
TEURASSIVUTUOTTEIDEN HYÖTYKÄYTÖN TEHOSTAMINEN

Syötäväksi kelpaavat jakeet



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Visamäki, 14.5.2010

Matti Tikka

VISAMÄKI

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma
Liha- ja valmisruokateknologia

Tekijä	Matti Tikka	Vuosi 2010
Työn nimi	Teurassivutuotteiden hyötykäytön tehostaminen, syötäväksi kelpaavat jakeet	

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö on tehty osana Hämeen ammattikorkeakoulussa käynnissä olevaa Tekes-hanketta. Hyötyteuras-hankkeen tavoitteena on löytää ja kehittää uusia taloudellisesti kannattavia teurastamosivutuotteiden hyödyntämistapoja ja niiden vaatimia kustannustehokkaita prosessointimenetelmiä. Tämän työn tarkoitus on esitellä syötäväksi kelpaavia sivutuotteita ja prosesseja, joilla valmistetaan sivutuotteista syötäviä jatkojalosteita. Tässä työssä syötävä-käsitteen alla on käsitelty elintarvikekäytön lisäksi rehu- ja lemmikkieläintenruokakäyttö. Projekti on rajattu tutkimaan Suomessa tyypillisiä lihantuotannossa käytettäviä eläimiä eli nauta, sika ja siipikarjaa. Tässä opinnäytetyössä käsiteltäviksi teurassivutuotteiksi on rajattu veri, elimet, kollageenipitoinen materiaali ja rasvat. Sivutuotteiden lisäksi työssä esitellään kansainvälisesti lihateollisuuden käyttämiä tai teollisesti mahdollisia teurassivutuotteiden jatkojalostusmenetelmiä. Lisäksi työssä on käsitelty sivutuotteita Euroopan unionin alueella koskeva lainsäädäntö.

Työ on hyvin teoriapitoinen, koska työn ensisijaisena tarkoituksena oli kerätä tietoa teurassivutuotteista Hyötyteuras-hankkeeseen. Tiedon keräämiseen on aineistona ja menetelminä käytetty liha-alan kirjallisuutta, tieteellisiä julkaisuja, julkaistuja patenteja, yritysvierailuja sekä asiantuntija-haastatteluja.

Opinnäytetyön tuloksena voidaan pitää, että teurassivutuotteille on olemassa useita erilaisia hyödyntämismahdollisuuksia, joita tällä hetkellä Suomessa ei käytetä. Useiden käyttösovelluksien kohdalla rajoittavana tekijänä on kuitenkin mm. taloudellinen kannattavuus, tuotanto volyymit, ruokakulttuuri, kilpailutilanne tai lainsäädäntö. Teurassivutuotteet sisältävät kuitenkin huomattavan määrän arvokkaita ainesosia, joita Suomessa ei osata käyttää hyödyksi.

Avainsanat Teurassivutuotteet, renderöinti, elimet, veri, kollageeni

Sivut 57 s. + liitteet 13 s.

VISAMÄKI

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering

Meat and Convenience Food Technology

Author

Matti Tikka

Year 2010**Subject of Bachelor's thesis**Enhanced Utilization of Animal By-Products, Edible Fractions

ABSTRACT

This thesis was made as a part of Tekes project that is going on in HAMK University of Applied Sciences. The purpose of the Hyötyteuras project is to find out and develop new economically viable methods to utilize meat by-products and to find out processes to refine meat by-products. The purpose of this thesis was to introduce edible meat by-products and processes that are used to manufacture edible products from meat by-products. In this thesis the term edible covers foodstuffs but also feeds and pet food. The project is limited to study bovines, pigs and poultry which are typical industrial animals used in the Finnish meat industry. Animal by-products that are studied in this thesis are blood, organs, collagen type material and fats. In addition, methods and downstream operations that are globally used in the meat industry are presented. The legislation that is related to meat by-products in the EU area is also presented.

The thesis is very theoretical because the main purpose was to collect information from meat by-products for the Hyötyteuras project. Information was collected from the literature related to meat, from scientific publications and published patents. The companies were visited and experts in the field were interviewed.

As a result of the study it can be concluded that meat by-product can be exploited in numerous ways that are not used in Finland. However, economic profitability, manufacturing volumes, food culture, competition or legislation often limit the use of these. Still meat by-products contain remarkable amounts of valuable components which are not properly utilized in Finland.

Keywords Meat by-products, rendering, organs, blood, collagen**Pages** 57 p. + appendices 13 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TEURASSIVUTUOTTEITA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ.....	3
2.1	Eläinperäisten sivutuotteiden luokittelu	3
2.2	Eläinperäisten sivutuotteiden käsittely.....	4
2.3	Rehukäyttö.....	5
2.3.1	Lemmikkieläinten ruokinta	6
2.4	Sivutuotteiden keräys, kuljetus ja varastointi	6
3	TEURASSIVUTUOTTEET KANSAINVÄLISESTI	8
3.1	Teurassivutuotteet Euroopan unionin alueella	8
3.1.1	Sivutuotteiden määrät	8
3.1.2	Sivutuotteiden käyttökohteet.....	9
4	TEURASTUKSEN SIVUTUOTEVIRRAT	10
5	TEURASSIVUTUOTTEET	12
5.1	Elimet	12
5.1.1	Maksa.....	14
5.1.2	Sydän.....	15
5.1.3	Kieli.....	15
5.1.4	Munuainen.....	16
5.1.5	Keuhkot.....	17
5.1.6	Mahat	17
5.1.7	Suolet	18
5.2	Veri.....	19
5.2.1	Veriplasma	21
5.2.2	Punasolut.....	23
5.2.3	Veren aseptinen talteenotto ja mikrobiologinen laatu	25
5.3	Kollageenipitoiset sivutuotteet	26
5.3.1	Kollageenin rakenne	27
5.3.2	Gelatiini.....	29
5.4	Rasvat	30
5.4.1	Rasvan rakenne.....	30
5.5	Muut osat.....	32
6	SYÖTÄVIEN TEURASSIVUTUOTTEIDEN PROSESSOINTI.....	33
6.1	Veren plasman ja punasolujen erottaminen ja jatkojalostus jauheiksi.....	33
6.1.1	Plasman ja punasolujakeen erottaminen	35
6.1.2	Plasma- ja punasolufraktion jatkojalostus proteiinijauheeksi	36
6.2	Gelatiinin valmistus kollageenista	37
6.2.1	Gelatiinin erotus alkalihydrolyysillä ja happokäsittelyllä.....	38
6.2.2	Entsymaattinen gelatiinin erotus	40
6.2.3	Gelatiinin ominaisuudet ja rakenne	41
6.3	Kollageenin eristäminen jätteistä	43
6.3.1	Rasvan poisto.....	43
6.3.2	Happoliukoisen kollageenin eristys	44

7	RENDERING PROSESSI.....	46
7.1	Lihaluujauhon valmistusprosessi.....	46
7.2	TSE – materiaalin käsittely	48
7.3	Verijauhon valmistusprosessi.....	48
7.4	Luujuauhon valmistusprosessi.....	49
7.5	Höyhenjuauhon valmistusprosessi.....	50
8	OMAT POHDINNAT JA AJATUKSET.....	51
8.1	Teurassivutuotteet.....	51
8.1.1	Elimet.....	51
8.1.2	Veri	52
8.1.3	Kollageenipitoinen materiaali	52
8.1.4	Rasvat.....	53
8.2	Teurassivutuotteiden jatkojalostus ja prosessointi.....	53
8.3	Muita ajatuksia aiheesta	54
9	LÄHTEET	55

LIITTEET

LIITE 1 Asiantuntijahaastattelu: Prof. Eero Puolanne, Helsingin Yliopisto

LIITE 2 Asiantuntijahaastattelu: Erikoistutkija Raija Lantto, VTT

LIITE 3 Asiantuntijahaastattelu: Toimitusjohtaja Kari Valkosalo, Honkajoki Oy

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty osana Hämeen ammattikorkeakoulussa käynnissä olevaa Tekesin tukemaa Hyötyteuras-hanketta. Muita yhteistyöosapuolia hankkeessa on MTT Biotekniikka ja Elintarvike tutkimus, Lihateollisuuden tutkimuskeskus, Honkajoki Oy, HK Ruokatalo Oy, Atria Oyj, Neste Jacobs Oy ja BioTrim (Agropolis Oy).

Työssäni olen perehtynyt syötävien teurassivutuotteiden hyötykäytön tehostamiseen. Syötäviin sivutuotteisiin on rajattu elintarvikekäytön lisäksi myös rehu- ja lemmikkieläintenruokakäytön. Merkittävänä syynä syötävien käyttösovellusten tutkimisen ulottamiseen myös elintarvikekäytön ulkopuolelle oli teurassivutuotteiden elintarvikekäytön rajallisuus nykyisten länsimaalaisten ruokailutottumusten vallitessa. Käsiteltäväksi sivutuotteiksi rajattiin veri, elimet ja kollageenipitoinen materiaali. Lisäksi työssä pääpiirteisesti esitellään teurassivutuotteina saatavat rasvat. Eläimiksi, joista sivutuotteet ovat peräisin, rajattiin nauta, sika ja siipikarja. Työtä tehdessäni törmäsin kuitenkin usein siihen ongelmaan, että siipikarjan sivutuotekäytöstä saatavat tilastot ja tiedot olivat harvemmassa, kuin naudasta ja siasta pidetyt. Yhtä aikaisesti tämän työn kanssa on HAMK:ssa Bio- ja Elintarvike tekniikan ko. ollut käynnissä toinen opinnäytetyö samasta aiheesta. Omassa työssäni Suvi Aalto on tutkinut aiheesta luiden ja keratiinipitoisen aineksen hyödyntämistä.

Suomalaiset teurastamot tuottavat erilaisia sivutuotteita vuosittain yli 200 000 tonnia (Raevuori, Niemistö & Heinänen 2007, 2). Teurassivutuotteiden yleinen hyötykäyttökohde on pitkään ollut turkiseläinrehun raaka-aineena. Turkiseläinten kasvatusta on viime aikoina vähentynyt kuitenkin Suomessa ja sen uskotaan vähenevän entisestään tulevaisuudessakin. Tämä on johtanut tilanteeseen, jossa on tarpeellista etsiä uusia käyttösovelluksia teurassivutuotteille, jotka on aikaisemmin hyödynnetty turkiseläinrehun raaka-aineena.

Nautaeläimen elopainosta noin 45 – 50 % on erilaisia sivutuotteita. Sian ja broilerin teurastuksessa sivutuotteiden osuus on noin 35 % elopainosta. (Raevuori ym. 2007, 2). Sivutuotteita kerääntyy siis aina kun harjoitetaan tuotantoeläinpohjaista lihantuotantoa. Vaikka useat teurastuksesta saatavat sivutuotteet ovat ravinnerikasta ja arvokasta materiaalia, on niiden jatkokäsittely suomalaiselle lihateollisuudelle kuitenkin tällä hetkellä merkittävä kuluerä, eikä niiden erityisominaisuuksia juurikaan jalosteta omiksi tuotteikseen.

Euroopan unionin alueella teurassivutuotteiden hyötykäytön määrittelee Euroopan parlamentin ja neuvoston sivutuoteasetus 1774/2002. Työni alussa olen esitellyt asetuksen syötäviä sivutuotteita koskevat säädökset pääpiirteittäin. Lisäksi olen työssäni esitellyt myös pohdintoja, siitä miten asetus asettaa erityisesti rehukäytön osalta Euroopan unionin lihantuotannon eriarvoiseen asemaan verrattuna muun maailman lihan tuotantoon.

Työni loppupuolella esittelen erilaisia prosessointimenetelmiä ja hyötykäyttökohteita teurassivutuotteiden hyötykäytön tehostamiselle. Erityisesti uusien sivutuotteiden prosessointimenetelmien kartoittaminen olikin työn tärkeimmistä lähtökohdista. Valitettavasti työtä tehdessäni sain havaita, että rajaukseni mukaisia uusia käsittelymenetelmiä sivutuotteille oli lähes mahdotonta löytää. Tähän suurin syy lienee maailmalla erittäin voimakkaana oleva ajatus sivutuotteiden pääsääntöiselle energiakäytölle tulevaisuudessa.

2 TEURASSIVUTUOTTEITA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Eläimistä saatavien teurassivutuotteiden käyttöä ja jatkojalostusta on säädetty useilla Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksilla sekä useilla kansallisilla asetuksilla. Näin pyritään turvaamaan sivutuotteiden oikea käsittely ja takaamaan elintarvikkeiden ja rehujen turvallisuus. Suomessa teurassivutuotteita koskevasta lainsäädännön valmistelusta ja kansainvälisistä yhteyksistä vastaa Maa- ja metsätalousministeriö. Asetusten noudattamista alan toimijoiden keskuudessa valvoo elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Eviran elintarvikkeiden ja eläinlääkinnän valvontaosaston, eläinten terveys ja hyvinvointi-yksikön, maataloustuotannon valvontaosaston ja rehu- ja lannoitevalvontayksikön tehtävänä on eläinperäisten sivutuotteiden valvonnan johtaminen, suunnittelu, kehittäminen ja osittainen valvonnan suorittaminen. Lääneissä valvonta viranomaisia ovat läänineläinlääkärit ja kunnissa kunnaneläinlääkärit. Teurassivutuotteita tuottavissa teurastamoissa valvonnasta vastaavat teurastamoiden tarkastuseläinlääkärit. (Viranomaiset 2009).

Useat teurassivutuotteet, mm. maksa, veri sydän jne. on täysin käytettävissä elintarvikekäyttöön, jos niitä on asianmukaisesti käsitelty. Elintarvikekäyttöön tarkoitetut teurassivutuotteet kuuluvat yleisen elintarvikelain 23/2006 piiriin. Kun teurassivutuotetta ei käytetä ihmisravinnoksi, ne kuuluvat Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen EY 1774/2002 piiriin, jossa käsitellään muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden terveystäytäntöjä. Seuraavassa olen käsitellyt teurassivutuotteita koskevaa lainsäädäntöä sivutuoteasetuksen pohjalta.

2.1 Eläinperäisten sivutuotteiden luokittelu

Sivutuoteasetuksen (EY 1774/2002) mukaisesti eläinperäiset sivutuotteet jaetaan kolmeen luokkaan niihin liittyvän ihmisille tai eläimille aiheutuvan tautiriskin perusteella. Ensimmäisen luokan sivutuotteilla on korkein tautiriski. Suomessa ensimmäisen luokan eläinperäisiä sivutuotteita käsittelee eli hävittää ainoastaan Kankaanpäässä toimiva Honkajoki Oy. Toisen ja kolmannen luokan sivutuotteita käsittelee ja jalostaa Honkajoki Oy:n lisäksi mm. Kaustisissa sijaitseva Findest Protein Oy.

Seuraavassa käsitellään sivutuoteasetusta pääasiassa siltä osin, kun se liittyy syötäväksi kelpaavien sivutuotteiden käsittelyyn ja jalostamiseen.

Luokan 1 sivutuotteet

- erikseen määriteltä riskiaines ja eläimet, joista riskiaineista ei ole poistettu
- sivutuotteet, joissa on tarttuvien spongiformisten enkelopatioiden riski (niin kutsutut TSE-taudit, esimerkiksi BSE)
- sivutuotteet, joissa on kiellettyjä aineita (esimerkiksi hormonit ja beetasalpaajat) yli lainsäädännön salliman määrän
- kansainvälisesti toimivista liikennevälineistä peräisin oleva ruokajäte

- luokan 1 ja 2 tai luokan 1 ja 3 sivutuotteiden seokset

Luokan 2 sivutuotteet

- eläimet, joissa on muiden kuin TSE-tautien riski
- muut itsestään kuolleet tai lopetetut eläimet kuin luokkaan 1 kuuluvat (esimerkiksi siat, siipikarja, porot ja turkiseläimet)
- sivutuotteet, joissa on antibioottien tai muiden eläinlääkkeiden jäämiä yli lain salliman määrän
- lihantarkastuksessa hylätyt ruhon osat
- sivutuotteet, jotka eivät kuulu luokkiin 1 tai 3
- luokan 2 ja 3 sivutuotteiden seokset

Luokan 3 sivutuotteet

- ihmisravinnoksi hyväksytyistä eläimistä saatavat sivutuotteet, joita ei kuitenkaan käytetä elintarvikkeiksi (esimerkiksi keuhkot, mahat ja likaantuneet osat)
- elävänä tarkastuksessa hyväksytyjen eläinten veri, nahat, sorkat, kaviot, sarvet, sianharjakset ja höyhenet
- ravintoloiden, pitopalveluiden ja keittiöiden (esimerkiksi keskuskeittiöt ja kotitalouksien keittiöt) ruokajäte, kun se on tarkoitettu eläinten ruokintaan
- entiset eläinperäiset elintarvikkeet (peräisin esimerkiksi tukku- ja vähittäiskaupasta tai elintarviketeollisuudesta), kuten liha ja lihatuotteet sekä kala ja kalatuotteet, joita ei ole enää tarkoitettu ihmisravinnoksi valmistuksessa tai pakkauksessa esiintyneiden ongelmien vuoksi ja jotka eivät aiheuta vaaraa ihmisille tai eläimille
- elintarvikkeiden käsittelyssä ja valmistuksessa syntyvät sivutuotteet
- tuoreet kalasta saatavat sivutuotteet, joita saadaan kalatuotteita ihmisravinnoksi valmistavilta laitoksilta

2.2 Eläinperäisten sivutuotteiden käsittely

Eläinperäisten sivutuotteiden käsittely ja hävitys määräytyy niiden luokituksen eli riskin perusteelle.

Alla olevissa listoissa on kerrottu vain syötäväksi kelpaavien sivutuotteiden käsittelystä.

Luokan 1 sivutuotteiden käsittely

- käsitellään hyväksytyssä luokan 1 käsittelylaitoksessa tai hyväksytyssä polttolaitoksessa
- kansainvälisesti toimivista liikennevälineistä peräisin oleva ruokajäte on haudattava ympäristönsuojelulainsäädännön vaatimukset täyttävälle kaatopaikalle tai poltettava ympäristönsuojelulainsäädännön vaatimukset täyttävässä polttolaitoksessa

- nautojen, lampaiden ja vuohien hautaaminen on sallittua erikseen määrätyllä syrjäisillä alueilla

Luokan 2 sivutuotteiden käsittely

- käsitellään hyväksytyissä luokan 1 tai 2 käsittelylaitoksissa
- kalaperäinen sivutuote on muunneltava säilörehuksi tai kompostoitava hyväksytyssä kompostointilaitoksessa
- osaa luokan 2 aineksesta voidaan käyttää eläintarhaeläinten, sirkuseläinten, matelijoiden, luonnonvaraisten eläinten, kenneleiden koirien, ajokoirien tai kalansyötiksi kasvatettujen toukkien ruokintaan
- hautaaminen on sallittua lajikohtaisesti ja tietyistä tuotantolaitoksista saatavien sivutuotteiden osalta erikseen määritetyillä syrjäisillä alueilla

Luokan 3 sivutuotteiden käsittely

- käsiteltävä hyväksytyssä luokan 1, 2 tai 3 käsittelylaitoksessa
- muunneltava hyväksytyssä teknisessä laitoksessa
- käytettävä raaka-aineena lemmikkieläinten ruokia tai muiden eläinten rehujen valmistavassa laitoksessa
- kalaperäinen sivutuote muunneltava säilörehuksi tai kompostoitava kompostointilaitoksessa
- osaa aineksesta voidaan käyttää myös turkiseläinten rehuksi käsitelyn jälkeen
- osaa aineksesta voidaan käyttää eläintarhaeläinten, sirkuseläinten, matelijoiden, luonnonvaraisten eläinten, kenneleiden koirien, ajokoirien tai kalansyötiksi kasvatettujen toukkien ruokintaan
- hautaaminen on sallittua tietyistä tuotantolaitoksista saatavien sivutuotteiden osalta erikseen määritetyillä syrjäisillä alueilla

2.3 Rehukäyttö

Sivutuoteasetuksessa N:o 1774/2002 asetetaan määreet muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden terveys säännöistä. Rehukäytön määrittely oli asetusta säädettäessä avain asioita Euroopassa naudoilla ilmenneen BSE-taudin vaikutuksesta. Alla kuvataan pääpiirteittäin teurassivutuotteiden ja niistä johdettujen tuotteiden rehukäyttöä.

Asetuksessa (EY 1774/2002, art. 22 ja 23) kielletään eläinlajin ruokkiminen saman lajin eläimen ruhoista tai ruhon osista valmistetulla eläinvalkuaisella, kuten lihaluujauholla tai lihajauholla. Teurassivutuotteista saata- valla, ruokajätettä sisältävällä tai siitä johdetulla rehuaineella sallitaan ai- noastaan tuotantoeläimistä turkiseläinten ruokinta. Rehuruokintaa on kui- tenkin mahdollista käyttää myös muille tuotantoeläimille koulutuksellisiin ja tutkimuksellisiin tarkoituksiin. Elintarviketuotantoon kuulumattomille eläimille, joiden ruokinnassa käytetään rehuseoksia, jotka sisältävät esi- merkiksi lihaluujauhoa, tulee rehuseos valmistaa eri tuotantolaitoksessa

kuin rehuseokset, joita käytetään elintarviketuotantoon käytettäville eläimille. Elintarviketuotantoon tarkoitettujen eläinten, pois lukien märehitjät, rehuna voidaan kuitenkin tietyin edellytyksin käyttää kalajauhoa ja eläinperäistä di- ja trikalsiumfosfaattia. Maitoalan laitoksista ja vähittäiskaupasta peräisin olevaa maitopohjaista luokkaan 3 kuuluvaa ainesta voidaan käyttää elintarviketuotannossa käytettävien eläinten ruokintaan. Tiettyjen eläinperäisten sivutuotteiden käyttö lemmikkieläinten, turkiseläinten, tarhakoirien ja kalansyötiksi tarkoitettujen toukkien ruokintaan on sallittua. (Rehukäyttö 2009).

Nykyisellään kaikilta rehualan toimijoilta, tietyin poikkeuksin, edellytetään rekisteröintiä. Rekisteröitymisestä on määrätty Euroopan parlamentin ja neuvoston rehuhygieniasta koskevassa asetuksessa N:o 1831/2003 eli ns. rehuhygieniasta asetuksessa. Osalta toimijoista edellytetään rekisteröinnin lisäksi myös hyväksyntää. (Rehukäyttö 2009).

2.3.1 Lemmikkieläinten ruokinta

Elintarviketurvallisuusviraston rehu- ja lannoitevalvontayksikkö vastaa Suomessa lemmikkieläinten ruokia valmistavien toimijoiden valvonnasta ja laitosten hyväksymisestä. Paikallisina valvovana viranomaisena toimii alueen kunnaneläinlääkäri. Evira valvoo myös laitosten omavalvontasuunnitelmia, tuotteen pakkausmerkintöjä sekä tuoteselostuksia. (Lemmikkieläinten ruokinta 2009).

Lemmikkieläinten ruokintaan saa käyttää ainoastaan eläinperäisistä sivutuotteista luokkaan 3 kuuluvaa materiaalia. Käytännössä materiaali koostuu lihantarkastuksessa hyväksytyjen teuraseläinten elimistä ja ruhonosista, jotka eivät kuitenkaan päädy elintarviketuotantoon. Jalostettuihin eläinruokiin voidaan kuitenkin käyttää elimiä, jotka eivät sovellu elintarvikkeiksi, mutta ovat rehukäyttöön sopivia. Tämä johtuu siitä, että valmistusprosessissa jalostetut eläinruoat ja puruluut käsitellään siten, että mahdolliset patogeenit tuhoutuvat. Teurassivutuotteiden ohella lemmikkieläinruokien raaka-aineeksi sallitaan myös kala- ja kananmunatuotannon sivutuotteet. (Lemmikkieläinten ruokinta 2009).

2.4 Sivutuotteiden keräys, kuljetus ja varastointi

Eläinperäiset sivutuotteet sekä käsitellyt tuotteet, pois lukien luokkaan 3 kuuluva ruokajäte, on kerättävä, kuljetettava ja tunnistamerkittävä (Neuvoston asetusta (EY) 1774/2002 art. 7). Sivutuotteiden yhteydessä on aina merkittävä sivutuotteiden luokkanumero, lisäksi

- luokkaan 3 kuuluvan aineksen yhteydessä oltava merkitty sanat ”ei ihmisravinnoksi”
- luokkaan 2 kuuluvan aineksen, paitsi lanta ja ruoansulatuskanavan sisältö, ja siitä johdettujen käsiteltyjen tuotteiden osalta sanat ”ei eläinten ruokintaan”

- luokkaan 1 kuuluvan aineksen ja siitä johdettujen käsiteltyjen tuotteiden osalta sanat ”ainoastaan hävitettäväksi”. (Neuvoston asetus (EY) 1774/2002 liite II).

Eri luokkiin kuuluvat sivutuotteet on pidettävä erillään ja tunnistettavissa keräyksen ja kuljetuksen aikana (Neuvoston asetus (EY) 1774/2002 liite II). Kuljetettavien sivutuotteiden yhteydessä on aina oltava kaupallinen asiakirja ja mahdollisesti terveystodistus, joista saadaan tarvittava tieto kuljetuserästä (Neuvoston asetus (EY) 1774/2002 art.7). Jos kuljetettava materiaali päätyy rehuikäyttöön, on rehuhygieniasetuksen mukaisesti toimijan oltava rekisteröitynyt ja toimittava asetuksen mukaisesti.

Sivutuotteiden varastointi voi tapahtua ainoastaan toimivaltaisen viranomaisen hyväksymissä tiloissa (Neuvoston asetus (EY) 1774/2002 art.11). Varastoinnissa luokkaan 3 kuuluvaa materiaalia ei saa säilyttää samoissa tiloissa kuin luokkiin 1 ja 2 kuuluva materiaali on varastoitu (Neuvoston asetus (EY) 1774/2002 liite III). Lisäksi laitoksessa on oltava:

- katettu tila tuotteiden vastaanottamista varten;
- laitoksen on oltava helposti puhdistettavissa ja desinfioitavissa; lattioiden on oltava sellaiset, että nesteet valuvat niiltä helposti pois;
- henkilökunnalle on oltava asianmukaiset käymälät, pukutilat ja pesutilat; ja
- asianmukaiset järjestelyt tuhoeläimiltä suojautumista varten.

(Neuvoston asetus (EY) 1774/2002 liite III)

Laitoksessa on oltava myös asianmukaiset laitteet, joilla puhdistetaan ja desinfioidaan säiliöt ja astiat, joilla sivutuotteita kuljetetaan. Kuljetukseen käytettävät ajoneuvot pitää pystyä myös puhdistamaan ja desinfioimaan aina pyöriä myöten. Lisäksi tuotteet on säilytettävä asian mukaisesti, kunnes ne taas lähetetään eteenpäin (Neuvoston asetus (EY) 1774/2002 liite III).

3 TEURASSIVUTUOTTEET KANSAINVÄLISESTI

Teurastuksesta saatavien sivutuotteiden hyödyntämisestä maailman laajuisella tasolla on ymmärrettävä eri kulttuurien ja historian vaikutus ihmisten mieltymyksille. Nykyaikaisesta länsimaisesta ruokakulttuurista puhuttaessa ajattelemme Eurooppalaista ja Pohjois-Amerikkalaista ruokakulttuuria, joka on kuitenkin hyvin erilainen kuin Aasialainen tai Afrikkalainen ruokakulttuuri. Tämän ymmärtäminen on tärkeää, koska kulttuurien väliset erot näkyvät myös sen mieltämisessä mikä on elintarvike ja mikä ei. Merkittävä osa teurassivutuotteista on erilaisten käsittelyiden jälkeen täysin elintarvikekelpoista materiaalia. Tänä päivänä länsimaalaisessa ruokakulttuurissa kuitenkin mm. elimiä ja verta ei pidetä enää elintarvikekäytössä mielekkäinä raaka-aineina. Tästä johtuen suomalainen lihateollisuus viekin joka vuosi huomattavia määriä mm. elimiä Aasiaan, koska sieltä niistä saadaan elintarviketta vastaava hinta, jota Suomen sisäisiltä markkinoilta ei saada.

3.1 Teurassivutuotteet Euroopan unionin alueella

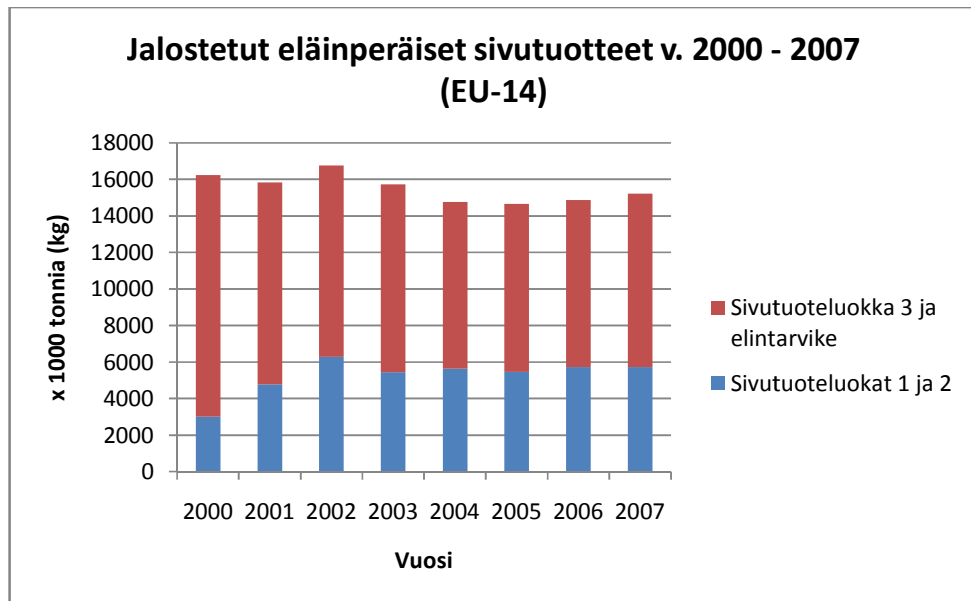
EU alueella teurassivutuotteiden hyödyntämiseen vaikuttaa suuresti tiukka lainsäädäntö. Erityisesti lainsäädäntö EU alueella rajoittaa teurassivutuotteiden tuotantoeläinten rehukäyttöä. Tällä hetkellä teurassivutuotteista valmistettavien rehujen käyttö on EU alueella sallittu vain turkiseläimille. Tosin viime aikoina on ollut paljon esillä myös kalan rehukäytön uudelleen aloittaminen. Kuitenkin, koska teurassivutuotteista valmistettavat rehut, esimerkiksi lihaluujauho, ovat hyvin edullisia, asettaa se EU alueen lihatuotannon kilpailukyvyltään muita alueita heikompaan asemaan.

Huomioitavaa Suomen sivutuotevirroista suhteessa muuhun Eurooppaan on melko vähäinen jatkojalostus sekä jatkojalosteiden kirjo. Suomessa tuotetuista eläinperäisistä sivutuotteista huomattava osa menee lihaluujauhon raaka-aineeksi, kompostiin tai destruktion. Suomen ainoat teurassivutuotteiden jatkokäsittelylaitokset ovat Honkajoki Oy ja sen tytäryhtiö Findest Protein Oy.

3.1.1 Sivutuotteiden määrät

Euroopan unionin alueella tuotetaan vuosittain lihaa n. 45 000 000 tonnia, jolloin eläinperäisiä sivutuotteita kertyy n. 20 000 000 tonnia. Vuonna 2007 EU alueella jatkojalostettiin n. 15 000 000 tonnia teurassivutuotteita. Tästä määrästä n. 40 % kuului sivutuoteluokkaan 1 tai 2. Loput 60 % kuuluivat sivutuoteluokkaan 3 tai elintarvikkeisiin. Viime vuosina EU alueen jatkojalostettavien sivutuotemäärien vuotuinen kasvu on ollut n. 2,5 %. (Nielsen 2008).

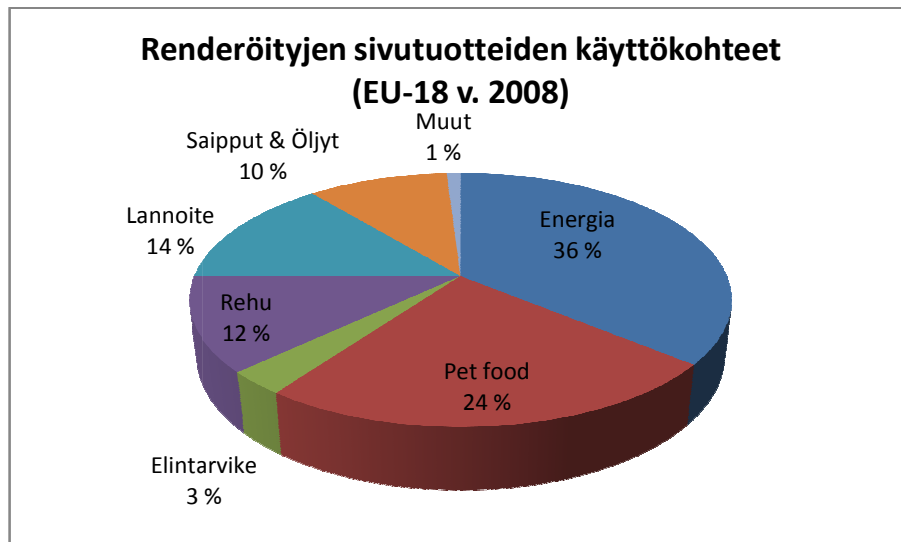
EU alueen liha- ja sivutuotetuotantoa tilastoitaessa on otettava huomioon, että Euroopan unioni on laajentunut jatkuvasti. Täten monissa kuvaajissa EU:n maista vain ne ovat mukana, jotka kuuluivat EU:iin jo tilaston ensimmäisenä vuonna.



KUVA 1 Eläinperäisten sivutuotteiden jalostusmäärät ja jakaumat vuosien 2000 ja 2007 välillä EU-14 alueella. Mukailtu lähteestä (Coelenbier 2008).

3.1.2 Sivutuotteiden käyttökohteet

Kuten edellä kerrottiin, niin vuosittain EU alueella syntyy n. 20 miljoonaa tonnia eläinperäisiä sivutuotteita. Tästä määrästä suurin osa jatkojalostetaan uusiksi tuotteiksi. Yleisiä jatkojalosteita ovat renderöintituotteet, jolloin sivutuotteista on käytännössä katsoen haihdutettu kosteus, erotettu valkuaisaines ja rasvat. Huomioitavaa on, että prosessissa huomattava osa sivutuotteiden massasta haihtuu lauhdehöyrynä.



KUVA 2 EU-18 alueella renderöityjen eläinperäisten sivutuotteiden käyttökohteet. Mukailtu lähteestä (Nielsen 2008).

Vuonna 2007 EU-18 alueella valmistettiin 6 570 000 tonnia erilaisia renderointituotteita sivutuoteluokkaan 1, 2, 3 tai elintarvikkeeksi laskettavasta materiaalista (Coelenbier 2008). Yllä olevassa kuvassa 2 on kuvattuna näiden tuotteiden käyttökohteet.

EU-alueella huomioitavaa on renderointituotteiden korkea energiakäyttö, koska yli kolmannes renderointituotteista käytetään energiasovelluksiin. Suomi on EU-alueen suurimpia eläinrasvaperäisen biodieselin valmistajia. Vuonna 2007 EU-18 alueella Suomi valmisti 28 % kaikesta eläinrasvoista valmistetusta biodieselistä. Huomion arvoista on kuitenkin se, että vain n. 3 % EU alueen biodieselistä valmistetaan eläinrasvoista.

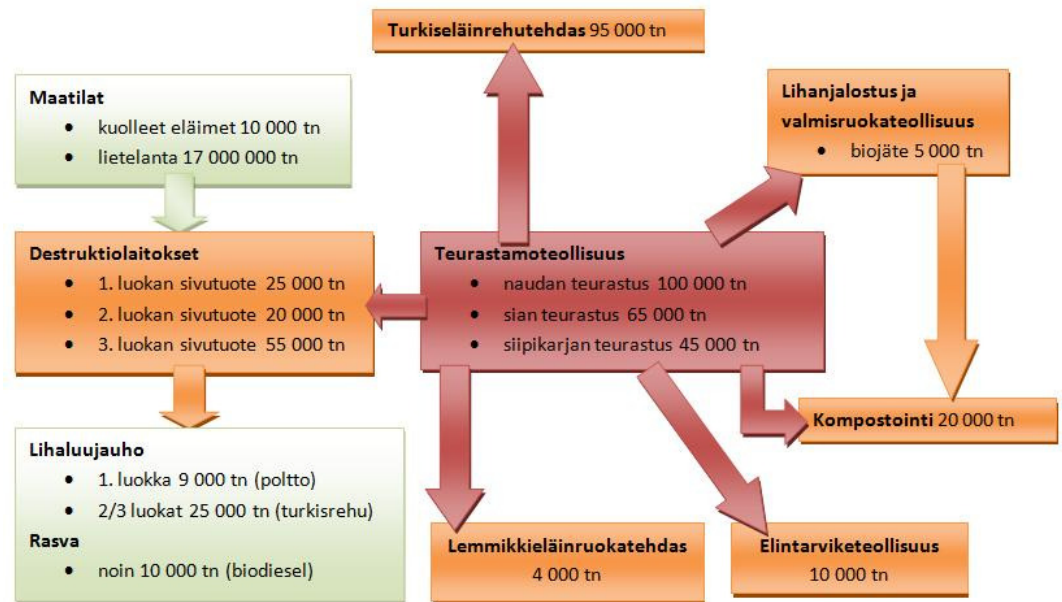
EU-18 alueella 24 % eläinperäisestä materiaalista prosessoidusta proteiinista ja rasvasta menee lemmikkieläintenruoka sovelluksiin (Nielsen 2008). EU alueella lemmikkieläinruokateollisuudella on näin ollen sivutuotteiden käyttökohteena huomattavasti merkittävämpi rooli, kuin mitä se suhteellisesti on Suomessa. Huomioitavaa on myös EU-alueen renderointituotteiden rehu- ja lannoitekäytön osuus, joka on noin viidennes käytöstä. Suomessa valmistettujen renderointituotteiden vastaava käyttöosuus on n. 50 % (Honkajoki Oy n.d.).

4 TEURASTUKSEN SIVUTUOTEVIRRAT

Teurastusprosessista tuloksena on ruho, mutta myös huomattava määrä erilaisia teurassivutuotteita. Teurassivutuotteiden määrä riippuu mistä eläinlajeista on kyse. Keskimäärin elävän naudan painosta 45 - 50 %, sialla ja broilerilla n. 35 % on erilaisia sivutuotteita, joten teurastamojen tuotannosta huomattavat määrät ovat teurastuksesta tulevia sivutuotteita (Raevuori ym. 2007, 2). Elintarvikkeina sellaisenaan sivutuotteista voidaan käytännössä käyttää elimet ja veri, mutta suurin osa sivutuotteista menee destruktiolaitokselle, kompostoitavaksi tai turkiseläinrehun raaka-aineeksi. Tarkkoja määriä siitä paljonko sivutuotteista on elintarvikkeiksi kelpavia tai elintarvikkeiksi kelpaamattomia on vaikea sanoa, koska eri alueilla ja kulttuureissa käyttö on erilaista. Monissa kulttuureissa ei nykyisin elimiä tai verta suosita ruoanvalmistuksessa samoin kuin ennen. Monista sivutuotteista pystytään muokkaamaan myös syötäviä fraktioita, mutta se voi olla kallista ja hankalaa, joten suuressa mittakaavassa sitä ei yleensä tehdä.

Suomessa tuotetaan naudanlihaa vuosittain lähes 90 miljoonaa kiloa, sikaa lähes 210 miljoonaa kiloa ja siipikarjaa noin 90 miljoonaa kiloa. Tämä merkitsee sitä, että Suomessa teurastamot tuottavat erilaisia sivutuotteita yli 200 000 tonnia vuodessa. (Raevuori ym. 2007, 2-5) Syötäväksi kelpaamatonta materiaalia tästä on suurin osa. Nykyisin teurassivutuotteet ovat hyvin ala-arvostettu elintarvikeryhmä ja niiden käyttö on kokonaisuudessaan melko vähäistä. Kuitenkin useat elintarvikkeeksi kelpaavat sivutuotteet ovat ravintoarvoltaan hyvin rikkaita. Teurassivutuotteita on Suomessa käytetty paljon turkiseläinten rehun raaka-aineena, kuitenkin viimevuosien aikana turkistarhaus on vähentynyt merkittävästi Suomessa. Lisäksi 2000-luvun taitteessa esiintynyt BSE-tauti naudoilla on rajoittanut paljon sivutuotteiden käyttöä eläintenrehuna. Näistä syistä johtuen onkin

hyvin ajankohtaista etsiä uusia sovelluksia teurassivutuotteiden käytölle Suomessa.



KUVA 3 Teurastamo- ja lihanjalostusteollisuuden nykyiset sivuvirrat Suomessa (Raevuori ym. 2007).

Suomessa naudan teurastuksesta elintarvikkeiksi kelpaavia sivutuotteita kertyy noin 5 000 tonnia, jos verta ei lasketa mukaan. Verestä elintarvikekäyttöön päätyy vain murto-osa. Naudan veri menee lähes kokonaan turkiseläinrehuun ja lemmikkieläinruokaan. Suomessa naudoista kertyy vuosittain sekä luokan 1 sivutuotteita että luokan 2 sivutuotteita noin 13 000 tonnia. Luokan 3 sivutuotteita kertyy noin 50 000 tonnia, jos luita ei laskea mukaan. Suurin osa tästä määrästä päätyy turkiseläinten rehun raaka-aineeksi. (Raevuori ym. 2007, 3).

Suomessa sian teurastuksen yhteydessä elintarvikkeeksi kelpaavia sivutuotteita kertyy noin 8 500 tonnia. Tähän lukuun on otettu huomioon myös rasvajäte sekä verestä se osa, joka otetaan talteen elintarvikekäyttöön. Luokan 3 sivutuotteita sianteurastuksesta vuosittain kertyy noin 50 000 tonnia, josta luut ja päät muodostavat suurimman osan. Valtaosa tästä määrästä menee turkiseläinten rehun raaka-aineeksi, mutta osa päätyy myös destruktion ja lemmikkieläinten ruoaksi. Siasta ei kerry laisinkaan luokan 1 sivutuotteita. Luokkaan 2 kuuluvia sivutuotteita siasta kertyy vuosittain noin 5 000 tonnia. Siasta tulevia luokan 2 sivutuotteita ovat lanta ja hylätyt osat. (Raevuori ym. 2007, 4).

Suomessa siipikarjan teurastuksesta kertyy erilaisia sivutuotteita noin 45 000 tonnia vuodessa. Tästä määrästä valtaosa menee turkiseläinrehun raaka-aineeksi, mutta osa elimistä ja kauloista menee lemmikkieläintuotteisiin ja myyntiin. Siipikarjan sivutuotteista höyhenet eivät kelpaa turkiseläinrehun raaka-aineeksi ilman entsyymikäsittelyä. Tästä johtuen höy-

henet menevät pääsääntöisesti destruktiolaitokselle lihaluujauhon ja höyhenjauhon raaka-aineeksi. (Raevuori ym. 2007, 5).

TAULUKKO 1 Siasta ja naudasta saatavat teurassivutuote määrät vuonna 2006. Mukailtu lähteestä (Raevuori ym. 2007, 3-4)

Laatu	Nauta (tuhatta kiloa)	Sika (tuhatta kiloa)
Elintarvike	5 000	8 500
1. luokan sivutuote	13 000	-
2. luokan sivutuote	13 000	5 000
3. luokan sivutuote	50 000	50 000

5 TEURASSIVUTUOTTEET

Tässä osiossa työtä tarkastellaan tarkemmin rajauksen mukaisia sivutuotteita sekä kerrotaan millaisia määriä niitä Suomessa teurastamot tuottavat. Kerron lisäksi teurassivutuotteiden tämän hetkisistä käyttömahdollisuuksista, painottuen elintarvike-, rehu- ja lemmikkieläintenruokasovelluksiin.

5.1 Elimet

Suomessa elinten käyttö ruoan valmistuksessa on vähentynyt huomattavasti viime vuosien aikana. Suomessa teurastamot tuottavat enemmän elimiä kuin mitä niille on kysyntää. Elimien ongelmana nykyisissä makutotumuksissa pidetään niiden voimakasta makua sekä lihasta poikkeavaa koostumusta. Elimistä voidaan sanoa, että vain maksa on yleisessä käytössä, mutta siitäkin osa menee vientiin, koska kysyntää ei Suomessa ole riittävästi (Koskenoja, sähköpostiviesti 17.12.2009). Muita ihmisravinnoksi kelpaavia elimiä ovat munuaiset, sydän, ihra, rasvat, kieli, päänliha, elinliha ja veri (Outinen 2008, luentoaineisto). Elimet ovat pääsääntöisesti ravintoarvoltaan hyvin ravinnerikasta, niissä on runsaasti vitamiineja, rautaa ja muita kivennäisaineita, aminohappoja ja rasvahappoja. Kuitenkin elimille on asetettu käyttörajoituksia niiden sisältämien haitallisten aineiden (kolesteroli, torjunta-aineet ja lääkejäämät) takia.

Lisäksi osiossa käsitellään korvat, sorkat ja hännät/saparot, joita käytetään pääsääntöisesti lemmikkien ruokintaan, eikä niillä juuri ole ihmisravinnoksi käytettäviä sovelluksia.

TAULUKKO 2 Naudan elinten ravintoarvoja per 100 g raakaa tuotetta. Mukailtu lähteestä (Ockerman & Basu 2004,106)

Elin	Proteiini (g)	Rasva (g)	Rauta (mg)	Natrium (mg)	Vitamiini B6 (mg)	Vitamiini B12 (mg)	Askorbiinihappo (mg)
Aivot	10,4-11,5	8,6	2,1-2,4	125	0,10-0,26	4,7-10,9	16,6-23,0
Sydän	14,9-28,5	3,6-20,0	4,0-4,9	86-95	0,23-0,43	8,0-13,7	8,9-15
Munuaiset	15,3-24,7	2,6-6,7	5,7-7,4	176-180	0,32-0,44	8,5-31,0	8,9-15,0
Maksa	19,0-22,9	3,8-7,8	6,5-7,0	81-136	0,74-0,94	65,0-110,0	2,6-31,0
Haima	17,6-27,1	7,3	2,8-8,4	67	0,2	4,8-5,0	13,7-14,0
Kieli	15,3-22,2	10,4-14,6	2,1-2,9	73	0,13-0,31	3,8-7,0	3,1-7,0

TAULUKKO 3 Sian elinten ravintoarvoja per 100 g raakaa tuotetta. Mukailtu lähteestä (Ockerman & Basu 2004,106)

Elin	Proteiini (g)	Rasva (g)	Rauta (mg)	Natrium (mg)	Vitamiini B6 (mg)	Vitamiini B12 (mg)	Askorbiinihappo (mg)
Aivot	10,3-12,2	8,6-9,2	1,6-2,4	125	0,19	2,2-2,8	13,5-18,0
Sydän	16,8-23,5	2,7-4,4	3,3-4,8	54-80	0,29-0,39	2,4-8	3,0-5,3
Munuaiset	15,4-25,4	2,7-3,6	5,0-6,7	115-190	0,55	6,6-14,0	14,0-14,2
Maksa	18,9-21,6	2,4-6,8	19,2-21,0	73-87	0,68-0,69	25-26	13-25,3
Haima	28,5	4,0-15,0	18,9			6,5-7,0	15,0-15,3

Sisäelimiin lasketaan kuuluvaksi keuhko, maksa, munuaiset, kieli, sydän sekä pallealihaksen. Sialla elimet poistetaan teurastusprosessissa heti suoliston poiston jälkeen. Ensimmäisenä avataan vatsakalvo pallealihaksen vierestä joka avataan aina rintapään asti. Munuaiset irrotetaan selkärangasta ja pallealihasta. Kaikki elimiä kiinnittävät kalvot viilletään auki selkärangasta pitkin niskanikamaan asti. Tämän jälkeen elimet lasketaan alas. Keuhkot ja henkitorvi vedetään ulos rintapään välistä, minkä jälkeen elimet roikkuvat vapaasti kielen ja sen kiinnityslihasten. Irrotettaessa nielua ja kurkunpäättä pyritään nielurisat jättämään ehjinä elimiin kiinni, ettei niissä olevat mikrobit kontaminoi lihaa tai sisäelimiä. Kielen irrotuksen jälkeen koko elinnippu irtoaa ruhosta. Irrotetut elimet ripustetaan elinkoukkuihin tai elinkuljettimeen, jossa elimet kulkevat samaa matkaa ruhon kanssa, jolloin ne on helpompi identifioida oikeaan ruhoon ja tarkastaa yhdessä ruhon kanssa. (Outinen 2008, luentoaineisto).

Naudan elimien poisto teurastusprosessissa ei eroa juuri yllä kuvatusta sian elinten poistosta. Broilerilla elintenpoistomenetelmä on melko erilainen sen koon vuoksi. Broilerin teurastusprosessissa peräaukko porataan auki, minkä jälkeen keskitintappi menee peräsuoleen sisälle ja pora leikkaa peräsuolen irti. Tämän jälkeen leikkuri leikkaa viillon peräaukon ja rintalastan väliin, josta suolistuslusikka pääsee suolistamaan broilerin. Suolistuslusikka irrottaa suolet ja elimet yhtenä nippuna, minkä jälkeen nippu menee omalle kuljettimelle. Kuten naudalla ja sialla, broilerillakin suolinippu kulkee samaa matkaa ruhon kanssa lihantarkastukseen. (Yli-Hemminki 2008, luentoaineisto).

Siipikarjan, erityisesti broilerin, sisäelimiä käytetään hyödyksi elintarvikkeina melko vähän niiden pienen koon ja tästä johtuvien korkeiden käsitte-

lykustannusten takia. Elintarvikkeina broilereista voidaan käyttää sydän, maksa ja kivipiiras (Ockerman & Basu 2004, 112). Käytännössä kuitenkin suurin osa siipikarjan teurassivutuotteista, mm. suolistot, päät, elimet, jalat, veri, luuruuhe ja osa höyhenistä, menevät turkiseläinrehujen raaka-aineeksi.

TAULUKKO 4 Sisäelinten prosentuaalinen osuus eri eläinten elopainosta. Mukailtu lähteestä (Ockerman & Basu 2004,105)

Sisäelin	Nauta	Sika	Kana(1,4 – 2,3 kg)
Veri	2,4-6,0	2,0-6,0	
Korvat	0,02		
Sorkat	1,9-2,1	1,5-2,2	
Sydän	0,3-0,5	0,15-0,35	0,3-0,8
Munuainen	0,07-0,24	0,2-0,4	
Maksa	1,0-4,5	1,1-2,4	1,6-2,3
Keuhkot	0,4-0,8	0,4-0,85	0,7
Häntä	0,1-0,25	0,1	
Kieli	0,25-0,5	0,3-0,4	
Pää- ja poskiliha	0,32-0,4	0,54-0,6	

5.1.1 Maksa

Maksa koostuu yhtenäisistä maksasoluista, verkkomaisista verisuonista sekä maksasolujen väleissä kulkevista hiussuonista. Maksasolut ovat järjestäytyneet maksaliuskan keskilaskimon ympärille kokonaisuudeksi, jota sidekudos pitää kasassa. Maksa on kiinnittynyt eläimen vatsan etuseinään sekä palleaan sidekudoksella. (Sponcer 1988, 201).

Maksa poistetaan eläimestä muiden sisäelinten yhteydessä teurastusprosessissa erillisessä elinnipussa, joka menee jatkokäsittelylinjalle. Maksa otetaan elinnipusta erilleen ja maksasta irrotetaan siinä kiinni olevat sappirakko ja sappitie. (Ockerman & Basu 2004, 104). Maksa irrotetaan sappirakosta kiertämällä, jolla estetään sappinesteen valuminen ulos sappirakosta (Sponcer 1988, 201). Tämän jälkeen maksa yleensä pestään, kuivataan kylmäpuhalluksella ja jäädytetään nopeasti esimerkiksi allasvaunussa, käyttäen apuna hiilihappojäätä, jotta sen lämpötila laskee nopeasti alle +3 °C:een (J. Koskenoja, haastattelu 8.12.2009). Maksa on jäädytettynä sellaisenaan valmiissa kauppakunnossa, mutta siitä voidaan poistaa sidekudossalvo vielä ennen eteenpäin toimitusta. Kauppakunnossa oleva naudan maksa painaa keskimäärin 5 kiloa ja sian maksa 1,4 kiloa, emakoilla kuitenkin jopa 3,2 kiloa. Broilerin maksa on hyvin pieni ja se painaa vain muutamia kymmeniä grammoja. (Ockerman & Basu 2004, 104-105).

Ravintoarvoiltaan maksa on erittäin rikas elin (ks. taulukko 2 ja 3). Maksassa on runsaasti proteiinia sekä vähän rasvaa. Maksa on erittäin hyvä raudanlähde, erityisesti sian maksassa on runsaasti rautaa. Päivittäistavarakaupoissa myytävä kokonainen maksa on yleensä naudan maksaa, koska sen maku on miedompi kuin sian maksan. Yleisesti voidaan sanoa maksan olevan sitä miedomman makuista, mitä nuoremmasta eläimestä se on otet-

tu (Spooncer 1988, 201). Broilerin maksa on myös hyvin miedon makuisen, mutta sen tarjonta on heikompaa käsittelykustannuksista johtuen. Suomessa maksa on ainoita laajalti elintarvikekäytössä olevia teurassivutuotteita. Normaalisti maksaa sisältävät tuotteet kuten maksamakara, maksalaatikko sekä maksapasteijat ja –pateet on valmistettu sianmaksasta, koska näissä tuotteissa voimakas maku sekoittuu muihin aineisiin. Sellaisenaan sian maksaa on saatavilla pääsääntöisesti vain jauhettuna ja broilerin pakasteena. (Koivumäki 2008, luentoaineisto). Maksoja käytetään myös osana erilaisten lihajalosteiden, kuten makkara, massojen raaka-aineena. Teurastamoilla lihantarkastuksessa hylätyt maksat menevät turkiseläinten rehuksi tai destruktion hylkäysyistä riippuen (Koskenoja, sähköpostiviesti 17.12.2009).

5.1.2 Sydän

Sydän koostuu pääsääntöisesti sydänlihaskudoksesta, siihen kiinnittyneistä rasvakudoksesta, ulkoisista verisuonista, valtimoista ja laskimoista. Sydänlihaskudos koostuu sydänlihaksista ja sitä sitovasta sidekudoksesta. (Spooncer 1988, 200–201). Sydänlihassolut ovat poikkijuovaisia ja ne koostuvat muiden lihasten tavoin pääasiassa aktiini ja myosiini nimisistä proteiineista. Sidekudosta esiintyy kaikissa kudoksissa ja se pitää lihaksen rakenteen koossa ja kiinnittyneenä luustoon. Sidekudoksen koostumuksen tärkeimmät proteiinit ovat kollageeni ja elastiini. (Yli-Hemminki 2008, luentoaineisto).

Teurastuksessa sydän poistetaan muiden elinten yhteydessä. Tässä yhteydessä sydämeä poistetaan yleensä jo perikardium eli sydänpussi, samalla kun sydän ja keuhkot leikataan irti rintakehästä. Lisäksi sydämen läheisyydestä leikataan irti siinä kiinni olevat suuret valtimot ja laskimot (Spooncer 1988, 201). Elinten käsittelyvaiheessa sydämeä irrotetaan rustoa ja rasvakudosta (Ockerman & Basu 2004, 105). Sydän saatetaan myös vielä leikata auki ja poistaa siinä olevaa koaguloitunutta verta, sydämen eteinen, aortta ja keuhkovaltimo (Spooncer 1988, 201). Maksan tavoin sydän pestään ja jäähdytetään nopeasti, sen mikrobipitoisuuden kasvun välttämiseksi. Elintarvikkeena sydän ei ole niin mureaa kuin maksa, jolloin se vaatii pitkän haudutus ajan kypsytyksessä (Ockerman & Basu 2004, 105). Sydän on kuitenkin lihaa, joka ei valmiina ruokana juuri edes eroa tavallisesta lihasta. Päivittäistavarakaupoissa myytävät sydämet ovat tavallisimmin naudnan tai sian sydämiä, broilerin sydämet ovat melko harvinaisia (Koivumäki 2008, luentoaineisto). Kauppakunnossa oleva naudnan sydän painaa keskimäärin 1,4 kilogrammaa, sian 227 grammaa ja broilerin sydämet ovat vain muutaman gramman painoisia (Ockerman & Basu 2004, 105).

5.1.3 Kieli

Kieli koostuu sidekudoksesta ja poikkijuovaisesta lihaskudoksesta, jonka pinnalla on epiteelinen kuolaa erittävä kerros. Normaalissa teurasprosessissa kieli poistetaan leikkaamalla se irti kielen alta läheltä alaleukaa, jat-

kaen viiltoa läpi pehmeän suulaessa olevan lihaksen aina kurkunpään asti. Tällä tavalla irrotetun kielen mukana tulee osia henkitorvesta, kurkunpäästä, kieliluusta, lihasta ja sylkirauhasta. (Spooncer 1988, 203). Kieli on kokolihaa, joka painaa naudalla keskimäärin 1,7 kiloa ja sialla 300 grammaa. Kielten kauppapainot vaihtelevat sen mukaan miten kieli on leikattu. Naudan kieli voi olla väriltään vaalea, tumma tai monivivahtainen, siinä saattaa olla myös tummia pisteitä. Elimille tyypilliseen tapaan myös kieli pestään, kuivataan ja jäädytetään nopeasti irrotuksen jälkeen. (Ockerman & Basu 2004, 105).

Sidekudos määrästä johtuen kieli on melko sitkeää lihaa, tyypillisesti se tarvitsee ryöpätä ennen ruoanlaittoa, jolloin siitä pystytään irrottamaan kielen sitkeä ulkokerros. Ryöppäyksen jälkeenkin kieli tarvitsee vielä pitkän haudutusajan mureutuakseen. (Ockerman & Basu 2004, 105). Suomessa naudun ja sian kielet käytetään pääsääntöisesti elintarvikkeeksi, mutta osa menee myös ulkomaan vientiin (Raevuori ym. 2007). Kielet myydään joko sellaisenaan tai niitä käytetään osana massan valmistus raaka-ainetta elintarviketeollisuudessa.

5.1.4 Munuainen

Munuainen koostuu pääasiallisesti munuaistiehyistä, pienistä verisuonista sekä laskimoista ja valtimoista. Munuaisen rakenteellinen massa koostuu näiden suonien muodostamasta endo- ja epitaalitasoilla olevasta sidekudoksesta, jotka pitävät elimen koossa. Munuaisen pinnalla oleva sidekudosmäärä on vielä melko pieni, mutta sidekudoksen määrä lisääntyy koko ajan mentäessä kohti munuaisen munuaisallasta. Munuaiset sijaitsevat eläimen molemmilla kyljillä alimpien kylkiluiden ja vatsankalvon välissä. Munuaista ympäröi rasvakotelo, joka suojaa munuaista. Rasvakotelo ympäröi vielä munuaiskalvo, joka on kiinnittynyt eläimen vatsankalvoon ja kylkeen. (Spooncer 1988, 200).

Munuaisen käsittely teurastuksen yhteydessä eroaa hieman muista sisäelimistä siinä, että sitä ei poisteta samalla kun muut elimet otetaan irti ruhosta. Munuainen poistetaan ruhosta viiltämällä rasvakotelo auki ja ottamalla munuainen ulos tai vetämällä munuainen rasvakotelo mukanaan irti munuaiskalvosta. Vaikka rasvakotelo poistetaan munuaisen päältä, on sen päällä vielä sidekudoskalvo. Kauppakuntoisesta munuaisesta poistetaan vielä munuaisportissa kiinni oleva virtsanjohdin sekä verisuonet. (Spooncer 1988, 200–203). Naudun munuainen erottaa ulkomuodoltaan sian munuaisesta sen moniosaisesta rakenteesta. Naudun munuainen painaa keskimäärin 0,4 – 0,6 kiloa kappale kun taas sian munuainen 113 grammaa (Ockerman & Basu 2004, 108). Suomessa munuaiset päätyvät pääsääntöisesti tällä hetkellä turkiseläinten ja lemmikkieläinten rehuksi. Munuaisia ei juurikaan käytetä elintarviketeollisuuden massojen raaka-aineena, vain pieni osa myydään vähittäiskaupassa elintarviketyöhön.

5.1.5 Keuhkot

Rakenteellisesti keuhkokudos koostuu pääsääntöisesti keuhkorakkuloiden epiteelisestä limakalvosta sekä kapillaarihuokosten eli hiussuonten muodostamasta endoteelisestä limakalvosta. Keuhkoissa hiussuonet ympäröivät keuhkorakkuloita tiiviisti, ajoittain hiussuonten ja keuhkorakkuloiden välissä kuitenkin esiintyy pieniä määriä sidekudosta. Eläimen henkitorvi on hyvin rustopitoista materiaalia. Rustopitoisuus kuitenkin pienenee koko ajan henkitorven haarautumisen jälkeen, kun henkitorvi menee molempiin keuhkoihin keuhkoportista sisälle. Keuhkon sisällä henkitorvi haarautuu lukuisia kertoja ja muodostaa keuhkon sisällä verkoston, joka koostuu juuri keuhkorakkuloista ja niitä päällystävistä hiusverisuonista. Verkosto on pehmeää putkimaista lihasta, joka pitää muotonsa rustorenkaiden tukemana. (Sponcer 1988, 201).

Ruhosta irrotetut keuhkot käsitellään joko yhdessä tai erikseen. Keuhkot pysyvät yhdessä keuhkoputken yhdistäminä, joka irrotetaan keuhkoista, jos ne käsitellään erikseen. Keuhkojen käsittelyssä niiden selkäpuolelta irrotetaan henkitorvi sekä aortta. Lisäksi verisuonet ja valtimot irrotetaan keuhkoista jatkokäsittelyn yhteydessä. (Sponcer 1988, 205).

Sian ja naudan keuhkot ovat hyvin sitkeää eikä niitä juuri käytetä elintarvikkeena Suomessa. Naudan keuhkot ovat luokkaan 3 kuuluvia sivutuotteita ja menevät pääsääntöisesti turkiseläinten rehuksi ja lemmikkieläinten ruokateollisuudelle. Sian keuhkot kuuluvat myös sivutuotteena luokkaan 3 ja ne menevät Suomessa pääsääntöisesti vientiin ja lemmikkieläinten ruokiin (Raevuori ym. 2007, 4).

5.1.6 Mahat

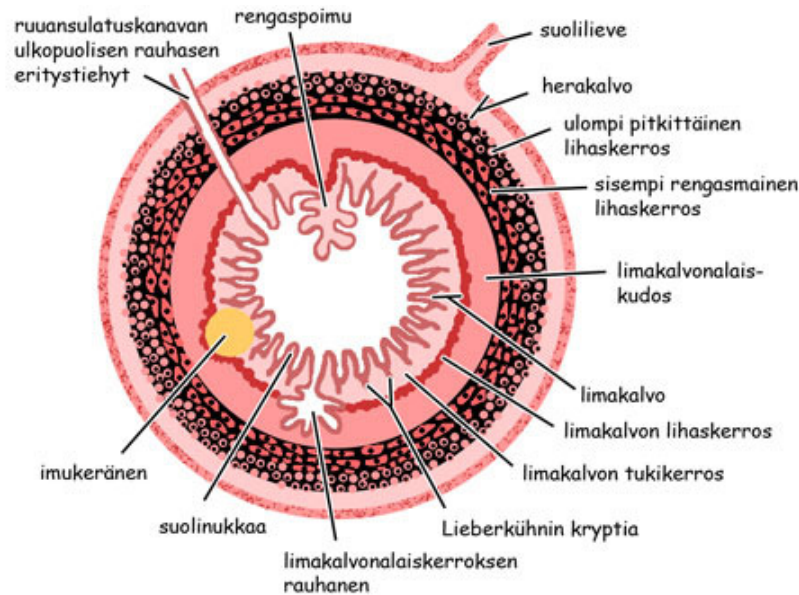
Naudan ja sian mahat eivät koostumuksellisesti juurikaan eroa, mutta rakenteellisesti ne eroavat. Naudoilla kuten kaikilla märehijöillä on neljä mahaa, kun taas sialla on vain yksi. Mahat koostuvat pääsääntöisesti pehmeästä lihaksesta ja hyvin kollageenipitoisesta sidekudoksesta. (Sponcer 1988, 202). Naudan neljä mahaa ovat pötsi, verkkomaha, lehtimaha ja juoksutusmaha (Märehtijän ruuansulatus, 2010). Pötsin sisäseinää peittää sarveistunut eli keratinisoitunut epiteelikerros, mutta muuten pötsi koostuu lähes yksinomaan kollageenista ja elastiinista. Kollageeni ja elastiini ovat sidekudoksen pääproteiinit. Pötsin ulkoseinä koostuu myös sidekudoksesta sekä mesoteelikudoksesta. Verkkomahan rakenne on hyvin pötsin kaltainen, paitsi että verkkomahan sisäseinä muodostuu kennomaisesta verkostosta, jotka muodostuvat pehmeästä lihaskudoksesta. Lehtimahan sisäseinän pinta taas on muodostunut laskoksista, jotka muistuttavat ulkonäöltään kirjan sivuja. Laskostunutta lehtimahan eli satakerran pintaa peittää myös keratisoitunut limakalvo, muuten maha koostuu pehmeästä lihaskudoksesta. Naudan neljäs maha eli juoksutusmaha on elimenä hyvin samanlainen kuin yksimahaisen sian maha. Elimen sisäpinnalle on muodostunut melko paksu epiteelikerros, mutta muuten elimen seinä koostuu pehmeästä lihaskudoksesta sekä sidekudoksesta. (Sponcer 1988, 202).

Maailmalla naudan mahoista pötsi ja verkkomaha ovat laajalti käytettyjä, niitä voidaan käyttää sellaisinaan tai osana lihajalosteita. Pötsi viilletään auki ja sen sisältö tyhjennetään pyritään kuitenkin olemaan vahingoittamatta viiltäessä mahan lihasrakennetta. Pötsi ja verkkomaha pestään huolellisesti sekä ulkopuolinen rasvakudos irrotetaan mahoista. (Spooner 1988, 205). Lehtimahaa ei juurikaan käytetä elintarvikkeena, koska sen laskosteellinen rakenne on erittäin hankala puhdistaa ja se pilaantuu nopeasti (Ockerman & Basu 2004, 108). Sian mahat ja naudan juoksutusmahat usein putsataan ja niistä poistetaan limakalvot sekä irrotetaan perna, jonka jälkeen niiden materiaalia voidaan käyttää makkaran kuorien raaka-aineena (Spooner 1988, 203). Suomessa naudan mahat ovat luokkaan 3 kuuluvia sivutuotteita, jotka päätyvät turkiseläinten rehuksi sekä eläinruokateollisuuden raaka-aineeksi. Sian mahat luokitellaan sivutuote luokkaan 3 tai elintarvikkeiksi, ne menevät vientiin tai lihateollisuuden raaka-aineeksi. (Raevuori ym. 2007, 3-4).

5.1.7 Suolet

Suolet koostuvat viidestä kerroksesta, jotka ovat: limakalvo, limakalvonalaiskudos, sisempi rengasmainen lihaskerros, ulompi pitkittäinen lihaskerros ja herakalvo. Suolten koko ja pituus vaihtelevat sen mukaan mikä suoli on kyseessä, mutta rakenteeltaan ne kaikki ovat lähes samanlaisia. Kuvassa 4 on kuvattu ohutsuoli, joka sioista tai lampaista otettuna on yleinen lihajalosteissa käytetty luonnonsuoli. (Rust 1988, 261).

Limakalvo (*mucosa*) on suolen sisäkerros, joka ympäröi suolen onteloa. Limakalvo koostuu kokonaisuudessaan epiteelisoluista, jotka ovat poimuttuneet muodostaen suolinukkaa ja rengaspoimuja suolen sisäpinnalle. Poimuttunut epiteeli muodostaa suolen sisäpinnan pinta-alasta suuren, mikä on tärkeää, koska epiteelisolujen lävitse tapahtuvat suolen toiminnot. Limakalvon yhteyteen on punoutunut lihaskerros, joka muodostuu lihassoluista, jotka ovat yleensä muodoltaan pitkittäisiä tai ympyrän muotoisia. Limakalvon lihaskerrokseen on kiinnittynyt lisäksi sidekudosta sekä imukudoksesta muodostuneita imukeräsiä. Imukeräset ovat lähellä limakalvon tyveä, jossa on pieni määrä myös verisuonia ja hermopunoksia. (Rust 1988, 262).



KUVA 4 Ohutsuolen rakenne (Ohutsuoli 2006).

Limakalvonalaiskudos (*submucosa*) koostuu pääosin kollageenia- ja elastiinisäikeistä sekä verisuonista ja rasvakudoksesta. Limakalvonalaiskudos on lihajalosteissa käytettävien kollageenikuorten tärkein raaka-aine sen korkean kollageenipitoisuuden johdosta. (Rust 1988, 262).

Sisempi rengasmainen lihaskerros koostuu kollegeeniverkoston yhteen sitomista lihassoluista, joka kiinnittyy limakalvonalaiskudokseen kollageeni säikeillä. Sian suolissa rengasmainen lihaskerros on huomattavasti paksumpi kuin ulompi pitkittäinen lihaskerros. Naudoillakin rengasmainen lihaskerros on pitkittäistä lihaskerrosta paksumpi, mutta ero ei ole niin selkeä kuin sioilla. Myös ulompi pitkittäinen lihaskerros muodostuu lihaskudoksesta. Nämä kaksi lihaskerrosta yhdessä aiheuttavat elävillä eläimillä suolistossa tapahtuvan puristusliikkeen, joka liikuttaa suolen sisällä kulkevaa ravintoa. (Rust 1988, 262).

Herakalvo (*serosa*) on edellisiin kerroksiin verrattuna hyvin ohut. Se koostuu pääosin kollageesista ja elastiinista. Sioilla herakalvon on ohuempi kuin naudoilla sekä heikommin kiinnittynyt muihin suolen kerroksiin. (Rust 1988, 262).

Suomessa suolistot ovat luokkaan 3 kuuluvia teurassivutuotteita ja päätyvät usein turkiseläintenrehuksi, vaikka ne sisältävät runsaasti kollageenia, jota käytetään runsaasti elintarviketeollisuudessa. Puhdistettuja ja jatkojalostettuja luonnonsuolia käytetään erilaisissa ruokamakkaroissa. Suomessa valmistettavissa ruokamakkaroissa kuorina käytetään mm. naudan suorasuolta ja sian ohutsuolta.

5.2 Veri

Veri koostuu veriplasmasta ja verisoluista. Verisolut jaetaan kolmeen ryhmään, joita ovat punasolut, valkosolut ja verihiutaleet. Plasma taas on

pohjimmiltaan epäorgaanisten suolojen vesiliuos, joka vaihtuu jatkuvasti solunulkoisen nesteen kanssa. Plasma sisältää kolmen päätyypin proteiineja, jotka ovat albumiini (4,2 %), globuliini (3,3 %) ja fibrinogeeni (0,3 %). (Liu 2002). Veren vesipitoisuus on n. 80 % ja luontainen veren pH on n. 7,4 (Tan 2009). Veri itsessään on hyvin ravinnerikas teurassivutuote, minä lisäksi veriproteiineilla on funktionaalisia ominaisuuksia esimerkiksi veren immunoglobuliinilla. Veressä on myös runsaasti rautaa, sen kokonaismäärä teurasveressä on 400 - 500 mg/litra (Lynn Knipe 1988, 159). Veressä on myös korkea proteiini pitoisuus, noin 17 - 22 %, ja sen aminohappo pitoisuus on myös hyvin tasapainossa (Liu 2002).

TAULUKKO 5 Veren ja sen eri fraktioiden koostumuksia. Mukailtu lähteestä (Tan 2009).

	VERI	PLASMA	PUNASOLU FRAKTIO	KUIVATTU PLASMA	KUIVATTU GLOBIINI
Kuiva-aine (%)	18 - 20	8-9	28 - 37	96 - 97,5	96,5
Proteiini (%)	13 - 15	6-8	28 - 38	70 - 96	91 - 95,4
Albumiini (% proteiiniinista)		50			
Globuliini (% proteiiniinista)		23 - 27			
Fibrinogeeni (% proteiiniinista)		17 - 23			
Rasva (%)	<1	0,1 - 1	1	0 - 1,5	0
Vesi (%)	80 - 82	90 - 91	61 - 63	2,5 - 7,0	3,5

Veri valutetaan ulos teurastuslinjan kattoradalla pää alaspäin roikkuvasta eläimestä heti tainnutuksen jälkeen. Eläimeltä viilletään auki kaulassa sijaitsevat suuret valtimot, joista veri valuu ulos painovoiman vaikutuksesta sekä vielä sykkivän sydämen avustamana. Lopullisesti eläin kuolee tässä vaiheessa, koska happea elimistöön kuljettava veri katoaa sen ruumiista, jolloin elimistö lopettaa toimintansa. (Lynn Knipe 1988, 148). Broilerista saatavan veren määrä on noin 10 % sen painosta (Tan 2009). Naudasta saadaan verta 12 – 15 litraa ja siasta n. 3 litraa, eläimestä saatavan veren määrä pystytään maksimoimaan pitämällä tainnutuksen ja piston välinen aika mahdollisimman lyhyenä. Eläimestä saatavan veren määrä riippuu myös ajasta, joka eläimen annetaan valua. Jos valumisaika jää liian lyhyeksi, kaikki veri ei ehdi valua ulos. Suositeltava vähimmäisaika naudan veren valumiseen on 1 - 2 minuuttia ja sialla 30 – 40 sekuntia. (Lynn Knipe 1988, 148).

Teurastuksessa kerättyä verta voidaan elintarvikkeissa käyttää mm. emulgointiaineena, stabilointiaineena, kirkasteena, väriaineena, lisäaineena ja ravintolisänä. Elintarvikekäyttöön verta saa kerätä vain eläinlääkärin hyväksymistä eläimistä. Veri itsessään on yleensä täysin steriiliä, mutta jos sitä käsitellään epähygieenisesti tai veri pääsee kosketuksiin eläimen ulkopinnan kanssa, on siinä suuri kontaminoitumisen riski. Verta kerättäessä säiliöihin on vereen lisättävä antikoagulantteja eli veren hyytymistä estäviä aineita, jottei veri hyydy säiliöön ja putkistoihin. (Dill & Landman 1988, 128). Hyytymisenestoaine lisätään vereen monesti jo putkipistimen kautta (Tan 2009). Tyypillinen antikoagulantti on trinitriumsitraatti tai sit-

ruunahappo, näitä lisätään tuoreeseen vereen 0,2 % veden kanssa sekoitettuna tai ilman. Jos käytetään vettä liuottimena, ei sitä saa käyttää enempää kuin 2:1 sitruunahappoon tai trinatriumsitraattiin verrattuna. (Dill & Landman 1988, 128). Muita mahdollisia tuoreessa teurasveressä käytettäviä hyytymisenestoaineita on myös olemassa. Veren hyytymisen estämiseksi on kehitelty mm. fosfaattiseos (22 % Na_2HPO_4 , 22 % $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$, 16 % $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ja 40 % NaCl). Kahdeksan prosenttista natriumheksametafosfaattia tai dinatriumpyrofosfaattia lisätään 135 ml litraan kerättyä verta hyytymisen estämiseksi. Lisäksi antigoagulanttina, on jonkin verran käytetty hepariinia ja oksalaatteja. (Tan 2009).

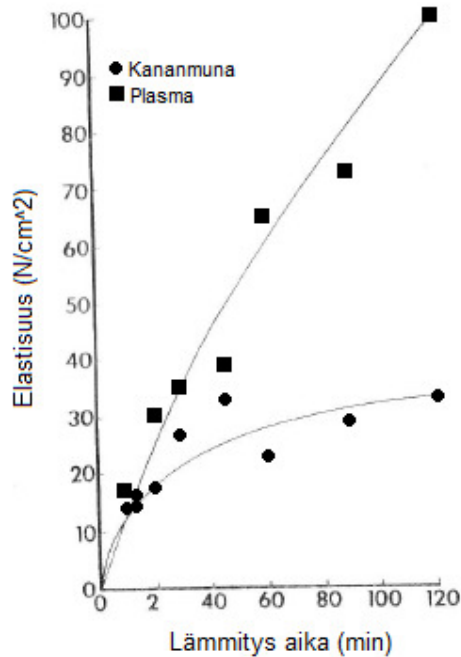
Liha-asetuksen 898/1988 mukaisesti elintarvikekäyttöön tarkoitettu veri on välittömästi talteenoton jälkeen jäähdytettävä +4 °C lämpötilaan tai kylmemmäksi. Elintarvikekäyttöön tarkoitettun veren sekaan ei myöskään saa joutua lihantarkastuksessa hylättyjen eläinten verta. Monesti teurastamoilla on veren laskulle välisäiliöt, joista toiseen menee hyväksytty veri ja toiseen hylkyyn menevä veri. Kaiken veren kerääminen suoraan yhteen säiliöön on riskialtista, koska jos yhdenkin eläimen verestä löytyy vaarallista tarttuvaa tautia, menee koko verierä hylkyyn. Suomessa suurin osa verestä menee turkiseläinten rehukäyttöön, jos kontaminoitunut veri on sekoitettu jo rehuaineeseen, menee koko rehuera destruktion.

Teurasverta kertyy vuosittain Suomessa noin 20 miljoonaa litraa, joka on määrältään 10 % kaikista teurastamoiden tuottamista sivutuotteista. Teurasverestä hyödynnetään keskimäärin kuitenkin vain noin 5 % elintarvikkeissa. Suhteellisesti eniten verta ottavat talteen ne teurastamot, joilla on omaa verituotteiden tuotantoa. Suurin osa teurastamoilta saatavasta verestä otetaan talteen, mutta se käytetään turkiseläintenrehun raaka-aineena.

Suuressa mittakaavassa tapahtuvassa prosessoinnissa syötäväksi kelpaava veri jaetaan kahteen osaan: plasmaan (60 %) ja punasoluihin (30 – 40 %) (Liu 2002). Tästä johtuen nämä kaksi fraktiota käsitellään seuraavassa tarkemmin.

5.2.1 Veriplasma

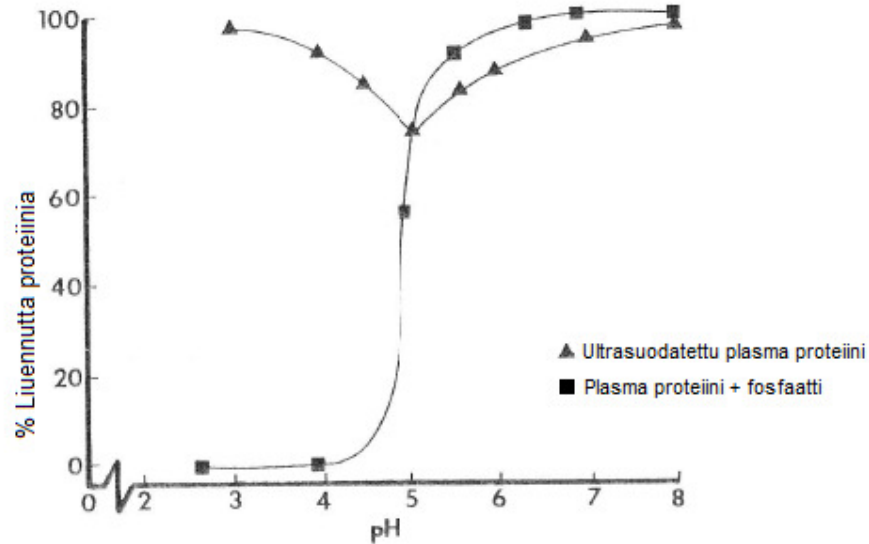
Veriplasmasta 7,0 – 8,0 % on proteiinia ja noin 91 % vettä (Liu 2002). Plasmasta erittäin käyttökelpoisen raaka-aineen elintarviketeollisuudelle tekeekin juuri sen sisältämät proteiinit, erityisesti albumiini. Lämmitettäessä albumiini muodostaa geelimäisen rakenteen, joka sitoo rasvaa ja vettä. Tämä plasman geeli muistuttaa rakenteeltaan keitettyä kananmunan valkuaista. Osittaista geeliytymistä tapahtuu jo alhaisemmissakin lämpötiloissa, mutta albumiini tarvitsee vähintään 75 °C lämpötilan muodostaakseen yhtenäisen kiinteän geelin. Plasma, joka sisältää 60 % albumiinia, on hyvä veden- ja rasvansidonta ominaisuuksiltaan. Plasmalla on kuitenkin heikko turpoamiskyky, tästä johtuen plasmalla ei ole vettä sitovaa vaikutusta ilman kuumennuskäsittelyä. Geeli on kuitenkin riippuvainen myös useista muista tekijöistä kuten plasman konsentraatiosta, käsittelylämpötilasta ja ajasta, pH:sta ja natriumkloridipitoisuudesta. Plasma geeliiytyy jo 4 – 5 % proteiinipitoisuudella, mutta proteiinipitoisuuden kasvamisella on välitön geelin lujutta parantava vaikutus. (Lynn Knipe 1988, 155).



KUVA 5 Naudan veren plasman ja kananmunan albumiinin geelien havaittavan elastisuuden kehittyminen lämmitettäessä +80 °C (Dill & Landman 1988).

Lämpökäsittelyllä on merkittävä rooli plasman geeliytymisessä. Lämpötilan nostaminen 75 °C:sta 90 °C:een lisää huomattavasti geelin lujuutta. Koska plasman geeliytyminen on melko hidas prosessi, on lämpökäsittely ajan pidentämisellä korkeimmassa lämpötilassa geelin lujuutta parantava ominaisuus. Geelin lujuutta pystytään myös parantamaan lisäämällä natriumkloridia seokseen. On todettu, että yli 1,5 % määrällä suolaa seoksessa on geelin lujuutta parantava vaikutus. Seoksen pH:lla on myös tärkeä vaikutus geelin lujuuteen. Vesiliuos johon on lisätty 10 % naudan plasmaa ja jonka pH on n. 9,0. Kun pH:ta lasketaan suolahapolla lähelle normaalia lihan pH:ta, geelin lujuus laskee. (Lynn Knipe 1988, 156).

Teurasverestä erotettu plasma on väriltään hieman kellertävää. Usein plasmasta erotuksen jälkeen haihdutetaan ylimääräinen vesi pois, jolloin plasma saadaan jauhemaiseen rakenteeseen. Kuivatun plasman proteiinipitoisuus on erittäin korkea, yli 90 %. Jauhemainen plasma-isolaatti on optimaalisessa muodossa, koska kuivattuna sen mikrobiologinen laatu ja tuntuuma säilyvät. Lisäksi se on taloudellisesti kannattavassa muodossa logistiikan ja varastoinnin kannalta. (Dill & Landman 1988). Oikein kuivattu plasma on myös erittäin hyvin veteen liukeneva aine. Sumukuivatun plasman liukenemiskyky on heikoimmillaan seoksen pH:n ollessa 5,0. Tällöin plasman liukenemiskyky on 27 % heikompi kuin sille ominaisessa pH-arvossa 9,0. Ultrasuodatetun plasman vesiliukoisuuden on havaittu olevan paljon vähemmän riippuvainen pH:sta kuin sumukuivatun. Ultrasuodatetun plasman vesiliukoisuuskyky laskee vain 8 % pH:n laskiessa 9,0:sta 5,0. (Lynn Knipe 1988, 156).



KUVA 6 pH:n vaikutus plasman suhteelliseen liukenemiseen (Dill & Landman 1988).

Plasman etu suhteessa proteiini-rikkaampaan punasoluun on sen neutraali väri sekä miedompi aromi, jolloin se on laaja-alaisemmin käyttökelpoinen elintarviketeollisuuden prosesseissa. Plasmalla, kuten punasoluillakin, on erinomainen vaahoutumisominaisuus, mikä mahdollistaa kuivatun plasman käytön leipomoteollisuudessa. Plasman vaahoutumisen on todettu olevan lineaarisesti riippuvainen sen pH:sta. Vuonna 1975 tehdyissä mitauksissa todettiin plasman vaahoutumistilavuuden olevan 23 % korkeampi pH 4,0:ssä kuin pH 9,7:ssä. (Lynn Knipe 1988, 156).

5.2.2 Punasolut

Veri, josta on erotettu plasma, koostuu valtaosin punasoluista. Veri saa punaisen värinsä siinä olevasta hemoglobiinista, jonka tehtävä on varastoida happea ja kuljettaa sitä elimistön käyttöön. Hemoglobiini on veren ravinnerikkain proteiini, mikä aiheuttaa mielenkiintoa tämän proteiinin jalostukselle elintarviketeollisuuteen. Veren syvän punaista väriä pidetään kuitenkin laajalti ei-toivottuna ominaisuutena elintarvikkeissa, lisäksi veren katsotaan aiheuttavan epämiellyttävää tuoksua tuotteissa. Vaikka verellä onkin toivottuja funktionaalisia ominaisuuksia, on yleisesti todettu, että verestä tarvitsee poistaa syvän punainen väri ennen kuin se on käyttökelpoinen tuote. Punainen väri pystytään poistamaan verestä eristämällä veren hemi-osa hemoglobiinista. (Dill & Landman 1988, 137). Hemi pystytään poistamaan useilla erilaisilla menetelmillä kuten uuttamalla orgaanisilla, käsittelemällä vahvoilla oksidanteilla, imeyttämällä pinta-aktiivisiin yhdisteisiin tai erottamalla hydrolyysimenetelmällä. Näistä menetelmistä entsymaattinen hydrolyysi soveltuu parhaiten teolliseen mittakaavaan.

Eristetyn globiini-proteiinin vesiliukoisuus on melko heikko, heikoimmillaan se on liuoksen pH:n ollessa 6,5 – 8,5. Koska veteen liukenemiskyky on hyvin keskeinen ominaisuus proteiineille sen funktionaalisen aktiivi-

suuden kannalta dispersiossa, on sen parantamiseksi kehitelty useita metodeja. Esimerkiksi Nakamura ym. (1984) käyttivät kontrolloitua peptistä hajottamista, johon lisättiin karboksimeytyliselluloosaa parantaakseen globiinin pilkkoutumista liukoiseen muotoon sekä parantamaan sen emulgointikykyä globiinin isoelektrisen pisteen läheisyydessä. (Dill & Landman 1988, 138).

Globiinilla on plasman tavoin myös erittäin hyvä vaahtoutumiskyky sekä melko hyvä emulgoitumiskyky. Caldironi ja Ockerman vertailivat testeissään vuonna 1982 eristetyn naudan globiinin ja plasman kykyä toimia emulgaattorina keittomakkaroissa. Heidän testeissään plasma osoittautui kuitenkin huomattavasti paremmaksi emulgointiaineeksi. Haykawa ym. taas osoittivat vuonna 1982, että naudan verestä eristetty globiini muodostaa läpikuultavan geelin oikeanlaisella lämpökäsittelyllä (Dill & Landman 1988, 138).

TAULUKKO 6 *Veren merkittävimpien proteiinien aminohappo pitoisuudet (g/100 g proteiinia). (Dill & Landman 1988, 138)*

Aminohappo	Plasma	Globiini
Lysiini	8,88	11,53
Histidiini	3,02	7,91
Argiini	5,71	4,1
Asparagiinihappo	10,71	12,11
Treoniini	5,98	4,83
Seriini	5,11	5,15
Glutamiinihappo	13,93	8,15
Prolini	5,33	3,7
Glysiini	3,13	4,96
Alaniini	4,45	10,44
Systiini	2,22	0,09
Valiini	6,93	10,92
Metioniini	0,97	2,38
Isoleusiini	3,13	0,72
Leusiini	9,25	15,52
Tyrosiini	4,91	3,01
Fenyyialaniini	5,14	9,1
Tryptofaani	1,92	1,36

Taulukossa 6 on esitelty plasman ja globiinin aminohappopitoisuudet, aminohappojen molekyylipainoon perustuen. Taulukosta voidaan huomata veren puutteellisuus kahden välttämättömän aminohapon suhteen, isoleusiinin ja metioniinin (Lynn Knipe 1988, 158). Globiinin korkean lysyiini pitoisuuden ja matalan isoleusiinipitoisuuden johdosta globiini on hyvä ravintolisä kasviproteiineihin, joissa on korkea isoleusiinipitoisuus, mutta vähän lysyiiniä. Globiinilla voidaankin parantaa esimerkiksi maissi- ja vehnägluteenin ravintoarvoja. (Dill & Landman 1988, 139).

5.2.3 Veren aseptinen talteenotto ja mikrobiologinen laatu

Kuten edellä mainittiin, Suomessa teurastusprosesseista kertyy yhteensä verta noin 20 miljoonaa kiloa. Veren proteiinipitoisuus on n. 18 %. Tämä tarkoittaa sitä, että Suomessa kertyy pelkästä verestä vuosittain n. 3,5 miljoonaa kilogrammaa ravinnerikasta ja arvokasta proteiinia, josta elintarvikke käyttöön menee kuitenkin vain murto-osa, vaikka näillä proteiineilla on olemassa selkeitä elintarviketeollisuudessa hyödyllisiä ominaisuuksia. Valtaosa tästä proteiinimäärästä menee turkiseläinten rehuun, jossa se sekoitetaan useiden muiden teurassivutuotteiden joukkoon. Yksi syy sille, miksi verta menee niin paljon hukkaan, lienee Suomen teurastamoiden puutteelliset menetelmät veren talteenotolle.

Veren talteenottamiseen on käytännössä olemassa kaksi erilaista prosessia: avoin- ja suljettusysteemi. Avoimessa systeemissä pistetyn eläimen veren annetaan vapaasti valua ulos eläimestä. Eläin on jalostaan kiinni kattoradalla ja pisto tapahtuu kohdassa, jossa lattialla on ritilä tai muu suppilo, josta veri valuu keräys altaaseen. Tässä systeemissä veren mikrobiologisen laadun hallitsemiseksi ja vierasesineiden joutumisen välttämiseksi veren joukkoon ei tehdä juuri minkäänlaisia ennakkovalmisteluja. Itsessään steriili veri joutuu väkisin kosketuksiin eläimen epähygieenisen ulkopinnan kanssa. Lisäksi ruhon pesuvedet, eläimen sylki ja ulosteet saattavat päästä valumaan keräyssäiliöön. (Davila-Ribot 2005).

Suljettu verenkeräyssysteemi on menetelmänä huomattavasti hygieenisempi kuin avoinsysteemi. Veri on korkealaatuisempi tuote, koska vierasperäiset mikrobit eivät merkittävästi pääse kosketuksiin veren kanssa. Veri kerätään talteen putkipistimellä, joka pistetään eläimeen tavallisen piston tavoin, mutta jätetään eläimeen kiinni keräämään verta talteen. Putkipistimessä on terävä, mutta onttokärki, jonka lävitse veri valuu eläimestä putkistoon, joka on kiinnitetty putkipistimen toiseen päähän. Putkistossa on imetty tyhjiö, jolloin se imee eläimestä verta, mikä nopeuttaa prosessia. Veri kulkee putkistoa pitkin suoraan jäähdytettyyn keräyssäiliöön, mikä takaa veren mikrobiologisen laadun säilymisen. Veri ei missään vaiheessa joudu myöskään kosketuksiin eläimen ulkopinnan kanssa, mikä aiheuttaisi siihen mikrobiologista kontaminaatiota. Suljetun keräyssysteemin ainoita haittapuolia on se, että se vaatisi nykyisiin linjoihin suuria investointeja sekä lisää työvoimaa. (Davila-Ribot 2005).

Kuten jo aikaisemmin on mainittu, terveen eläimen veri on itsessään steriilituote. Kontaminaatio johtuu pieneliöistä, jotka pääsevät kosketuksiin veren kanssa pisto- ja valutusvaiheessa. Suurin osa vereen pääsevistä patogeeneistä on peräisin eläimen suoliston sisällöstä. Tyypillisiä vereen pääseviä haitallisia mikrobeja ovat: *Salmonella*, *Esheria coli*, *Shigella* ja *Yersinia enterocolitica*. Lisäksi veri puutteellinen kylmävarastointi antaa mahdollisuuden *Staphylococcus aureuksen* menestymiselle ja leviämislle veressä. Tällöin termofiilisiä toksiineja saattaa kehittyä vereen, mikä johtaa veri erän hylkyyn ja toimitukseen destruktion. (Davila-Ribot 2005).

Laiminlyönnit hygienian suhteen veren keräyksessä antavat mahdollisuuden pilaajabakteerien kasvulle veressä. Veren mikrobimäärä pystyy helposti nousemaan yli 10^6 pmy / ml verta. Korkea mikrobien pesäkemäärä

veressä lyhentää huomattavasti veren säilyvyysaikaa. Lisäksi pilaajamikrobit vähentävät huomattavasti veren funktionaalisia ominaisuuksia. Vaikka veri varastoidaan alle + 4 °C:n lämpötilaan, missä useimmat pilaaja bakteerit eivät pysty muodostamaan itiöitä, on olemassa myös kylmässä menestyviä eli psykrotrofisia bakteereita. Näiden kehittymistä veressä pystytään rajoittamaan kuitenkin käyttämällä selektiivistä painetta säiliössä. Veressä esiintyvistä psykrotrofeista *Pseudomonas*-suvun bakteerit ovat vallitseva ryhmä. Niiden kehittyminen saa aikaan veressä ei-haluttuja ominaisuuksia, etenkin veren proteiineissa. Yksi veressä mahdollisesti kontaminaatiota aiheuttava bakteeri suku on *Enterobacteriaceae*, jotka voivat aiheuttaa ruokamyrkytyksiä. Ne pystyvät muuttamaan veren ominaisuuksia hajottamalla proteiineja, muodostamalla kaasuja tai tuottamalla vereen orgaanisia happoja. (Davila-Ribot 2005).

Veri on helposti pilaantuva tuote, joten sen elintarvikekäyttöön tapahtuvassa keräyksessä on oltava hallitut ja aseptiset toimenpiteet. Kerättyä verta on ehdottomasti valvottava ja tutkittava, jotta veriperäisten elintarvikkeiden turvallinen käyttö pystytään takaamaan kuluttajille.

5.3 Kollageenipitoiset sivutuotteet

Kollageeni on solunväliaineen ja sidekudoksen rakenteen tärkeä rakenneproteiini, joka toimii eläimen ruumiissa ylläpitävänä sidosaineena. Eläimen ruumiissa kollageenia esiintyy mm. jänteissä, luussa, rustossa, nahassa, johtosolukossa ja tyvikalvossa. Elintarviketeollisuuden käyttämä kollageeni on pääsääntöisesti uutettu naudan vuodista. Yleisesti vuodat ja jänneet ovat yleisimmin kollageenin raaka-aineena käytettyjä eläinperäisiä sivutuotteita.

Kollageeni on hyvin yleisesti elintarvikkeissa käytetty proteiini. Hydrolysoitua kollageenia käytetään lihavalmistusten ja valmisruokien rakenteenparantajana sen hyvien vedensidonta- ja emulgointiominaisuuksien takia. Kollageeni on myös ravitsemuksellisesti arvokas proteiini, koska se sisältää kaikki välttämättömät aminohapot, minkä johdosta sitä käytetään mm. lisäravinteissa ja luontaistuotteissa. Kollageenia voidaan käyttää elintarvikkeissa korvaamaan rasvaa ja sokeria, tehden näin tuotteista ravitsemuksellisesti terveellisempiä. Kollageenista pystytään jatkojalostamaan kuunnennus- tai happokäsittelyllä gelatiinia, joka on laajalti elintarvikekäytössä oleva tuote. Gelatiini liukenee kuumaan nesteeseen ja jäähtyessään muodostaa geelimäisen rakenteen. Tätä ominaisuutta on käytetty hyödyksi makeisissa, jogurtissa, vanukkaissa, hyytelöissä jne. Panimotuotteissa gelatiinia voidaan käyttää parantamaan tuotteen kirkkautta. (Raevuori ym. 2007, 12).

Kollageenia on olemassa useaa eri tyyppiä ja tietyn tyypin kollageenia esiintyy aina tietyssä osassa eläintä. Yleisin kollageenityyppi eläimen ruumiissa on tyyppi I kollageeni, josta jänneet pääsääntöisesti koostuvat. Tyypin II kollageeni on yleinen ruston rakennusaine, kun taas tyypin III kollageenia löytyy eläimestä vain veresnahasta ja johtosolukosta. (Bandman 1988, 81-82). Kaikkiaan erilaisia kollageeni tyyppiä on löydetty yli 20. Tyypin III kollageenia käytetään paljon elintarviketeollisuuden raaka-

aineena. Yleisesti elintarvikekäyttöön erotetaan kollageenia naudan veresnahasta, joka sijaitsee naudan vuodan alla siihen kiinnittyneenä. (Ockerman 1996). Vaikka kollageenia sijaitsee monessa osassa eläimen ruumista, on sen talteen ottamine vuodasta taloudellisesti kannattavinta. Toinen mahdollinen taloudellisesti kannattava kollageenin lähde on eläimen jänneet.

Solunväliaineessa kollageeni tyyppejä I, II ja III esiintyy lähinnä säikeissä muodossa. Kollageeni tyypit IV ja V eivät yleensä muodosta säikeistä muotoa vaan verkkomaisen rakenteen tyvikalvossa, joka ympäröi lihassoluja. (Bandman, 1988).

TAULUKKO 7 Kollageenin aminohappo määrä / 100 aminohappoa naudan vuodan ja sian kamaran kollageenissa. Mukailtu lähteestä (Ockerman & Hansen 2000, 186)

Aminohappo	Vuota	Kamara
Alaniini	10,1 - 11,0	11,1
Argiini	4,5 - 4,6	4,8
Asparagiini happo	4,4 - 4,9	4,7
Glutamiini happo	7,1 - 7,2	7,2
Glysiini	33,5 - 33,8	32,6
Histidiini	0,43 - 0,45	0,6
Hydroksilyysiini	0,63 - 0,66	0,59
Hydroksiprolini	9,3 - 10,0	9,5
Isoleusiini ja leusiini	4,0 - 4,1	2,3
Lysiini	2,6 - 2,9	2,6
Metioniini	0,5 - 0,6	0,5
Fenyylialaniini	1,3 - 1,4	1,4
Prolini	11,9 - 12,2	13
Seriini	3,0 - 3,8	3,6
Treoniini	1,8	1,7
Tyrosiini	0,5	0,3
Valiini	2,0 - 2,1	2,2
Aminoryhmät	4,4	4,1

5.3.1 Kollageenin rakenne

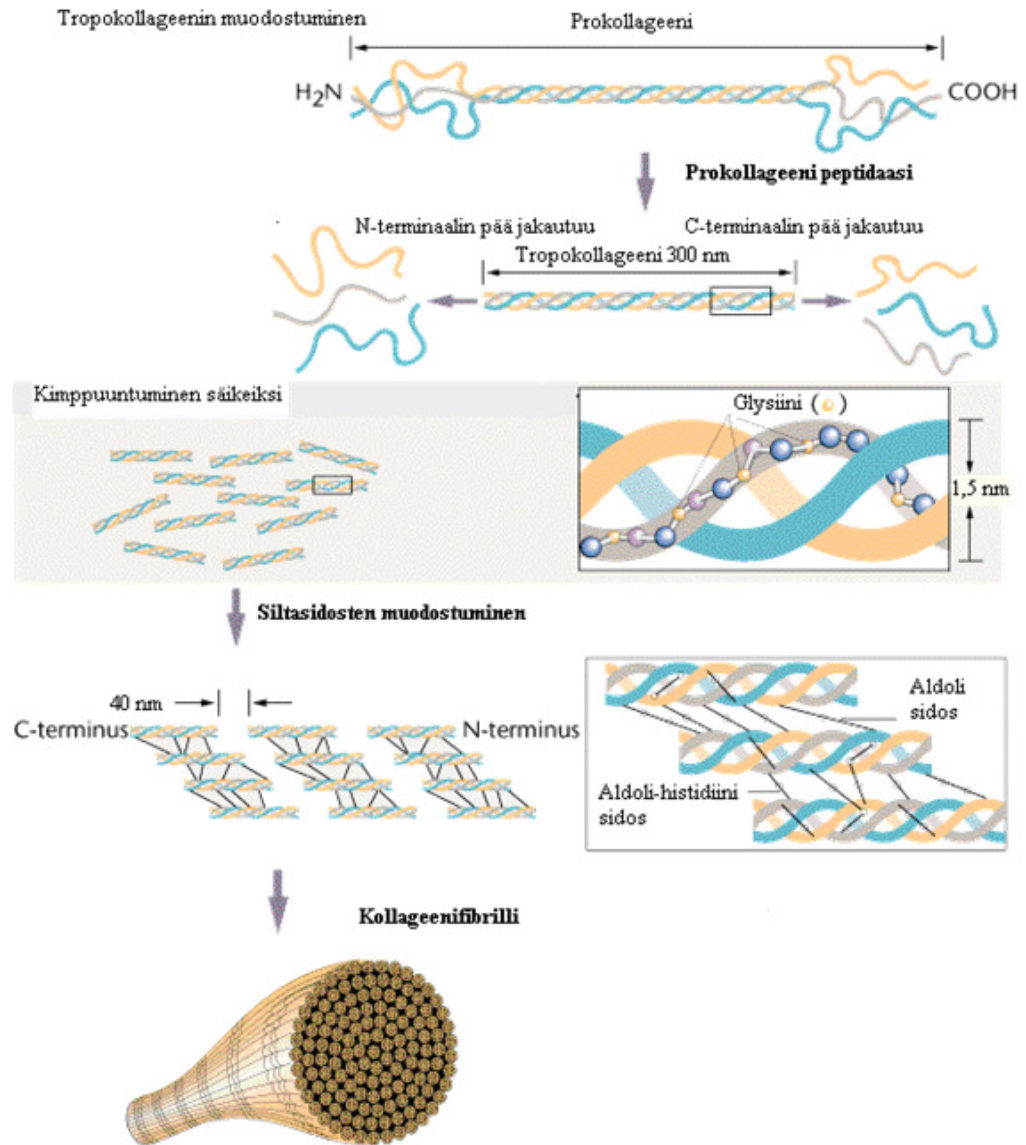
Kollageenimolekyylit koostuvat kolmesta polypeptidiketjusta eli α -kejuista, joiden rakenteessa toistuu aminohapposekvenssi, jossa on aminohappotripletti Gly-X-Y. X ja Y voivat siis olla mitkä aminohapot tahansa. Esimerkiksi naudan α 1- ketjussa on 1014:sta aminohapon ketju, jossa glysiini on joka kolmantena aminohappona. (Bandman 1988, 81). Kolme polypeptidiketjua muodostaa vasemmalle kiertyneen kolmoiskierteisen kollageenihelixin, jota kutsutaan myös tropokollageeniksi. Tällainen yksittäinen kollageeni molekyylin on pituudeltaan n. 300 nm. Kollageenin poikkeuksellinen rakenne kestää suurta vetolujuutta, koska joka kolmannen aminohapon (glysiinin) sivuketju menee polypeptidiketjun keskelle ja mahdollistaa näin myös kolmoiskierteisen kollageeniheliksin. Koska glysiinin sivuketjun pää on pelkkä vetyatomi, se mahtuu ahtaaseen kolmois-

kierteen keskustaan. Glysiinin lisäksi kollageenin rakenteessa on huomattavan paljon, noin 20 %, iminohappoja (proliini ja hydroksiproliini), joiden rengasmainen rakenne stabiloi kolmoiskierrettä. (Kollageenin rakenne, 2006).

Vaikka kollageenin aminohapposekvenssissä toistuu kaavamaisesti glysiini joka kolmannessa aminohapossa, on sen α -ketjun päissä alueet, joilla tämä säännön mukaisuus ei toteudu. Kuten jo edellä todettiin, naudan α 1-ketju on 1014 aminohapon pituinen ketju, jossa glysiini on joka kolmantena aminohappona. Kuitenkin sen N-terminaaliossa päissä on 16 aminohapon ja C-terminaaliossa päissä 25 aminohapon mittainen alue, jossa glysiini ei esiinny joka kolmantena aminohappona. (Bandman 1988,).

Normaalista aminohappojärjestyksestä poikkeavat C- ja N-terminaalit tropokollageenin päissä mahdollistavat kollageenin pitkittäisen rakenteen. Kiertymisen sijasta terminaalit muodostavat pallomaisen rakenteen toistensa kanssa ja sitten järjestyvät lineaarisesti. N-terminaaliossa toistuva aminohappojärjestys on Gly - Pro - Pro-OH (Pro-OH merkitsee hydroksiproliinia). Vain C-terminaaliossa päissä muodostuu disulfidi siltoja, jotka nopeuttavat kollageenin uudelleen järjestymistä kierteelle. (Neklyukov, 2003).

Kollageenifibrilli koostuu kolmoiskierteisistä tropokollageeni molekyyleistä, jotka ovat liittyneet yhteen. Aldehydi ryhmien ja vapaiden aminohapporyhmien välinen vuorovaikutus tuottaa α -ketjujen väliset kovalenttiset sidokset, jotka stabiloivat rakenteen. Yksi kollageeni fibrilli on pituudeltaan n. 1 μ m. (Neklyukov, 2003).



KUVA 7 Kollageenin rakenne. Mukailtu lähteestä (Carr 2005).

5.3.2 Gelatiini

Gelatiinia saadaan erotettua kollageenista kontrolloidulla happo- tai alkalihydrolyysillä (Harris 1993, 2177). Gelatiinia käytetään useissa elintarvikkeissa sen hyytymisominaisuuksien johdosta. Gelatiini liukenee kuumaan nesteeseen ja jäähtyessään alle +40 °C:een se alkaa muodostaa geelimäistä rakennetta, edellyttäen että liuoksen gelatiinipitoisuus on vähintään 1 %. (Neklyukov 2003, 231). Tätä ominaisuutta käytetään hyväksi mm. vanukkaissa, hyytelöissä ja lihajalosteissa (Raevuori ym. 2007, 12).

Teurassivutuotteista teollisesti gelatiinia valmistetaan osseinista (luussa), naudan vuodasta ja sian kamarasta. Eri lähtöaineesta tapahtuva erotus vaikuttaa myös gelatiinin laatuun. (Harris 1993, 2177). Kollageenista erotettu gelatiini on kuitenkin täysin denaturoitunut proteiini, joten sillä ei ole ra-

vitsemuksellisesti merkittävää roolia elintarvikkeessa. Elintarviketeollisuus käyttää gelatiinia vain geelin muodostajana ja emulgointiaineena. (Neklyukov 2003, 231).

Gelatiinin kyky muodostaa geelimäisen rakenteen perustuu siinä olevaan pieneen määrään (noin 1 %) kollageenia, mikä mahdollistaa solvaation tapahtumisen. Geeliytymisen aiheuttaa gelatiinin kyky muodostaa verkko- maista rakennetta, jossa on paikoittain järjestyneitä alueita, joita heikot van der Waalsin voimat ja vetysidokset stabiloit. Geeliytymisreaktio on muutos, jossa liuos, joka sisältää vapaita proteiiniketjuja α -kierteisessä konformaatioissa, muodostaa verkkorakenteen, jossa elementit pysyvät yhdessä vetysidoksilla jotka ovat muodostuneet polypeptidiketjujen välille. (Neklyukov 2003, 231–232).

5.4 Rasvat

Sivutuotteena rasvaa saadaan naudasta n. 4 % sen elopainosta ja siasta 9 % (Lehto 2008). Pääsääntöisesti tuotantoeläimistä saatava rasva on sivutuote- luokkaan 3 kuuluvaa materiaalia. Rasvat menevät teurastamoilta yleensä rasvatehtaalle, turkisrehun raaka-aineeksi tai destruktion. (Raevuori ym. 2007, 3-4).

Tänä päivänä sivutuotteina saatavien eläinperäisten rasvojen elintarvike- käyttö on melko vähäistä. Tähän syynä lienee kuluttajien halu käyttää terveellisiä elintarvikkeita, eikä eläinperäistä rasvaa mielletä terveelliseksi. Monissa elintarvikkeissa ja elintarvikesovelluksissa eläinrasvat ovat saaneet väistyä kasvisrasvojen käyttöönoton myötä. Eläinrasvoja käytettiin pitkään mm. uppopaistossa sen hyvän lämmönsiirtokyvyn ansiosta. Nykyisin kuitenkin lähes kaikki uppopaisto tehdään kasvisrasvoilla. Eläinrasvojen etuna suhteessa kasvirasvoihin on kuitenkin niiden hinta, biohajoavuus ja uusiutuvuus. (Raevuori ym. 2007, 10). Elintarvikekäytön vähentyessä eläinrasvoille on etsitty paljon muita sovelluksia viime vuosina. Yksi merkittävä kehityksen suunta on tuottaa energiaa eläinrasvoista.

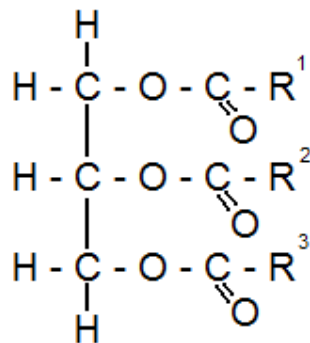
Joitakin elintarvikesovelluksia eläinrasvoilla kuitenkin on vielä käytössä. Sioilla kertyy paljon rasvaa nahan alle. Monissa lihajalosteissa rasvanlähteenä käytetään sian kamarasta hienonnettua emulsiota, joka lisää tuotteen mehevyyttä. Lisäksi sekä mono- että diglyseridejä käytetään elintarviketeollisuudessa emulgaattoreina ja stabilisaattoreina. Niitä valmistetaan reaktioittamalla triglyseridejä glyserolin kanssa. (Ockerman 1996, 63). Naudan talia käytetään jonkin verran vielä paistorasvana, vaikkakin se on jo pitkälti korvattu kasvirasvoilla. Sian laardia käytetään mm. leivontarasvana ja rehujen raaka-aineena. (Raevuori ym. 2007, 10).

5.4.1 Rasvan rakenne

Pääosin rasvat koostuvat glyserolin ja rasvahappojen estereistä, enimmäkseen triglyseridistä. Muita rasvoissa olevia yhdisteitä ovat fosfolipidit, vahat, sterolit ja rasva liukoiset vitamiinit. Usein näistä kaikista yhdessä käytetään termiä lipidi.

Rasvoilla ja öljyillä (fats and oils) on yleisesti samanlainen koostumus, niiden erona on, että rasvat ovat huoneen lämmössä kiinteitä ja öljyt nestemäisiä. Molemmat termit yleisesti viittaa kuitenkin triglyserideihin, joista suurin osa eettereiden erotettavasta osasta koostuu. Kemiallisesti triglyseridi on kolmen rasvahapon ja glyserolin muodostama esteri, jossa rasvahapot ovat kiinnittyneet glyseroliin esteri sidoksella. Glyseroli on triglyseridin perusta, joka löytyy kaikista triglyserideistä. Glyseroli koostuu kolmesta hiiliketjusta, joista jokaiseen hiileen on kiinnittynyt hydroksyyli-ryhmä. Rasvahappo molekyyli koostuu karboksyyli-ryhmästä, eli happosasta, ja parillisesta määrästä hiiliatomeja, joihin on kiinnittynyt vain vety-atomeja. Jos vain yksi rasvahappo on kiinnittynyt glyseroliin, on kyseessä monoglyseridi ja kahdella diglyseridi. (Ockerman 1996, 60–61).

Triglyseridin yleinen rakennekaava

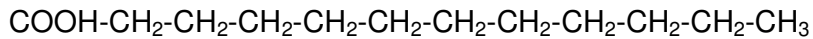


R^n = Yksittäisen rasvahapon alkyyliryhmä

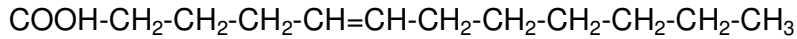
KUVA 8 Triglyseridin yleinen rakennekaava. Mukailtu lähteestä (Ockerman 1996, 63).

Triglyseridejen eroavaisuudet aiheuttavat rasvahappojen alkyyliryhmät, sillä muuten triglyseridi molekyylin rakenne on vakio. Yleisesti elintarvikkeissa käytettävissä rasvoissa rasvahappo ketju on suora ja sen pituus on 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 tai 20 hiiliatomeja. Juuri nämä hiiliketjut aiheuttavat rasvoissa eroavaisuuksia, koska ne voivat olla joko tyydyttyneitä tai tyydyttymättömiä. Tyydyttyneissä ketjuissa kaikki hiilten väliset sidokset ovat yksöissidoksia, kun taas tyydyttymättömissä ketjuissa on yksi tai useampi kaksoissidos hiilten välillä. Kaksoissidoksia voi tyydyttymättömässä ketjussa olla jopa 2, 3 tai 4, tällöin puhutaan monitydyttymättömistä rasvahapoista. Mitä suurempi määrä tyydyttymättömiä rasvahappoja ja mitä voimakkaampi tyydyttymättömyyden taso triglyseridissä, sitä pehmeämpi rasva on. Tällöin rasvan sulamispiste on myös alhaisempi. Tyydyttymättömät rasvat ovat myös herkempiä kemiallisille reaktioille. Yksi rasvojen merkittävimmistä kemiallisista reaktioista on hapettuminen, joka härskiinnyttää rasvan (Ockerman 1996, 64–66).

Esimerkki tyydyttyneen rasvahapon hiiliketjusta



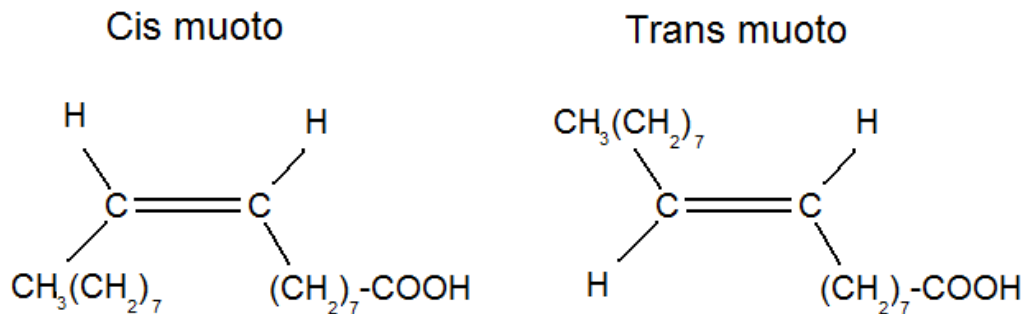
Esimerkki tyydyttymättömän rasvahapon hiiliketjusta



KUVA 9 Tyydyttyneen ja tyydyttymättömän rasvahapon hiiliketju. Mukailtu lähteestä (Ockerman 1996, 64).

Tyydyttymättömien rasvojen hiiliketjuissa esiintyvät kaksoissidokset estävät hiiliatomien vapaan kierron, joten kaikki kaksoissidokset voivat esiintyä vain kahdessa geometrisessä muodossa. Nämä kaksi muotoa ovat cis ja trans muoto, yleisesti puhutaan cis-trans-isomeriasta. Useammin rasvahapot esiintyvät cis-muodossa, mutta joskus ne muuttuvat trans muotoon rasvaa prosessoitaessa, esimerkiksi vedytyksessä. Cis muodolla on alhaisempi sulamispiste, n. 14 °C, kun taas trans muodon sulamispiste on n. 51 °C. Cis muoto on myös herkempi hapettumiselle kuin trans muoto.

Cis-Trans-Isomeria



KUVA 10 Rasvahapoilla esiintyvä Cis-Trans-Isomeria. Mukailtu lähteestä (Ockerman 1996, 66).

5.5 Muut osat

Muina tuotantoeläimistä irrotettavina osina käsitellään vielä lyhyesti sorkat, korvat ja hännät/saparot, koska niillä on muutamia tyypillisiä käyttökohteita olemassa.

Naudan häntä erotetaan teurastuksen yhteydessä naudan ruhosta leikkaamalla se irti toisen ja kolmannen häntäluunikaman välistä. Häntä jatkojalostetaan irrottamalla siitä ylimääräiset rasvat ja nikamat, jonka jälkeen se on elintarvikkeeksi luokiteltava tuote. Sian saparo irrotetaan ruhosta leikkaamalla se irti neljännen ja viidennen hännän puoleisen nikaman välistä (Ockerman & Basu 2004, 109–110). Sian saparot luokitellaan myös elintarvikkeeksi, mutta niistä huomattava osa menee lemmikkieläinten ruuaksi (Raevuori ym. 2007).

Naudalta sorkat irrotetaan heti piston jälkeen, kun nauta on ripustettu teurastamon kattokiskolle. Naudan sorkkia ei käytetä eläintenruokiin, vaikka ne lasketaan luokan 3 sivutuotteiksi, vaan yleisesti ne menevät Suomessa suoraan destruktion. Sian sorkat irrotetaan ruhosta teurastusprosessissa vasta ruhon jäädyttämisen jälkeen. Myös sian sorkat ovat luokkaan 3 laskettavia sivutuotteita. Sian sorkkia käytetään eläintenravinnoksi, mutta huomattava osa menee myös vientiin (Raevuori ym. 2007, 3-4).

Naudan korvia ei erikseen ruhosta irroteta. Naudan teurastuksen yhteydessä naudalta vuoden vedon jälkeen irrotetaan koko pää, luokan 1 sivutuote ja TSE riskimateriaalia, joka menee destruktion korvat mukanaan. Sian korvat irrotetaan teurastusprosessissa heti märkäpiiskan jälkeen ja ne menevät lemmikkieläinruokateollisuudelle. Sian korvat kuuluvat sivutuoteluokkaan 3.

6 SYÖTÄVIEN TEURASSIVUTUOTTEIDEN PROSESSOINTI

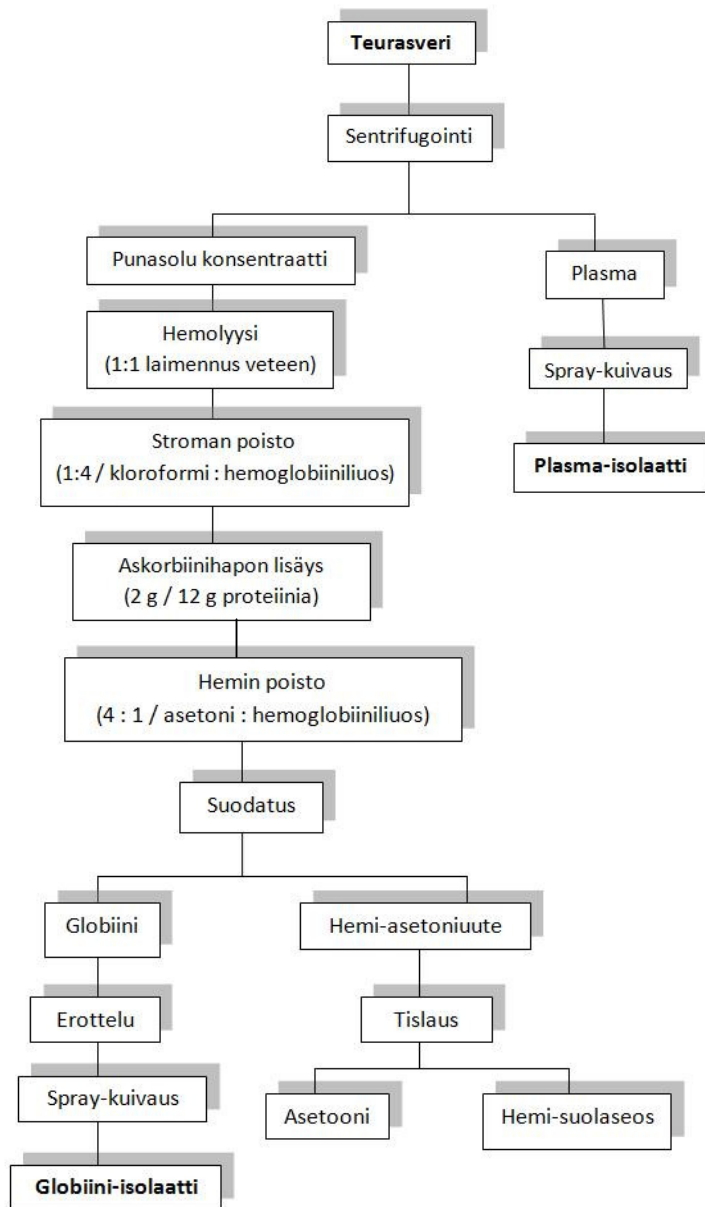
6.1 Veren plasman ja punasolujen erottaminen ja jatkojalostus jauheiksi

Veren erottaminen plasma- ja punasolufraktioon on tärkeä prosessi elintarviketeollisuuden kannalta, koska molemmilla tuotteilla on sellaisenaan arvokkaita ominaisuuksia, joita kokoverellä ei ole. Plasmaa voidaan käyttää lihajalosteissa mm. emulgaattorina, proteiinilisänä tai kirkasteena. Plasma on käyttökelpoinen tuote myös leipomoteollisuudessa sen erinomaisten hyytymis- ja vaahtoutumisominaisuuden ansiosta. Punasoluja voidaan käyttää elintarvikkeissa mm. proteiinilisänä tai väriaineena. Punasoluista voidaan jatkojalostaa vielä globiinia poistamalla hemi osa hemoglobiinista. Globiinia voidaan käyttää elintarvikkeissa mm. emulgaattorina ja sillä on myös hyvä vaahtoutumiskyky.

Laadukkaan plasma- ja punasolukonsentraatin saamiseksi on tärkeää, että verta on käsitelty oikein ennen erotusta. Veren pitää olla aseptisesti kerättyä, eikä se ole saanut olla kosketuksissa epäpuhtauksiin. Yleisesti veri jäädytetään mahdollisimman nopeasti alle + 4 °C:een veren mikrobiologisen laadun säilyttämiseksi. Kuitenkin jos halutaan erottaa korkealaatuisia plasmaa, suositellaan erotusprosessin suorittamista ennen veren jäädyttämistä. Erotuksen pitäisi tapahtua mahdollisimman nopeasti heti veren keräyksen jälkeen. D. A. Halliday kehotti vuoden 1973 teoksessaan, että veri tulisi separoida 20 minuutin kuluessa valutuksesta. Tämä kuitenkin vaatisi separointilinjan suoraan teuraslinjan läheisyyteen samaan laitokseen. Monesti kuitenkin veren separointi plasmaan ja punasolujakeeseen tapahtuu keskitetysti, jolloin verta joudutaan kuljettamaan laitosten välillä. Tämä kuitenkin aiheuttaa suuren mahdollisuuden punasolujen hajoamiselle eli hemolyysille. Jos hemolyysi pääsee tapahtumaan, on mahdotonta erottaa verestä puhdasta plasmaa, koska joukossa on jo hajonnutta punasolumateriaalia. Kuljetettava veri on myös jäädytettävä ennen separointia, veren voimakas jäädyttäminen nostaa myös hemolyysin riskiä. (Lynn Knipe 1988, 151).

Kuvassa 11 on esitetty tyypillinen teurasveren erotteluprosessi plasmaksi ja punasolujakeeksi. Prosessissa on punasoluista vielä poistettu hemi sen hemoglobiinista. Lopuksi sekä plasma että globiini on vielä spray-kuivattu, koska kuivana jauheena tuotteen säilyvyys, varastoituvuus ja logistisuus helpottuvat huomattavasti, näin ollen ne ovat taloudellisesti kannattavimmat jatkojalostusmuodot.

Teurasveren prosessoinnissa on erittäin tärkeää veren oikeaoppinen käsittely, jotta saadaan mahdollisimman laadukkaita lopputuotteita. Kaikki välineet, jotka ovat kosketuksissa veren keräyksen ja separoinnin kanssa, tulee olla pestyjä joko antikoagulantilla tai 0,85 % natriumkloridiliuoksella. Väärin käsiteltynä veri altistuu härskiintymiselle. Veren plasman melko korkea rasvapitoisuus sekä hemoglobiinin hapettuminen punasoluista nostavat härskiintymisen riskiä ellei verta käsitellä oikein. Kaikki välineet tulee olla valmistettu ruostumattomasta teräksestä tai elintarvikekäyttöön soveltuvasta muovista. Materiaalien on oltava helposti huuhdottavissa ja steriloitavissa. Pistoveitsien ja verenkeräys säiliöiden tulee olla huuhdottu ja steriloitu joka käytön jälkeen. Putkiston tulee olla purettavissa, jotta se puhdistaa ja estää proteiineja kerrostumasta putkistoon. Levyjäähdyttimet ja sentrifugit pitää olla myös purettavissa päivittäisen siivoamisen mahdollistamiseksi. Veren koaguloitumisominaisuuden johdosta kaikki laitteet ja välineet on pestävä ja huuhdottava kylmällä vedellä ennen 82 °C puhdistuskäsittelyä. (Lynn Knipe 1988, 153).



KUVA 11 *Prosessikaavio tyypillisestä teurasveren separointi prosessista plasma- ja globiini-isolaatiksi (Dill & Landman 1988, 131).*

6.1.1 Plasman ja punasolujakeen erottaminen

Teurasveren separointi plasma- ja punasolufraktioon suoritetaan sentrifugoimalla. Plasma erotetaan punasoluista jatkuvassa prosessissa sentrifugoimalla verta n. 14 000 kierroksen minuuttivauhdilla. Panostyyppisessä prosessissa verta sentrifugoidaan kymmenen minuuttia 58 000 kierroksen minuutti nopeudella. Levyseparaattoreilla pystytään separoimaan 500 – 1000 litraa verta tunnissa, mutta ne vaativat jatkuvaa puhdistusta. Sylinterimäinen separaattori pystyy erottelemaan 2000 – 5000 l / h sekä vaatii vähemmän puhdistusta kuin levyseparaattori. (Lynn Knipe 1988, 151).

Veri voidaan erotella plasma- ja punasolufraktoon myös ultrasuodatuksella. Menetelmä aiheuttaa kuitenkin hieman punasolujen hajoamista, mikä laskee hieman plasman laatua. Kuitenkin käyttäen erikokoisia suodattimia plasma pystytään konsentroimaan siten, että kuivaaminen on tehokkaampaa sekä lopputuotteena tulevan plasmajauheen proteiinipitoisuus on hieman korkeampi. Ultrasuodatusta voidaan käyttää myös kylmästeriloituun veriproteiiniin. (Lynn Knipe 1988, 151).

Separoinnin jälkeen tuloksena on plasma- ja punasolufliidit. Plasmaa kertyy n. 60 - 65 % alkuperäisestä veri määrästä ja loput 35 - 40 % on punasoluja.

TAULUKKO 8 *Spray-kuivatun plasman ja punasolujen aminohappo pitoisuus (%:a proteiinin kokonaismäärästä) (Lynn Knipe 1988, 159).*

Aminohappo	Plasma	Punasolu
Alaniini	8,0	8,5
Argiini	5,0	4,1
Asparagiini happo	10,5	11,4
Systiini	1,2	0,7
Glutamiini happo	2,0	8,4
Glysiini	3,8	4,6
Histidiini	5,0	7,1
Isoleusiini	3,0	0,6
Leusiini	10,5	13,1
Lysiini	9,5	8,8
Metioniini	1,0	0,8
Fenyylialaniini	5,4	6,9
Prolini	5,0	3,2
Seriini	5,5	4,2
Treoniini	6,3	3,4
Tryptofaani	1,9	1,4
Tyrosiini	3,7	2,5
Valiini	7,8	9,5

6.1.2 Plasma- ja punasolufraktion jatkojalostus proteiinijauheeksi

Punasoluista erotetusta plasmasta poistetaan ylimääräinen kosteus, tuotteen taloudellisen tuottavuuden parantamiseksi. Kuivauksen yhteydessä plasman olomuoto muuttuu nestemäisestä fluidista jauheeksi, koska sen vesipitoisuus laskee 90 %:sta 5 - 10 %:iin. Plasmassa olevan veden poistoon voidaan käyttää monia menetelmiä, mutta menetelmän valinnassa on syytä ottaa huomioon sen vaikutus plasmaan. Hellavaraisella menetelmällä voidaan minimoida plasman laadun heikkeneminen esimerkiksi geelin lujuuden, värin ja vesiliukoisuuden suhteen. Kuivauskäsittely voi aiheuttaa osittaista proteiinien denaturoitumista, mikä voi aiheuttaa heikkenemistä plasman vesiliukoisuus- ja geelilytymiskykyyn. Plasman proteiinit alkavat hyytyä jo 40 - 50 °C lämpötilassa. (Lynn Knipe 1988, 151).

Plasmaa, kuten punasolujakin, voidaan kuivata mm. spray-, pakkas- tai telakuivaamalla. Verta kuivattaessa lämpötila ei saisi nousta yli +80 °C:n, jos halutaan säilyttää sen funktionaaliset ominaisuudet. Kuivatun veren hygroskooppisen luonteen takia valmis kuivattu verijauhe tulee pakata materiaaliin, jolla on hyvät barrier-ominaisuudet. (Lynn Knipe 1988, 153).

Spray-kuivaus tapahtuu pakottamalla veri (tai veren fraktio) läpi suuttimen, joka on sijoitettu säiliön ylälaitaan. Koska fluidi pakotetaan suuttimen läpi 10 340 – 34 375 kPa paineella, se tulee suuttimen läpi hyvin pieninä pisaroina, jotka kuivuvat niiden pudotessa läpi 65 – 93 °C asteisen ilmavirran. Pisaroiden ei tulisi olla altistuneena kuumalle ilmalle yli 2 – 3 sekunnin pituisia aikoja. Haihdutusjäähdytys estää partikkeleiden lämpötilan nousemista yli 80 °C:een. Tämän jälkeen tuote jäähdytetään ja pakataan. Spray-kuivauksella on kuitenkin myös omat haittapuolensa, tuntu- man sekä funktionalisuuden heikkenemistä. Lisäksi veren pölyyntymistä tapahtuu jonkin verran spray-kuivauksen yhteydessä. (Lynn Knipe 1988, 153).

Pakkaskuivauksessa fluidi pitää jäädyttää ennen kuivaamista. Pakkas-kuivaus perustuu siihen, että tyhjiössä tuotteesta sublimoituu kosteus ulos, jonka jälkeen lämpö kuivaa tuotteen lopullisesti. Pakkaskuivaus tapahtuu yleensä panosprosessina, mutta lopputuotteena on erittäin korkealaatuista tuotetta, koska lämpötila jota käytetään, on hyvin matala. Ongelmana on kuitenkin menetelmän kalleus, varsinkin tuotteille kuten veri, plasma tai punasolut, joiden markkinahinta on alhainen. (Lynn Knipe 1988, 154).

Telakuivattaessa verta tai sen osia, kuivaimessa on kaksi telaa. Telojen välillä on allas, jossa nestemäinen veri-fluidi sijaitsee. Höyryllä lämmitettävät telat pyörivät vastakkaisiin suuntiin, kuivaten ohuen kerroksen fluidia pyöriessään. Kun kerros on kuivunut telan sisäpinnalle, se raapataan irti teloista hiutaleina. Kuivuneet hiutaleet jauhetaan myllyllä lopuksi jauhemaiseen muotoon. Telakuivaus tuottaa hyvin korkealaatuisia veri proteiineja, koska ne kuivataan alhaisessa lämpötilassa. (Lynn Knipe 1988, 154).

TAULUKKO 9 *Kuivattujen verituotteiden saanti siasta ja naudasta 455 elopaino kiloa kohden (Lynn Knipe 1988, 155).*

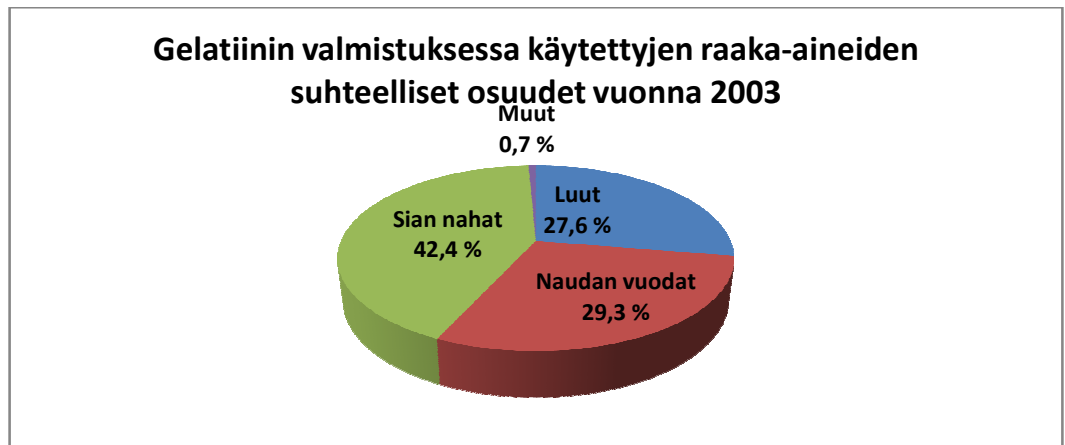
	Kuivattu veri (kg)	Kuivattu plasma (kg)	Kuivatut pu- nasolut (kg)
Nauta	3,2	0,77	2,4
Sika	2,3	0,544	1,7

6.2 Gelatiinin valmistus kollageenista

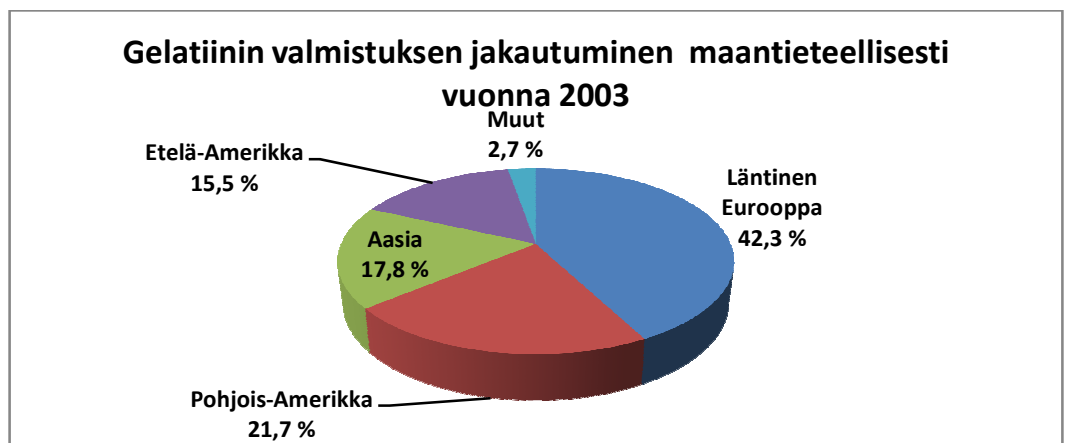
Elintarviketeollisuus käyttää gelatiinia mm. erilaisissa lihajalosteissa, koska sillä on erinomainen kyky muodostaa geelimäinen rakenne ja sitoa rasvaa ja vettä. Toinen yleinen gelatiinin käyttökohde on lisätä sitä kuivattu- na jauheena hyytelömäisiin tuotteisiin, jolloin se toimii rakenteen muodostajana. Lisäksi korkeasti konsentroitua gelatiinia käytetään pastilleissa ja vaahtokarkeissa myös sen rakenteen muodostus ominaisuuksien johdosta.

Gelatiinia käytetään elintarviketeollisuudessa enemmän kuin mitään muuta yksittäistä hyytelöimisainetta. Gelatiinin etuna on mm. sen suhteellisen edullinen hinta sekä sen raaka-aineen helppo saatavuus (Harris 1993, 2177).

Vuonna 2003 gelatiinia tuotettiin 278,3 miljoonaa tonnia, josta läntisessä Euroopassa valmistettiin 42,3 % eli n. 118 miljoonaa tonnia. Euroopassa suurin yksittäinen gelatiinin tuottajamaa on Saksa, joka vuonna 2003 tuotti 27 % Euroopassa tuotetusta gelatiinista. Muita merkittäviä gelatiinin tuottajamaita Euroopassa olivat Ranska 25,6 % ja Belgia 16,3 %. Euroopassa toimivista gelatiinia tuottavista yrityksistä suurimmat tuottajat vuonna 2003 olivat saksalaiset Gelatine-Fabriken Stoess AG ja Ewald Gelatine GmbH (Lehdistöjulkaisu 2005).



KUVA 12 Gelatiinin tuotannossa käytettävien raaka-aineiden suhteelliset osuudet vuonna 2003. Mukailtu lähteestä (Lehdistöjulkaisu 2005).

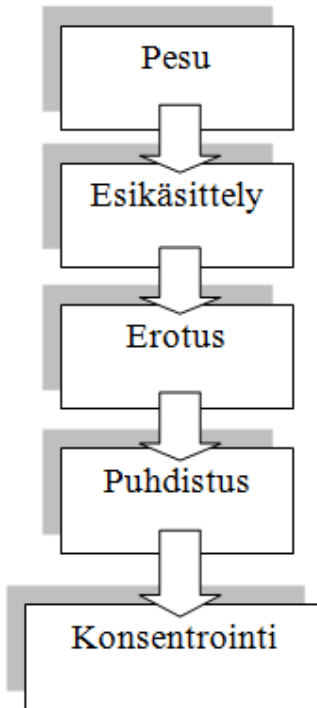


KUVA 13 Gelatiinin valmistuksen jakautuminen maantieteellisesti vuonna 2003. Mukailtu lähteestä (Lehdistöjulkaisu 2005).

6.2.1 Gelatiinin erotus alkalihydrolyysillä ja happokäsittelyllä

Gelatiinia valmistetaan pääsääntöisesti kahdella eri menetelmällä. Yleisemmin käytetty menetelmä on alkalihydrolyysi, jolla tuotettua gelatiinia

kutsutaan tyyppin B gelatiiniksi. Toinen gelatiinin tuottoprosessi on happokäsittely, jolla tuotettua gelatiinia kutsutaan puolestaan tyyppin A gelatiiniksi. Alkalihydrolyysi on menetelmänä rankempi kuin happokäsittely, joten sitä käytetään gelatiinin valmistukseen naudan vuodista ja vanhempien eläinten luun osseihin. Happokäsittelyllä gelatiinia valmistetaan taas sian nahasta ja nuorten eläinten luista. (Harris 1993, 2177). Päävaiheittain molempien gelatiinin tuotantotapojen järjestys on kuitenkin hyvin samankaltainen. Seuraavassa on esitelty molempien menetelmien prosessit päävaiheittain.



KUVA 14 *Gelatiinin valmistusprosessin päävaiheet. Mukailtu lähteestä (Harris 1993, 2177–2178).*

Gelatiinin valmistuksessa kollageenipitoinen raaka-aine puhdistetaan epäpuhtauksista pesemällä materiaali ennen varsinaista prosessointia. Tässä vaiheessa myös luista poistetaan rasvat sekä suolat, osseihin tuotannon parantamiseksi (Harris 1993, 2177).

Kollageenipitoinen raaka-aine esikäsitellään ennen varsinaista erotusta, jotta kollageeni muuttuisi soveliaampaan muotoon erotettavaksi. Esikäsitelyn tarkoituksena on katkoa kollageenipitoisessa materiaalissa olevat kovalenttiset sidokset, jotta kollageeni olisi helpommin erotettavissa. Juuri tässä vaiheessa prosessit eroavat toisistaan, koska sian nahan ja nuoren luun kollageenin erotuksessa käytetään happokäsittelyä, kun taas naudan vuodasta ja vanhasta luusta eristettäessä kollageenia käytetään alkalihydrolyysiä. Happokäsittely sopii paremmin juuri sian nahalle ja nuorelle luulle, koska niissä materiaaliin on kehittynyt vähemmän sidoksia. Naudan vuodassa ja vanhemmassa luussa oleva kollageeni on muodostanut vahvoja sidoksia, joten tarvitaan happokäsittelyä rankempi käsittely, jotta kolla-

geeni erottuisi. Tällöin käytetään alkalihydrolyysia. Esikäsitteilyn tarkoituksena on myös poistaa kollageenipitoisesta raaka-aineesta muita luontaisia orgaanisia aineita, kuten proteoglygaania, verta, musiineja, ja sokereita. Lisäksi raaka-aineesta tulisi erottaa rasvaa siinä määrin, että varsinaisessa erotusvaiheessa raaka-aineen rasvapitoisuus ei saisi olla yli 1 %. (Harris 1993, 2177–2178).

Happokäsittely on alkalikäsitteilyä huomattavasti hellävaraisempi ja nopeampi, sillä sen suoritus kestää normaalisti 10 - 48 tuntia. Happokäsittelyssä kollageenipitoinen materiaali hapotetaan siten, että materiaalin pH laskee 4:ään. Tämän jälkeen materiaali lämmitetään asteittain 50 °C:sta kiehumispisteeseen, jolloin erottuminen tapahtuu kun kollageeni denaturoituu ja liukenee. Tämän jälkeen denaturoituneesta kollageeni- tai gelatiiniliuoksesta poistetaan rasva, suodatetaan ja konsentroidaan tyhjiöhaidutuksella ja ultrasuodatuksella. Gelatiini konsentroidaan suhteellisen korkeaan pitoisuuteen minkä jälkeen se yleensä kuivataan, yleensä spraykuivaamalla, jauhemaiseen muotoon. Happokäsittelyllä tuotetun gelatiinin isoioninen piste on 7 – 9. Isoionisen pisteen pH arvo vaihtelee sen mukaan kuinka pitkään kollageenipitoista materiaalia on pidetty hapon vaikutuksen alaisena. Pitkään kestänyt happokäsittely aiheuttaa kollageenissa rajoitettua hydrolyysia sen aspargiini ja glutamiini aminohappojen sivuketjuissa. (Cole 2000, 1184).

Alkalihydrolyysissä ennen hydrolyyttistä käsittelyä naudan vuotia ja luita on inkuboitu 20 asteisessa alkaliliuoksessa 45 – 90 päivää. Tämä tehostaa kollageenin täydellistä hydrolysoitumista raaka-aineesta ja parantaa näin ollen gelatiinin saantoa. (Neklyukov 2003). Alkalihydrolyysi prosessin jälkeen materiaalissa olevat sidokset ovat tuhoutuneet siinä määrin, että sen jälkeen kun alkali on puhdistettu materiaalista, voidaan gelatiini erottaa materiaalista happokäsittelyllä. Hapolla säädetään materiaalin pH erotukseen soveltuvaksi. pH:n oikea säätäminen on tärkeää lopputuotteen geelin lujuuden ja viskositeetin kannalta. Viimeinen eroavaisuus alkalihydrolyysin ja happokäsittelyn välillä on vielä se, että alkalikäsitteilyä johtuen gelatiini materiaalista tarvitsee poistaa liika suola käyttäen ioninvaihtoa tai ultrasuodatusta. Tämän vaiheen jälkeen molemmat prosessit ovat samanlaiset. (Cole 2000, 1184).

6.2.2 Entsymaattinen gelatiinin erotus

Viime vuosina on kehitelty gelatiinin valmistukseen menetelmää, jossa kollageenipitoista materiaalia esikäsitellään entsyymeillä, joilla on erilainen substraatti spesifisyys. Yksi tällainen entsyymi on protosubliitin G10Kh, joka on neutraali proteaasi eli valkuaisaineita hajottava entsyymi. Entsyymiä testattiin 1000 kg:aan naudasta saatua raaka-ainetta, joka pilkottiin, poistettiin rasva ja pestiin käyttäen vesijohtovettä siten, että massan pH oli 8,0. Tämän jälkeen vesisuspensio, jossa raaka-aine on, kuumennetaan 38 °C:een, lisätään entsyymi (0,1 %) ja inkuboidaan 3 tuntia 37 °C:ssa. Inkuboinnin jälkeen vesifaasi, jossa entsyymi on, suodatetaan ja kiinteä aine pestään vedellä. Tämän jälkeen kiinteä aine käsitellään suolahapolla (20 °C) neljän tunnin ajan. Tässä vaiheessa on tärkeää, ettei käsiteltävän massan pH nouse yli 2.5:den. Happokäsittelyn jälkeen massaa

pestään kunnes sen pH on noussut 5.0:een. Tämän jälkeen seokseen lisätään vettä siten, että raaka-aineen suhde veteen on 3:1 ja gelatiini uutetaan 60 °C:ssa 3 tunnissa. Gelatiiniliuos suodatetaan ja kuivataan spraykuivaamalla. (Neklyukov 2003, 230–231).

Entsymaattisesti erotetulla gelatiinilla on havaittu olevan paremmat emulgointi ominaisuudet sekä se muodostaa stabiilimman emulsion kuin tavanomaisesti erotettu gelatiini (Neklyukov 2003, 231).

6.2.3 Gelatiinin ominaisuudet ja rakenne

Teollisesti valmistettu gelatiini koostuu pääsääntöisesti korkeasti puhdistetusta proteiinista, jota gelatiinissa on 84 – 90 %. Loppu gelatiinista on käytännöllisesti katsoen kivennäisaineita (1 – 2 %) ja vettä. Ainoa lisäaine, joka gelatiiniin saatetaan lisätä valmistuksen aikana, on rikkidioksidi. Rikkidioksidi estää gelatiinin värjäytymistä erotuksen ja haihdutuksen aikana. Gelatiinissa on kuitenkin myös hiilihydraatteja (1 – 1.5 %) glukoosi- ja galaktoosisidoksina hydroksilyysiini aminohapoissa. (Harris 1993, 2178).

Elintarviketeollisuutta gelatiinin ominaisuuksista ja rakenteesta kiinnostaa pääasiallisesti gelatiinin Bloom-arvo (kuvaa muodostuvan geelin lujuutta), viskositeetti ja pinta-aktiivisuus.

TAULUKKO 10 Keskimääräinen kolmen alfaketjun aminohappo jakauma gelatiinin kollageenisiaasteessa (Harris 1993, 2178).

Aminohappo	Aminohappoa / 1000 aminohaposta
3-Hydroksiprolini	1
4-Hydroksiprolini	108
Prolini	115
Lysiini	25
Hydroksilyysiini	9
Glysiini	340
Systiini	0
Seriini	34
Alaniini	104
Histidiini	7
Valiini	23
Metioniini	7
Isoleusiini	11
Leusiini	24
Argiini	49
Fenyyialaniini	11
Asparagiinihappo	42
Treoniini	16
Glutamiinihappo	71
Tyrosiini	3

Gelatiinin isoelektrisen pisteen arvo vaihtelee sen mukaan, mistä raaka-aineesta gelatiini on valmistettu sekä onko valmistuksessa käytetty happo- vai alkalihydrolyysiä. Tyypin A eli happokäsittelyllä valmistetun gelatiinin isoelektrisen pisteen pH arvo vaihtelee välillä 6,5 – 9,0. Happokäsittelyllä luusta eristetyn gelatiinin isoelektrisen pisteen arvo on välillä 6,5 – 7,5, kun taas sian nahasta eristetyn arvot liikkuvat välillä 7,5 – 9,0. Gelatiinin isoelektrisen pisteen merkitys gelatiinissa on merkittävä, koska monet fysikaaliset ominaisuudet saavat minimi- tai maksimiarvonsa isoelektrisessä pisteessä. Tämä tarkoittaa myös sitä, että riippuen siitä onko gelatiini valmistettu happokäsittelyllä vai alkalihydrolyysillä, gelatiini voi käyttäytyä hyvin erilailla samanlaisissa prosesseissa. (Harris 1993, 2178).

Tyypillisesti elintarviketeollisuuteen valmistettua gelatiiniliuosta ei käytetä sakeutusaineena sen suhteellisen matalan spesifisen viskositeetin johdosta (<60 mPas). Tähän tarkoitukseen on olemassa myös paljon gelatiinia tehokkaampia polysakkarideja. Gelatiiniliuosta voidaan kuitenkin käyttää, sen pinta-aktiivisuuden takia, stabilointiaineena, emulgointiaineena tai polyelektrolyytinä. Korkea viskoosisilla gelatiineilla on korkeampi sulamispiste, mutta kuitenkin nopeampi asettumisaika. Gelatiiniliuosta, jolla on alhainen viskositeetti, voidaan kuitenkin saostaa huomattavasti korkeampaan konsentraattiin ilman ongelmia. (Harris 1993, 2178).

Veteen sekoitetun gelatiiniliuoksen omaama saostusvoima on riippuvainen liuoksen konsentraatiosta, pH:sta, ionisesta voimasta ja spesifisestä visko-

siteetistä. Konsentraation ja viskositeetin välinen suhde ei ole suoraan verrannollinen, vaan enemmänkin logaritminen. Logaritmisen viskositeetin ja absoluuttisen lämpötilan käänteisarvon välillä on olemassa suoraviivainen riippuvuus. Gelatiiniliuoksen isoelektrisessä pisteessä liuoksen viskositeetti on aina pienimmillään ja se kasvaa molekyylien sähköisen kokonaisvarauksen lisääntyessä. (Harris 1993, 2178).

6.3 Kollageenin eristäminen jänteistä

Seuraava kollageenin eristämismenetelmä on peräisin Tsekkiläisestä tutkimuksesta, jonka tavoitteena oli eristää happoon liukenevaa kollageenia ja gelatiinia kontrolloidusti osittaisella kollageenipohjaisen materiaalin hajottamisella. Kollageenin lähteenä käytettiin naudan lyhyitä jänteitä (ojentaja, koukistaja ja syvä koukistaja), joita harvemmin käytetään kaupallisen kollageenin valmistamiseen. Menetelmän tarkoituksena oli eristää korkealaatuisia kollageeni hydrolysaatteja ($M_N = 1000$ Da), joita voidaan käyttää mm. kosmetiikkatuotteisiin, koska niiden markkina-arvo on korkeampi kuin heikkolaatuisen gelatiinin. Tästä johtuen tutkijat yrittivät löytää mahdollisimman otolliset erotusolosuhteet, jotta saataisiin mahdollisimman suuri saanto happoon liukenevaa kollageenia ja korkealaatuista gelatiinia, jonka muodostaman geelin jäykkyys on yli 350°Bloom :a. Tutkijat oletivat, että uuttotehokkuus on suoraan verrannollinen etaanihapon konsentraatioon, lämpötilaan ja erotuskertojen lukumäärään. Gelatiini erotuksen jälkeisestä jäännöksestä voidaan vielä entsyymaattisesti hydrolysoida kollageeni hydrolysaatteja, joita käytetään useissa elintarvikkeissa.

Seuraavassa on referoitu artikkelista happoliukoisen kollageenin erotuksen lipolyttisillä entsyymeillä päävaiheittain.

Teurastettujen nautojen jänteet oli kerätty ja pakastettu -15°C ennen käsittelyä. Jänteistä analysoitiin seuraavat ominaisuudet. Kuiva-aine pitoisuus: 34.44 %; kuiva-aineen typpi amidipitoisuus (Kjeldahl menetelmä): 16,8 %; kuiva-aineen lipidipitoisuus (dietyylieetteri erotus): 5.09 %; kuiva-aineen tuhka pitoisuus: 0.49 %. Ennen varsinaista prosessointia kollageenipitoinen materiaali jauhettiin noin 10×10 mm partikkelikokoon. (Mokrejs ym. 2009, 32).

Kokeessa käytettiin rasvan hajottamiseen NovoCor AD:ta (NovoNordisk, Tanska), jonka vaikutus perustuu mikrobisiin lipolyttisiin entsyymeihin. Entsyymit saavuttavat maksimaalisen tehokkuutensa heikossa hapossa, jonka pH on n. 4.5. (Mokrejs ym. 2009, 32).

6.3.1 Rasvan poisto

Raaka-aines puhdistettiin rasvoista ja valkuaisaineista, jotka eivät ole haluttuja tuotteita kollageenissa, NovoCor AD:llä, joka on alun perin kehitetty nahkateollisuudelle nahkaraaka-aineen rasvanpoistoon, ennen sen parkitsemista. Sata grammaa naudan jänteitä upotettiin pulloon, jossa oli 1000 ml:aa vesipohjaista 4 %:sta NovoCor AD - liuosta. Varmistaakseen mahdollisimman hyvän rasvan poiston, liuoksen pH säädettiin 4,5 lisää-

mällä liuokseen etaanihappoa. Prosessi suoritettiin 35 °C:n lämpötilassa ajoittain sekoittamalla 48 tunnin ajan. (Mokrejs ym. 2009, 33).

Eriyisesti rasvamaiset yhdisteet siirtyivät hyvin jänteistä vesiliuokseen. Liukenematon kiinteä faasi erotettiin suodattamalla ja puhdistamalla vedellä, siten että faasin pH nousi 6,5 – 7,0. Seuraavassa taulukossa on esitetty prosentteina raffinointi liuokseen koostumus, johon kuiva-aines on siirtynyt jänteistä. (Mokrejs ym. 2009, 33).

TAULUKKO 11 *Raffinointiliuoksen koostumus prosentteina, lähtömateriaalin kuiva-aineesta. Mukailtu lähteestä (Mokrejs ym. 2009, 33).*

Raffinointiliuoksen kuiva-aines	7,60
Jalostettu kollageeni-materiaali	96,60

TAULUKKO 12 *Raffinointiliuoksen kuiva-aine koostumus prosentteina. Mukailtu Lähteestä (Mokrejs ym. 2009, 33).*

Rasvamaiset yhdisteet	65,09
Amidityppi	6,20
Valkuaisaine aines	34,90

Raffinointiliuoksen rasvaperäisen aineksen koostumus analysoitiin erottamalla sen kuiva-aine (2 dikloorimetaani : 1 kloroformi – liuoksella) sekä erottamalla kuiva-aine vielä myöhemmin uudelleen pienellä määrällä kloroformia. Tätä menetelmää käytettiin kokeessa, koska useat tutkijat, jotka ovat aikaisemmin määrittäneet rasvamaisten yhdisteiden määrää biologisesta materiaalista, suosittelivat sitä. Puhdistetun rasvaperäisen materiaalin koostumus tutkittiin ohutlevy kromatografialla, jossa kantajana käytettiin piihappogeeli G:tä (50 bentseeni : 40 dietyylieetteri : 2 etanoli : 0,2 etaanihappo). Kromatografisesti erotetut lipidi-ryhmät eroteltiin upottamalla kuiva kromatogrammi 30 sekunniksi liuokseen, jossa oli 10 % kuparisulfaattia ja 8 % fosforihappoa. Lopuksi kuivaa kromatogrammia lämmitettiin vielä 15 minuuttia 180 °C:ssa. Tämän menetelmä tarkkuus on 0,5 µg. Vertailtavat tulokset rasvamaisten yhdisteiden koostumuksesta mitattiin kromatogrammeista tiheysmittarilla (Camag TLC-Scanner). Tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. (Mokrejs ym. 2009, 33).

TAULUKKO 13 *Rasvamaisten yhdisteiden määrät raffinointiliuoksen kuiva-aineessa. Mukailtu lähteestä (Mokrejs ym. 2009, 33).*

Rasvamaiset yhdisteet	Kuiva-aine (%)
Polaariset lipidit (sterolit, fosfolipidit jne.)	2,80
Vapaat rasvahapot	13,02
Mono- ja diglyseridit	47,46
Triglyseridit	36,72
Yhteensä	100,00

6.3.2 Happoliukoisien kollageenin eristys

Happoliukoinen kollageeni erotettiin raffinoidusta materiaalista etaanihapon avulla. Etaanihappoa käytettiin erotuksessa 25-kertainen määrä suh-

teessa lähtömateriaalin painoon. Tutkijat tekivät, löytääkseen optimaalisimmat erotus olosuhteet, erilaisia parametreja käytettävistä olosuhde teki-
jöistä. Parametreiksi valittiin etaanihapon konsentraatio, erotus lämpötila ja erotuskertojen lukumäärä. Yhteensä eri vaihtoehtoja oli siis 2^3 , joista yksi lopulta valittiin. Etsittäessä optimaalista erotusolosuhdetta eri faktori-
en arvot olivat: lämpötila 10 – 35 °C (faktori A), etaanihapon konsentraa-
tio 0,05 – 0,2 mol/l (faktori B) ja erotuskertojen lukumäärä 2 – 4 kertaa
(faktori C). Raaka-aineesta erottumaton osuus erotettiin sentrifugoimalla
9000 rpm nopeudella 5 minuutin ajan 22 °C lämpötilassa. (Mokrejs ym.
2009, 33).

Arvioitaessa kuitenkin kaikkia eri olosuhdevaihtoehtoja havaittiin, ettei
lopullisissa erotetun kollageenin määrissä ollut suuria eroja. Suhteessa al-
kuperäisen raaka-aineen määrään happoliukoisen kollageenin keskiarvoi-
nen saanto oli $5,26 \pm 0,55$ % vaihtelulla. Joten todellisuudessa enemmän
kuin testattujen faktorien vaihtelulla, enemmän merkitystä kollageenin
saantoon on raaka-aineen laadulla. Saadun kollageenin konsentraation ha-
jonta vaihteli välillä 0,05 – 0,06 % ja uskottavasti konsentraatiota olisi
pystytty kasvattamaan 2,5 – 3,5 %:lla, jos erotus olisi tehty hellavaraisella
tyhjiöhaidutuksella, siten ettei lämpötila prosessissa olisi noussut yli 35
°C. Hajonneen faasin (M_N) lukukeskimääräinen molekyyli-massa määritet-
tiin lopuksi vielä osmometrisesti, käyttäen Saksalaista OSMONAT 050
laitetta. Vaihteluväliksi saatiin 269 – 329 kDa. (Mokrejs ym. 2009, 33).

Teurassivutuotteina saatavat lyhyet naudan jänteet eivät ole helpoimpia
materiaaleja jatkojalostaa uusiksi tuotteiksi. Ne ovat hyvin mielenkiintoi-
nen sivutuote, pääsääntöisesti niissä olevan, suhteellisen puhtaan, kolla-
geenin ansiosta. Jänteissä olevat epäpuhtaudet ovat pääasiallisesti rasvape-
räisiä yhdisteitä, joiden osuus kollageenin raaka-aineesta ei ylitä 5,1 %
kuivapainosta. Rasvayhdisteet pystytään erottamaan jänteistä hyvin pie-
nellä energiamäärällä käyttäen kaupallisia lipolyttisiä entsyymejä sisältä-
viä tuotetta, esim. NovoCor AD. (Mokrejs ym. 2009, 35).

Jänteiden entsyymattainen puhdistaminen laimennetulla etaanihappo-
liuoksella tuottaa n. 5,2 % happoliukoista kollageenia, suhteessa lähtöma-
teriaalin kuiva-aineeseen. Joten kollageenin saanto ei suuresti poikkea
muista lähtöaineista, joista kollageenia erotetaan. Näin ollen voidaankin
olettaa, että kollageenin saantoon enemmän vaikuttaa raaka-aineen omi-
naisuudet, kuten sidosten määrä, joka on verrannollinen eläimen ikään ja
elinympäristöön. (Mokrejs ym. 2009, 35).

7 RENDERING PROSESSI

Käytännöllisesti katsoen eläinperäisen jätteen renderöinnin tarkoituksena on autoklavoida raaka-aineena oleva eläinperäinen materiaali, erottaa siitä oleva kosteus, rasvat ja proteiinit omiksi jakeikseen. Autoklavoinnin tarkoituksena on tuhota materiaalista mikrobit ja näin ollen tehdä siitä turvallinen käyttöä. Tyypillisesti autoklavointi tapahtuu panosprosessina, suurissa vaakatasoissa olevissa autoklaaveissa, joiden kapasiteetti on 4 – 6 tonnia eläinperäistä raaka-ainetta. (Fuller & Wilder 1988, 535).

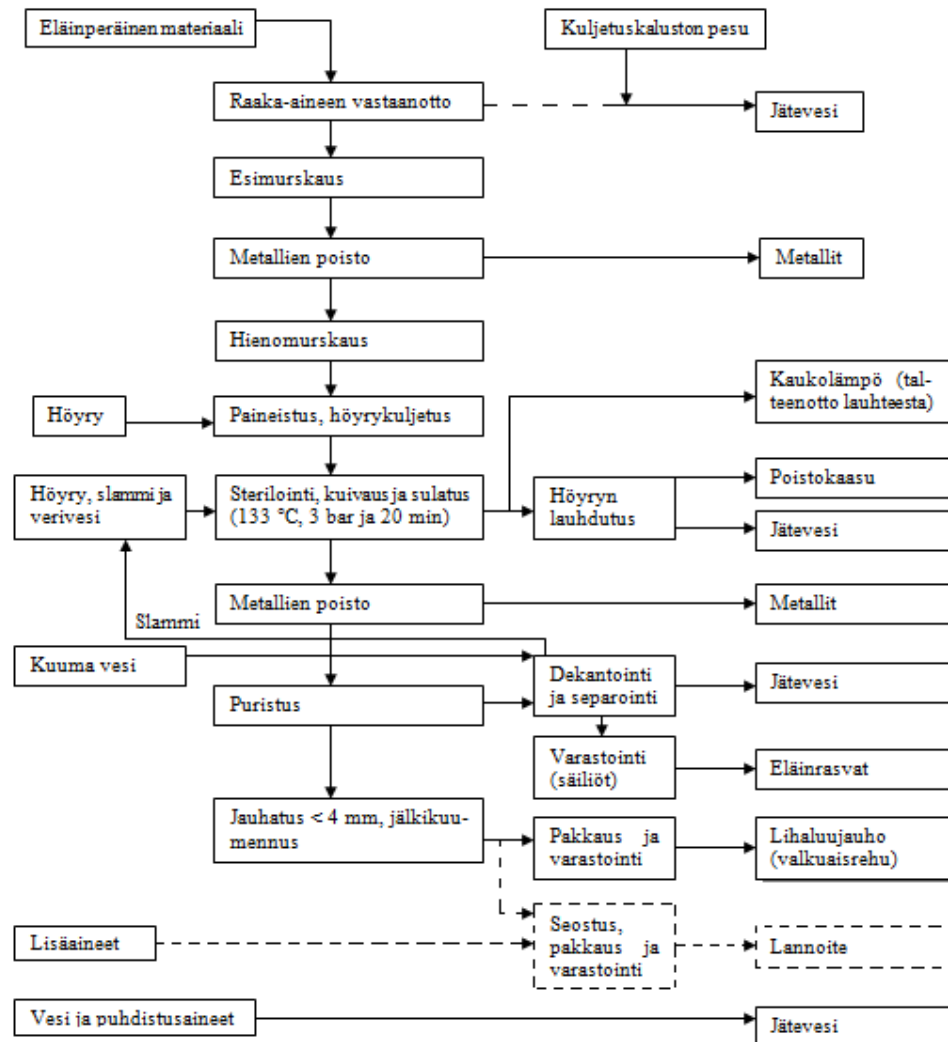
Maailman laajuisesti renderöimällä valmistetaan suuria määriä mm. lihaluujauhoa, höyhenjauhoa, verijauhoa. Niitä käytetään tuotantoeläinten rehuna, lannoitteena, lemmikkieläinten ruokien raaka-aineena jne. Euroopassa tuotantoeläinten rehukäyttö on kuitenkin tarkoin rajoitettua lakisäädöksillä (ks. s. 5). Tähän syynä on 2000-luvun taitteessa Euroopassa esiintynyt BSE-tauti naudoilla, jonka aiheuttajaksi paljastui naudoille syötetty saman eläinlajin lihaluujauho. (Fuller & Wilder 1988, 535).

Tässä osiossa paneudutaan kuitenkin pääsääntöisesti Suomessa tapahtuvaan renderöintiin tuotantoon. Suomessa renderöintituotteita ainoana yrityksenä valmistaa Honkajoki Oy ja sen tytäryhtiö Findest Protein Oy. Tällä hetkellä ainoa Suomessa valmistettava renderöintituote on lihaluujauho ja sen raaka-aineesta eristetty rasva. Tulevaisuudessa Honkajoki Oy:llä on kuitenkin ajatuksena valmistaa muitakin renderöintituotteita lannoite sekä rehukäyttöön (Kari Valkosalon haastattelu 11.2.2010). Tästä johtuen tässä osiossa esitellään myös tulevaisuudessa suunnitteilla olevat prosessit, niin kuin Honkajoki Oy aikoo ne toteuttaa.

7.1 Lihaluujauhon valmistusprosessi

Suomessa jatkojalostetaan eläinperäistä jätettä uusiksi tuotteiksi vuosittain n. 90 000 tonnia. Tästä määrästä huomattava osa on vettä, joka voidaan edelleen myydä lauhdelämpönä eteenpäin. Lihaluujauhoa tästä eläinperäisestä materiaalista valmistetaan n. 21 000 tonnia vuosittain ja rasvaa kerääntyy n. 9 000 tonnia. (Honkajoki Oy n.d.).

Lihaluujauhon valmistusprosessi on panosprosessi, joka alkaa eläinperäisen materiaalin purkamisella kuljetusautoista vastaanottosiiloihin. Tämän jälkeen materiaali esimurskataan ja poistetaan mahdolliset metalliset vierasesineet magneettisesti. Materiaali vielä hieno murskataan mekaanisesti siten, että sen palakoko on alle 50 mm. (Honkajoki Oy 2009).



KUVA 15 Lihaluu jauhon prosessikaavio. Mukailtu lähteestä (Honkajoki Oy 2009).

Murskattu eläinperäinen materiaali johdetaan höyrynpaineen avulla kuivausulattimeen eli käytännössä katsoen suureen autoklaaviin. Sulattimessa raaka-aine kuivataan, steriloidaan ja hydrolysoidaan. Sulattimessa käytetään 133 °C:een lämpötilaa ja 3 bar:n painetta vähintään 20 minuutin ajan.

Prosessin sivutuotteena vapautuu prosessihöyryä, joka johdetaan ilmanlauhduttimeen. Eläinperäisestä materiaalista tullut sulanut massa johdetaan metallin erotuksen kautta puristukseen. Puristuksessa eläinperäinen rasva ja kuiva-aine, josta lihaluu jauho valmistetaan, erottuvat toisistaan. Rasva puhdistetaan dekantoinnalla ja separoinnalla, minkä jälkeen se varastoidaan säiliöihin. Kuiva-aine jauhetaan mekaanisesti vielä alle 4 mm palakokoon, minkä jälkeen se vielä kertaalleen kuumennetaan. Tässä vaiheessa voidaan katsoa lihaluu jauhon olevan valmis tuote, joka vielä lopuksi pakataan ja varastoidaan. (Honkajoki Oy 2009).

7.2 TSE – materiaalin käsittely

TSE – materiaali renderöntikäsittely ei juuri eroa lihaluujuuhon valmistuksessa tapahtuvasta renderöinnistä. Vaiheet ovat täysin samat kuin sivutuoteluokan 3 materiaalin käsittelyssä. TSE – materiaali renderöidään sivutuoteasetuksen mukaisesti 133 °C:een lämpötilassa, 3 bar:n paineessa 20 minuutin ajan. (Honkajoki Oy 2009).

Suomessa Honkajoki Oy on ainoa renderöntilaitos, joka käsittelee TSE – materiaalia. Yhdessä TSE – materiaalin kanssa laitoksessa käsitellään maataloilta kerätyt kuolleet eläimet. TSE – materiaalia Honkajoki Oy käsittelee vuodessa 18 000 tonnia ja kuolleita eläimiä 9 000 tonnia. Kosteu- den haihdutuksen jälkeen näistä tuotteista kerääntyy 9 500 tonnia TSE – jauhoa ja 3 200 tonnia TSE – rasvaa. (Honkajoki Oy n.d.)

EU:n jätteenpolttodirektiivin mukaisesti kaikki TSE – pohjainen materiaali on poltettava. Polttoprosessissa tuotteen pitää olla vähintään kahden sekunnin ajan altistettuna 850 °C:een lämpötilalle. Suomessa TSE – rasvat puhdistetaan dekantoimalla ja separoimalla minkä jälkeen ne toimitetaan Findest Protein Oy:lle, jossa ne poltetaan Fortum Oyj:n kattilalaitoksessa. TSE – rouhe toimitetaan suursäkkeihin pakattuna sopimuskumppaneille esim. Finnsementti Oy:lle poltettavaksi. (Honkajoki Oy 2009).

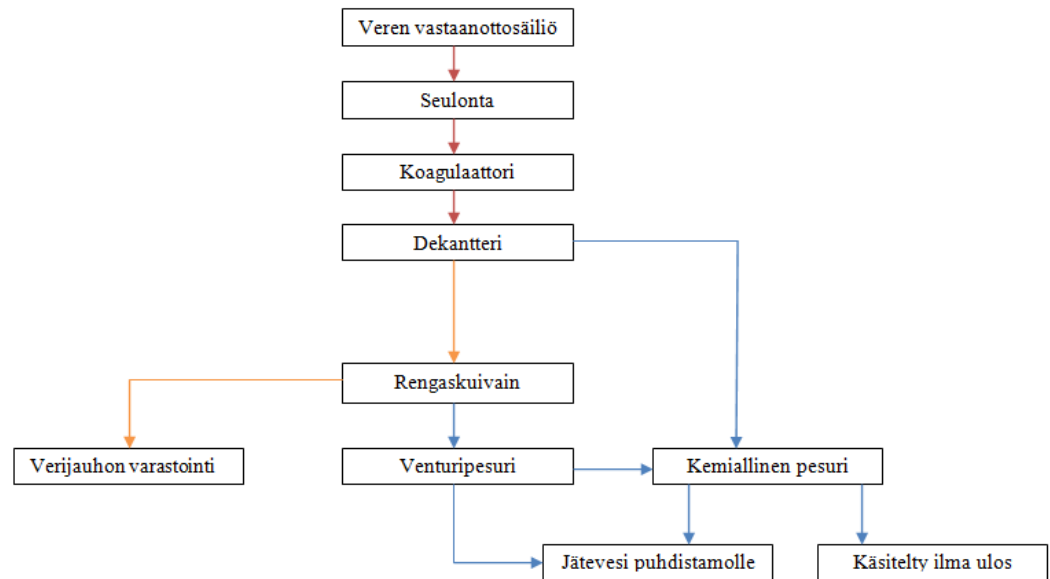
TSE – linjan toiminnan yksi suurimmista eroista muihin renderöntilinjoihin on se, että kaikki jätevedet kootaan varastosäiliöön. Säiliöstä vedet pumpataan steriloitavaksi tarkoitukseen varattuun sulattimeen. Sulattimes- sa vesi haihdutetaan prosessihöyryksi, joka ohjataan ilmanlauhduttimelle. Jätevedet on steriloitava niissä mahdollisesti esiintyvien taudinaiheuttajien johdosta. (Honkajoki Oy 2009).

7.3 Verijauhon valmistusprosessi

Verijauhon valmistuksessa prosessi perustuu menetelmään, jossa raakaveri ensin kuumennetaan siten, että veren valkuaisaineet koaguloituvat. Näin ollen proteiinit saadaan erotettua vesifaasista sentrifugoimalla veri suuris- sa lingoissa. Proteiinimassa kuivataan tämän jälkeen jauhemaiseen muo- toon rengaskanavassa kuumalla ilmalla. Tästä lopputuloksena syntyy kui- va verijauho, joka korkean proteiinipitoisuutensa ansiosta sopii hyvin mm. lemmikkieläinten tai kalanrehuihin ainesosaksi. Verijauhoa voidaan käyt- tää myös orgaanisten lannoitteiden raaka-aineena sen korkean typpipitoi- suuden ansiosta. (Honkajoki Oy 2009).

Veri tulee laitokselle säiliöissä, joissa on viilennys veren laadun takaami- seksi. Laitoksella veri pumpataan suljettuun sekoittimella varustettuun va- rastosäiliöön, josta se johdetaan edelleen seulontasäiliöön. Seulontasäiliös- sä verestä poistetaan siinä kaikki mahdollisesti olevat vierasesineet ja par- tikkelit. Seulontasäiliöstä veri siirretään edelleen jatkuvatoimisesti pump- paamalla koaguloituyksikköön. Koagulointi toteutetaan johtamalla höyryä suoraan verivirtaan. Tästä koaguloitu veri johdetaan edelleen jatkuvatoi- misesti dekantteri-sentrifugiin, jossa raaka-aine massasta poistuu ylimää-

räinen vesi. Tässä vaiheessa verimassan kosteuspitoisuus on 55 – 60 %. (Honkajoki Oy 2009).

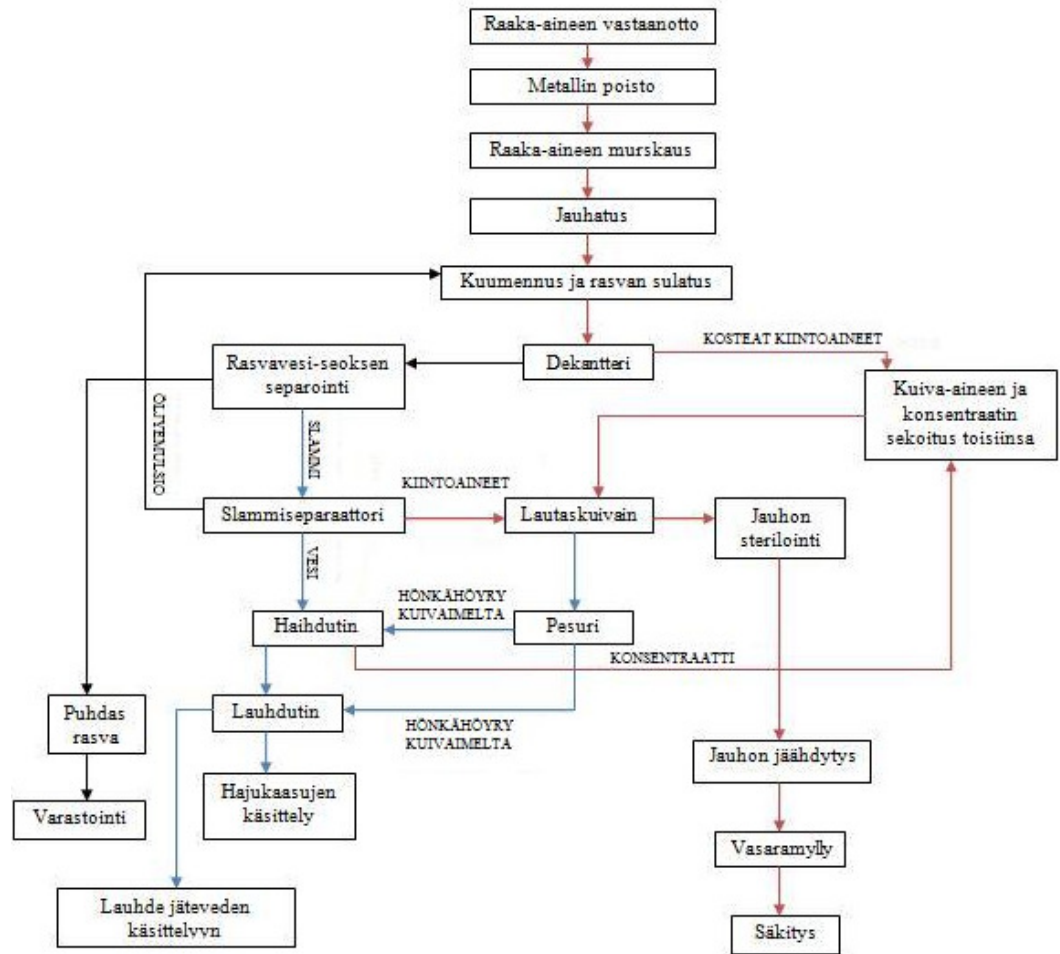


KUVA 16 Verijauhon prosessikaavio. Mukailtu lähteestä (Honkajoki Oy 2009).

Lopullinen jauhemainen muoto verelle saadaan kuivaamalla se rengaskuivaimella. Rengaskuivaimessa kuivaamiseen käytetään kuivaa ilmaa, joka tuotetaan polttamalla joko propaania tai kevyttä polttoöljyä. Kuivausprosessin ideana on höyrystää raaka-aine massasta oleva kosteus pois. Tätä jatketaan kunnes ilma saavuttaa kyllästymispisteensä. Tämän jälkeen kuivajauho erotetaan kosteasta ilmasta syklonilla. Syklonissa kostea ilma kulkee puhaltimen läpi venturi-tyyppiseen märkäpesuriin, jossa kaasuvirtaukseen ruiskutetaan teknistä vettä. Pesurissa kaasuvirtaus jäähtyy ja siitä poistuvat kiintoaineet sekä osa vesiliukoisista kaasumaisista komponenteista. Pesun jälkeen kaasu johdetaan paisunta-astian kautta hajukaasujen käsittelylaitteistoon. Kuiva verijauho ohjataan syklonista pneumaattisesti varastosiiloihin. Kaikki prosessissa kertyneet jätevedet johdetaan suljettua paineputkistoa pitkin jätevedenkäsittelylaitokselle. (Honkajoki Oy 2009).

7.4 Luujauhon valmistusprosessi

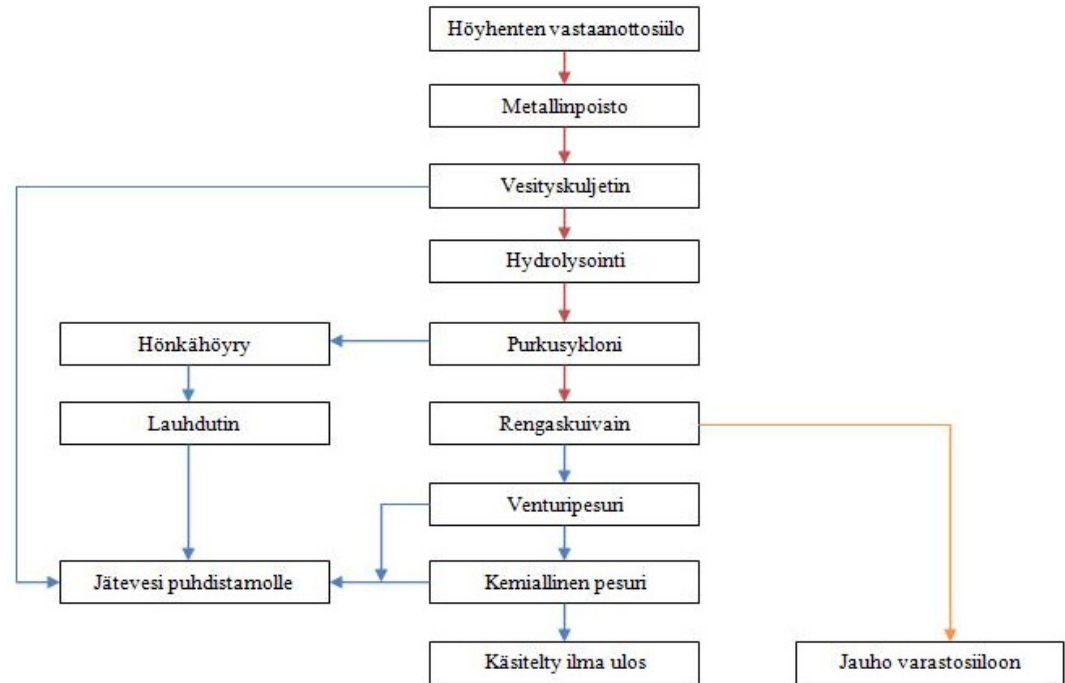
Muista renderöintiprosesseista poikkeuksellisesti luujauho valmistetaan märkärenderöintiprosessina. Lihaluujauhon valmistuksesta poiketen luujauhoa valmistettaessa hienoksi murskattua ja kuumennuskäsiteltyä sulatmassaa ei johdeta puristimille vaan vetinen ja kuuma massa johdetaan pumppaamalla dekantteri-lingolle. Lingossa erotetaan kiintoaines nestejakeesta, joka on rasvojen ja veden seos. Tämän jälkeen nesteestä erotettu luumassa kuivataan ja steriloidaan. Prosessin lopputuotteena on luujauhoa, jonka kiintoainepitoisuus on yli 80 %. Jäljelle jäänyt vesirasva-seos pumpataan separaattoriin, jossa vesi ja valkuaisainejäämät erotetaan rasvasta. Rasva saadaan erotettua puhtaaksi vedestä, ja voidaan edelleen varastoida myytäväksi. (Honkajoki Oy 2009).



KUVA 17 Luujauhon prosessikaavio. Mukailtu lähteestä (Honkajoki Oy 2009).

7.5 Höyhenjauhon valmistusprosessi

Renderöintilaitokselle tulevat höyhenet vastaanotetaan siiloon, josta ne siirretään metallinilmäisimmelle mahdollisten vierasesineiden havaitsemiseksi. Metallinilmäisimmeltä höyhenet siirtyvät jatkuvatoimiseen hydrolysointiyksikköön, jossa niitä käsitellään 3,5 bar paineessa. Höyhenet ovat hyvin kestävä materiaalia, joten ne vaativat pitkän ajan, jotta saavutetaan riittävä hydrolysaatioaste sekä varmistetaan raaka-aineen sterilointi. Hydrolyysin tarkoituksena on muuttaa höyhenet sulavaan muotoon, jolloin niiden arvo rehukäytössä nousee. Liian kovaan muotoon jäänyt höyhen aiheuttaa ongelmia tuotantoeläinten ruansulatuskanavassa. Höyhenjauhon typpipitoisuus on noin 14 % ja fosforipitoisuus alle 1 %. (Honkajoki Oy 2009).



KUVA 18 Höyhenjauhon prosessikaavio. Mukailtu lähteestä (Honkajoki Oy 2009).

Hydrolysoidusta höyhenmassasta poistetaan ylimääräinen kosteus rengaskuivaimessa. Rengaskuivaimelta lähtevässä poistokanavassa kuivattu höyhenmassan hienonnetaan jauhemaiseen muotoon. Poistuva ilma ja vesihöyry jäädytetään, jonka jälkeen se johdetaan hajukaasujen käsittelyn kautta ilmakehään. (Honkajoki Oy 2009).

8 OMAT POHDINNAT JA AJATUKSET

8.1 Teurassivutuotteet

Koko työn pohjimmaisia ajatuksia oli se, että niin kauan kuin harjoitetaan tuotantoeläinpohjaista lihantuotantoa, syntyy aina myös teurassivutuotteita, joten eläinperäisen jätteen mahdollisimman suuri hyötykäyttö on kestävä kehityksen kannalta olennaista.

Suomalainen lihateollisuus on tilanteessa, jossa teurassivutuotteet aiheuttavat sille taloudellista tappiota. Vaikka tietyt yksittäiset tuotteet ovat taloudellisesti kannattavia, niin kokonaisuudesta eroon pääseminen aiheuttaa lihateollisuudelle negatiivista kassavirtaa. Mielestäni, jos halutaan parantaa teurassivutuotteiden elintarvikekäyttöä ja niiden tuottamaa kassavirtaa, olisi tärkeää kohottaa sivutuotteiden imagoa. Elintarvikekäytössä teurassivutuotteiden suurimpia ongelmia on niiden vastenmielinen mielikuva.

8.1.1 Elimet

Taloudellisesti kannattavinta olisi myydä elimet sellaisinaan kuluttajille. Valitettavasti nykyiset ruokatottumukset eivät kuitenkaan enää suosi elin-

ten käyttöä elintarvikkeina Suomessa. Suomessa laajassa elintarvike käytössä olevana elimenä voidaan pitää ainoastaan maksaa, joka todennäköisesti tulee Suomessa säilyttämään suosionsa elintarvikkeena. Tästä johtuen pidänkin kannattavana toimintana elinten ulkomaan vientiä maihin, joissa niitä käytetään elintarvikkeina. Tällöin lihateollisuus saa niistä elintarviketta vastaavan hinnan, joka on sivutuotteesta saatavaa hintaa huomattavasti korkeampi

Elimet sisältävät monia arvokkaita ainesosia mm. rautaa, kivennäisaineita, vitamiineja, aminohappoja ja rasvahappoja. Elimä käytetään jo nyt lääkkeellisuudessa erilaisten hormonien, steroidien ja lääkkeiden tuotantoon. Tämän takia mielestäni on hyvin aiheellista pohtia olisiko yllä mainittujen ravintoaineiden eristäminen elimistä kannattavaa toimintaa. Haastattelusamme VTT:n erikoistutkija Raija Lanttoa hänen näkemyksensä oli, että elimissä on erilaisia hyödyllisiä aineita, mutta niillä tulisi olla myös merkittävää hyötykäyttöä. Tavallisia bulkkituotteita elimistä ei tietenkään kannata eristää, koska ne saadaan edullisemmin muualta. Tietenkin tällaisessa toiminnassa olisi otettava huomioon, kuinka paljon raaka-ainetta olisi saatava, jotta aineiden eristäminen olisi taloudellisesti kannattavaa toimintaa.

8.1.2 Veri

Veri lienee teurassivutuotteista ravintoarvoiltaan arvokkain tuote. Valitettavasti, kuten elintenkin kohdalla, nykyaikaiset mieltymykset eivät tue veren käyttöä elintarvikkeena. Kuten kohdassa 5.2 esittelen, veren plasmalla, on erittäin hyvät emulgointi ja ravitsemukselliset ominaisuudet, jolloin sitä voitaisiin hyvin käyttää ruokamakkarossa. Olen törmännyt työtä tehdessäni myös menetelmään, jossa punasolujaetta voitaisiin käyttää lihatuotteissa värin parantajana ja proteiinilisänä. Verta onkin käytetty lihajalosteissa, mutta aikoinaan kun tuli voimaan lainsäädäntö, jossa veri piti mainita tuoteselosteessa nimeltä, vähensi se huomattavasti veren käyttöä lihajalosteissa.

Honkajoki Oy:llä on renderöintilaitoksen laajennuksen mukana tulossa veren käsittelylinja. Ilmeisesti heillä olisi ensisijaisesti ajatuksena valmistaa verijauhoa, mutta linjassa olisi myös mahdollisuus alkaa separoimaan verestä plasma- ja punasolujae erilleen. Tämä on varmasti veren hyödyntämisessä askel oikeaan suuntaan. Sillä tällä hetkellä veren arvokkaat ominaisuudet menevät hukkaan turkiseläinten rehukäytössä.

8.1.3 Kollageenipitoinen materiaali

Pääsääntöisesti sian nahkaa eli kamaraa käytetään tällä hetkellä hyväksi lihajalosteiden massoissa kamaraemulsiona. Professori Eero Puolanne toi haastattelussamme esille ajatuksen siitä, että sian nahasta saataisiin jopa viisinkertainen hinta, jos se hyödynnettäisiin nahkana eikä lihajalosteiden raaka-aineena. Helsingin yliopistolla oli tehty jopa pro gradu aiheesta, jossa esiteltiin kaltausmenetelmä, jossa nahka poistetaan sian keskiruumiista ennen kaltausta ja vain sian etu- ja takapää kalataan.

Kollageenilla ja siitä saatavalla gelatiinilla on merkittäviä käyttökohteita elintarviketeollisuudessa. Honkajoki Oy:n toimitusjohtaja Kari Valkosalo toi esille haastattelussamme, että gelatiinista on tällä hetkellä kuitenkin ylituotantoa Euroopassa. Joten jos suomalainen lihateollisuus tuottaisi kollageenia, olisi se vain lähinnä omaan käyttöön tulevaa.

8.1.4 Rasvat

Suomessa teurastamoiden tuottamat rasvat menevät tällä hetkellä pääsääntöisesti lihajalosteiden massoihin. Teurassivutuotteiden renderöinnistä saatavat rasvat menevät tällä hetkellä Neste Oil:lle biodieselin raaka-aineeksi. Suomi on tällä hetkellä yksi Euroopan suurimpia eläinrasvaperäisen biodieselin tuottajia. Valitettavasti Suomessa rasvojen tuotantovolyymit ovat verrattain pienet. Kuitenkin, koska eläinperäisiä rasvoja ei elintarvikkeissa juurikaan haluta käyttää, lienee energiakäyttö niille hyvä käyttökohte.

8.2 Teurassivutuotteiden jatkojalostus ja prosessointi

VTT:n erikoistutkija Raija Lantto toi haastattelussamme esille ajatuksen, siitä että Suomessa teurassivutuotteille tulisi olla jatkojalostuslaitos, jossa teurassivutuotteet jatkojalostettaisiin valmiiksi tuotteiksi. Laitoksessa sivutuotteet puhdistettaisiin, eroteltaisiin, eristettäisiin sivutuotteista ainesosia ja myytäisiin eteenpäin. Ongelmana tähän hän näki kuitenkin sen, että ne tahot jotka sivutuotteita tuottavat eivät ole kiinnostuneita niiden jatkojalostusmahdollisuuksista, vaan lähinnä haluavat tuottamalleen tuotteelle mahdollisimman hyvän hinnan. Kun taas tahot, jotka jatkojalosteita käyttävät, eivät ole kiinnostuneet jatkojalosteiden tuotannosta vaan käytöstä. Tämän takia sivutuotteita jatkojalostava yritys lisäisi varmasti mahdollisuuksia ja tutkimusta tuottaa teurassivutuotteista kannattavampia tuotteita.

Euroopan unionin alueella huomattava osa eläinperäisistä sivutuotteista jatkojalostetaan lemmikkieläinten ruuaksi. Vuonna 2008 lähes neljännes renderöintituotteista meni lemmikkieläinten ruokien raaka-aineeksi. Suomessa vastaavat osuudet ovat hyvin minimaalisia, koska Suomessa kansainvälisesti merkittäviä lemmikkieläinten ruokia tuottavia yrityksiä ei ole.

Euroopan unionin alueen ja Suomen renderöintituotteiden käyttö rakenteessa on huomattavia eroja. Renderöintituotteiden rehu- ja lannoitekäyttö on Suomessa hyvin yleistä, koska lähes kaikki Honkajoki Oy:n lihaluujauho menee tähän tarkoitukseen. EU:n alueella rehu- ja lannoitekäyttö muodostaa kuitenkin tällä hetkellä vain noin neljänneksen kaikesta käytöstä (kt. kuva 2). Suurimman eroavaisuuden Suomen ja koko EU alueen renderöintituotteiden käyttö rakenteeseen tekee EU alueella oleva voimakas energiakäyttö ja lemmikkieläinten ruokakäyttö, jotka Suomessa ovat hyvin vähäisiä käyttökohteita.

8.3 Muita ajatuksia aiheesta

Maailmanlaajuisesti eläinperäisen jätteen kohdalla voimakkaasti esillä tuntuu olevan niiden prosessointi energiaksi. Selvitystä tehdessäni törmäsin jatkuvasti erilaisten energiakäyttöjen mahdollisuuksiin. Erityisen voimakasta energiakäyttö ajattelu tuntuu olevan Pohjois-Amerikassa. Työtä tehdessäni kävin lävitse viimeisen kolmen vuoden julkaisut amerikkalaisesta *Render* - lehdestä, joissa lähes yksinomaan puhuttiin sivutuotteiden energia käytöstä.

EU alueella lihaluujauhon rehukäyttö on edelleen kiellettyä tuotantoeläimillä, vain turkiseläimillä se on poikkeuksellisesti sallittua. Lihaluujauhon salliminen jälleen rehukäyttöön tuotantoeläimille lisäisi sivutuotteiden hyötykäyttöä huomattavasti. Lihaluujauhon käytön rajoittaminen rehuna perustuu sen aiheuttamaan BSE-taudin uhkaan, jonka uskotaan aiheuttavan ihmisellä Creutzfeldt-Jakobin tautia. EU alueella on kuitenkin viime aikoina ollut havaittavissa painetta rehukäytön uudelleen aloittamiselle. Sillä lihaluujauhoa pidetään kuitenkin tuotantoeläinten terveyttä yleisesti edistävänä rehuaineena. Lisäksi maailman eläintautijärjestö, OIE, on arvioinut vuonna 2008 Suomen BSE vaaran mitättömäksi. Mielestäni EU-alueen tiukka lainsäädäntö asettaa lihantuotannon Suomessa eriarvoiseen asemaan monen muun maan kanssa, joissa lihaluujauhoa saa käyttää rehuaineena tuotantoeläimille, vaikka BSE tautia maassa on tavattu.

9 LÄHTEET

- Bandman, E. 1988. Chemistry of animal tissues. Teoksessa Price, J. F. & Schweigert, B. S. (toim.) The science of meat and meat products third edition. Westport, USA, 61-101.
- Carr, S. M. 2005. Luentomateriaali. Memorial university of Newfoundland. Viitattu 7.4.2010. http://www.mun.ca/biology/scarr/Collagen_structure.html
- Coelenbier, P 2008. Overview of the European by product industry in 2007. EFPRA kongressijulkaisu 2008.
- Cole, C. G. B. 2000. Gelatin. Teoksessa Francis F. J. (toim.) Encyclopedia of Food Science and Technology, 2nd edition. 4 Vols. New York: John Wiley & Sons, s. 1183-1188
- Davila-Ribot, E. 2005. Advances in animal blood processing: Development of a biopreservation system and insights on the functional properties of plasma. Doctoral thesis. Universitet of Girona.
- Dill C. W. & Landman W. A. 1988. Food Grade Proteinsw from Edible Blood. Teoksessa Pearson, A. & Dutson, T. (toim.) Edible meat by-products advances in meat research volume 5. New York: Elsevier science publishers Ltd, 127-145.
- Fuller, H. L. & Wilder, O. H. M. 1988. Meat animal by-products and their utilization – Part 2. Teoksessa Price, J. F. & Schweigert, B. S. (toim.) The science of meat and meat products third edition. Westport, USA, 531- 544.
- Harris, P. 1993. Gelatine. Teoksessa Macrae, R, Robinson R. K. & Sadler, M. J. (toim.) Encyclopaedia of food science food technology and nutrition volume 4. Lontoo: Acadimic press Ltd, s. 2176-2181.
- Honkajoki Oy 2009. Honkajoki Oy:n renderöintilaitoksen laajennus- ja kehittämishanke. YVA-selostus. Viitattu 6.3.2010. <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=100393&lan=fi>
- Honkajoki Oy n.d. Honkajoki Oy:stä kertova PowerPoint esitys. Saatu Honkajoki Oy:n toimitusjohtaja Kari Valkosalolta.
- Koivumäki, H. 2008. Lihateknologia 1, tuorelihatuotteet - opintojakson luentoaineisto. Lihateollisuusopisto 8.9. – 21.10.2008
- Kollageenin rakenne 2006. Solunetti. Osaston ylläpitäjä Kari Törrönen Kuopion yliopisto. Viitattu 2.2.2010. <http://www.solunetti.fi>
- Koskenoja, Juha. Lähetetty 17.12.2009. VS:hyötyteuras. [sähköpostiviesti]. Vastaanottaja Matti Tikka. Viitattu 17.12.2009

Käsittely. 2009. Eläinperäiset sivutuotteet. Elintarviketurvallisuusvirasto. Viitattu 27.12.2009. <http://www.evira.fi>.

Lehdistöjulkaisu, 2005. Brussels/Frankfurt am Main, December 2004, ylläpitäjä GME - Gelatine Manufacturers of Europe. Viitattu 2.3.2010. http://www.gelatine.org/en/press/releases/206_1093.htm

Lemmikkieläinten ruokinta. 2009. Eläinperäiset sivutuotteet. Elintarviketurvallisuusvirasto. Viitattu 30.12.2009. <http://www.evira.fi>.

Liu, D. 2002. Better Utilization of by-Products from the Meat Industry. Viitattu 12.01.2010. <http://www.agnet.org/library/eb/515/>

Luokittelu. 2009. Eläinperäiset sivutuotteet. Elintarviketurvallisuusvirasto. Viitattu 27.12.2009. <http://www.evira.fi>.

Lynn Knipe, C. 1988. Production and Use of Animal Blood and Blood Proteins for Human Food. Teoksessa Pearson, A. & Dutson, T. (toim.) Edible meat by-products advances in meat research volume 5. New York: Elsevier science publishers Ltd, 147-165.

Mokrejs, P., Langmair, F., Mladek, M., Janacova, D., Kolomaznik, K. & Vasek, V. 2009. Extraction of collagen and gelatin from meat industry by-products for food and non food uses. Julkaisussa: Waste Management & Research Vol. 27 No. 1. s. 31-37

Märehtijän ruuansulatus. 2010. Ruokatiedon oppimateriaali. Viitattu 3.01.2010. http://opetus.ruokatieto.fi/Suomeksi/Nuoret/Maatila/Kotielaimet/Lypsykarja/Marehtijan_ruuansulatus

Neklyudov, A. D. 2003. Nutritive fibers of animal origin: Collagen and its fractions as essential components of new and useful food products. Julkaisussa: Applied Biochemistry and Microbiology Vol. 39 No. 3. s. 229-238

Nielsen, L. 2008. Updates Europe. EFPPRA kongressijulkaisu. Esitelty NRA:n vuotuisessa kokouksessa 23.10.2009 San Fransiscossa.

Ockerman, H. W. 1996. Chemistry of meat tissue. Department of animal sciences the Ohio state university and the Ohio agricultural research and development center.

Ockerman, H. & Basu, L. 2004. By-products: Edible for human consumption. Teoksessa Jensen, W., Devine, C. & Dikeman, M. (toim.) Encyclopedia of meat sciences. Oxford: Elsevier Ltd, 104-112.

Ockerman, H. W. & Hansen, C. L. Animal by-product processing & utilization. CRC Press LLC. Florida, Yhdysvallat.

Ohutsuoli 2006. Solunetti. Osaston ylläpitäjä Kari Törrönen Kuopion yliopisto. Viitattu 29.12.2009. <http://www.solunetti.fi>

Opas pienteurastamon sivutuotteiden hyödyntämisestä ja hävittämisestä. Lehto, M. (toim.) Ruoka - Suomi teemaryhmän julkaisu, verkkojulkaisu, 2008, 7.

Outinen, J. 2008. Lihateknologia 1, tuorelihatuotteet - opintojakson luentoaineisto. Lihateollisuusopisto 8.9. – 21.10.2008

Raevuori, M., Niemistö, M. & Heinänen, M. 2007. Teurastamo- ja lihateollisuuden sivutuotteiden käsittely ja prosessointi. Hämeenlinna.

Rehukäyttö. 2009. Eläinperäiset sivutuotteet. Elintarviketurvallisuusvirasto. Viitattu 30.12.2009. <http://www.evira.fi>.

Rust, R. 1988. Production of Edible Casings. Teoksessa Pearson, A. & Dutson, T. (toim.) Edible meat by-products advances in meat research volume 5. New York: Elsevier science publishers Ltd, 261-274.

Spooncer, W. 1988. Organs and glands as human food. Teoksessa Pearson, A. & Dutson, T. (toim.) Edible meat by-products advances in meat research volume 5. New York: Elsevier science publishers Ltd, 197-217.

Tan, F-J. 2009. Utilization of Animal By-Products, Lecture 6 & 7 Blood Utilization. Class handout.

Viranomaiset. 2009. Eläinperäiset sivutuotteet. Elintarviketurvallisuusvirasto. Viitattu 27.12.2009. <http://www.evira.fi>.

Yli-Hemminki, M. 2008. Lihateknologia 1, tuorelihatuotteet - opintojakson luentoaineisto. Lihateollisuusopisto 8.9. – 21.10.2008

Asiantuntijahaastattelu 15.1.2010

Helsingin yliopiston maatalous-metsätieteellisen tiedekunnan elintarvike- ja ympäristötieteiden laitoksen lihateknologian professori Eero Puolanne

Millaisia omia kokemuksia teillä on teurassivutuotteista ja niiden hyödyntämisestä?

- Helsingin yliopistolla on tehty vuosien varrella tutkimuksia mm. luun käsittelystä sen orgaanisen aineen poiston yhteydessä, koska lannoitteiden käytössä vaaditaan, etteivät ne sisällä orgaanista hiiltä. Teurassivutuotteita koskevia asioita tulee esille myös jollakin tavalla opettamani elintarviketeollisuuden ympäristöteknologia-kurssin yhteydessä.
- Kurssi on kuitenkin hyvin lyhyt, koska ympäristöteknologian kannalta elintarviketeollisuushan ei ole itsessään ympäristörasite. Elintarvikeketju on, mutta ei teollisuus.
- Teurassivutuotteiden tutkiminen on ollut vähäistä, koska niistä on tullut lihateollisuudelle bulkkituote, josta halutaan vain eroon. Niiden hyödyntämisen lähtöaineena on pitkälti korvannut biotekniikan kehittyminen. Ennen teurassivutuotteet olivat tärkeä lähtöaine ja rahanarvoista tavaraa, mutta nykyään niiden hyödyntämiseen on vain joitakin yksittäisiä sovelluksia, joilla ei kuitenkaan ole koko tuotantoon vaikuttavaa roolia.

Millaista asiantuntemusta teurassivutuotteita koskien Helsingin yliopistolta löytyy?

- Kampukselta löytyy kyllä paljon asiantuntemusta, se on vain hyvin hajaantunutta. Naapurissamme on esimerkiksi elintarvike- ja ympäristöhygienialaitos, joka on osa eläinlääketieteellistä tiedekuntaa, jossa tutkitaan mm. patogeenejä, jotka ovat erittäin tärkeä asia liha-alan sivutuotteiden kannalta. Meillä elintarvike- ja ympäristötieteiden laitoksella, joka on osa maatalous- ja metsätieteellistä tiedekuntaa, on ympäristöalan ihmisiä, joiden osaamiselle asia paljolti perustuu. Täällä on myös limnologian tutkimusta, joka keskittyy asiaan vesien suojelun kannalta. Kokonaisuudessaan asiantuntemusta yliopistolta siis kyllä löytyy.

Oliko teurassivutuotteiden merkitys lihateollisuudelle aikaisemmin suurempi kuin se on tänä päivänä?

- Huomattavasti suurempi, koska kaikki juoksutteet, entsyymit, lääkeaineet ja nahat otettiin sivutuotteista. Nykyisin sivutuotteiden hyödyntämiseen on vaikuttanut mm. naudan BSE eli hullun lehmän tauti, lainsäädäntö sekä ihmisten muuttunut suhtautuminen eläinperäisiin tuotteisiin.
- Aikaisemmin kaikki sivutuotteet käytettiin hyödyksi. Nykyään ne jauhetaan tai mahdollisesti fermentoidaan ja syötetään turkiseläimille. Nyt kun turkiseläinteollisuus on vähenemässä, näille sivutuotteille tulisi löytää sovelluksia. Sivutuot

teiden hyödyntäminen on siis kokonaisuudessaan aivan aito ongelma, johon täytyy löytää uusia ratkaisuja.

Mitkä ovat maailmalla johtavia teurassivutuotteiden tutkimuksen kärkimaita?

- Amerikassa ja Aasiassa on valtavia yksiköitä, joissa tutkimusta varmasti löytyy, koska siellä asia on voimakkaammin esillä. Maailmalla sivutuotteita pidetään kuitenkin yleisesti enemmän ongelmana kuin mahdollisuutena, minun arvioni mukaan.
- Amerikassa on parin viime vuoden aikana tapahtunut valtava muutos bioenergian suhteen. Tällä hetkellä Amerikassa energian tuotantoon panostetaan jopa elintarviketuotannon kustannuksella. Tämä on johtanut mm. rehun hinnan kasvuun.

Miten teurassivutuotteet ovat esillä maailmalla lihateollisuudessa mm. konferensseissa?

- Sivutuotteet ovat hirveän vähän esillä maailmalla. Leimaavaa on se, että syötävän käsite vaihtelee paljon maailmalla eri kansakuntien ja kulttuurien välillä.

Millaisia kokemuksia teillä on yksittäisten aineiden eristämisestä teurassivutuotteista?

- Esimerkiksi luumateriaali sisältää paljon käyttökelpoisia ainesosia, joita voidaan hyödyntää mm. lannoituksessa, mutta tämä vaatisi sen, että orgaaninen hiili saataisiin erotettua luumateriaalista. Se on kuitenkin hyvin vaikeasti poistettavissa luista.
- Orgaaninen hiili saadaan poistettua jauhamalla luumateriaali riittävän hienoksi tai voimakkaalla happokäsittelyllä. Tekniikoita tähän kyllä löytyy, mutta niiden kustannukset ovat hyvin korkeat materiaalin arvoon nähden. Prosessien pitäisi olla hyvin suuria, koska kukaan ei tarvitse erotettavia tuotetta vain pieniä määriä.
- Laboratoriomittakaavassa pystytään kyllä tekemään melkein mitä vain, mutta suuressa mittakaavassa tuotanto olisi hyvin kallista sekä siitä jäisi jäljelle ympäristöä kuormittavaa materiaalia, jolle tulisi kehitellä jälleen oma käsittelynsä ja se olisi taloudellisesti kannattamatonta.

Mitä aineita maailmalla yleisesti erotetaan teurassivutuotteista?

- Kollageenia erotetaan mm. nahasta ja jänteistä, Suomessa tätä ei kuitenkaan tehdä. Suomessa materiaali on mennyt pitkälti turkiseläinrehuun.

Olisiko veren proteiinien hyödyntäminen teidän mielestänne kannattavaa toimintaa?

- Suomessa on tutkittu 1980-luvulla globiinia, jota saadaan hemoglobiinin hajottamisesta. Tällöin plasma tulee erottaa verestä ennen punasolujen hajoamista. Hemoglobiinista erotetaan hemi, jolloin saadaan globiinia. Hemin erottaminen on tärkeää, koska sillä on verta härskiinnyttävä vaikutus.
- VTT ja LTK kehittivät aikoinaan prosessin, jossa karboksimeetyliselluloosalla saatiin hemi irrotettua hemoglobiinista. Menetelmä on myös patentoitu. Menetelmässä oli kuitenkin suuressa mittakaavassa ongelmia ja se haudattiin aikoihin.
- Globiini toimi hyvin vaahdotumisen estoaineena lihavalmisteissa. Lisäksi sitä modifioimalla se saatiin geeliytymään mm. keittomakkaroissa. Globiini siis toimi makkaroissa proteiinilisänä ja sen geeliytymisominaisuuden parantajana.

Tätä tutkimusta ei sittemmin kuitenkaan ole jatkettu 1990- ja 2000-luvulla?

- Ei ole, tässä tapahtui mielestäni niin, että oltiin liian aikaisin liikkeellä, eivätkä kaikki tarvittavat palapelin palaset olleet vielä ehkä saatavilla tutkimuksen käyttöön.

Mikä on teidän näkemyksenne eri alojen suhtautumisesta eläinperäisiin tuotteisiin?

- Oma tuntemukseni asiasta on se, että eläinperäisiin tuotteisiin suhtautumiseen vaikuttaa kaksi eri näkökulmaa: eettisyys ja taloudellisuus, jotka painavat vaakakupeissa. Yleiset mielipiteet ovat muuttuneet eläinperäisiä tuotteita vastustavaan suuntaan, johtuen esimerkiksi BSE:stä. Taloudellisesti tietenkin on ymmärrettävää, että sieltä ostetaan mistä halvimalla saadaan.
- Teurassivutuotteissa on se ongelma, että niitä tulee lihateollisuudesta väistämättä ja niille on keksittävä jokin käyttökohde. Tätä ei ehkä kuitenkaan ajatella tarpeeksi lihateollisuudessa, jonka ensisijaisena haluna on vain lihan tuottaminen.

Missä näkisitte olevan tulevaisuudessa potentiaalisimmat markkinat teurassivutuotteiden hyödyntämiselle?

- Tätä on usein joutunut pohtimaan. Lihateollisuuden näkökulmasta kaiken lihateollisuuden materiaalin tulisi siirtyä laitoksesta eteenpäin ja siitä tulisi saada rahallinen korvaus. Lihateollisuuden intresseihin ei kuulu saada sivutuotteista vain pientä jaetta eteenpäin vaan päästä eroon koko materiaalista. Tällä hetkellä kuitenkin sivutuotteet tuottavat lihateollisuudelle vain kustannuksia.
- Yksi mielenkiintoinen sivutuote on sian nahka, joka tällä hetkellä Suomessa menee lihajalosteisiin. Nahan hyötykäyttö nahkana tuottaisi jopa noin viisinkertaisen tuloksen lihajalostekäyttöön verrattuna. Suomessa ei nahkojen keräyskultuuria ole kuitenkaan kehittynyt vaan Suomeen tuodaan nahkaa ulkomailta.

- Suomessa on ollut myös sellaisia tilanteita, joissa kaltattua sian nahkaa on viety saman verran kaatopaikalle kuin sitä on ulkomailta tuotu Suomeen. Nahalla olisi menekkiä erilaisissa tuotteissa, mutta tämän hetkiset teurastusprosessit toimivat niin, että nahka kaltataan piston jälkeen, jolloin sen proteiinit denaturoituvat, eikä se enää sovellu nahkakäyttöön.
- Mielestäni tulevaisuuden merkittävimpiä teurassivutuotteiden hyötykäyttökohteita ovat nahan lisäksi energia ja lannoitteet, etenkin silloin kun puhutaan suurista bulkkimääristä. Toinen merkittävä sektori hyötykäytön kannalta tulee varmasti olemaan biotekniikan ala.

Missä päin maailmaa nahkaa otetaan sellaisenaan talteen teurastusprosessissa ennen kaltausta?

- Aasia ja entisen Jugoslavian alue ovat perinteisiä alueita, joissa nahkaa kerätään ja mistä toimijat saavat hyvää rahaa. Vielä silloin kun nahka otettiin talteen joka siasta, oli nahan määrän merkitys valtaisia.

Uskotteko että tulevaisuudessa lihaluujauhon rehukäyttö elintarviketäyttöön tarkoitetuilla tuotantoeläimillä olisi jälleen mahdollista?

- Tällä hetkellä eläinten pakotettu kannibalismi on kiellettyä, koska siitä seurasi 2000-luvun taitteessa ilmennyt BSE -tauti naudoilla, mikä johti siihen, että lihaluujauhon käyttö rehuna Euroopassa kiellettiin. Jos BSE:tä ei esiintyisi, ei mitään varsinaisia riskejä lihaluujauhon rehukäytölle olisi, mutta kyllä BSE itsessään on jo hyvin merkittävä riski.
- Jos Euroopassa olisi hienosäätisempi lainsäädäntö asian suhteen, lihaluujauhon käyttö rehuna voisi olla mahdollistakin. Epävarmuus lainsäädännön toimivuudesta tuottajien keskuudessa on johtanut tilanteeseen, jossa lihaluujauhon käyttö on kokonaan kielletty. Suomi tuli kuitenkin käytännössä vasta vähän myöhemmin mukaan kieltoalueeseen.

Onko lihaluujauhon rehukäytön uudelleen sallimiselle teidän mielestänne ollut painetta maatalouden toimijoiden taholta?

- On sille selvästi painetta ollut, koska selvästi näyttää siltä, että BSE -taudin esiintyminen on hiipumassa. BSE -taudin vaikutus kuitenkin kestää huomattavasti kauemmin kuin luultiin, sillä sen ajateltiin olevan ohitse jo vuonna 2004. Vaikka Englannista tauti on jo lähes kadonnut, sitä esiintyy vielä muualla maailmassa.

Asiantuntijahaastattelu 15.1.2010

VTT:n erikoistutkija Raija Lantto

Millaisia omia kokemuksia teillä on teurassivutuotteista ja niiden hyödyntämisestä?

- VTT:llä ei ole paljoakaan kokemusta teurassivutuotteista. Olemme tehneet hiukan kirjallista selvitystä sekä pieniä rajallisia kokeita liittyen siipikarjan höyhenen biotekniseen muokkaamiseen liittyen. Jokunen vuosi takaperin olemme tehneet VTT:n perusrahalla kokeita, joissa tutkimme keratiinipitoisen materiaalin hajottamista hydrolyyttisillä entsyymeillä. Höyhenmateriaalin hyötykäyttö sellaisenaan ilman muokkausta ei ole teollisesti kannattavaa. Tutkimuksessa havaittiin, että keratiinia voidaan entsyymaattisesti hajottaa, mutta sen tehokkaampi ja teollisesti käyttökelpoisempi muokkaaminen erilaisiksi materiaaliratkaisuiksi vaatii lisätutkimusta.
- Höyhenen hyötykäytön arviointi on ollut konkreettisin toimi, koska siipikarjan lihaa syödään maailmanlaajuisesti yhä enemmän ja enemmän, minkä seurauksena höyhentä ja nahkaa tulee sivutuotteina valtavia määriä. Siipikarjan nahka on suhteellisen yksinkertaista erotella proteiinijakeeseen, joka on pääosin kollageenia, ja rasvajakeeseen. Nahan sisältämä rasvakoostumus on erinomaisen hyvä, joka tulisi käyttää hyödyksi muutenkin kuin biodieselin valmistuksessa esimerkiksi elintarvikkeissa.
- VTT:llä on tehty myös ennen minun taloon tuloani jonkin verran tutkimusta liittyen veren komponenttien erottamiseen. Tästä itselläni ei ole suurempaa tietoa, mutta verihän on yksi erittäin arvokas sivuvirta, jonka komponenttien teollista hyödyntämistä olisi syytä arvioida.

Onko VTT:llä tehty ollut yhteistyöhankkeita tällä alalla?

- VTT on ollut mukana yhtenä partnerina mm. EU -hankkeessa, Hipermax, joka päättyi muutama vuosi sitten. Siinä Manchesterin yliopisto teki höyheniin liittyvää tutkimusta hakemalla erilaisia materiaaliratkaisuja tekemällä höyhenistä mm. paperia, kartonkituotteita, naruja, köysiä ja rottinkia. VTT ei tässä projektissa tehnyt mitään teurassivuvirtoihin liittyvää vaan teki hankkeessa proteiinikuitujen, villan ja silkin bioteknistä muokkausta.
- VTT on ollut myös mukana EU-hankkeessa nimeltään Awarinet, jossa inventoitiin erilaisia elintarvikesivuvirtoja, identifioitiin sivuvirtojen hyötykäytön pulonkauloja ja kartoitettiin niiden tämänhetkistä hyötykäyttöä. Aiheesta tehtiin myös hyvin kattava raportti, jossa tutkittavia sivuvirtoja olivat vihannekset, viini, maito, liha ja kala.

Mitkä ovat maailmalla mielestänne johtavia teurassivutuotteiden tutkimuksen kärkimaita?

- Ainakin Manchesterin yliopisto on tehnyt paljon tutkimusta aiheeseen liittyen. Siellä yhteistyökumppanini, tekstiilikemian professori Chris Carr, on ideoinut höyhenten hyötykäyttöä ja jalostanut ideaa eteenpäin. Hänen tutkimustensa tuloksia liittyen siipikarjan höyhenten hyötykäyttöön on viety teolliseen mittaan ja kaupallisille markkinoille asti.
- Lisäksi ainakin Australiassa on tehty keratiinista muovia ja kalvoja. Amerikkalaisissa ammattilehdissä on ajoittain pieniä juttuja siitä miten höyheniä voitaisiin käyttää hyödyksi eri tavoin.
- Tutkimuksen kannalta teurassivutuotteiden ongelma on kuitenkin se, etteivät ne maailmanlaajuisesti ole kovin mielenkiintoinen tieteellisen tutkimuksen kohde, ainakaan tällä hetkellä.

Millaisia teurassivutuotteiden mahdollisia hyötykäyttö-kohteita teille on tullut vastaan?

- Tieteellisissä lehdissä on käsitelty esimerkiksi höyhenten rehukäyttöä, koska höyhenet ovat erinomainen proteiinilähde.
- Höyhenten käyttö non-food sovelluksissa materiaalina on erittäin hyvä idea, koska höyhenillä on olemassa hyviä ominaisuuksia kuten hydrofobisuus, palamattomuus ja se on materiaalina kestävä. Näitä ominaisuuksia voitaisiin hyödyntää esimerkiksi komposiittimateriaalin valmistuksessa. Valitettavasti höyhenkuitu on lyhyt mikä aiheuttaa materiaalin käytölle rajoitteita.
- Höyhenten parissa ei ole tehty kuitenkaan kovin paljoa tutkimusta, mihin osasyynä lienee se, että höyhenet tulisi ennen tarkempaa tutkimusta puhdistaa epäpuhtauksista sekä jauhaa paremmin käsiteltävään muotoon. Tämän jälkeen höyhenet pitäisi vielä liuottaa eli kokonaisuudessa höyhen on melko hankala raaka-aine.
- Suomessa mielenkiintoinen teurasluita hyödyntävä pieni yritys on Juukassa sijaitseva Puljonki Oy, joka ostaa luita ja keittää niistä lihalientä ja valmistaa erilaisia kastikkeita.

Millaisena näet Suomen mahdollisuudet teurassivutuotteiden hyötykäytön parantamiseen?

- Suomessa on kaksi maamme mittakaavassa suurta liha-alan yritystä, joilla on yhteinen teurasjätteen destruktiolaitos, joten yhtiöiden välille ei edes syntyisi kilpailua teurassivuvirtojen hyödyntämisestä, mikäli niiden hyötykäytön tutkimukseen satsattaisiin Molempien intressinä olisi varmasti käyttää sivuvirrat paremmin hyödyksi, kuin mitä tällä hetkellä tehdään.

- Eräänä jatkojalostusta rajoittavana tekijänä näkisin sen, ettei Suomessa ole jatkojalostamoita, joka fraktioisi, erittelisi ja puhdistaisi teurassivutuotteet omiksi jakeikseen. Esimerkkinä laitos, joka ottaisi broilerin nahasta höyhenet irti ja eristäisi nahasta rasvat ja kollageenin erilleen ja jatkojalostaisi nämä jakeet siihen muotoon että niitä voisi suoraan hyötykäyttää lopputuotteissa. Näen ongelmallisen sen, että sivuvirtojen tuottajat haluavat vain saada hyvän hinnan tuottamastaan sivuvirrasta, eivätkä niinkään ole kiinnostuneita siitä kuka sen loppukäyttää ja miten. Ymmärrettävästi heillä itsellään ei ole mielenkiintoa fraktioita tuottamiansa sivuvirtoja. Toisaalta niillä tahoilla, jotka hyötykäyttävät sivuvirroista jatkojalostettuja tai eriteltyjä fraktioita, ei ole mielenkiintoa rahoittaa jatkojalostusta koskevaa tutkimusta, koska heidän intressinsä on vain ostaa valmiita tuotteita.
- Samaan ongelmaan törmää Suomessa muillakin prosessiteollisuuden aloilla, jotka tuottavat biosivuvirtoja. Sivuvirtojen tuoton ja niiden loppukäytön välille tarvittaisiin ehdottomasti toimija, joka jalostaa sivuvirrat erilaisiin loppukäyttötarkoituksiin soveltuviksi, oli kyse sitten elintarvikkeista, rehuista, materiaaleista, lääketeollisuuden tai kosmetiikan tuotteista.
- Mielestäni Suomessa kuitenkin osataan tässä asiassa katsoa tarpeeksi pitkälle ja sivuvirtojen arvo kyllä ymmärretään. Raaka todellisuus on kuitenkin se, että sivuvirroissa ei nähdä vielä niin houkuttelevaa bisnestä, että uskallettaisiin perustaa bisnes, joka jatkojalostaisi sivutuotteet moninaisiin hyötykäyttötarkoituksiin.

Olisiko mielestänne Suomessa elintarviketeollisuudessa kannattavaa kehittää prosesseja, joissa teurassivutuotteista eristettäisiin erilaisia ainesosia?

- Varmasti olisi sekä Suomessa kuin maailmanlaajuisestikin koska tällä hetkellä sellaiset arvot kuten kohtuuhintaisuus, luonnonmukaisuus, terveellisyys ja kestävä kehitys ovat trendikkäitä. Uskon, että tulevaisuudessa terveysvaikutteisten ja funktionaalisten elintarvikkeiden buumista tullaan palaamaan vähän prosessoituihin ja luonnonmukaiseen ruokaan, jossa terveydelle arvokkaat ainesosat ovat luonnonmukaisessa muodossaan ilman että niitä on erityisesti lisätty sinne. Funktionaalisuuden lisäämiseen elintarvikkeisiin herättää helposti kysymyksen, kuinka taloudellisesti kannattavaa on erilaisten ainesosien eristäminen hyvinkin puhtaiksi jakeiksi ja lisääminen jakeina erilaisiin elintarvikkeisiin.

Voisiko mielestänne esimerkiksi veren komponenttien erottaminen olla taloudellisesti kannattavaa toimintaa Suomessa?

- Jos verestä aletaan erottaa vaikkapa proteiinia, on tällä oltava tavallista bulkkiproteiinia arvokkaampia käyttökohteita, sillä maailmassa on hyvin paljon erilaisia proteiineja. Esimerkiksi täkkelystuotannossa tulee suuri määrä gluteenia sivutuotteena sekä soijaöljyn valmistuksessa tulee sivutuotteena valtava määrä soijaproteiinia, joka on halpaa proteiinia. Eli jotta verestä, jossa on paljon arvokkaita eristettäviä osia, kannattaisi erotella ne komponentit joilla on esimerkiksi arvokkaita lääkinnällisiä ominaisuuksia.

Onko ongelma siis siinä, että teurassivutuotteista saatavia ainesosia saadaan yleisesti eristettyä edullisemmin muista lähteistä?

- Esimerkiksi kosmetiikkateollisuutta ajatellen eläinperäiset proteiinit ovat ei-toivottu raaka-ainelähde. Tuotteissa käytetään mieluummin kasviperäisiä raaka-aineita. Eli ongelma ei ole ainoastaan hinta vaan myös imago, joka eläinperäisillä raaka-aineilla koetaan negatiiviseksi. Koko lihateollisuuden imagoa tarvitsi siis myös kohottaa, jotta varsinkin teurasperäiset raaka-aineet koettaisiin vähemmän negatiivisiksi.

Millaisena näette teurassivutuotteiden hyödyntämismahdollisuudet ja markkinat tulevaisuudessa?

- Mielenkiintoinen kysymys, koska on selvää, että pidemmällä aikavälillä teurasivutuotteetkin on pakko jalostaa. Toinen asia on se, että lihan alkutuotanto on luontoa kuormittavaa. Herää kysymys kannattaako lihaa tuottaa tulevaisuudessa eläimissä vai tuotetaanko se bioteknisesti esimerkiksi lihassolukkona, keinolihana. Tällä hetkellä keinoliha tuntuu vielä hieman utopistiselta, mutta uskon sen tulevaisuudessa olevan hyvinkin mahdollista ja kannattavaa.
- Uskon, että siipikarjan rasvalla olisi käyttöä elintarviketeollisuudessa sen hyvän rasvahappokoostumuksen vuoksi. Sivutuotteiden hyödyntämiseen biopolttoaineena en usko, koska energian tuotantoon on olemassa helpompia ja edullisempiäkin raaka-aineita. Uskon myös, että eläinten nahoille, höyhenille ja karvalle olisi potentiaalisia hyötykäyttökohteita olemassa.
- Veren komponenteilla, mm. verestä eristettävillä entsyymeillä voisi olla käyttöä lääke- ja elintarviketeollisuudessa. Esimerkkinä nykyisin lihan prosessoinnissa käytettävä mikrobiperäinen transglutanaasi-entsyymi, jonka tietyin edellytyksin voisi korvata veren omalla transglutaminaasilla tai muilla hyytymistekijöillä.
- Esimerkiksi keratiinille olisi kehitettävä tehokas käsittelyprosessi. Höyhenten entsyymaattista hajottamista on kokeiltu keratinaasi-entsyymillä, mutta liukoisen proteiinin saanto on ollut alhainen, vain n. 5 %. Kemiallinen hajotus, esimerkiksi korkeassa suolapitoisuudessa, onnistuu, mutta prosessi ei ole erityisen kestävä kehityksen mukainen.

Asiantuntijahaastattelu 11.2.2010

Honkajoki Oy:n toimitusjohtaja Kari Valkosalo

Millaisissa projekteissa teurassivutuotteita koskien Honkajoki Oy on ollut mukana?

- Honkajoki Oy on ollut mukana monissa erilaisissa projekteissa. Tällä hetkellä olemme mukana Tekes-rahoitteisessa Hyötyteuras-hankkeessa sekä lisäksi teemme MTT:n kanssa yhteistyötä biokaasuun liittyvässä Biovirta-hankkeessa. Viime vuonna olimme yhteistyössä Helsingin yliopiston professorin Eero Puolanteen työryhmän kanssa luiden puhdistukseen liittyen. Lisäksi olemme mukana erilaisissa logistiikkaan liittyvissä hankkeissa. Honkajoki Oy on käyttänyt kohtuullisen paljon resursseja tuotekehitykseen ja projekteihin. Olemme Suomessa alan ainoa toimija, joten meidän on itse tehtävä kaikki alaan liittyvä tutkimus.
- Tällä hetkellä meillä on menossa yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston kanssa hanke, jossa tutkitaan lihaluujauhon käyttöä biohajoavan muovin ainesosana. Biohajoavasta muovista on tavoitteena tehdä katteita ja taimisuoja, jotka suojaisivat taimia rikkakasveilta ja karkottaisivat pieneläimiä, koska lihaluujauho ja verijauho tunnetusti karkottavat tiettyjä eläimiä. Taimisuojujalle pyritään saamaan myös lannoitevaikutus kun se hajoaa itsekseen kolmessa vuodessa maahan. Biohajoavan muovin katekäytön etuna olisi, että se voidaan jyrsiä maaperään eikä sitä tarvitse kerätä erikseen pois. Tämä on sellainen hanke johon Honkajoki Oy on panostanut paljon ja tulee panostamaan tulevaisuudessakin.

Onko Honkajoki Oy:llä tavoitteena tulevaisuudessa jalostaa sivutuotteista muitakin kuin renderöintituotteita?

- Kyllä, siihen meillä on ollut pyrkimystäkin. Viimeiset vuodet olemme panostaneet nykyisen perusprosessin kunnostamiseen. Nyt olemme siinä tilanteessa, että raaka-ainemäärämme tulevat lisääntymään. Lisäksi tulemme saamaan raaka-aineita, joista voisi tehdä muitakin kuin lihaluujauhoa. Päätuotteina pitkällä aikavälillä tulevat kuitenkin olemaan tuotantoeläinten rehujakeet.
- Suurin osa Suomen luista käsitellään Honkajoella, joten luissa olevan fosforin tarkempi hyötykäyttö voisi olla mahdollista. Elintarviketuotteita tässä laitoksessa tuskin tullaan valmistamaan, mutta kaikkia rehuun liittyviä jakeita olisi mahdollista valmistaa.
- Johtoryhmä on visioinut Honkajoki Oy:stä kierrätysyritystä, jossa käsiteltäisiin muitakin kuin eläinperäisiä tuotteita. Esimerkiksi veri on tuote, joka olisi ainakin helppo ottaa talteen, mutta tietenkin myös muita tuotteita löytyy.

Mitkä ovat mielestänne sivutuotteita koskien maailman johtavia kärkimaita?

- Saksalainen yhtiö nimeltä Saria lienee Euroopassa suurin yritys renderöinnin saralla. Euroopassa sivutuotesektori on jakautunut suurten maatalousmaiden kesken ja esimerkiksi rasvat menevät monista maista muualle jatkojalostettavaksi.

- Hollanti on rasvan saralla eräs Euroopan merkittävimpiä tuotantomaita. Gelatiinin osalta saksalaiset yritykset ovat oman tuntemukseni mukaan merkittävimpiä tekijöitä.
- Sivutuotteiden lannoitekäyttö lihaluujauhona on vasta viime vuosina alkanut yleistymään muualla Euroopassa. Ruotsi on ollut jo pitkään lihaluujauhon lannoitekäytön suhteen maailman kärkimaa ja voisipa melkein sanoa, että Suomi on ollut Ruotsin jälkeen heti kakkosena. Monet maat ainoastaan myyvät lihaluujauhoa sellaisenaan.

Millainen tilanne mielestänne renderöintialalla on maailman mittakaavassa?

- Renderöintituotteiden kysyntä on hyvin valikoivaa, koska Euroopassa EU:n sivutuoteasetus säätelee tarkasti miten eläinperäisiä sivutuotteita voidaan käyttää. Uusi sivutuoteasetus tulee voimaan huhtikuussa 2011. Uuden sivutuoteasetuksen rakenne sallii sinänsä teurassivutuotteiden rehukäytön ja sen mahdollisen laajentamisen. Renderöijät odottavat kovasti että sivutuotteiden käyttö tuotantoeläinten rehuna jälleen vapautuisi, sillä tämä muuttaisi paljon koko lopputuotebisnestä. Tällä hetkellä koko raaka-ainemäärä ja niistä saatavat lopputuotteet on jaettu kolmeen eri kategoriaan, mikä rajoittaa käyttömahdollisuuksia.
- Jos rehukäyttö vapautuu uuden sivutuoteasetuksen johdosta, uskoakseni ensimmäisenä sallitaan sivutuotteiden käyttö kalanrehuna.
- Kolmannen luokan sivutuotteista saatava lihaluujauho menee suurilta osin lemmikkieläinten ruuaksi Euroopassa. Suomessa ei mene kiloakaan, koska Suomessa ei ole lihaluujauhoa käyttäviä lemmikkieläinruokien valmistajia.
- Olen huomannut, että alalla tällä hetkellä pinnalla olevia asioita ovat lainsäädäntöön liittyvät asiat, kuten sivutuoteasetus ja rehulaki.

Millaisessa asemassa näette Suomen sivutuotteiden jatkojalostusteollisuuden Euroopan mittakaavassa?

- Suomessa ongelmana on tuotantovolyymien pienuus, jolloin tiettyä raaka-ainetta ei saada tarpeeksi, että voitaisiin erikoistua yksittäisiin jatkojalosteisiin. Suomen lihantuotanto on yhden prosentin luokkaa koko Euroopan määrästä, samoin kuin sivutuotteidenkin määrä. Suomessa ongelmana ovat myös pitkät välimatkat, mikä aiheuttaa korkeat kuljetuskustannukset.
- Honkajoki Oy:n tyyppisiä sivutuotteiden jatkojalostukseen erikoistuneita laitoksia on EU:n alueella melkein 600 kappaletta. Olemme kuitenkin huomattavasti keskimääräistä suurempi laitos, sillä monissa maissa on muutaman ison sijaan useita pieniä laitoksia. Pohjoismaissa on hyvin tyyppillistä, että teurastamoilla on oma jatkojalostuslaitos, esimerkiksi Ruotsissa Konvex, Tanskassa Daka ja Norjassa Norsk Protein. Esimerkiksi taas Englannissa on paljon keskenään alalla kilpailevia pieniä yrityksiä. Lisäksi alalla on myös yrityksiä, jotka ovat alkaneet kansainvälistymään, kuten Saria. Sarialla on toimintaa mm. Saksassa, Ranskassa, Puolassa ja Itävallassa.

Millaiset ovat Honkajoki Oy:n tulevaisuuden suunnitelmat sivutuotteiden jatkojalostuksen suhteen?

- Honkajoki Oy:llä on suunnitteilla uusi eläinperäisen jätteen käsittelylaitos vanhan laitoksen läheisyyteen. Projekti on tällä hetkellä luvanhakuvaiheessa. Uuteen laitokseen kaavaillaan veri- ja höyhenjauholinjaa, sekä yhtä tavallista märkärenderöintilinjaa.
- Veren keräily olisi tarkoitus tehdä säiliöissä, joissa se saadaan säilymään kuljetuksen ajan viilennettynä. Verijauho menisi pääasiassa rehukäyttöön, esimerkiksi kalanrehuissa sitä saa jo nyt käyttää. Kalanrehubisnes on esimerkiksi Norjassa huomattavasti suurempi sektori kuin turkiseläintenrehut meillä Suomessa.

Millaista kansainvälistä yhteistyötä alalla tehdään?

- EFPRA (European Fat Processors and Renderers Association) on alan suurin Euroopan sisäinen lobbausjärjestö, johon kuuluu suurin osa EU-maista. Itse olen mukana järjestön valtuustossa, joka kokoontuu neljä kertaa vuodessa. Valtuustoon kuuluu jäsen jokaisesta maasta. Valtuustossa käymme läpi erilaisia alan näkymiä ja niihin liittyviä asioita. Järjestössä on myös tekninen komitea, jossa meilläkin on edustaja, joka keskittyy teknisiin asioihin ja tuotekehitykseen. Tekninen komitea kiertää paljon laitoksia ja kokoontuu lähes kuukausittain.
- Pohjoismailla on myös oma renderöintijärjestö, joka kokoontuu kahdesti vuodessa, mutta yhteistyötä teemme toistemme kanssa jatkuvasti. Vaikka olemme keskenämme kilpailijoita, on pohjoismaiden välinen kilpailu hyvin pientä.

Mitä mieltä olette teurassivutuotteina saatavien luiden jatkojalostamisesta yksittäisiksi tuotteiksi?

- Luussa on fosforia 16 - 17 %. Fosforiahan käytetään Suomessa peltojen lannoitteena 3-4 kg/ha. Kaikesta Suomessa peltoihin laitettavasta fosforista neljännes saadaan sivutuotepäisistä eläinten luista. Muutama vuosi sitten yritettiin selvittää miten luun fosfori saadaan puhtaaksi erottamalla siitä orgaaninen aines. Se kuitenkin osoittautui hyvin vaikeaksi, koska orgaaninen aines reagoi fosforin erotuksessa käytettävän hapon kanssa muodostaen räjähdysherkän seoksen. Lihaluujauhon lannoitekäytön ongelma on sen väärät ravinnesuhteet. Lihaluujauhossa on liikaa fosforia, lähes kolminkertainen määrä typeen nähden ja kaliumia ei ole juuri lainkaan.
- Orgaanisen aineen erotus fosforista on tärkeää myös siksi, että halutaan mahdollisimman puhdasta fosforia. Puhdasta fosforia voitaisiin käyttää lannoiteseosten valmistukseen, jotta saataisiin oikeanlaiset ravinnesuhteet sekä mahdollisimman konsentroitua lannoitetta. Orgaanista ainetta sisältävät lannoitteet ovat melko tehottomia ja näin ollen vaativat suuret levitysmäärät. Tästä johtuen perinteisessä maanviljelyssä lihaluujauhoa ei juurikaan lannoitteena käytetä.
- Lihaluujauho lasketaan luomulannoitteeksi, mutta sen ongelmana on alhainen kaliumin määrä, koska luomukelpoista kaliumia on vaikea saada. Orgaanista ka-

liumia saadaan kyllä lisättyä lihaluujauhoon esimerkiksi vinassilla tai melassilla, mutta sen käyttö on hyvin kallista.

Millaisena näette keratiinipitoisen aineen jatkojalostusmahdollisuudet?

- Höyhenistä voidaan valmistaa höyhenjauhoa, jota meilläkin Honkajoella olisi tarkoitus tehdä uudessa suunnitteilla olevassa tuotantolaitoksessa. Myös sorkista ja kaviosta voitaisiin kyllä valmistaa keratiinipitoista jauhetta, mutta tällöin teurastamoiden tulisi eritellä ne. Aikoinaan meillä on tehty jauhetta mm. sarvista ja sian karvoista. Jakeiden määrät Suomessa ovat kuitenkin niin pieniä, ettei tämä ole tällä hetkellä tuotannollisesti kannattavaa.
- Höyhenjauhoa voitaisiin käyttää lannoitteena sekä kalanrehuna. Typen osuus höyhenjauhosta olisi noin 12 – 13 %, joten osa hyvin typpipitoisesta höyhenjauhosta voitaisiin sekoittaa luista erotetun fosforin kanssa. Ongelmana on kuitenkin se, että höyheniä tulee suhteellisen vähän, noin 5 – 7 % kaikista teurassivutuotteista.
- Höyhenten renderöinti on hyvin vaikeaa, koska höyhen on erittäin kovaa materiaalia. Se vaatii sulaakseen muita sivutuotteita korkeamman paineen ja lämpötilan. Lisäksi höyhenjauhon kuivaaminen on hyvin vaikea prosessi.

Mitä mieltä olette lihaluujauhon mahdollisesta uudelleen käyttöön ottamisesta rehuna Euroopassa?

- Eurooppalainen lihantuotanto on kilpailukyvyllisesti heikommassa asemassa Etelä-Amerikkaan, Aasian ja Venäjään nähden koska ne käyttävät lihaluujauhoa rehuna. Eurooppalaiset rehuteollisuuden kattojärjestöt ovat ehdottomasti lihaluujauhon rehukäytön kannalla tämän asetelman poistamiseksi.
- Jos kysyy kokeneilta lihankasvattajilta, he ottaisivat lihaluujauhon rehukäyttöön heti kun se vain olisi mahdollista. Lihaluujauholla on positiivinen tuotantovaikutus, koska tuotantoeläinten sairaudet ja rakenneviat vähenevät, jolloin tuotannon taloudellisuus kasvaa.
- Käyttönotolle on olemassa selkeää painetta EU:ssa. Tällä hetkellä suurin kysymys lienee sellaisen pikatestin kehittäminen, jolla voidaan varmuudella todeta, ettei rehuaineksessa ole käytetty nautaperäistä materiaalia. Testi oli jo pari vuotta sitten käyttöönottoaiheessa, mutta aivan viimeisissä kontrollitesteissä huomattiin vakavia puutteita, jonka jälkeen koko menetelmä kiellettiin. Tällä hetkellä on koekäytössä testimenetelmä, jolla saadaan tulos hieman hitaammin kuin aikaisemmalla testillä olisi saatu. Sen jälkeen kun viranomaiset pystyvät kontrolloimaan luotettavasti rehumateriaalia, rehukäytön vapauttaminen on paljon helpompaa.
- Uskon vakaasti, että lihaluujauhon rehukäyttö tulee palautumaan. Suomea ajatellen se olisi hyvä asia rehujen valkuaisaineen omavaraisuuden kannalta, eikä puhtauden kannaltakaan ole mitään ongelmia.

Millaisena näette teurassivutuotteiden käytön energian tuotannon raaka-aineena?

- Meillä tälläkin hetkellä lihaluujauhon valmistuksen yhteydessä saadaan proteiinipitoisesta aineksesta irronnutta rasvaa, joka menee Neste Oil:lle biodieselin valmistukseen. Jos ensimmäisen luokan sivutuotteille löytyisi jokin muu käyttökohde, kuin poltto energiaksi, sitä ei kukaan enää polttaisi. Tällä hetkellä jätteenpolttodirektiivin vaatima polttaminen aiheuttaa Honkajoki Oy:lle ainoastaan taloudellisia kuluja kun se joudutaan negatiivisesti myymään Finnsementille.
- Lihaluujauhon polttaminen energiaksi tuskin tulee lisääntymään, mutta rasvat puolestaan ovat erinomaista polttoainetta. Rasvojen poltto-ominaisuudet vastaavat lähes raskaan polttoöljyn arvoja, mutta ympäristön kannalta päästöt ovat marginaaliset öljyyn verrattuna.

Millaisena näette teurassivutuotteiden käytön tulevaisuuden?

- Uskon käyttösovellusten monipuolistuvan renderöinnissä, varsinkin siinä määrässä kuin laki sallii. Niin kauan kuin ohjaus on näin tiukkaa, ei suuria muutoksia pystytä tekemään. Veikkaan kuitenkin 5 – 10 vuoden päästä tilanteen olevan erilainen ja näin käyttösovellusten monipuolistuvan.
- Honkajoki Oy:n kohdalta uskon tilanteen olevan hyvä. Meillä on ajatuksia ja suunnitelmia tulevaisuuden kannalta, jotta toiminnan kannattavuutta pystytään lisäämään. Tällä hetkellä tuloista 25 % tulee myytävästä tuotteesta ja loput porttimaksuista. Hiljan olemme tehneet sopimuksen 30 000 tonnin lisämateriaalin vuosittaisesta käsittelystä. Tämän jälkeen meillä alkaa olla tämän laitoksen käsittelykapasiteetti täynnä, joten uusille tuotantolinjoille on kyllä tarvetta. Kysyntää tuotteillamme kyllä on.