugevaks.

Kaliibritud ja sorditud sooltest koostatakse kimbud või pundid ning pakid. Kimbus või pundis on kindel kogus meetreid, pakid on koostatud tükkidest. Pundis on sooli 91,4 m (100 jardi).

Töödeldud soolte konservimine, pakkimine ja säilitamine

Puhastatud jahutatud soolte konservimiseks kasutatakse põhiliselt kaht meetodit: keedusoolaga soolamist ja kuivatamist. Kuivatamist kasutatakse tavaliselt ainult põite konservimiseks.

Keedusoolaga konservimine. Keedusoola mõjul toimuvad sooltes difusioon-osmootsed protsessid, mille tulemusena sooltest eraldub vesi, sooltesse tungib keedusool ja nende protsesside tõttu aeglustub või katkeb riknemist põhjustavate mikroorganismide elutegevus.

Soolte konservimiseks kasutatakse kaht soolamisviisi: kuivsoolamist ja märgsoolamist. Kuivsoolamisel lisatakse sooltele kuiva keedusoola, mis lahustub sooltes sisalduvas vees, moodustuv keedusoolalahus tungib sooltesse. Kuivsoolamisega konserveeritakse tugevate seintega sooli, veise sirgsooli jt. Märgsoolamine seisneb soolte töötlemises soolveega. Seda soolamisviisi kasutatakse õhukeseseinaliste soolte puhul, näiteks lamba kõversoolte konservimiseks.

Kuivsoolamisel väheneb soolte veesisaldus 84%-lt 50—60%-ni, eraldunud vee hulk on soola kontsentratsioonist, sooldumise kestusest. Soolatud soolte leotamisel vees sooled punduvad ja neist eraldub sinna tunginud sool. Sooldumise kiirus on ka soolamisruumi temperatuurist, mida kõrgem see on, seda kiirem on difu-

sioon. Temperatuuri tõusmisel üle 10 °C suureneb soolte riknemise tõenäosus. Seetõttu soolatakse jahutatud sooli ja soolamisruumide temperatuur ei tohi olla üle 10 °C.

Töödeldud sooled saabuvad konservimisele kimpude või pakkidena, nad on nõõriga (sooleotsaga) kinni seotud.

Soolamiseks kasutatakse puhast toidukõlblikku keedusoola. Soolte kimbud (pakid) riputatakse korralikult soolaga üle, eriti hoolikalt peab jälgima, et soola satuks ka sidumiskohtadesse.

Sooled soolatakse laudadel ja asetatakse nad sellistesse tingimustesse, kus tekkiv soolvesi saab pidevalt ära voolata. Kui pole ruumipuudust, siis võivad sooled soolduda samadel laudadel, kus neid soolati; soolvee vabaks äravoolamiseks on siis laud kahekordse põhjaga, ülemine neist on mulgustatud. Sooli võib soolata ka vett läbilaskvates kastides või riiulitel.

Soolte soolamine-nõrutamine kestab 12—24 tundi, mille jooksul soolte mass väheneb umbes 30% võrra. Järelsooldumine toimub plastnõudes, kuhu sooled laotakse kihiti keedusoolaga. Soodled tuleb laduda hästi tihedalt, võimaluse korral võib neid pressida. Ühte nõusse tohib laadida ainult üht liiki ja sorti sooli.

M ä r g s o o l a t a k s e sea ja lamba kõversooli. Soodled asetatakse vannidesse või teistesse vett mitte läbilaskvatesse nõudesse. Soodled puistatakse korralikult soolaga üle ja jäetakse 4 kuni 5 ööpäevaks sooltest eraldunud veest ja soolast tekkinud soolvette. Pärast seda nõrutatakse sooled laual või restil ja asetatakse ämbritesse/tünnidesse, millega nad saadetakse säilitamisele.

Kuivatamisega konservimine. Kuivatamise konserviv toime seisneb selles, et vähese veesisalduse tõttu on häiritud mikroorganismide elutegevus. Mida vähem sisaldub tootes vett, seda paremini toode säilib, kuid praktiliselt kuivatatakse põied (sooled) umbes 15% veesisalduseni. Veesisalduse edasine vähenemine muudab tooted liiga rabedaks, kergesti murduvaks, samuti ei ole see majanduslikult otstarbekas.

Põisi (sooli) kuivatatakse täispuhutult, mis omakorda suurendab tunduvalt nende farsimahutavust. Kuivatatud põite maht on 3—4 korda suurem soolatud põie mahust.

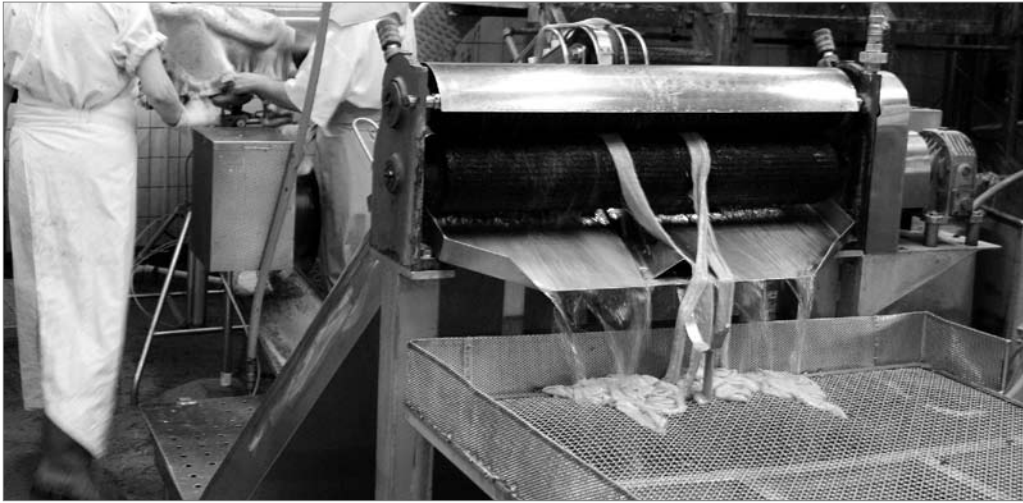
Põite kuivatamise protsess on töömahukas ja vaja on erilisi kuivatamiskambreid. Kuivatamisrežiimi on käsitletud põite töötlemise kirjeldamisel.

Soolte pakkimine ja säilitamine. Soolatud sooled pakitakse plastämbritesse, tünnidesse, mahuga mitte üle 100 l, või väikepakendina kilekottidesse. Taara põhja puistatakse kiht soola, mille peale laotakse võimalikult tihedalt sooled, pealmine sooltekiht kaetakse samuti kuni 2 cm paksuse soolakihi.

Soolatud sooli säilitatakse jahutatavates ruumides temperatuuril 0 kuni 10 °C, õhu suhteline niiskus hoiuruumis ei tohi olla üle 85%. Säilitamisaeg on kuni 12 kuud.

Veise soolte töötlemine

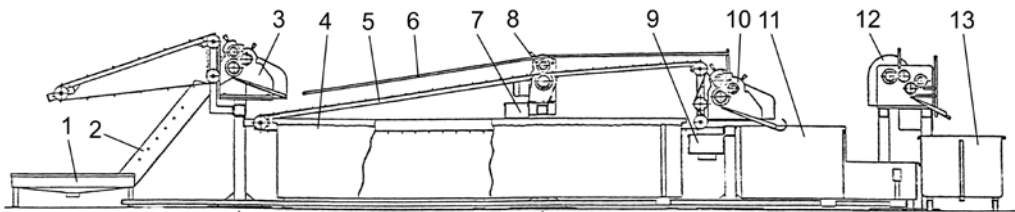
Veise soolekomplekti töötlemine vorstikestadeks on Euroopa Liidu maades keelatud hullulehmatõve leviku vältimiseks. Seetõttu on otstarbekas veise soolekomplekti sisusest tühendada enne saatmist loomsete kõrvalsaaduste töötlemise ettevõttesse.



Joonis 48. Veise soolekomplekti vabastamine sisaldisest

Sea kõversoolte töötlemine

Sea kõversoolte töötlemise etapid: sisaldise eemaldamine, limaskesta kobestamine-purustamine, liigsete kestade eraldamine (sleimimine), lõplik puhastamine, jahutamine, sortimine, kaliibrimine, kimpude koostamine, soolaga konservimine.



Joonis 49. Sea kõversoolte töötlemise liin firmalt AB STRIDHS MASKINER. 1 – vastuvõtulaud, 2 – transportöör, 3 – sisaldise väljasurumise võllid 9-SC-800 BM, 4 – veevann, 5 – konveier, 6 – veetoru, 7 – sleimikogumise renn, 8 – sleimi purustamise ja osalise eraldamise võllid 5-S-800 S, 9 – sleimikogumise renn, 10 – sleimi purustamise ja eraldamise võllid 9-SC-800 BS, 11 – kogumisvann, 12 – lõpliku puhastuse seade 8-F-600, 13 – puhastatud soolte jahutusvann

Sigade soolekomplektid (koos mao ja põrnaga) kogutakse algtöötlemise osakonnas *blow*tanki (kontaktmahutuvuslik tooraine kogumispak), suunatakse sooltetöötlemise osakonda vastuvõtulauale.

Soolekomplektist eraldatakse magu, põrn ja soolterasv; soolekomplekt suunatakse kõversoolte eraldamiseks roostevabast terasest lauale.

Lahtiharutamist alustatakse laual pärasoolte eraldamisest koos põiega, põis lõigatakse kohe pärasoolte küljest lahti.

Pneumaatilise noaga eraldatakse kõversool; kõversool ripub üle laua kõrgenduse, ülejäänud soolekomplekti osad asuvad laual.

Kui eraldatud soole pikkus on u 8 m, suunatakse sool transportöörile, mis juhib soole esimesse valtsseadmesse 9-SC-800 BM, kus soolesisaldis eemaldatakse.

Sisaldiseta soole keskkohast satub transportöörile, sooleotsad kukuvad soojaveevanni (40—45 °C), mis asub transportööri all.

Transportöör viib sooled võllide 5-S-800 S vahele, kus purustatakse sleim. Sea kõversoolte sees olev limaskest on limaskestaalusega suhteliselt nõrgalt seotud ja seetõttu piisab limaskesta eraldamiseks kahe võllipaari võllide mehaanilisest toimest ning sooja vee mõjust.

Sleimipurustamisvõllidest satuvad soolte keskkohad transportööri konksule, soole otsad aga soojaveevanni (40—45 °C). Selles vannis hoitakse sooli 30 minutit ning transportöör viib soolte keskkohad järgmiste võllide – puhastusvõllide 9-SC-800 BC vahele.

Sooled töödeldakse lõplikult seadmes 8-F-600, kuhu sooled tõstetakse käsitsi, korraga 4—5 soolt.

Puhastatud sooled jahutatakse veega, mille temperatuur on kuni 18 °C.



Joonis 50. Sea soolekomplekti vastuvõtmise ja töötlemise liin

Soolte sortimiseks-kaliibrimiseks puhutakse neisse suruõhku või juhitakse külma vett. Soolte kaliiber määratakse iga 2 meetri järel. Sool lõigatakse katki kohtades, kus üks kaliiber läheb üle teiseks, muutub soole sort või avastatakse soolt läbivad augud.

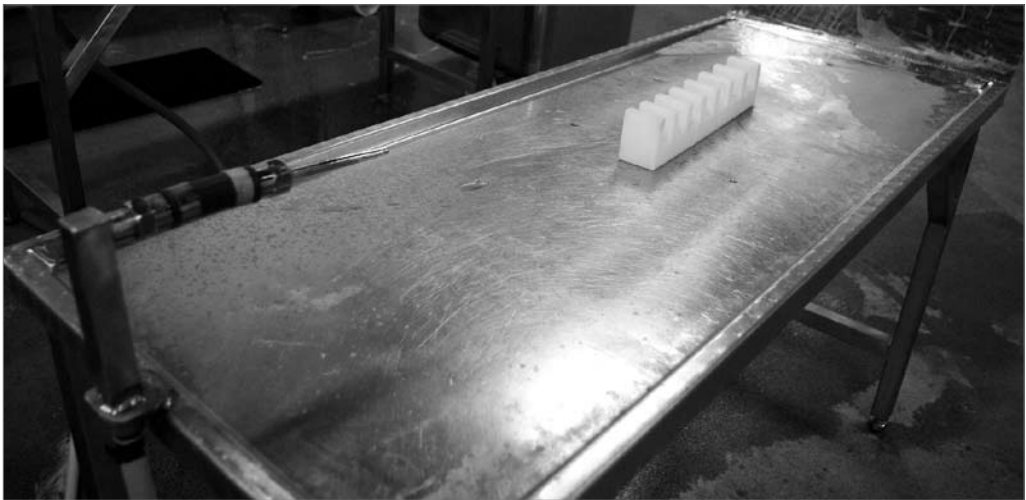
Kõversoolte punti mõõdetakse 91,4 m soolt. Soolepundid saadetakse keedu-soolaga konserveerimisele.

Sooltelt eraldatud sleim kogutakse ja suunatakse *blow*tanki abil tehnotoodete osakonda.

Sea kõversooled kaliibritakse kaheksaks: –/26 mm, 26/28 mm, 28/30 mm, 30/32 mm, 32/34 mm, 34/36 mm, 36/0 mm 40/+ mm.



Joonis 51. Sea kõversoolte töötlemise liin firmalt AB STRIDHS MASKINER



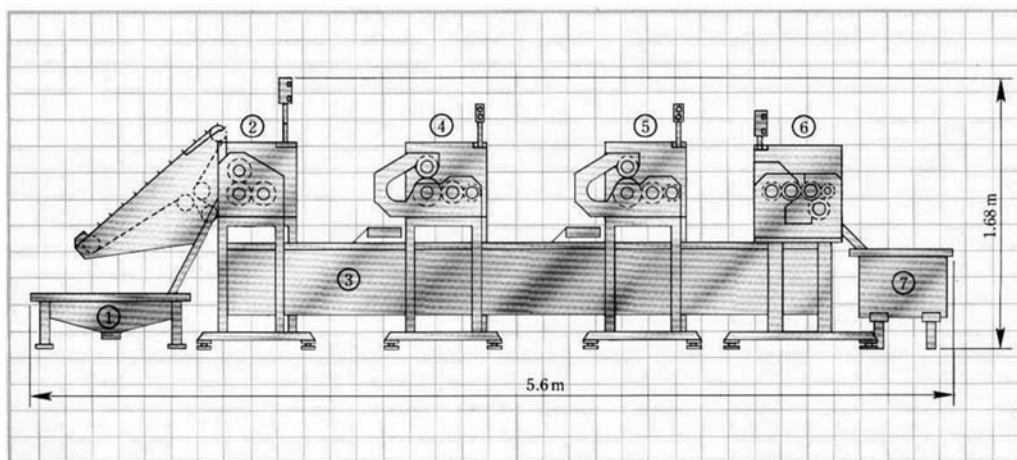
Joonis 52. Soolte sortimis-kaliibrimislaud

Lamba kõversoolte töötlemine

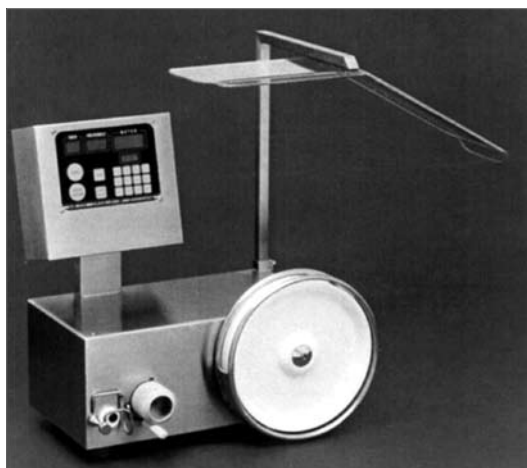
Põhietapid: soolte tühjendamine, leotamine, sleimimine (eraldatakse serooskest, lihaskest ja limaskest), sortimine, kaliibrimine, kimpude koostamine, keedusoolaga konservimine.

Lamba kõversoolte töötlemise liin SGS (*Bitterling*) on toodud joonisel 53.

Sortimiseks täidetakse lamba kõversooled veega või suruõhuga, mis juhitakse soole laiemasse otsa. Kvaliteedi järgi jaotatakse lamba kõversooled klassidesse. Kaliibritud kõversooled liigitatakse: 14/16 mm, 16/18 mm, 1/20 mm, 20/22 mm, 22/24 mm, 24/26 mm, 26/28 mm, 28/+ mm. Sooletükkidest koostatakse pundid – ühes pundis 91,4 m soolt.



Joonis 53. Lamba kõversoolte töötlemise liin SGS (*Bitterling*). 1 – soolte vastuvõtulaud, 2 – soolte sisuse väljapressimise ja sleimi purustamise seade SCS MkII, 3 – vann, 4 – sleimi purustamise ja väljapressimise seade HD №3 Mk II, 5 – sleimi purustamise ja väljapressimise seade HD №3 Mk II, 6 – soolte lõpliku puhastamise seade, 7 – puhastatud soolte vastuvõtuvann



Joonis 54. Soolte kimpu/punti mõõtmise seade

Sea ja veise kuivatatud põite tootmine

Pärast pärasoolest eraldamist surutakse käsitsi põiest sisaldis välja, põis pestakse veega seest- ja väljastpoolt. Rasvatustamiseks riputatakse põis konksu külge ja rasvukude eraldatakse noaga, samaaegselt lõigatakse ära ka väljaulatuvad serooskesta osad. Põisi leotatakse 3—4 tundi külmas vees ja kuivatatakse.

Kuivatamiseks puhutakse põis õhku täis ja põiekael seotakse nõõriga kinni. Ühe nõõri külge seotakse 5—10 põit. Nõõrid põitega riputatakse kuivatuskambris nii, et põied ei puutuks üksteisega kokku. Kuivatuskambri temperatuur on 35—50 °C, õhu suhteline niiskuse 60—80%, kuivatamise kestus 4—6 tundi. Kõrgema temperatuuri juures kuivatamisel tumenevad põieseinad, nad omandavad pruunika värvuse ja see alan-

dab põite sorti. Madalama temperatuuri juures aeglustub kuivamine. Väga hea tulemuse annab astmeline kuivatamisrežiim, kus järk-järgult tõstetakse temperatuuri ja alandatakse õhu suhtelist niiskust.

Soovitav on kuivatada põied 10—12% veesisalduseni, seejärel paigutatakse põied niiskesse ruumi (õhu suhteline niiskus 100%, temperatuur 13—15 °C) ja hoitakse seal, kuni põite niiskus on tõusnud 13—17%-ni. Sellega loetakse konserveerimine lõpetatuks.

Kui on saavutatud vajalik põite veesisaldus, lõigatakse ära põiekael koos nõoriga, surutakse õhk välja ja mõõdetakse põie pikkus põiekaela algusest kuni umbse otsani (tipuni). Põied sortitakse. Kõrgema kvaliteediklassi põied peavad olema elastsed, läikivad, kollakad (kuldsed), vigastusteta, määrdumusetu ja korralikult rasvatustatud. Madalama kvaliteediklassi põied võivad olla tuhmkollased (mati pinnaga), üksikute rasvateade ja kelmejäakidega, põie seina mitteläbivate aukudega. Lõhn on omane töödeldud põitele, läppumise-, hallituse-, roiskumis lõhn ei tohi olla; ei ole lubatud putukatõrjeks kasutatavate vahendite kõrvallõhn. Põied peavad vastu pidama õhusurvele kuni 0,1 MPa.

Põied kaliibritakse pikkuse järgi. Sama kvaliteediklassi ja kaliibriga põied pannakse 25 kaupa pakkidesse, asetades nad põiekaeltega vastassuunas. Põied seotakse nõoriga, pannes nõori alla puhta kartongi või tugeva paberi kihi.



Joonis 55. Seapõite töötlemine

Valmis põiepakid pressitakse, asetatakse mõneks ajaks kuiva ruumi järelkuivatamisele ja pakitakse kastidesse või (paber-, riide-) kottidesse või jõupaberisse.

Kuivatatud põisi säilitatakse õhu suhtelise niiskuse juures mitte üle 63% kuni üks aasta.

LOOMSED KÕRVALSAADUSED

Alates 1. jaanuarist 2005 peab loomsete kõrvalsaaduste käitlemine vastama EÜ määruses nr 1774/2002 toodud nõuetele. Määrusega sätestatakse loomade ja inimeste tervishoiueeskirjad:

a) loomsete kõrvalsaaduste kogumiseks, transpordiks, ladustamiseks, käitlemiseks, töötlemiseks ja kasutamiseks või kõrvaldamiseks, et välistada kõnealustest toodetest tekkivat ohtu loomade või inimeste tervisele;

b) loomsete kõrvalsaaduste ning nendest saadud töödeldud toodete: loomse valgu, lemmikloomatoidu, koerte närimiskontide, jahitrofeede, villa, karvade, seaharjaste, sulgede jne turustamiseks ning ekspordi ja transiidi erijuhtudeks.

Alates 4. märtsist 2011 kohaldatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus nr 1069/2009, 21. oktoober 2009, milles sätestatakse muuks otstarbeks kui inimtoiduks ettenähtud loomsete kõrvalsaaduste ja nendest saadud toodete tervise-eeskirjad ning tunnistatakse kehtetuks määrus (EÜ) nr 1774/2002. Määruses sätestatakse rahvatervise ja loomade tervise-eeskirjad loomsete kõrvalsaaduste ja nendest saadud toodete kohta, et vältida ja minimeerida kõnealustest saadustest ja toodetest tulenevaid inimeste ja loomade terviseriske ning eelkõige selleks, et kaitsta toidu- ja söödaahela ohutust.

Alltoodud on lühikokkuvõte neist kahest määrusest, et selgitada loomsete kõrvalsaaduste liigitamise, kõrvaldamise või kasutamise põhimõtteid. Loomsete kõrvalsaaduste käitlemisel ettevõttes (lihatööstuses) tuleb lähtuda praegu kehtivatest seadusandlikest aktidest ning neis toodud nõuetest.

Mõisted ja liigitamine kategooriatesse

Määruses nr 1069/2009/EÜ toodud mõisteid:

loomsed kõrvalsaadused – loomade terved kehad või nende osad, loomsed saadused või muud loomset päritolu saadused, mis ei ole ette nähtud inimtoiduks, sh munarakud, embrüod ja sperma;

loomsetest kõrvalsaadustest saadud tooted – tooted, mis on saadud loomsete kõrvalsaaduste ühe või mitme töötlemise või töötlustapi tulemusena;

transmissiivsed spongioossed entsefalopaatid (TSEde) – kõik transmissiivsed spongioossed entsefalopaatid, nagu on määratletud määruse (EÜ) nr 999/2001 artikli 3 lõike 1 punktis a;

määratletud riskiteguriga materjal – määratletud riskiteguriga materjal, nagu on määratletud määruse (EÜ) nr 999/2001 artikli 3 lõike 1 punktis g;

rõhu all steriliseerimine – loomsete kõrvalsaaduste töötlemine pärast seda, kui peenestamise tulemusena ei ole osakesed suuremad kui 50 millimeetrit, vähemalt 20 minuti jooksul katkematult sisetemperatuuril üle 133 °C ja vähemalt 3baarise absoluutrõhu all.

Hullulehmatõbi (BSE – *bovine spongiform encephalopathy*) on veiste nakkushaigus, millesse nakatumise korral loom sureb närvikoe kahjustumise tõttu. Haiguse põhjustajaks ja nakkuse ülekandjaks on valguosake ehk prioon. Sarnaseid nakkuslikust

valguosakesest põhjustatud haigusi esineb peale veiste ka teistel loomadel, nagu näiteks lammastel, kassidel ja naaritsatel. Lammaste puhul on vastava haiguse nimetus skreipi. Erinevatel loomadel esinevat valguosakestest põhjustatud haigust nimetatakse üldnimetusega TSE (*transmissible spongiform encephalopathy*) – nakkav ajukoe käsnjas kahjustus, mille tagajärjel ajukoe rakud hävivad.

BSE avastati esimest korda 1986. aastal Ühendkuningriigis. 1990ndatel levis haigus seal pea kõikide karjade seas, mistõttu surmati miljoneid loomi. Haigust on avastatud kõigist Euroopa Liidu liikmesriikidest, välja arvatud Balti riigid.

Loomsed kõrvalsaadused võivad pärineda loomakasvatusest, tapamajadest, lihalõikusest, värske liha müügipunktidest või kauplustest. Loomsed kõrvalsaadused liigitatakse kategooriatesse vastavalt inimeste ja loomade terviseriski tasemele. Kategooriatesse liigitamisega määratakse ka kindlaks, missugune ettevõtte missugust kategooriat võib töödelda ning missugustele nõuetele peab ettevõtte vastama. Siit tuleneb ka lõpp-produkti edasise kasutamise võimalus. Loomsed kõrvalsaadused liigitatakse kolme kategooriasse. Esimese kategooria loomsed kõrvalsaadused on kõige kõrge riskiastmega ja kolmanda kategooria kõrvalsaadused kõige madalama riskiastmega.

Esimese kategooria loomsed kõrvalsaadused on:

- loomade terved kehad ja kõik kehaosad, sh toornahad, nahad:
 - kõik transmissiivse spongiformse entsefalopaatia (TSE) kahtlased või positiivse diagnoosiga loomad;
 - TSE likvideerimise käigus hukatud loomad;
 - lemmikloomad, loomaaialoomad, tsirkusloomad ja katseloomad;
 - inimestele või loomadele nakkavate haiguste kahtlusega metsloomad;
- määratletud riskiteguriga materjal;
- määratletud riskiteguriga materjali sisaldavad surnud loomad;
- loomsed kõrvalsaadused, mis sisaldavad keelatud ravimeid; keskkonna saasteaineid üle lubatud taseme;
- heitvete töötlemisel kogutud loomne materjal, kanalisatsiooni setted, rasvapüüdu jäägid jne, kui töödeldakse määratletud riskiteguriga materjali;
- rahvusvahelistest reisitranspordivahenditest pärinevad toidujäätmed;
- 1. kategooria materjali segu 2. ja/või 3. kategooria materjali või nende mõlemaga, sealhulgas igasugune materjal, mis on ette nähtud töötlemiseks 1. kategooria töötlemisettevõttes.

Teise kategooria loomsed kõrvalsaadused on:

- sõnnik, mineraliseerumata guaano ja loomade seedekulglu sisu;
- heitvete loomsed jäätmed (tapamajadest (v.a tapamajad, kus kõrvaldatakse määratletud riskiteguriga materjali), 2. kategooria loomsete kõrvalsaaduste töötlemisettevõtetest);
- loomsed kõrvalsaadused, mis sisaldavad ravimite ja saasteainete jääke üle lubatud taseme (direktiiv 96/23/EÜ artikkel 15 lõige 3);
- loomsed saadused, mis on neis esinevate võõrkehade tõttu tunnistatud inimtoiduks kõlbmatuks;
- kolmandatest riikidest pärinevad ja imporditud loomsed saadused (välja arvatud 1. kategooria materjal);

- kõik farmides ja majapidamistes hukkunud loomad (välja arvatud eriti ohtlike nakkushaiguste korral), kaasa arvatud tauditõrje eesmärgil hukatud loomad; looted; munarakud, embrüod ja sperma, mis ei ole ette nähtud tõuaretuseks; koorumata jäänud linnud;
- 2. ja 3. kategooria materjali segu;
- loomsed kõrvalsaadused, mis ei kuulu 1. või 3. kategooria materjali hulka.

Kolmanda kategooria loomsed kõrvalsaadused on:

- loomade kehaosad, mis on läbinud veterinaarkontrolli ja tunnistatud inimtoiduks kõlblikuks, kuid mida ei kasutata inimtoiduks kaubanduslikel, esteetilis- tel ja muudel sarnastel põhjustel;
- terveks tunnistatud loomadelt pärinevad kõrvalsaadused (nahk, sõrad, sarved, seaharjased, suled, vill, karvad ja karusnahk, veri, platsenta, kabja ja sõra lõik- med);
- veri, mis on saadud tapamajas tapetud põllumajandusloomadelt, kellel pole inimestele ega loomadele esinevaid nakkushaiguste nähte ning kes on tapaeel- se kontrolli läbinud ja tunnistatud inimtoiduks kõlblikeks;
- inimtoiduks ettenähtud toodete tootmisel tekkinud kõrvalsaadused, sealhulgas rasvatustatud kondid ja kõrned;
- loomsed saadused või loomseid saadusi sisaldav toit, mis ei ole enam ette nähtud inimtoiduks ärilistel kaalutlustel, tootmis- või pakendamisdefektide või muude puuduste tõttu, mis ei põhjusta inimeste ja loomade terviseriske (näiteks valel temperatuuril hoiustatud, katkise pakendiga, „parim enne” või „kõlblik kuni” tähtaja ületanud loomse päritoluga tooted);
- lemmikloomasööt, mis sisaldab loomseid kõrvalsaadusi või nendest saadud tooteid ja mida ka ärilistel kaalutlustel ei kasutata;
- toorpiimsentrifuugimise ja separeerimissette piimatööstusest;
- tapetud ulukite kehad ja kehaosad, mis tapmiseelselt on tunnistatud inimtoi- duks kõlblikuks;
- kalajahu valmistamise eesmärgil avamerelt püütud kala või muud mereloo- mad, v.a mereimetajad;
- kala ja kalatoodete kõrvalsaadused (loomsed kõrvalsaadused veeloomadest e kaladest, mis on saadud ettevõttest, kus valmistatakse inimtoiduks ettenähtud tooteid, näiteks fileerimise jäätmed, kalatükid jne);
- haudejaamade **loomsed kõrvalsaadused**: (munakoored, munad, mis ei si- salda embrüot, ärilistel eesmärkidel tapetud ööpäevased tibud (terved tibud, kuid koorus palju, pole võimalik ära müüa või paigutada) ja munade tootmise loomsed kõrvalsaadused (siin mõeldud ka pakendamiskeskuses katkiläinud mune, koori jne);
- toidujäätmed (välja arvatud rahvusvahelistel liinidel sõitvatest transpordiva- henditest 1 kat) jne.

1. kategooria materjali moodustab põhiliselt **määratletud riskiteguriga mater- jal** (määrus nr 999/2001, V lisa):

veised – üle 12 kuu vanuste veiste kolju, sealhulgas aju ja silmad, mandlid ja seljaaju; igas vanuses veiste soolestik kaksteistsõrmiksoolest kuni pärasooleni (kaasa

arvatud pärasool); üle 30 kuu vanuste veiste selgroog, sealhulgas spinaalganglion;

lambad/kitsed – üle 12 kuu vanuste või igemest väljunud jäävlõikehambaga lammaste ja kitsede kolju, sealhulgas aju ja silmad, mandlid ja seljaaju; igas vanuses lammaste ja kitsede põrn.

Seega kuuluvad siia organid ja koed, mis võivad loomade TSE-sse nakatumise korral kõige enam sisaldada prioone ning need tuleb kindlasti toiduahelast eemaldada. Selle kindlustamiseks tuleb juba pärast määratletud riskiteguriga materjali eemaldamist lihakehast/rümbast see märgistada värviga, briljantsinisega FCF (E 133), mis ei muuda värvi ka pärast materjali kuumtöötlemist. 1. kategooria materjali hulka kuuluvad ka loomsed kõrvalsaadused, mis sisaldavad keelatud ravimeid; keskkonna saasteaineid üle lubatud taseme (orgaanilised klooriühendid, sh polükloreeritud difenüülid; orgaanilised fosforiühendid; mükotoksiinid jne).

2. kategooria materjali moodustavad põhiliselt seedetrakti sisu, sõnnik, heitvete loomsed jäätmed töötlemisettevõtetest. Siia kuuluvad ka farmides hukkunud ning tauditõrje eesmärgil hukatud loomad (v.a TSE) ning ka ravimite ja saasteainete (nt antibiootikumid, anthelmintikumid, koktsidiostaatikumid) jääke üle lubatud taseme sisaldavad loomsed kõrvalsaadused.

3. kategooria materjali moodustavad loomade kehaosad, mis on läbinud veterinaarkontrolli ja tunnistatud inimtoiduks kõlblikuks, kuid mida ei kasutata inimtoiduks kaubanduslikel, esteetilistel ja muudel sarnastel põhjustel (nt suguorganid, kusepõis, hingekõri jne).

Suur osa loomseid kõrvalsaadusi, mis kommertslikel kaalutlustel pole mõeldud inimtoiduks, tekib veel lihalõikusosakonnas ning vorstide-sinkide töötlemisel. See grupp loomseid kõrvalsaadusi kuulub peamiselt 3. kategooriasse. Lihalõikusest: korrastamisjäätmekesed, sortimisjäätmekesed (sidemed, sooned, kõõlused, korrastusjäätmekesed, verevalumid, sisemised abstsessid, seanisad, töötlemisvigadega kamaratükid, põrandale kukkunud lihatükid, toiduks mittekasutatavad kondid). Vorstide tootmiselt: soolte tükkikesed, vorstisegu jäägid, põrandale kukkunud vorstisegu, praakvorstid pärast kuumtöötlemist.

Tähelepanu tuleb pöörata mao-soolekomplekti liigitamisel. Kui magude ja soolekomplekt sisaldab määratletud riskiteguriga materjali, kuulub ta 1. kategooriasse, kui magude ja soolekomplekt ei sisalda määratletud riskiteguriga materjali, vaid ainult sisust, kuulub ta 2. kategooriasse, ning tühjendatud magude ja soolekomplekt ilma määratletud riskiteguriga materjalita kuulub 3. kategooriasse.

- Mäletsejalistelt pärinevad sooled: veiste sooled ja lammaste ning kitsede niudesooled on määratletud riskiteguriga materjal (EÜ määrus 999/2001), liigitatakse 1. kategooria materjaliks.
- Tühjendamata maod, sooled teistelt loomaliikidelt, söögitorud, põied. Et sooltesisaldis kuulub 2. kategooriasse, siis liigitatakse need organid 2. kategooriasse.
- Tühjendatud, kuid puhastamata maod, sooled, söögitorud, põied – 3. kategooria.

Ka vere liigitamisel on mitmeid võimalusi. Veri liigitatakse 1. kategooriasse: kui ta pärineb TSE-kahtlase või positiivse diagnoosiga loomadelt; kui pärineb loomadelt,

kelle organid sisaldavad keelatud ravimeid, keskkonna saasteaineid üle lubatud taseme; kui veri on segunenud heitveega, mis sisaldab määratletud riskiteguriga materjali.

2. kategooriasse kuulub veri, mis ei kuulu 1. ega 3. kategooriasse: ülekanduvate haigustega loomade veri, taudikahtluse korral tapetud loomade veri.

3. kategooriasse määratakse toidukõlblik veri, kuid seda ei kasutata toidu otstarbel.

Tabelis 18 on toodud tapasaagised loomaliikide kaupa, s.o rümba massi suhe looma tapaeelsesse elusmassi väljendatuna protsentides. Tabelites 19, 20 ja 21 on toodud tapasaaduste ja loomsete kõrvalsaaduste väljatulekud protsentides tapasooja rümba kohta.

Tabel 18. Tapasaagised

Loomaliik	Tapasaagis, %
Veised (kokku)	57,7
Pullmullikad	58,9
Lehmad	54,8
Lehmmullikad	56,9
Härjad	57,5
Vasikad	58,3
Lambad/kitsed	50,9
Sead	80,0
Broilerkanad	69,7
Broilerkalkunid	76,4

Veiste puhul moodustavad tapasaadustest/loomsetest kõrvalsaadustest suurima osa nahk, veri, pea, maod ja siseorganid. Siseorganitest kaalub kõige rohkem maks. Tapasaadused ja 3. kategooria loomsed kõrvalsaadused on mõlemad enam kui 20% suurima osakaaluga (tabel 20). Sooliselt on veistel üksikute komponentide osatähtsus erinev, suurim on erinevus lehmade puhul. Vasikad erinevad vähe täiskasvanud loomadest (tabel 21).

Veiste sugu mõjutab aga lihas- ja rasvkoe lõigete ja soolterasva/rasviku (määratletud riskiteguriga materjali) osatähtsust, emasloomade ja härgade puhul on see kõrgem (tabel 20).

Kitsede ja lammaste puhul on tapasaaduste osakaal suhteliselt suur (ligikaudu üks kolmandik; tabel 21). 3. kategooria loomsete kõrvalsaaduste osakaal on madal. Samas on mao-sooltetrakti sisaldise osakaal 35% (2. kategooria) kõrgem kui veistel (u 14%) ja vasikatel.

Sigadel on tapasaaduste ja loomsete kõrvalsaaduste väljatulek kokku kõige madalam, 25% rümba massist; veistel on see peaaegu 75% rümba massist, lammastel/kitsedel isegi 96% rümba massist.

1. kategooria materjali osakaal veistel on 11 kuni 14%. Lehmmullikate puhul on see suurem kui teiste sugude puhul (suurem rasviku/soolterasva sisaldus). Lammastel/kitsedel on 1. kategooria materjali osakaal umbes 11%, vasikate puhul oluliselt madalam (9%).

Tabel 19. Tapasaaduste ja loomsete kõrvalsaaduste väljatulekud tapasooja rümba massist (%-des) (Arneth, 2003)

	Pull- mullikad	Lehmad	Lehm- mullikad	Härjad	Veised (kokku)
Elusmass, kg	592,5	502,2	451,6	559,9	540,9
Tapamass (tapasoe), kg	348,9	275,0	257,1	321,9	311,0

Tapasaadused

Siseelundid (kokku)	5,04	6,23	5,74	5,48	5,50
Keel	0,44	0,81	0,48	0,48	0,56
Kopsud	0,86	0,97	0,89	0,84	0,88
Süda	0,63	0,83	0,67	0,63	0,69
Maks	1,71	2,26	1,98	1,80	1,91
Neerud	0,28	0,42	0,32	0,29	0,33
Söögitoru	0,14	0,30	0,14	0,13	0,20
Hingetoru	0,64	0,34	0,88	0,91	0,59
Kõrisõlm	0,34	0,30	0,38	0,40	0,34
Maod (sisaldiseta) kokku	4,07	7,02	4,52	4,07	5,10
Vats (sisaldiseta)	2,53	3,63	2,84	2,58	2,94
Libedik (sisaldiseta)	0,49	1,21	0,54	0,49	0,73
Kiidekas (sisaldiseta)	1,05	2,18	1,14	1,00	1,43
Põrn	0,30	0,32	0,34	0,31	0,31
Veri	5,51	6,19	4,75	5,12	5,58
Lihase- ja rasvkoe lõiked	4,84	6,30	8,48	8,46	7,25
Kokku	19,76	26,06	23,83	23,44	23,74

3. kategooria loomsed kõrvalsaadused

Kusepõis	0,11	0,12	0,07	0,09	0,10
Nahk pealt	2,54	2,12	2,01	1,84	2,29
Nahk	14,19	12,55	13,59	13,68	13,54
Jalad	3,44	3,49	3,51	3,64	3,47
Sapipõis (tühi)	0,04	0,09	0,07	0,05	0,07
Sarved		0,18		0,13	
Suguorganid	0,60	1,40	0,43	0,15	0,82
Kokku	20,92	19,95	19,68	19,58	20,29

2. kategooria loomsed kõrvalsaadused

Magude/sooletrakti sisaldis	18,90	23,02	17,10	16,00	18,62
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-------

1. kategooria loomsed kõrvalsaadused

Pea	4,29	5,13	4,37	4,32	4,77
Silmad	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Sooled (sisaldiseta)	2,61	3,67	3,14	2,86	3,05
Soolterasv/rasvik	3,51	4,35	6,81	6,00	3,48
Kokku	10,45	13,19	14,36	13,22	11,34
Tapasaadused ja loomsed kõrvalsaadused kokku	70,03	82,22	74,97	72,24	73,99

Tabel 20. Tapasaaduste ja loomsete kõrvalsaaduste väljatulekud tapasooja rümba massist (%-des) (Arneth, 2003)

	Vasikad	Lambad/kitsed	Sead
1	2	3	4
Elusmass (kg)	240	37,7	112,5
Rümba mass (tapasoe, kg)	140,5	19,2	90,0

Tapasaadused

Siseelundid kokku	8,40	8,17	3,25
Keel	0,55	0,93	0,33
Kopsud	1,44	2,27	0,57
Süda	1,04	1,38	0,35
Maks	2,93	3,59	1,90
Neerud	0,63		
Söögitoru	0,18	2,04 (söögitoru+	0,74 (söögitoru+
Hingekõri	1,22	hingekõri+	hingekõri+
Kõrisõlm	0,41	kõrisõlm)	kõrisõlm)
Maod (sisaldiseta) kokku	5,02	7,51	1,00
Vats (sisaldiseta)	3,40		
Libedik (sisaldiseta)	0,62		
Võrkmik (sisaldiseta)	1,00		
Sooled sisaldiseta (lambad/kitsed niudesooleta)		3,05	4,61
Põrn	0,42		0,17
Veri	5,84	6,78	3,94
Soolterasv/rasvik		4,58	
Aju ja seljaaju			0,16
Neeru- ja soolterasv			1,40
Neerud/ploomirasv/vahelihas jne			2,66
Jalad	4,07		
Harknääre	0,63		
Kokku	24,38	32,13	17,83

3. kategooria loomsed kõrvalsaadused

Põis	0,20	0,12	0,11
Pea	5,26		
Peanahk	2,50		
Jalad		3,39	
Nahk	14,34	12,90	
Sapipõis	0,06 (tühi)		0,18 (täis)
Sarved		0,54	
Harjased/sõrad			0,56
Soolte sleim			0,91
Suguorganid	0,91	1,54	0,70
Silmad	0,04	0,20	0,05
Kõrva kuulmekäik			0,19

1	2	3	4
Pankreas			0,16
Kokku	23,31	18,69	2,86

2. kategooria loomsed kõrvalsaadused

Seedetrakti sisaldis	14,86	34,60	4,60
----------------------	-------	-------	------

1. kategooria loomsed kõrvalsaadused

Pea		9,11	
Pea- ja seljaaju		0,16	
Silmad		0,20	
Põrn		0,45	
Niudesool		1,52	
Sooled (tühjendatud)	4,65		
Soolterasv/rasvik	4,35		
Kokku	9,00	11,44	
Tapasaadused ja loomsed kõrvalsaadused kokku	71,55	96,87	25,29

Tabel 21. Lindude tapasaaduste ja loomsete kõrvalsaaduste väljatulekud tapamassist (%-des) (Arneth, 2003)

	Kanad	Broilerkukk	Kalkunid (broiler)	Pardid	Haned
Elusmass, g	1548	1591	5163	2513	5402
Tapasooja rümba mass, g	1071	1108	3943	1591	3661

Tapasaadused

Siseelundid (maks, süda, lihsmagu (tühi))	6,91	7,22	4,85	12,01	8,28
Kael	3,83	2,8	3,51	6,6	4,81
Kokku	10,7	10,0	8,4	18,6	13,1

3. kategooria loomsed kõrvalsaadused

Veri	4,2	3,61	2,79	5,97	6,01
Suled	8,5	8,48	7,71	10,06	8,41
Jalad	7,85	7,22	3,45	3,58	3,88
Pea	4,2	4,96	2,43	6,73	5,76
Pugu		0,9			
Kokku	24,8	25,2	16,4	26,3	24,1

2. kategooria loomsed kõrvalsaadused

Sooled koos sisaldisega	7,94	7,85	5,88	12,19	9,81
Lihasmao sisaldis	1,31	0,54	0,3	0,82	0,6
Kokku	9,3	8,4	6,2	13,0	10,4
Tapasaadused ja loomsed kõrvalsaadused kokku	44,7	43,6	30,9	58,0	47,6

Loomsete kõrvalsaaduste kõrvaldamine ja kasutamine (määrus nr 1069/2009/EÜ)

1. kategooria materjali kõrvaldamine ja kasutamine

- kõrvaldatakse jäätmetena põletamise teel:
 - ilma eelneva töötluseta või
 - pärast töötlemist ja rõhu all steriliseerimist ning saadud materjali püsivat märgistamist;
- juhul kui 1. kategooria materjal ei ole TSE kahtlusega materjal, steriliseeritakse seda rõhu all, saadusele tehakse püsiv märgistus ja ladestatakse tunnustatud prügilasse;
- juhul kui rahvusvahelistel liinidel sõitvatest transpordivahenditest pärit toidu-jäätmed on 1. kategooria materjal, kõrvaldatakse see tunnustatud prügilasse ladestamise teel;
- põletatakse kui kütus pärast eelnevat töötlemist või ilma eelneva töötlemiseta või
- kasutatakse loomsetest kõrvalsaadustest saadud toodete valmistamiseks (kosmeetikatooted, aktiivsed siirdatavad meditsiinilised seadmed jne).

2. kategooria materjali kõrvaldamine ja kasutamine

- kõrvaldatakse jäätmetena põletamise teel või seda taaskasutatakse koospõletamise teel:
 - ilma eelneva töötluseta või
 - pärast rõhu all steriliseerimist ja saadud materjali püsivat märgistamist;
- ladestatakse tunnustatud prügilasse pärast rõhu all steriliseerimist ja saadud materjali püsivat märgistamist;
- kasutatakse orgaaniliste väetiste või mullaparandajate tootmiseks, vajaduse korral pärast rõhu all steriliseerimist ja saadud materjali püsivat märgistamist;
- kompostitakse või töödeldakse biogaasiks:
 - pärast rõhu all steriliseerimist ja saadud materjali püsivat märgistamist või
 - kui tegemist on sõnniku, seedekulgla ja selle sisu, piima, piimasaaduste, ternespiima, munade või munadest saadud toodetega pärast eelnevat töötlemist või ilma eelneva töötlemiseta;
- kasutatakse maa väetamiseks ilma eelneva töötlemiseta, kui tegemist on sõnniku, seedekulgla sisu, piima, piimasaaduste või ternespiimaga;
- kui tegemist on veeloomadest pärineva materjaliga, sileeritakse või kompostitakse see või töödeldakse biogaasiks;
- põletatakse kui kütus pärast eelnevat töötlemist või ilma eelneva töötlemiseta või
- kasutatakse loomsetest kõrvalsaadustest saadud toodete valmistamiseks (kosmeetikatooted, aktiivsed siirdatavad meditsiinilised seadmed jne).

3. kategooria materjali kõrvaldamine ja kasutamine

- kõrvaldatakse jäätmetena põletamise teel eeltöötlemisega või ilma eeltöötlemiseta;

- juhul kui 3. kategooria materjal on jääde, seda taaskasutatakse koospõletamise teel või see kõrvaldatakse eeltöötlemisega või ilma eeltöötlemiseta;
- ladestatakse tunnustatud prügilasse pärast töötlemist;
- töödeldakse (vajadusel steriliseeritakse rõhu all), välja arvatud lagunenu või riknenud materjal, ning:
 - kasutatakse põllumajandusloomade sööda tootmiseks, kui selle materjali hulgas ei ole surnud loomadelt pärit toornahka, sulgi, sarvi jne; rasvkude ning toidujäätmeid;
 - kasutatakse karusloomade sööda tootmiseks;
 - kasutatakse lemmikloomatoidu tootmiseks,
 - kasutatakse orgaaniliste väetiste või mullaparandajate tootmiseks;
- kasutatakse toore lemmikloomatoidu tootmiseks (lubatud on tapamajas tapeitud looma toidukõlblikuks tunnustatud osad);
- kompostitakse või töödeldakse biogaasiks;
- kui tegemist on veeloomadest pärineva materjaliga, sileeritakse või kompostitakse see või töödeldakse biogaasiks;
- kui tegemist on karpide või koorikloomade kodade või koorikutega, millelt ei ole eemaldatud pehmeid kudesid ja liha, ning munakoortega, kasutatakse neid pädeva asutuse määratud tingimustel, millega hoitakse ära inimeste ja loomade terviserisk;
- põletatakse kui kütus pärast eelnevat töötlemist või ilma eelneva töötlemiseta;
- kasutatakse kosmeetikatoodete, meditsiiniliste *in vitro* diagnostikavahendite, veterinaarravimite jne tootmiseks;
- kui tegemist on toidujäätmetega, steriliseeritakse rõhu all või kompostitakse või töödeldakse biogaasiks,
- kasutatakse maa väetamiseks ilma eelneva töötlemiseta, kui tegemist on toorpiima, ternespiimaga või piimasaadustega, mille puhul ei ole inimestele või loomadele nakkava haiguse risk.

Loomsete kõrvalsaaduste ja nendest saadud toodete kasutuspiirangud (määrus nr 1069/2009/EÜ)

Keelatud on järgmised loomsete kõrvalsaaduste ja nendest saadud toodete kasutusviisid:

- a) teatavat liiki maismaaloomade, välja arvatud karusloomade söötmine töödeldud loomse valguga, mis on saadud sama liigi loomade kehast või kehaosadest;
- b) põllumajandusloomade, välja arvatud karusloomade söötmine toidujäätmetega või söödamerjaliga, mis sisaldab toidujäätmeid või on saadud toidujäätmetest;
- c) põllumajandusloomade söötmine (kas karjatamise või haljassööda etteniitmise teel) haljassöödaga, mis on kasvanud pinnal, mida on väetatud muude orgaaniliste väetiste või mullaparandusainetega kui sõnnik, välja arvatud juhul, kui karjatamine või haljassööda etteniitmine toimub pärast 21 päeva pikkuse ooteaja lõppu, millega tagatakse inimeste ja loomade terviseriskide ohjamine, ning

d) tehistingimustes peetavate kalade söötmine töödeldud loomse valguga, mis on saadud sama liiki tehistingimustes peetavate kalade kehast või kehaosadest.

Erandina võib loomseid kõrvalsaadusi:

- kasutada teadustöös või muul eriotstarbel: pädev asutus võib anda loa loomsete kõrvalsaaduste ja nendest saadud toodete kasutamiseks näitustel, kunstitegevuseks, diagnostikaks, haridus- või teadustöös tingimustel, millega tagatakse inimeste ja loomade terviseriskide ohjamine;
- kasutada erisöötmise eesmärgil: pädev asutus võib anda loa 2. kategooria materjali kogumiseks ja kasutamiseks, tingimusel, et see on pärit loomadelt, keda ei ole hukatud või kes ei ole surnud inimestele või loomadele nakkava haiguse või haiguskahtluse tõttu, ning 3. kategooria materjali söötmiseks:
 - loomaaloomadele;
 - tsirkusloomadele;
 - roomajatele ja röövlindudele, v.a loomaaia- või tsirkusloomad;
 - karusloomadele;
 - metsloomadele;
 - tunnustatud kasvanduste koertele või jahikoertele;
 - varjupaikades olevatele koertele ja kassidele;
 - tõukudele ja ussidele, mida kasutatakse kalasöödana.
- Pädev asutus võib erandina anda loa:
 - surnud lemmikloomade ja hobuslaste matmiseks;
 - kõrvalistes piirkondades artikli 8 punkti a alapunktis v ja punkti b alapunktis ii osutatud 1. kategooria materjali ning 2. ja 3. kategooria materjali kõrvaldamiseks kohapeal ametliku järelevalve all põletamise või matmise teel või muul viisil, millega hoitakse ära inimeste ja loomade terviseriskide levik;
- kui tegemist on 2. ja 3. kategooria materjaliga ja kui pädev asutus seda lubab, kasutada biodünaamiliste preparaatide valmistamiseks ja kasutamiseks vastavalt määruse (EÜ) nr 834/2007 artikli 12 lõike 1 punktile c;
- kui tegemist on 3. kategooria materjaliga ja kui pädev asutus seda lubab, kasutada lemmikloomatoiduks.

Kõikide kategooriate materjalid peavad olema kogumise ja transpordi ajal hoitud eraldi ning identifitseeritavana. Lihakäitlemise ettevõttes olevad kogumiskonteinerid või muud liiki mahutid, mida kasutatakse tekkivate kõrvalsaaduste kogumiseks töökohtades, tuleb märgistada vastavalt tekkiva kõrvalsaaduse kategooriale (1. kategooria, 2. kategooria, 3. kategooria).



Joonis 56. Loomsete kõrvalsaaduste kogumine algtöötlemise osakonnas

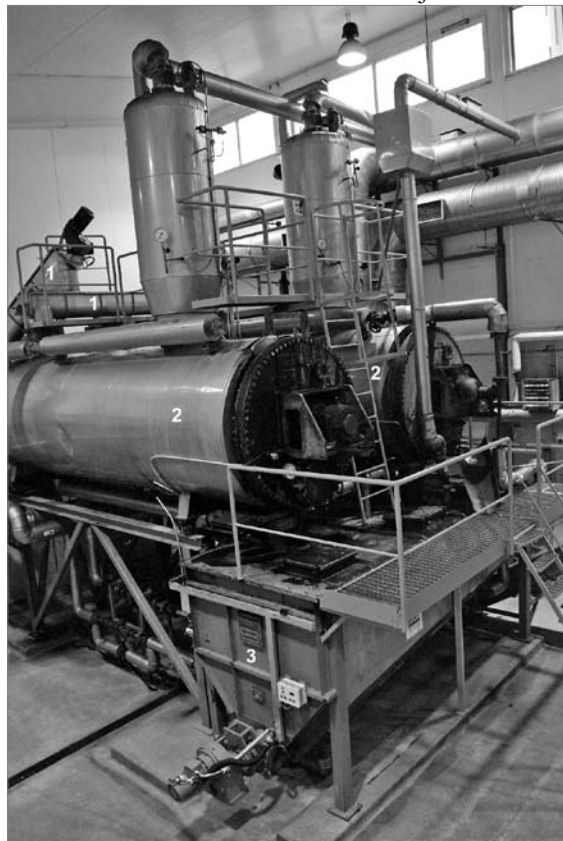


Joonis 57. Loomsete kõrvalsaaduste kogumine

Loomsete kõrvalsaaduste käitlemine AS-is Loomsete Jäätmete Käitlemine

Tooraine ettevalmistamine. Saabunud tooraine ladustatakse tooraine vastuvõu mahutis. Tooraine töötlemiseks transporditakse tooraine tigukonveieritega purustisse, kus tooraine purustatakse maksimaalselt 50 mm suurusteks tükkideks. Pärast seda transporditakse tooraine tigukonveieritega ühte kahest horisontaalsest keedukatlast. Katelde täitmist kontrollitakse automaatkaaluga, arvestades erinevate toorainete erikaalu.

Tooraine steriliseerimine. Pärast maksimaalset keedukatla täitmist algab tooraine kuumutamine, kui ventiil on suletud. Keedukatel on varustatud kahe küttepinnaga. Üks küttepind asetseb staatoris, teine küttepind on sisemise köetava segisti pind. Mõlemaid pindasid köetakse auru kondensaadiga, mis juhitakse küttepindade sisse. Auru temperatuur on vahemikus 165–175 °C ning rõhk 6 kuni 8 bar, mis toodetakse aurukatlagas. Pideva kuumutamise tagajärjel täitub vaba ruum katlas oleva tooraineosakeste vahel auruga, mis eraldub kuumutatavast toorainest. Tooraine peab saavutama temperatuuri üle 133 °C vastamaks nõuetele. Tulenevalt auru-vedeliku tasakaalust tõuseb rõhk katlas. Vastavalt ohutuse ja seadusandluse nõuetele on minimaalne lõpptemperatuur 135 °C. Nii võib olla kindel, et kogu tooraine on kuumutatud temperatuurini ≥ 133 °C. Kuumutamise ajal segisti töötab, et tagada tooraine ühtlane kuumenemine. Nii hoitakse saadud temperatuuri ning rõhku 20 minutit. Temperatuuri, rõhku ja aega jälgitakse pidevalt ning näitajad salvestatakse.



Joonis 58. Loomsete jäätmete töötlemine. 1 – tigukonveierid katelde täitmiseks, 2 – katlad, 3 – nõrutusmahuti

Pärast sterilisatsiooni juhitakse aur katlast läbi aurutoru kondensaatorisse ning kondensaat veepuhastisse. Kontrollimaks relaksatsiooni juhitakse auruventiili pulseerival režiimil. See tähendab, et ventiil avaneb ainult lühikeseks ajaks, enne, kui sulgub.

Kõrnete kuivatamine. Pärast atmosfäärirõhu saavutamist katlas jääb auru ventiil avatuks ja kõrnete kuivatamine algab. Protsessi kontrollitakse katlas oleva niiskusemõõduga.

Auru eraldamine. Steriliseerimisest ja kuivatusest juhitakse aur ja gaas õhu kondensaatorisse, kus aur kondenseeritakse ja mitte kondenseeruvad gaasid aurust käideldakse õhu-

puhastis. Õhupuhasti puhastab gaasid lõhnadest oksüdatsiooni teel. Kondensaad puhastatakse heitveepuhastis.

Nõrutamine. Steriliseeritud ja kuivatatud kõrned juhitakse katlast läbi ventiili nõrutusmahutisse. Saadud rasv pumbatakse otse separaatorisse. Nõrutatud kõrned transporditakse tigukonveieriga vahemahutisse. Transpordi ajal läbivad kõrned metallidetektori ning metalli sisaldavad kõrned eraldatakse ja kogutakse spetsiaalsesse konteinerisse.

Jahu kuivatamine. Vahemahutit kasutatakse seetõttu, et tigupressid töötavad pidevvežiimil. Tigupressidega eraldatakse kõrnetest rasv. Liimumise vältimiseks peenestatakse purustis kuiv mass, mis seejärel transporditakse tigukonveieriga haamerveskisse. Haamerveski jahvatab materjali maksimaalselt kolme millimeetri suurusteks osakesteks. Pärast jahvatamist juhitakse saadud jahu konveierite abil transpordikonteineritesse.

Tehniline rasv. Nõrutusmahutist ning tigupressidest saadud rasv puhastatakse jämedatest tahketest osakestest dekantris. Eraldatud osakesed kogutakse konteineritesse ning transporditakse tagasi toorainemahutisse. Puhastatud rasv kogutakse vahemahutisse, milles rasva segatakse, soojendatakse ja pumbatakse seejärel separaatorisse, kus rasv lõplikult puhastatakse. Pärast seda rasv ladustatakse mahutis ning sealt transporditakse see kas kõrvaldamiseks või põletamiseks tehase katlamajas soojusenergia tootmiseks.

Tehnilise rasva kasutamine. Osa tehnilisest rasvast kasutatakse soojuse tootmiseks. Enne tuleb aga see veel kord separaatoris puhastada. Põletustemperatuur katla koldes on 850 °C ja olulisi põlemisjääke ei teki.

Heitvesi. Tootmisettevõttest kogutakse heitvesi heitveemahutisse. Suuremad osakesed veepinnal eraldatakse trummelsõela abil. Heitvesi pumbatakse mahutist sterilisaatorisse, kus see steriliseeritakse temperatuuril 133 °C 20 minuti jooksul. Seejärel pumbatakse vesi heitveepuhastisse. Kõrnete kuivatamisel tekkinud aur kondenseeritakse ning juhitakse otse heitveepuhasti vahemahutisse. Pärast seda puhastatakse heitvesi jämedatest osakestest peene sõela abil ning pumbatakse aeratsioonibasseini. Viimaks jagatakse puhastatud heitvesi kaheks fraktsiooniks, selge heitvesi, mis juhitakse kohalikku heitveesüsteemi, ning muda, mis pumbatakse mudakogumismahutisse.

Õhu puhastamine. Kogu õhk ettevõtte tootmisruumistest, mõnedest tootmis-seadmetest, heitveepuhastist ning heitvee vahemahutitest eemaldatakse läbi õhupuhasti. Õhupuhastusseadmes hoitakse tahkel pinnal märkimisväärselt kõrget leegitut temperatuuri siseneva lõhnadega saastunud õhu põletamiseks. Pärast saastunud õhu termilist puhastamist juhitakse puhastatud õhk korstna kaudu keskkonda.

TOORNAHKADE TÖÖTLEMINE

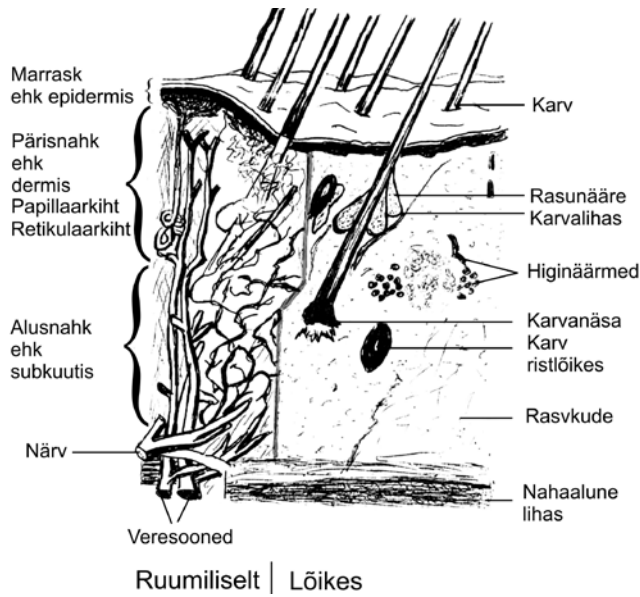
Läbi ajaloo on inimesed kasutanud loomanahku väga erineval otstarbel. Vaatamata sünteetiliste materjalide võidukäigule, nõuavad paljud kvaliteetttooted nahale iseloomulikke omadusi nagu kandmise mugavus, niiskuse-auru läbilaskvus jt.

Nahkadel on küllaltki märkimisväärne osakaal (4–12%) looma elusmassist (tabel 22).

Tabel 22. Nahkade osakaal looma elusmassist (*Meat Encyclopedia*, 2004)

Loomaliik	%
Veised	
Keskmiselt	5,1–8,5
Heas toitumuses nuumhärj	6,6–7,6
Kehvas toitumuses nuumhärj	6,4–7,8
Heas toitumuses mullikas	5,1–7,9
Lehmad	6,6–7,6
Pullid	6,7–7,5
Lambad	
Lambad ja talled (vill + nahk)	11,0–11,7
Sead	
Sead, vertikaalne nahatustamine	3,0–8,0
Kuldid	10,0–12,0

Naha ehitus. Nahk koosneb kolmest põhilisest kihist (joonis 60): (väljast sissepoole) epidermisest ehk marraskist, dermisest ehk pärisnahast ja alusnahast ehk subkuutisest.



Joonis 60. Naha mikroehitus (vasakul ruumiliselt, paremal lõikes)

Epidermises eristatakse kaht kihti: välimist sarvkihti ja sisemist limaskihti. Epidermist läbivad karvanääpsud koos karvaga, samuti asuvad seal higi- ja rasunäärmete väljumisavad. Epidermise paksus on 1—2% naha paksusest. Nõrgalt arenenud karvkatttega nahkadel on epidermis paksem kui hästi arenenud karvkatttega nahkadel. Erandjuhtudel võib epidermis olla tavalisest tunduvalt paksem. Epidermise liigne paksus põhjustab eksimusi nahkade kvaliteedi hindamisel nende paksuse ja tiheduse järgi.

Dermis on naha kiht, mida kasutatakse nahatoorainena. Ta koosneb läbipõimunud kollageen-, elastiin- ja retikuliinkiududest. Dermises eristatakse kaht kihti: näsa- ehk papillaarkihti, mis piirneb epidermisega, ja alusnahaga piirnevat võrk- ehk retikulaarkihti. Dermise paksus sõltub nahaliigist. Veisenahkadel on ta ligikaudu 84% naha üldpaksusest. Papillaarkihis asuvad karvanääpsud koos karvadega, higi- ja rasunäärmed ning vere- ja lümfisooned. Kollageenkiudude kimbud on papillaarkihis üksteisega nõrgemini läbi põimunud kui võrkkihis. Papillaarkihis on elastiinkiude rohkem kui võrkkihis. Retikuliinkiud on papillaarkihi pinnal läbi põimunud peente kollageen- ja elastiinkiududega, moodustades eriti tiheda võrgu. See kiht, nn naha väliskiht, jääb pärast epidermise eemaldamist nahatööstuses naha välispinnaks. Naha välispinnal asetseb palju väljaulatuvaid kühmukesi, mis koos süvenditega karvanääpsude ja näärmete väljumisavade tõttu moodustavad igale nahaliigile omase mustri. Papillaarkiht allub kergesti välismõjudele ja mikroorganismide toimele. Selle kihi olemasolu kahe suhteliselt püsiva nahakihi (välis- ja võrkkihi) vahel võib ebasoodsates konserveerimistingimustes põhjustada väliskihi osalist eemaldumist.

Võrkkiht koosneb põhiliselt tihedalt läbipõimunud keerulistest kollageenkiudude kimpudest, mis on paksemad kui papillaarkihis. Võrkkihis on vähe veresooni ja elastiinkiude. Enamikul loomanahkadel ei ole võrkkihis karvanääpse ega näärmeid. Erandi moodustavad seanahad, milles karvanääpsud tungivad läbi võrkkihi ja ulatuvad alusnahka. Mõnedel nahaliikidel (näiteks lammaste, kitse- ja seanahkadel) paiknevad kollageenkiudude vahel rasvarakud, mis põhjustavad töötlemisel nahkade dermise tiheduse vähenemist ja kvaliteedi langust. Võrkkihi paksus muutub sõltuvalt loomaliigist, tõust ja vanusest. Tapasoojade nahkade seljaosas moodustab võrkkiht pullidel ligikaudu 75% dermise paksusest, hobustel 60%, kitsedel 35% ja lammastel 30—50%. Võrkkihi paksus, järelikult ka naha kvaliteet, sõltub eelkõige dermise kollageenkiudude kimpude läbipõimumise viisist, mis erineb loomaliigiti, kuid ka sama naha eri osades.

Alusnahk on kohev sidekude. Alusnaha paksus moodustab ligikaudu 15% veise- naha üldpaksusest. Nahkade töötlemisel see kiht eemaldatakse. Eemaldatud alusnahka nimetatakse nahakõluks ehk mesdraaks.

Seanahad on hõreda harjaskatttega ja paksu epidermisega. Tugevasti väljaulatuva osad ja karvanääpsude avad annavad töödeldud seanaha välispinnale krobelisuse. Karvanääpsud tungivad läbi dermise ja väljuvad alusnaha pinnale koonusekujuliste augukestena, mis on töödeldud seanahkade vee läbilaskvuse põhjuseks. Seanaha dermist iseloomustavad mahukad rasunäärmed, lihased ja koheva sidekoe kihid. Kultide nahad on abadel paksenenud dermisega.

Lambanahkadel on suhteliselt paks papillaarkiht võrreldes võrkkihiga. Need kihid on nõrgalt seostunud. Papillaarkiht on tiheda karvkatte tõttu kohev, rasu- ja higinäärmeid on palju, kollageenkiud on suhteliselt peened ning dermise side on horisontaalse iseloomuga, mis põhjustab nahkade väikese rebimis- ja venitamistugevuse.

Tabel 23. Nahkade keemiline koostis (*Meat Encyclopedia*, 2004)

Loomaliik ja looma vanus	Pindala (m ²)	Niiskus (%)	Valk (kollageen, keratiin, elastiin, retikuliin) (%)	Rasv (%)	Tuhk (fosfor, naatrium, kaalium, arseen, magneesium, kaltsium) (%)
Keskmine tapaveis	3,70–5,00	62–70			1,0
Pargitud veisenahek		65	30,0		
Tapasoe veisenahek		83,0	15,7	0,2	0,1
Õhkuivatatud veisenahek		9,1	89,9	0,2	0,8
Vastsündinud vasikas	0,75–1,40	67,9	30,8	1,0	1,0
3-kuune vasikas		66,0	31,0	1,6	1,4
2-aastane mullikas		61,2	35,0	3,2	1,1
4-aastane mullikas		55,6	38,2	6,0	1,1
Vana lehm		60,2	36,0	3,1	1,1
Lambanahek	0,45–0,95			30–50	
Kitsenahek	0,55–0,85	60,0		3–10	
Angoora kitsenahek	0,95–1,20			6–17	
Seanhek		37,0	14	30–50	
Soolatud veisenahek		39–48	41		11–16

Nahkade keemiline koostis. Naha koostise põhialaineteks on vesi ja valgud. Peale selle sisaldavad nad lipiide, süsivesikuid, mineraalsooli ja fermente. Tapasoojas naha on olenevalt loomaliigist, vanusest ja toitumusest ning naha topograafilisest osast 55—75% vett. Hästi toidetud loomade nahad sisaldavad rohkem rasva ja vähem vett. Valgud moodustavad ligikaudu 95% naha kuivainest. Naha koostisse kuuluvad albumiinid, globuliinid, glükoproteiidid, fosforproteiidid, lipoproteiidid ja skleroproteiidid. Umbes 90% valkudest on kollageen. Seanahad sisaldavad vähem kollageeni ja rohkem elastiini, retikuliini, albumiini ja globuliini kui veisenahead. Kollageen on naha põhiline ja kõige tähtsam valk. Ta kuulub dermise kollageenkiudude koostisse ning töödeldud nahas ja karusnahas säilib muutumatusena.

Toornahkade klassifikatsioon

Toornahad liigitatakse loomade suuruse järgi põhirühmadesse: väikesed, suured ja seatoornahad. Väikeste toornahkade hulka kuuluvad kitse-, lamba-, vasika-, varsanahk. Suurte toornahkade hulka kuuluvad veise-, hobuse-, põdranahad. Seatoornahkade hulka kuuluvad harjastega kaetud kodu- ja metsseanahad.

Parkimisviisi järgi jaotatakse nahad mineraal- (enamasti kroom-), taim-, süntaan- ja räasparknahkadeks. Sageli kasutatakse kombineeritud parkimisviise. Otstarbe järgi jagatakse nahad jalatsi-, sadulsepa-, tehnilisteks, galanterii- ja rõivanahkadeks.

Veisenahad klassifitseeritakse soo, vanuse ning massi järgi; mõnes riigis ka looma märgistamise ja märgistuse asukoha järgi. Lambanahad sorditakse villa pikkuse järgi (tabel 24).

Tabel 24. Lambanahkade ja pügatud nahkade sortimine (*Meat Encyclopedia*, 2004)

Sort	Villa pikkus, cm
Nr 4	Paljas kuni 0,32
Nr 3	0,32–0,64
Nr 2	0,64–1,27
Nr 1	1,27–2,54
Nahk villa pikkusega	2,54–5,1
Villaga nahk	3,81

Toornahkade topograafia

Nahkadel eristatakse topograafilisi alasid, mis erinevad omavahel mikroehituse ja omaduste poolest (joonis 61).

Naha paksus varieerub topograafiliste piirkondade järgi. Suurloomade nahkadel on kõige paksem tagaosas, mis on ligikaudu kaks korda paksem kui ääreesad.

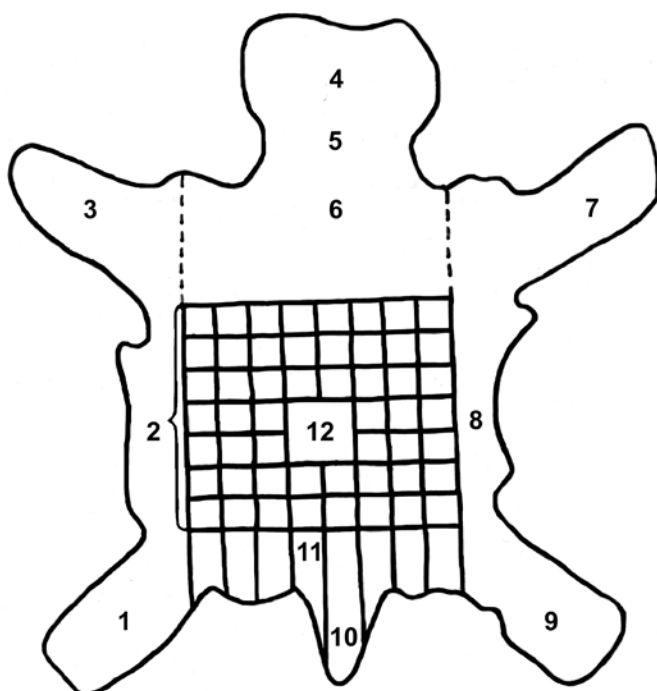
Nahkade tihedus, mis sõltub kollageenkiudude kimpude läbipõimumise iseloomust, avaldab mõju töödeldud nahkade venimistugevusele, veemahutavusele ja õhu läbilaskvusele.

Nahkade nülgimine

Veisenahad nülitakse vaibana pikilõikega mööda kõhu valgejoont koos peaosaga või ilma selleta, jalgadelt nülitakse nahk sõrgatsiliigeseni, vasikanahk esijalgadelt randmeliigeseni, tagajalgadelt kannaliigeseni. Veiste peanahk nülitakse kahe osana. Sabanahk jäetakse mitte rohkem kui 8 cm pikkuselt naha külge.

Lamba- ja kitsenahad nülitakse vaibana, nende küljes peab olema kaelanahk, esijalgade nahk randmeliigeseni, tagajalgade nahk kannaliigeseni.

Seanahad nülitakse vaibana ilma peaosata, pikilõiked kõhul on tehtud 5–6 cm kaugusel nisade välisjoonest. Esijalad on nülitud randmeliigese kohalt, tagajalad kannaliigese kohalt.



Joonis 61. Veisenaha topograafiliste alade nimetused. 1,9 – tagajalad, 2,8 – hõlmad, 3,7 – esijalad, 4 – pea, 5 – kael, 6 – turi, 10 – saba, 11 – tagatükk, 12 – krupoon

Toornahakade ettevalmistamine konservimiseks

Nahkade suur veesisaldus, toitainete olemasolu ja keskkonna nõrk leelisene reaktsioon soodustavad 37—30 °C juures roisubakterite kiiret arengut.

Nahkade riknemise vältimiseks tuleb nahad kohe pärast nülgimist töödelda või konservida.

Tervete loomade nahkadel leidub koki- ja kepikujulisi ning eoseid moodustavaid mikroorganisme, sealhulgas roisubaktereid. Mikroorganismid tungivad kiiresti alusnahani, karvanääpsudesse, higi- ja rasunäärmetesse ning arenevad seal intensiivselt. Kui mikroorganismid on juba tunginud pärisnaha kiudude vahele, täheldatakse nahkade limaseks muutumist ja karvad lähevad lahti. Lahjade loomade nahad hakkavad riknema kiiremini kui rammusate loomade nahad.

Karvkattega kaetud nahapool on sageli määrdunud, eriti taga- ja esijäsemete piirkonnas. Looma pidamisel ebasanitaarsetes tingimustes kleepub nahal nendele kohtadele sõnnikut ja mustust. Nülgimisel jääb naha sisepinnale sageli liha- ja rasvatükke ning hüübinud verd. Enne konservimist nahad puhastatakse ja korrastatakse.

Nahkade ettevalmistamisel konservimiseks tehakse järgmised operatsioonid: nahkade korrastamine, leotamine, sõnniku eemaldamine, pesemine, kõlutustamine, sortimine, kaalumine.

Korrastamise käigus eemaldatakse nahkadelt kõrvalised koed, nn kaaluraskendid. Kaaluraskenditeks on sarved, sõrad, koljuluud, kõrvad, kõrvakõhred, mokad, sugelundid, udar, sabalülid, liha- ja rasvakõlu (välja arvatud õhuke lihaskiht veisenaha äärtel, nn harakliha, ja rasv seanahkadel), vereklombid, sool, sõnnik, lumi ja jää. Nahkade korrastamine on vajalik nahkade tegeliku massi määramiseks ning kvaliteetseks konserveerimiseks.

Nahkade puhastamine sõnnikust. Määratud nahkade arv ja nende saastumistaseme sõltuvad loomade pidamistingimustest farmides, veost ning pidamistingimustest lihakombinaatides.

Sõnniku eemaldamiseks veisenahad leotatakse, selleks tehakse nad duši all märjaks, pannakse kokku „kalana”, s.o piki selgroogu, karvkattega väljapoole, laaditakse kuni 30 kaupa alustele ja jäetakse seisma 30—40 minutiks. Sõnnikut võib leotada ka perforeeritud trumlites voolava veega. Sõnnik eemaldatakse nüri nugavõlliga kõlutustamismasinates või sõnnikueemaldamismasinates. Sõnnikueemaldamismasin sarnaneb ehituselt kõlutustamismasinaga, kuid nahkade välispinna vigastuste vältimiseks on nugavõll nüri ja võlli pöörlemiskiirus väiksem (950 p/min).

Sõnniku eemaldamiseks visatakse nahk masinasse karvkattega ülespoole, tagaosaga ettepoole, nii et nahal poleks kurde. Sisselaadimise ajal masin ei tööta, ent nugavõll pöörleb. Pärast naha sisseviskamist viiakse masin tööolukorda. Kui sõnnik on poolelt nahalt eemaldatud, visatakse nahk masinasse peapoolega eespool ja töödeldakse naha teine pool. Nahka võib töödelda ka ühe võttega, visates naha masinasse peaaegu täielikult sabapoolega eespool, kinni hoitakse kaelanahast. Masina töö ajal voolab nugavõllile pidevalt vesi ning eraldatud sõnnik voolab kogumispaaki.

Mõnd tüüpi sõnnikueemaldamismasinates eraldatakse nahale jäänud liigne vesi pöörlevate võllide vahel.

Kui sõnnikueemaldamisseadmed puuduvad, võib nahad sõnnikust puhastada käsitsi pukkidel, mis on asetatud 45—60°-se nurga all.

Nahkade pesemine. Märgsoolamisele (tuslukeerimisele) saadetakse pestud nahad. Kui sea lihahad pesti algtöötlemise osakonnas, siis pole neid nahku tarvis täiendavalt pesta.

Pesemisega eraldatakse nahkadelt mustus ja ka suur osa mikroorganismidest ja lahustuvatest valkudest, ühtlasi nahad jahtuvad.

Kuivsoolamisele saadetavaid nahku ei pesta, need saadetakse konserveerimisele pärast sõnniku eemaldamist ja kõlutustamist. Nahku pestakse pesemistrumlites, duši all, statsionaarsetel kumeratel laudadel või liikuvatel pukkidel. Pestud ja nõrutatud nahad kõlutustatakse ning saadetakse märgsoolamisele.

Kõlutustamise all mõistetakse lihas- ja rasvkoejäänuste eemaldamist nahkade kõlupoolelt (v.a harakliha), eemaldatakse ka osa alusnahast. Kõlu eemaldatakse nahkadelt käsitsi või kõlutustamismasinatega. Eraldatud kudesid nimetatakse nahakõluks ehk mesdraaks. Kõlutustamine võimaldab säästa toorainet, mis nahatööstuses osutuks jäätmeteks. Pealegi kiirendab kõlutustamine soola difusiooni nahkadesse nende konserveerimisel.

Masinaga kõlutustamisel on oluline töövõllidevaheline kaugus, mis peab olema õigesti reguleeritud vältimaks naha vigastamist (sisselõikeid). Nahk visatakse toitevõl-

lile sisepoollega üles, tavaliselt kõlutustatakse nahk kahe võttega, esialgu tagaosa, siis eesosa.



Joonis 62. Nahkade kõlutustamisseade

Seanahkade kõlutustamise eel tehakse lõige sabaosale piki selgroogu 8—15 cm olenevalt naha suuruselt, selline lõige väldib naha vigastamist kõlutustamismasinas. Seanahad (välja arvatud kuldinahad) peavad kõlutustatult olema kogu ulatuses ühtlase paksusega, turjaosas on kõlu eemaldatud kuni karvasibulateni, külgedel on nahk paksem alles jätud rasvkoe tõttu. Kõlutustamise käigus ei tohi vigastada pärisnahka. Nahahäärtel olevad rasvanarmad lõigatakse ära.

Lambanahku kõlutustatakse masinatega, kui neil on rasva- ja lihalõikmed paksusega üle 3 mm. Kõlutustamisel niisutatakse nahku veega. Võllidevahelise kauguse reguleerimisel tuleb arvestada villa pikkust. Nahad visatakse masinasse alusnahk ülespoole. Nahakõlu ärajuhtimiseks ja pehmemaks kõlutustamiseks niisutatakse nugavõlli veega.

Suurloomade nahkade kõlutustamisel masinaga vigastatakse sageli pärisnahka, mis alandab nahkade kvaliteeti. Vigastuste vähendamiseks soovitatakse enne masinaga kõlutustamist jaotada nahad paksuse järgi kolme rühma ja vastavalt töödeldavate nahkade paksusele reguleerida masinat. Nahkade peapoolne osa on väga paks, mistõttu seda ei kõlutustata masinaga, vaid käsitsi pärast masinaga töötlemist.

Kõlutustatud nahku korrastatakse vajaduse korral, lõigates ära ääred jne. Kõlutustamine ja järgnev korrastamine vähendavad toornahkade massi ligikaudu 15% võrra.



Joonis 63. Kumera pinnaga laud nahkade kõlutustamiseks ja korrastamiseks

Toornahkade konservimine

Konservimiseks sobivad meetodid, mille puhul kollageeni omadused oluliselt ei muutu. Peamiselt kasutatakse nelja konservimistehnikat: õhkuivatamine, soolamine virnas, soolamine trumlis/segistis ja märgsoolamine. Konservitud nahkade hüdratatsiooniate peab pärast pesemist olema enam-vähem samasugune kui tapasoojadel nahkadel. Eesti lihatööstustes konserveeritakse toornahku põhiliselt keedusoolaga (soolamine virnas kuiva keedusoolaga). Neis riikides, kus on madal suhteline õhuniiskus, võib kasutada kuivatamist.

Keedusool takistab mikroorganismide arengut. Tema konserviva toime kestus oleneb eelkõige kontsentratsioonist ja keskkonnatingimustest. Enamik roisubaktereid ei arene keedusoola 10—15% kontsentratsiooni puhul. Ent mõned mikroorganismid on võimelised arenema ka kuival keedusoolal. Nende hulgas on leitud nii eoseid moodustavaid kui ka eoseid mittemoodustavaid mikroorganisme. Seega võib sool saastada konserveeritavat toodet ja soolvett ebasoovitava mikroflooraga.

Kui on tarvis konservitud nahku säilitada pikemat aega või ebasoodsates tingimustes, tugevdatakse keedusoola konservivat toimet **konservantidega**: 1% naatriumfluoriid (NaF) või 1% naftaliini (C_{10}H_8) koos 1% boorhappega (H_3BO_3) jne. Konservandid takistavad ka putukate arenemist kuivadel nahkadel.

Naatriumsilikofluoriidi (Na_2SiF_6) kasutatakse märgsoolamisel ja nahkade järelsoolamisel. Naatriumsilikofluoriidi bakteritsiidne toime avaldub kõige paremini niisutatult või lahusega. Naatriumsilikofluoriid on mürgine.

Naftaliini kasutatakse segus keedusoolaga koide jt putukate ning punetuse vastu. Naftaliin süttib temperatuuril 86 °C.

Kasutatakse ka tsinkoksiidi (ZnO) või naatriummetabisulfitit ($\text{Na}_2\text{S}_5\text{O}_2$) erinevates kombinatsioonides.

Konservimine keedusoolaga

Keedusoolaga konservimisel eristatakse:

- soolamist virnas kuiva keedusoolaga või soolaseguga;
- märgsoolamist soolvees e tuslukeerimist (sõna „tusluk” tuleneb türgi keelest, kus see tähendab soolvett);
- soolamist koos täiendava kuivatamisega.

Kuivsoolamine. Kuivsoolamisega võib konservida veise-, sea-, hobuse- ja lambanahku. Sooldumine toimub virnades puitlustel. Soolamistingimused on järgmised:

- sooldumisruumi õhutemperatuur mitte alla 5 °C;
- nahavirnade kaugus soojendusseadmetest mitte alla 1 m;
seintest mitte alla 0,5 m;
- nahavirnade omavaheline kaugus mitte alla 0,2 m;
- virnade kõrgus 1,5—2,0 m;
- nahkade arv pealistikku virnades mõõtmatega $2,75 \times 2,0$ m:
 - ♦ veisenahku 100—200;
 - ♦ seanahku 450;
 - ♦ lambanahku mitte üle 600;
- virnade komplekteerimise kestus alates esimese naha soolamisest: mitte üle 3 ööpäeva.

Nahad soolatakse eraldi loomaliikide viisi. Kuldinahad konservitakse eraldi virnades.

Nahkade kuivsoolamine toimub käsitsi või mehhaniseeritult. Käsitsi konservimisel laotakse nahad alustele kõlupoolega ülespoole, nahk tõmmatakse sirgeks, nii et poleks kurde ega lohkusid, ja puistatakse nahale kuiva puhast keedusoola või soolasegu. Alused on tehtud keskelt kõrgemad, seetõttu saab nahkades sisalduva vee arvel tekkinud soolvesi vabalt ära voolata virna äärte poole. Alused peavad olema puhtad. Enne nahkade laotamist võib alusele puistata soola. Kasutatav sool (soolasegu) peab olema puhas, määratud soola ja kasutusel olnud soola ei tohi nahkadele puistata, sest see on tugevasti saastunud orgaaniliste ja anorgaaniliste lisanditega ning mikroorganismidega. Kasutusel olnud sool tuleb regenereerida.

Pealistikku laotud virnade puhul asetatakse nahad nii, et iga järgmise (ülemise) naha peapoolne osa asuks alumise naha peapoolse osa kohal, tagaosa tagaosa peal. Kuna nahad on seljaosas paksemad, äärtes õhemad ning ka alus on keskosas kõrgem, moodustub virn kaldega äärte poole.

Lamba- ja kitsenahku võib konservida ühes virnas. Nende nahkade puhul kasutatakse pealistikku ja suurendatud virna tüüpi. Nahad laotakse virna kõlupoolega üles. Väga sõnnikused lambanahad asetatakse virna nii, et kahe naha kõlupoolel on koos, soolasegu puistatakse ka villapoolte vahele.

On lubatud nahkade soolamine nn soolapadjale, mille kõrgus on 7—10 cm.



Joonis 64. Pealistikune virn veisenahkade soolamisel

Virna lõpetamisel kaetakse eelviimane nahakiht paksema soolakorruga. Viimane nahk asetatakse karvapoolega üles.

Kuivsoolamine loetakse lõppenuks, kui nahas on kuni 48—50% vett ja vähemalt 12% soola. Sellele vastab 20% soolalahuse kontsentratsioon nahas, mis on küllaldane enamiku mikroorganismide arengu mahasurumiseks.

Naha pinnalt nõrguv soolvesi kannab endaga kaasa osaliselt mehaanilise mustuse, lahustuvad valgud ja mikroorganismid.

Konservimise kvaliteet sõltub keedusoola koostisest ja omadustest. Suur tähtsus on soolakristallide suurusel, mida iseloomustatakse soola jämedusnumbriga. Peen sool lahustub kiiresti. Kuivsoolamisel võib soola kiire lahustumine ja soolalahuse äranõrgumine nahkade pinnalt põhjustada puudulikku sooldumist. Seepärast soovitatakse kuivsoolamisel kasutada eri jämedusega soolade segu. Väikeste kristallide olemasolu segus kindlustab soolvee kiire moodustumise, mis on vajalik difusiooni algamiseks, suurte kristallide olemasolu aga tagab soola mõju pikema kestuse. Kaltsiumi- ja eriti rauasoolade suur sisaldus keedusoolas on lubamatu, sest need soolad põhjustavad konservitud nahkadel mitmeid vigu (soolatäpid, roostelaigud jne).

Nahkade soolamise ruumi temperatuuri tõus üle 20 °C ja soolamisaja pikene mine suurendavad lahustuva ning lenduva lämmastiku hulka nahkades, mis on nende riknemise tunnuseks. Väga tähtis soolamiskvaliteeti määrav tegur on aeg nahkade nül-gimisest soolamiseni: 1 tunni pärast langeb soola difusioon naha kudedesse 30% võrra, 6 tunni möödumisel aga 75% võrra.

Märgsoolamine e tuslukeerimine. Märgsoolamisele saabu vad nahad peavad olema pestud. Nahkade märgsoolamiseks kasutatakse pidevtoimega vastuvoolu tigu-seadmeid, perioodilise tegevusega ripptrumleid, rippkonveiereid nahkade soolamiseks

vannides, vanne ja süvaleid (erilised põrandasüvendites olevad vannid, mis võivad olla varustatud segistiga).

Märgsoolamise käigus ja ühe partii soolamise lõpus tuleb kontrollida soolvee tihedust areomeetriga ja vedelikukoefitsienti. Vajaduse korral lisatakse soolvette keedu-soola ja konservanti või keedusoolalahust.

Soolvees töödeldud nahad laotakse võrele või pukile soolvee nõrgumiseks kahe tunni jooksul või eemaldatakse liigne vesi võllide vahel pressimisega.

Nõrutatud (pressitud) nahad virnastatakse nagu kuivsoolamise korralgi, soola-segu kulu on 15% tapasoojade nahkade massi kohta, järelsooldumine kestab vähemalt 2 ööpäeva.

Kui soolvees töödeldud nahad kuivatatakse, siis pole järelsooldumine virnades vajalik.

Konservimine kuivatamisega

Kuivatamise kiirus ja kvaliteet sõltuvad naha paksusest, tihedusest ja rasvasusest ning õhu temperatuurist ja niiskusest. Kuivatamise optimaalne temperatuur on algul 20—25 °C ja lõpul 30—35 °C ning õhu suhteline niiskus 60—70%. Madalal temperatuuril kuivavad nahad aeglaselt ja võivad hakata riknema. 25 °C kõrgema algtemperatuuri puhul tekivad soodsad tingimused mikroorganismide arenguks. Nahad soovitakse enne kuivatamist asetada küllastatud Na_2SiF_6 -lahusesse või sellega üle piserdada. Kuivatatakse 15% veesisalduseni.

Vee aurumine nahast toimub põhiliselt kõlupoolle kaudu, karvkate segab soojusjuhtivust, epidermise veeläbilaskvus on aga väike. Kuivatatud nahkade standardne saagis on 40% algmassist. Kuivatamisega konserveeritakse põhiliselt lamba-, kitse-, vasika- ja küülikunahku, mille dermis koosneb peentest kollageenkiududest, on õhuke ja koheva ehitusega ning kuivab ühtlaselt.

Nahku kuivatatakse kamberkuivatites või õhu käes varikatuste all, mis on kaitsitud päikesekiirte otsemõju eest.



Joonis 65. Naha kuivatamine

Küülikunahkade töötlemine. Nülitud nahad puhastatakse liha- ja rasvatükkidest (saba poolt pea suunas) ja kõõlustest naha pinda vigastamata. Nahad riputatakse silmaavasid pidi jahtumiseks 1 tunni jooksul. Kuumenemise vältimiseks ei tohi nahku

asetada virna. Jahtunud nahad tõmmatakse reguleeritavale venituspuule sirgu, karvaka- te sissepoole, nii et küljed asuksid venituspuul, kõht ja selg keskel. Nahk peab asuma puul sümmeetriliselt, ilma kortsude ja kurdudeta. Nahku ei tohi liigselt välja venita- da, sellega kaasneks naha kvaliteedi langus (nahk muutub liiga õhukeseks ja hapraks). Nahk kinnitatakse 4—6 kohast peenikeste naeltega.

Väljavenitatud nahal kontrollitakse veel kord puhastuse kvaliteeti ja vajaduse korral tehakse järelpuhastus. Seejuures ei tohi teha sisselõikeid nahka ega eraldada kilet kõlupoolelt.

Nahad kuivatatakse kambris, kus temperatuur on 30—53 °C ja suhteline niiskus 45—60%. Kuivatatud nahk peab olema elastne ega tohi murduda. Normaalselt kuiva- tatud nahkade veesisaldus on 14—16%.

Kuivatatud küülikunahad sorditakse, pakitakse ja markeeritakse.



Joonis 66. Küülikunahkade kuivatamine

Soolamine-kuivatamine

Konservimist soolamise ja kuivatamisega kasutatakse soojal aastaajal, kui pole lubatud toornahkade väljastamine kuivsoolatult.

Nahkade soolamine-kuivatamine on kaheetapiline: soolamine kuiv- või märg- meetodiga ja kuivatamine.

Enne kuivatamist riputatakse nahad latile piki selgroojoont kõlupoollega välja- poole. Kuivatuskambris asetatakse latid 20 cm kaugusel üksteisest kuni kolmekorruseli- selt. Nahad ei tohi kokku puutuda. Kuivatamise ajal peab nahku aeg-ajalt latil liigutama, et ka latile liibuv nahaosa kuivaks ühtlaselt.

Kuivatusruumis peab olema ventilatsioon. Toornahku ei või kuivatada maas, soojusisolatsioonita plekk-katuse all, taradel, traadil või nõõril läbimõõduga alla 10 mm, riputada lähemale kui 1 m soojendusseadmetest. Kuivatamisel tuleb vältida otsest päikesekiirte sattumist nahkadele.

Kui nahad on kõlupolelt kuivanud, ootamata pea- ja tagaosa täielikku kuivamist, võetakse nad lattidelt maha ja kuivatatakse laialilaotatult restidel. Nahad laotatakse karvaga ülespoole ja pööratakse neid perioodiliselt karvapoolelt kõlupolele ja vastupidi.

Soolamise alguses toimub soola kogunemine ja nahkade veetustamine kõige intensiivsemalt. Lühiajalisel soolamisel kasutatakse optimaalseid tingimusi nahkade soolamiseks ja veetustamiseks. Eelnev soolamine kaitseb nahku järgneval kuivatamisel paljude vigastuste eest ja võimaldab tõsta kuivatamise temperatuuri 35 °C-ni. Kui nahkade soolasisaldus kuivatamisel saavutab küllastatud kontsentratsiooni, siis kristalliseerub sool välja. Kristallid moodustuvad naha pinnal ja nahas, peamiselt kollageenkiudude vahel ning higi- ja rasunäärmetes, mis põhjustab dermise mõningat kobestumist ja erandjuhtudel vigastumist. Kuivatamine kestab 12—16 tundi.

Kuivatamis-soolamismeetodil konservitud nahkade veesisaldus on 18—20% ja soolasisaldus 15—20%. Lamba- ja kitsenahkade saagis on pindala järgi suurem kui lihtsal kuivatamisel ja moodustab 34% tapasoojade nahkade pindalast.

Selle meetodi põhiliseks puuduseks on konservitud nahkade suur hügroskoop-sus. Ebasoodsates veo- ja säilitustingimustes niiskuvad nad kergesti ja võivad rikneda.

Konservitud toornahad sorteeritakse, virnastatakse või pallitakse väljalaadimiseks.

Toornahkade vead

Toornahkade vead võivad olla arvestatavad ja mitte arvestatavad, viimaseid ei võeta nahkade sorteerimisel arvesse, ühed ja samad vead võivad olla ühele nahaliigile arvestatavaks, teisele mitte arvestatavaks, sõltudes vea mõjust eri liiki nahkade kaubalisele väärtusele.

Olenevalt toornaha vigade kõrvaldamise võimalikkusest järeltöötlemisega liigitatakse vead kõrvaldatavateks ja mitte kõrvaldatavateks. Kõrvaldatavad vead on näiteks liha- ja rasvatükid nahkadel, mitte kõrvaldatavad augud, sisselõiked jne.

Vead, mille suurust määratakse pindala järgi, on pindalavead (külmalaigud, haudumine jt), pikkuse järgi määratavad vead aga on joonvead (sisselõiked, rebendid jt). Rühmiti asetsevad joonvead mõõdetakse ka pindala järgi.

Vastavalt tekkeajale jaotatakse nahkade vead nelja rühma: elupuhused vead, nül-gimisvead, konserveerimisel ja säilitamisel (transportimisel) tekkinud vead. Järgnevalt on iseloomustatud olulisemaid toornahkade vigu.

Elupuhused vead. Korbade – pärast haigust või mehaanilist vigastust (okastradi, naelte, sarvedega) paranemata või armistunud kohad looma nahal.

Pealispinnatus – pealispinna puudumine naha üksikutel osadel mehaaniliste vigastuste või bakteriaalse riknemise tõttu.

Kaelakurrud – tugevasti paksenenud põikkurrud pullide kaelanahal.

Õhukesed nahad – saadakse varakevadel või hilistalvel tapetud kurnatud loomadelt.

Õhenenud nahad – nälginud ja kurnatud loomadelt saadud nahad, kõlupool on kuiv, karvkate läiketu.

Uurised – nahakiini larvide (tõukude) tekitatud vigastused, uurised võivad olla kinni kasvanud või kinni kasvamata.

Parasiitide või putukate (sügelised, puugid, täid, kaanid) tekitatud kahjustused – naha paksenemine, kurrud, karvatud laigud, tühikud, epidermise vigastused, põletikukolded, valged laigud nahas, mis naha parkimisel ei värvu.

Torkeaugud – asteljate taimede tekitatud augud.

Kriimustused – naha pealispinna mehaanilised joonekujulised vigastused.

Põletusmärk – loomanahale sissepõletatud märk (epidermise vigastused on külmmärgistusel väiksemad).

Loomade haigused (pügajaraig, rõuged, hüperkeratoos, streptotrihhoos) – karvade väljalangemine, epidermise vigastused, tumedad laigud nahal, naha paksenemine, sarvjad koorikud, kärnad.

Sõnnikukorpade all tekkinud naha haudumus – naha pind ebatasane, lohkudega.

Muljumishaavad, verevalumid – veri nahas, epidermise kahjustused.

Nahkade töötlemisvead. Ebapiisav veretustamine – veri soodustab bakteriaalset riknemist.

Nahatustamisel liigselt venitatud nahk – epidermis kahjustatud.

Mittekorrektne naha korrastamine – liiga vähe või liiga palju ära lõigatud.

Hilinenud toornahkade jahutamine, pesemine või soolamine – roiskumine, karvade lahtitulek, epidermise kahjustumine.

Nülgimisvead. Õdnestuslõiked – hooletu nülgimise või kõlutustamise tõttu tekkinud sügavad lõiked naha sisepoolel.

Sisselõiked – madalamad sisselõiked kõlupoolel ebaõige nülgimise tõttu.

Konservimisel tekkinud vead. Haudunud kohad – roisubakterite elutegevuse tõttu tekkinud kohad sise- või pealispinnal. Tapasoojadel ja märgsoolatud nahkadel väljendub see viga roisulõhna, libedate kohtade, kõlupoolse värvuse muutumise ja karvkatte väljalangemise näol. Haudunud kohad võivad tekkida ka nahkade ebaõige säilitamise korral.

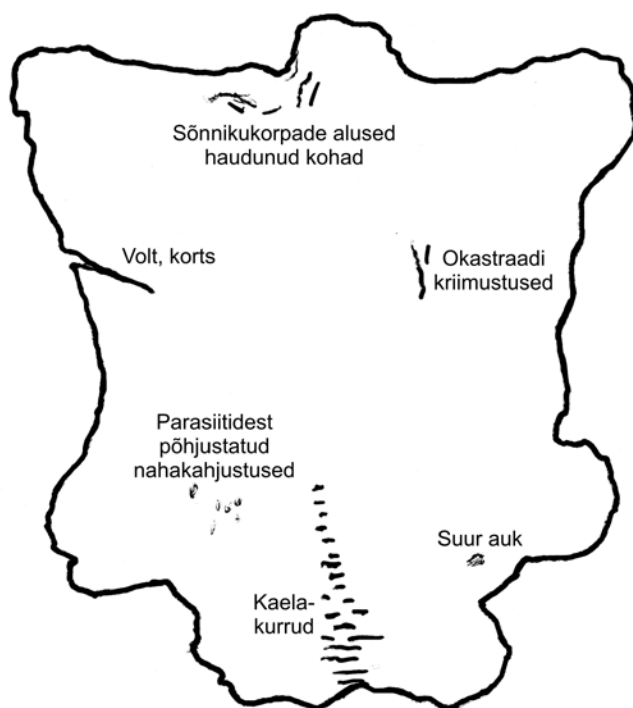
Ebapiisav või ebaühtlane soolamine – osaline roiskumine.

Sarvestumine – nahkade taastumatud muutused (želatinisatsioon), mille tagajärjel nahk ei parku ega veestu (pole töödeldav). Viga tekib kohati või kogu naha ulatuses kõrge kuivatamistemperatuuri tõttu, näiteks päikesepaistel kuivatamisel.

Soolalaigud – kuni 5-millimeetrise läbimõõduga pruunid laigud, mis ulatuvad pärisnaha sisse. Laigud on katsumisel kõvad, nad võivad paikneda nii kõlu- kui ka karvapoolel.

Suitsumine – suitsus kuivatatud pruunid nahad, mille kollageenkiud on parkunud. Nahk on krobe, kõlupoolelt murduv.

Roostelaigud – naha sisse ulatuvad või nahka läbivad pruunid laigud, mis tekitavad roostetanud metalliga kokkupuutumise tõttu.



Joonis 67. Toornahkade vead

Külmalaigud – piimjasvalged tuhmid laigud, mis paiknevad kohati naha kõlu-poolel või kogu kõlu ulatuses. Viga tekib külmutatud nahkade kuivamisel tuule käes jää sublimeerumise tõttu.

Kortsus (kägaras) nahk – laialivenitamatu külmutatud või kuivatatud nahk.

Säilitamisel või transportimisel tekkinud vead. Murdekohad – kuivatatud või külmutatud nahkade murdumisel tekkinud naha pealispinna või kogu naha kahjustus ebaõige käsitlemise tõttu virnastamisel või laadimisel.

Nahanäkkide kahjustused on käikudekujulised, ulatuvad osaliselt nahka või läbivad naha.

Koitanud nahad – koitõugud on kahjustanud kuivatatud nahkade karvkatet või pealispinda.

Haudunud nahad – kahjustus tekib samadel põhjustel kui konserveerimiselgi, sagedamini kahjustuvad kuivatatud nahad niisketes ruumides säilitamisel.

Toornahkade sortimise põhialused

Alustel konservitud nahad antakse sortimisele koos alustega või võetakse vir-nast, laotakse kärule ja suunatakse sortimisele.

Sortimiseks laotakse nahk altvalgustatavale läbipaistvast materjalist lauale, kus saab üsna täpselt määrata nahkade vead.



Joonis 68. Konserveeritud naha kvaliteedi määramine

Veisenahkade sortimine pärast soolamist põhineb looma sool, vanusel, naha kaalul. Kategooriad on järgmised: mullikanahad, lehmanahad, härjanahad, pullinahad.

Pullidelt saadakse kõige paksemat nahka. Härja- ja mullikanahad on lehmanahkadest paksemad, kuid õhemad pullinahkadest. Lehmanahad on tavaliselt kõige õhemad. Nahad sorditakse kvaliteedi järgi 1., 2. või 3. klassi. Toornaha sort määratakse vastavalt nendel leiduvate vigade liigile (kriimustused, sisselõiked, põletusmärgid, kärntõbi ning putukatest või loomade haigustest põhjustatud nahavead), suurusele, arvule ja asukohale (kas naha äärel või keskel).

N a h a ä ä r e k s nimetatakse kaelapoolset nahaosa kuni esijalgade ülemise õnaruseni ja hõlmade ning tagaosa äärt.

Toornaha kasulik pind on naha ühes kohas paiknev vigadeta osa, mida saab tööstuses kasutada mis tahes toote valmistamiseks.

Pärast sortimist veisenahad kaalutakse. Lamba-, kitse- ja seanahkade suurus määratakse pindala järgi ruutdetsimeetrites. Pindala on mugav mõõta ruutdetsimeeterlaual (joonis 69).

Seejärel nahad markeeritakse. Markeering kantakse naha kõlupoollele eriretsepti järgi valmistatud musta värviga või kinnitatakse parema tagajala külge vineerlipik. Markeeringul näidatakse ettevõtte nimetus (kaubamärk), nahaliik, -sort, naha mass või pindala, lambanahkadel villa pikkus.

Markeeritud nahad pakitakse või pallitakse ning suunatakse ärasaadetavate partiide koostamisele. Väljastamisele kuuluvaid toornahkade partiisid hoitakse ruumides, kus on tagatud tooraine kvaliteedi säilimine.



Joonis 69. Ruutdetsimeeterlaud

Veisenahkade töötlemise tehnoloogiline skeem

Toornahkade suunamine algtöötlemise osakonnast lintransportööri nahkade töötlemise osakonda



Nahkade korrastamine (lõigatakse ära peanahk koos kõrvadega, sabaosa, udaranahk)



Korrastatud nahad asetatakse konteinerisse ning need tõstetakse elektritõstukiga pesustrumliisse (25—30 nahka)



Nahkade pesemine u 30 minutit trumli pideval pöörlemisel (nahkade temperatuur langeb 36 kuni 20 °C) (joonis 70)



Nahkade nõrutamine, väljalaadimine pesemistrumlist konteinerisse, tõstmine tõstukiga kõlutustamismasina platvormile



Nahkade kõlutustamine (joonis 62) pideva vee pealevooluga dušist; kõlutustatud nahad langevad allolevasse kärusse (nahakõlu kogutakse konteinerisse ja suunatakse tehnootodete osakonda)



Kõlutustatud nahkade tõstmine tõstukiga soolamistrumliisse (u 100 nahka) (trumlid joonisel 71)



Soolamine automaatrežiimil kestusega umbes 24 tundi (30 minutit trummel pöörleb, 2 tundi seisab). Soolamisel lisatakse keedusoola 40% tapasoojade nahkade kaalust ($\frac{3}{4}$ kohe, $\frac{1}{4}$ üks tund enne nahkade väljalaadimist trumlist)

↓
Nahkade väljalaadimine soolamistrumlist, järelkorrastamine kumeral metall-laua, ladumine puitlustele

↓
Nahkade järelsooldumine 1—2 nädalat kuni nõutava niiskusesisalduse saavutamiseni

↓
Nahkade sorteerimine, kaalumine, pakkimine

↓
Säilitamine laos (joonis 72)



Joonis 70. Nahkade pesemise trumlid



Joonis 71. Trumlis soolatud nahkade nõrgumine puitalustel



Joonis 72. Transportalustele pakitud veisenahad

KASUTATUD KIRJANDUS

Branscheid, W., Honikel, K.O., von Lengerken, G., Troeger, K. 2007. Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Band 1. Deutscher Fachverlag, 551 S.

Handbook for the Meat By-Products Industry. Alfa Laval Fish and Meat Engineering A/S, Copenhagen, 1996.

Heiss, R., Eichner, K. 1994. Haltbarmachen von Lebensmitteln: chemische, physikalische und mikrobiologische Grundlagen der Verfahren. Springer, Berlin, 263 S.

International 10 weeks basic Educational programme. Roskilde, 2008.

Keim, H. 1999. Fachwissen Technologie. Deutscher Fachverlag, 340 S.

Rei, M. 2004. Lihatehnoloogia teaduslikud alused. Tartu, OÜ Halo kirjastus, 234 lk.

Rei, M. 1986. Tapasaaduste tehnoloogia. Tln Valgus, 259 lk.

Training Programme in Slaughtering of Pigs and Cattle According to EU-standards for medium-sized Estonian slaughterhouses, 1998.

Weber, H. 2003. Mikrobiologie der Lebensmittel – Fleisch – Fisch – Feinkost. B. Behr's Verlag GmbH & Co. KG, 782 S.

EÜ MÄÄRUSED (otsekohalduvad)

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 178/2002, 28. jaanuar 2002, millega sätestatakse toidualaste õigusnormide üldised põhimõtted ja nõuded, asutatakse Euroopa Toiduohutusamet ja kehtestatakse toidu ohutusega seotud menetlused. (ELT L 31, 1.2.2002, lk 0001—0024).

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 852/2004, 29. aprill 2004, toiduainete hügieeni kohta. ELT L 139, 30.4.2004, lk 1—54.

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 853/2004, 29. aprill 2004, millega sätestatakse loomset päritolu toidu hügieeni erieeskirjad. ELT L 139, 30.4.2004, lk 55—205.

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 854/2004, 29. aprill 2004, millega kehtestatakse erieeskirjad inimtoiduks ettenähtud loomsete saaduste ametlikuks kontrollimiseks. ELT L 139, 30.4.2004, lk 206—320.

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 1774/2002, 3. oktoober 2002, milles sätestatakse muuks otstarbeks kui inimtoiduks ettenähtud loomsete kõrvalsaaduste sanitaareeskirjad. EÜT L 273, 10.10.2002, lk 1—95.

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 1069/2009, 21. oktoober 2009, milles sätestatakse muuks otstarbeks kui inimtoiduks ettenähtud loomsete kõrvalsaaduste ja nendest saadud toodete tervise-eeskirjad ning tunnistatakse kehtetuks määrus (EÜ) nr 1774/2002 (loomsete kõrvalsaaduste määrus). ELT L 300, 14.11.2009, lk 1—33.

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrus (EÜ) nr 999/2001, 22. mai 2001, millega sätestatakse teatavate transmissiivsete spongioossete entsefalopaatiate vältimise, kontrolli ja likvideerimise eeskirjad. EÜT L 147, 31.5.2001, lk 1—40.

Komisjoni määrus (EÜ) nr 1881/2006, 19. detsember 2006, millega sätestatakse teatavate saasteainete piirnormid toiduainetes (EMPs kohaldatav tekst) (ELT L 364, 20.12.2006, lk 5—24; ELT L 314M, 1.12.2007, lk 558—577 (MT)).

EESTI VABRIIGI SEADUSED

Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika rakendamise seadus (RT I 2004, 24, 163)

Toiduseadus (RT I 1999, 30, 415; 58, 608; 2001, 93, 566; 2002, 13, 81; 61, 375; 63, 387; 102, 603; 2004, 27, 177; 34, 236; 2006, 28, 211; 2007, 1, 1; 22, 114; 2008, 16, 115)

Veterinaarcorralduseseadus (RT I 1999, 58, 608; 97, 861; 2001, 3, 4; 93, 566; 2002, 13, 79; 18, 97; 61, 375; 63, 387; 96, 566; 2004, 38, 257; 2005, 39, 308; 2006, 28, 211; 2007, 70, 428; 2008, 30, 191)

Loomatauditörjeseadus (RT I 1999, 57, 598; 97, 861; 2000, 82, 526; 2001, 3, 4; 88, 531; 93, 566; 2002, 13, 80; 61, 375; 63, 387; 96, 566; 2004, 19, 135; 34, 236; 2005, 37, 286; 61, 477; 2006, 21, 162; 2007, 1, 1; 12, 66; 22, 114; 70, 428; 2009, 3, 15)

Ajakirjad:

Fleischwirtschaft, Deutscher Fachverlag, GmBH, DFR

Muud allikad:

Министерство Мясной и Молочной Промышленности ЭССР. Приказ № 281. Нормы выхода обработанных пищевых субпродуктов. Таллин, 1970 г

http://www.vemag-anlagenbau.com/produkte/aufbau_anlage.php?sprache=de

<http://www.westfalia-separator.com/fileadmin/Media/PDFs/Brochures/speisefett-gewinnung-9997-0865-000.pdf>

<http://www.unimelt.de/fileadmin/html/swf/animation.swf>

http://www.lederpedia.de/doku.php?id=maschinenarbeiten:entfleischen_scheren_und_schaben_der_haute_und_hautbloessen

<http://www.queshiinternational.com/qnc.html>

http://ohioline.osu.edu/sc156/sc156_12.html

<http://www.sausagesource.com/NatCasingFAQ.htm#Top>

<http://www.vet.agri.ee/>