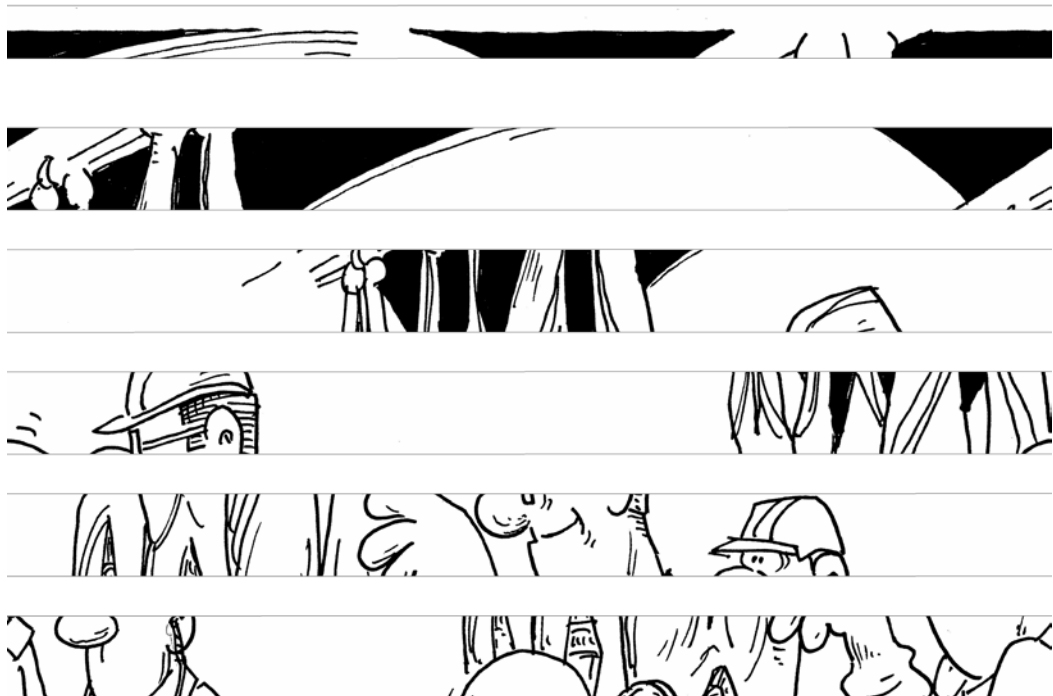


POROTIETOKANSIO

YLEINEN OSA



1. PORONLIHAN LAATU JA TUOTANTO
2. PORONLIHAN OMINAISUUDET
3. LIHAN KEMIALLINEN KOOSTUMUS
4. LIHAN RAAKAKYPSYTTÄMINEN
5. LIHAN VEDENSIDONTA
6. LIHAN VÄRI

Hannu Pekkala 2006

SISÄLLYSLUETTELO

1	Poronlihan laatu ja tuotanto.....	2
1.1	Poro.....	2
1.2	Poronlihan laatu	6
2	Poronlihan ominaisuudet.....	7
2.1	Ruhon rakenne	7
2.2	Lihaksen rakenne	7
2.3	Lihaskudos	9
2.4	Myofibrillin rakenne	10
2.5	Sidekudos.....	11
2.6	Rasvakudos	13
2.7	Rusto- ja luukudos	14
2.8	Sisäelimet ja veri.....	14
3	Lihan kemiallinen koostumus	15
4	Lihan raakakypsyttäminen.....	16
5	Lihan vedensidonta	19
5.1	Lihan vedensidontakykyyn vaikuttavat tekijät.....	21
5.2	Yhteenvedo vedensidonnasta.....	24
6	Lihan väri.....	25
6.1	Käytännön esimerkkejä lihan väriin vaikuttavista tekijöistä	28
6.1.1	Jauhelihan väri.....	28
6.1.2	Tyhjiöpakatun lihan väri.....	28
6.1.3	Lihan pinnan kuivumisen estäminen	28
6.2	Tuore liha	29
6.2.1	Lihavalmisteiden väri	29

1 Poronlihan laatu ja tuotanto

1.1 Poro

Poronhoito on hyvin erilaista kotieläinten kasvatusta verrattuna naudantai posunkasvatukseen. Valtaosan ravinnosta ne saavat luonnosta liikkuessaan vapaasti laajoillakin alueilla. Niille ei myöskään rakenneta suojia vaan ne tulevat toimeen taivasalla.

Poronhoidossa määritellyn poronhoitoalueen maapinta-ala on noin 114 000 km², eli 36 % koko suomen maan pinta-alasta. Poronhoitolain mukaan poronhoitoalue on jaettu paliskuntiin. Paliskuntien tehtävänä on suojella poroeloa, edistää sen hoitoa sekä estää poroja tekemästä vahinkoa ja menemästä toisten paliskuntien alueille. Paliskuntia on Suomessa tällä hetkellä 56.

Paliskunnat muodostavat Paliskuntain Yhdistyksen, joka vastaa valtakunnan rajoilla olevien esteaitojen (yhteensä noin 2 000 km) rakentamisesta ja kunnossapidosta. Paliskuntain Yhdistys hyväksyy myös uudet poromerkit ja pitää poromerkkirekisteriä (www.paliskunnat.fi).

Suomalainen poro on kesytetty aikoinaan tunturipeurasta. Poro on pitkäraajainen ja nelivarpainen hirvieläin. Sen sorkkia kutsutaan koparoiksi. Poro on märehittäjä eli sillä on neljä mahaa. Molemmilla sukupuolilla on sarvet, jotka vaihtuvat vuosittain. Poro vaihtaa myös turkkinsa joka vuosi. Poron koko vaihtelee poronhoitoalueen eri osissa. Pääsääntöisesti vaatimet ovat noin 60–100 kiloa painavia ja hirvaat sekä kuohitut härät 90–180 kiloa. Poro on suhteellisen pitkäikäinen, sillä vaatimet voivat elää jopa 18–20 vuotta. Hyviä vassoja ne tuottavat aina 9. vasomiskertaan saakka. Hirvaat voivat elää yli kymmenvuotiaaksi.

Poro on sopeutunut hyvin ankaran pohjoisen olosuhteisiin. Se kestää kesän jopa yli kolmenkymmenen plusasteen lämpötilan ja talven neljänkymmenen asteen pakkasen. Kesällä poron elämää vaikeuttaa kuumuuden lisäksi verta imevät hyönteiset, jotka saattavat olla vassoille kohtalokkaita seuralaisia. Porot kerääntyvätkin kesäkuumalla suuriin laumoihin ja pyrkivät siirtymään aukeille ja tuuli-

semmille alueille, kuten tuntureille ja soille mutta myös maanteille, jolloin ne saattavat jäädä autojen alle.

Poron turkki on hyvin lämmöneristävä, joten talvella poron ongelmana ei ole niinkään kylmyys, kuin paksu lumipeite. Lumivaipan paksuuntuessa joutuu poro kaivamaan ravintonsa yhä syvemmältä. Lumen päällä poro kyllä pysyy hyvin koparoiden aiheuttaman pienen pintapaineen ansiosta. Keväällä lumipinnan kovetessa hangeksi ravinnon kaivaminen käy yhä hankalammaksi. Tällöin porot ovat perinteisesti alkaneet syödä puilla kasvavaa luppoo tai siirtyneet tuntureille. Talvella poro menettää normaalioloissakin 20 prosenttia syksyisestä painostaan.

Porovaadin vasoo yleensä joka kevät noin 4-6 kilon painoisen vasan. Vasat ovat jo syntyessään hyvin kehittyneitä, mutta täysin riippuvaisia emänsä maidosta. Poronvasa nousee jaloilleen jo puolen tunnin kuluttua syntymästään. Vasa juoksee emänsä perässä ensimmäisen kesän ja syksyn. Sukukypsäksi poro tulee yleensä puolentoista vuoden iässä. Porojen kiima-aika eli rykimä on lokamarraskuulla, jolloin suurin osa vaatimista tulee taas tiineiksi. Hirvaat kokoavat rykimän aikana itselleen haaremiinsa 10–20 vaadinta. Rykimän jälkeen porot valmistautuvat pitkään talveen (www.paliskunnat.fi).



Kuva 1. Porotokka aidassa. Kuva Mauri Nieminen.

Poron tunnetuinta ja myydyintä riistalihaa. Eniten sitä on myynnissä pakastettuna, luuttomana kypsennysvalmiina kärstelihana ja erilaisina lihavalmisteinä. Kokonainen poro kannattaa paloitella myyntipaloihin lihaisuuden korostamiseksi. Etupään ruhonosat myydään luuttomina keittoihin, pataruokiin ja yh-

dessä kyljen kanssa jauhelihana. Selästä tehdään poronsatula, poronkare ja poronkyljyksiä.

Selästä voidaan irrottaa myös ulko- ja sisäfileet, jotka myydään kokonaisina tai leikkeinä ja selyksinä. Paisti voidaan myydä kokonaisena luullisena tai kokonaan luuttomana. Poronlihan kemialliseen koostumukseen vaikuttavat ikä ja ravitsemustila.

Liha sisältää paljon hivenaineita ja vitamiineja. Eniten siinä on seleeniä ja rautaa, sekä A-, E- ja C-vitamiinia. Poronlihan valkuaisainepitoisuus on myös huomattavan korkea.

Poronliha on hienosyistä ja vähärasvaista. Paistit ja fileet raakakypsytetään vähintään kaksi viikkoa. Perinteisesti lihaan ei käytetä muita mausteita kuin suolaa aidon riistanmaun säilyttämiseksi. Porolle sopii marinadina hapahko seos, jossa on yrttejä ja vaikkapa katajanmarjoja.

Poronliha kypsennetään varovasti miedolla lämmöllä. Keittäminen on perinteinen kypsennysmenetelmä ja samoin lihalle sopii myös pitkä, matalalämpöinen haudutus. Paisti jätetään mieluiten sisältä punertavaksi, sisälämpötilan ollessa n. +60 astetta. Liha säilyttää silloin parhaiten herkullisen makunsa ja mehevyytensä. Pakastetun poronlihan kypsentäminen aloitetaan sen ollessa vielä hieman kohmeessa lihasnesteiden irtoamisen vähentämiseksi.

Tunnetuin pororuoka on poronkäritys. Se valmistetaan ohuista lihaviipaleista. Padassa sulatetaan silavaa ja poronlihaviipaleet käristetään rasvassa. Pataan lisätään suolaa ja vettä ja annetaan hautua kannen alla puolisen tuntia. Valmis käritys nautitaan perunasoseen ja puolukkahillon kanssa.

Taulukko 1. Lihan ja sisäelinten kulutus kg/henkilö vuonna 2004.
(www.finfood.fi).

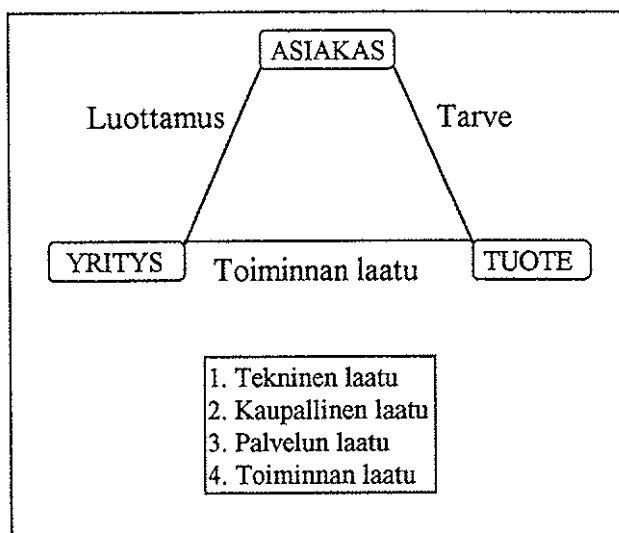
Lihalaji	kg/henkilö	Muutos-% vuodesta 2003
Sianliha	33,7	+ 2,7
Naudanliha	18,5	+ 0,5
Broilerinliha	13,0	± 0
Kalkkunanliha	2,7	± 0
Kananliha	0,2	+ 20
Lampaanliha	0,3	- 10
Hevosenliha*	0,2	+ 20
Kotieläintenliha yhteensä	68,6	+ 1,5
Poronliha*	0,5	± 0
Hirvieläimet*	2,0	- 18
Jänikset*	0,1	± 0
Muu riista*	0,1	± 0
Sisäelimet ja veri*	1,5	- 2
LIHA YHTEENSÄ	72,8	+ 1

* Luvut on vuoden 2004 (ennakko) ravintotaseen mukaan.

1.2 Poronlihan laatu

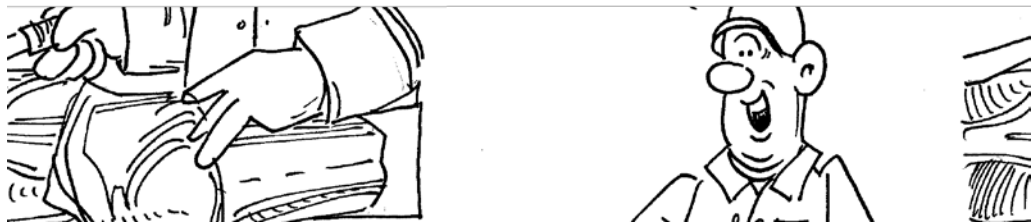
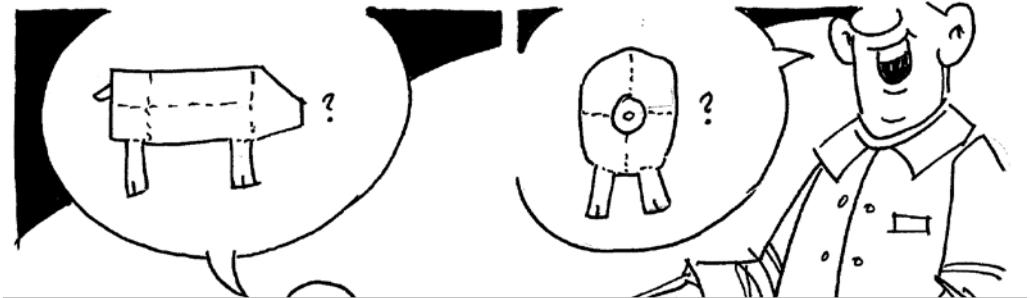
Laatu on poronlihan tuotannossa ja myynnissä asiakkaille hyvin tärkeä asia. Sana laatu on hyvin epämääräinen käsite. Jos kysymme ihmisiltä mitä laatu tarkoittaa, niin saamme hyvinkin kirjavia vastauksia. On yksi asia, joka voidaan vetää johtopäätöksenä ja se on tarpeen tyydyttäminen. Asiakkaalla on näkemys tuotteesta millainen sen pitää olla. Jos tuote täyttää nämä edellytykset, niin asiakas kokee, että laatu on hyvä.

Laatu on tuotteen tai palvelun kyky täyttää asiakkaan tarpeet ja odotukset, muutenkin kuin teknisen laadun osalta. Lihan laadulla tarkoitetaan asiakkaan tarpeiden tyydyttämistä niin tuotteen kuin yrityksenkin osalta, koska myös ostopäätökseen vaikuttavina tekijöinä ovat tuotteen tai palvelun maine. Näitä muotiin, statukseen ja imagoon liittyviä asioita kutsutaan kaupalliseksi laaduksi. Tapa, jolla yritys pystyy asiakkaitaan palvelemaan, pitämään lupauksensa kaikissa tilanteissa, on palvelun laatua. Toiminnan laadulla ohjataan ja varmistetaan, että yritys tuottaa sovittua laatua tai palvelua häiriöuhkista huolimatta.



Kuva 2. Kokonaislaadun kaavio.

2 Poronlihan ominaisuudet



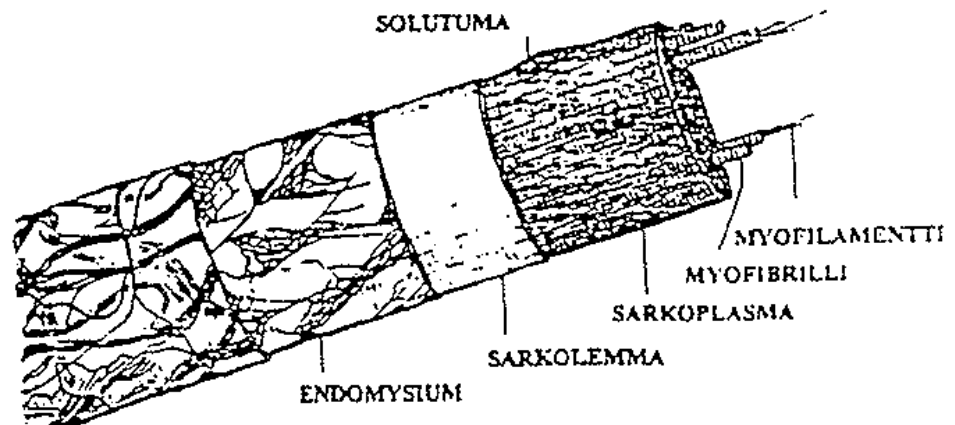
2.1 Ruhon rakenne

Poronruho kuten muittenkin eläinlajien ruho rakentuu kudoksista, jotka voi havaita paljain silmin. Tärkeimmät kudoslajit ovat lihaskudos, sidekudos ja rasvakudos.

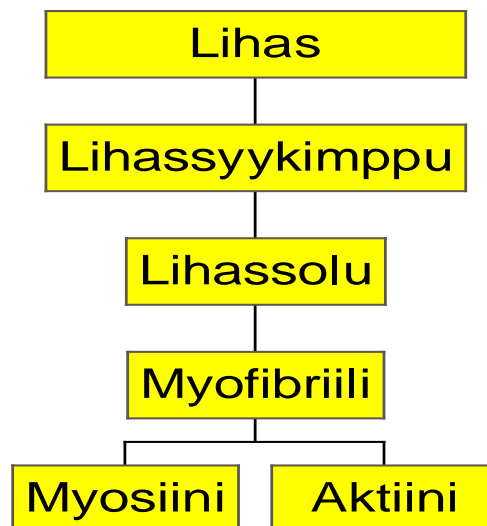
2.2 Lihaksen rakenne

Lihaksen perusyksikkö on lihassolu, joka muotonsa vuoksi on saanut nimen lihassyy. Lihassyy on pitkä ja ohut. Lihassolun pituus vaihtelee muutamasta millimetristä n. 20 millimetriin asti. Pisin löydetty lihassyy (kuva 3) on ollut 40 mm pitkä. Lihassolun halkaisija on 0,01 – 0,1 mm. Lihassyy on sylinterimäinen, jossa on monta tumaa solukalvon alla. Lihassyyyn päällä on sidekudoskalvo, endo-

mysium, jonka alla on sarkolemma (sarko=lihas, lemman=kalvo). Sarkolemman alla on solunestettä eli sarkoplasmaa, jossa sijaitsevat mm. lihaksen supistumista aikaansaavat osat myöfibriilit (kuva 4).



Kuva 3. Lihassy.



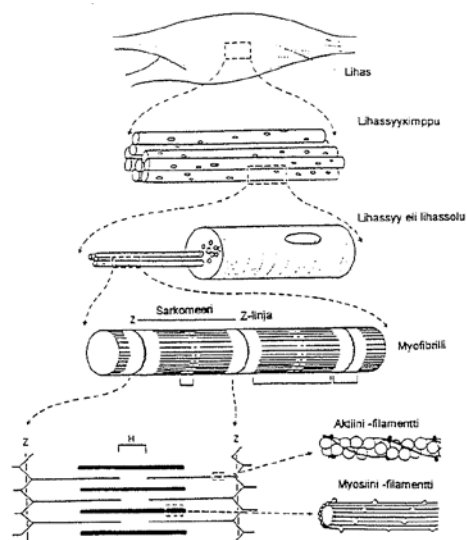
Kuva 4. Lihaksen rakenne

2.3 Lihaskudos

Lihaskudosta on kolmenlaista; 1. poikkijuovainen lihas (tahdonalainen), 2. sileä lihas (ei tahdonalainen) ja sydänlihas.

Poikkijuovainen lihas on luurankolihas, joka välittää kaikki tahdonalaiset liikkeet. Esimerkiksi nivelten liikkeet, silmien räpäyttäminen ja äänen muodostus ovat poikkijuovaisen lihaksiston tuottamaa. Sileitä lihaksia on lähinnä sisäelinten ja verisuonten seinämissä. Niiden toiminta on tahdosta riippumatonta. Yleensä poikkijuovainen lihas menee nivelen yli kiinnittyen luuhun nivelen molemmilla puolilla.

Lihaskudos on helposti havaittavissa muista ruhon osista punaisen värin vuoksi. Yhdessä eläimessä on n. 600 eri lihasta. Lihaksilla on kaksi tehtävää, liikkeen aikaansaaminen sekä tuki- ja kiinnitysjärjestelmän luominen. Lihakset toimivat riippumatta lihaksen koosta tai sijainnista. Siksi lihakset ovat perusrakenteeltaan samanlaisia.



Kuva 5. Poikkijuovaisen lihaksen rakenne.

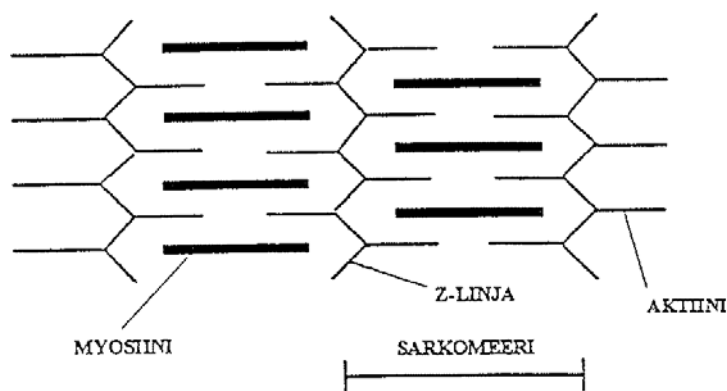
2.4 Myofibrillin rakenne

Myofibrillit, lihaksen supistuvat osaset, täyttävät yli 80 % lihaksen tilavuudesta. Ne koostuvat hyvin säännömukaisesta proteiinirakennelmasta, jossa on osittain sisäkkäin olevia proteiinirihmoja, filamentteja. Rakennelman paksut filamentit ovat pääasiassa myosiinia ja ohuet aktiinia.

Vain viidesosa myofibrillien tilavuudesta on filamentteja ja pääosan lopusta täyttää filamenttien välissä oleva neste. Siten pääosa lihaksen vedestä on myofibrilleissä paksun ja ohuen filamentin välisessä tilassa.

Lihassyyn supistuminen ja venyminen

Aktiini- ja myosiinifilamentit ovat sijoittuneet myofibrilliin kuvan 5 osoittamalla tavalla. Lihaksen supistumisen ja venymisen saa aikaan aktiini- ja myosiinifilamenttien lihassyyn pituussuuntainen liike. Aktiini ja myosiini voivat liukua toistensa lomiin. Liikkeet tapahtuvat hermojärjestelmässä kulkevien sähkövirtojen ohjaamina.



Kuva 6. Aktiinin ja myosiinin sijoittuminen myofibrillissä.

Myofibrilli muodostuu kuvan mukaisesti sarkomeeri-vyöhykkeistä, jotka Z-linja erottaa toisistaan. Yksi sarkomeeri muodostaa supistumis-/venymisyksikön. Kuolonkankeuden eli rigor mortiksen muodostuessa aktiini ja myosiinifilamentit kiinnittyvät pysyvästi toisiinsa.

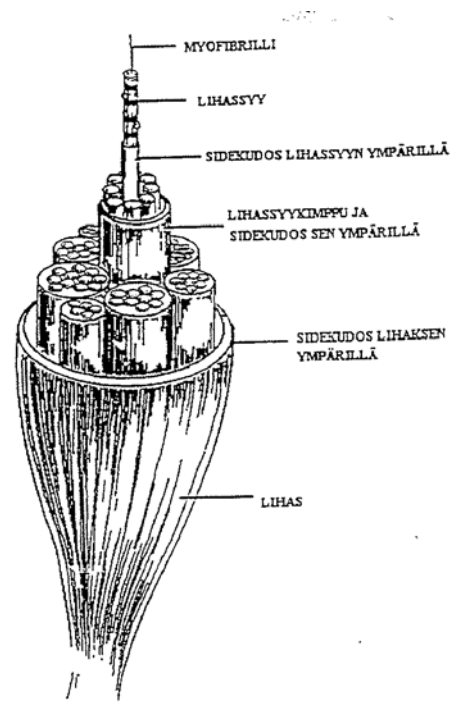
Lihassolun vyöhykemäinen rakenne aiheuttaa sen, että lihassolut näkyvät mikroskoopissa poikkijuovaisina. Tummina näkyvät myosiini ja Z-linja, aktiini taas näkyy vaaleana. Poikkijuovaisia ovat kaikki aivojen käskyjen mukaan toimivat tahdonalaiset lihakset eli suurin osa lihaksistosta. Sileissä lihaksissa ei ole havaittavissa poikkijuovaisuutta. Tällaiset lihakset ovat tahdosta riippumattomia ja niitä esiintyy esim. verisuonten ja suolien seinämissä.

2.5 Sidekudos

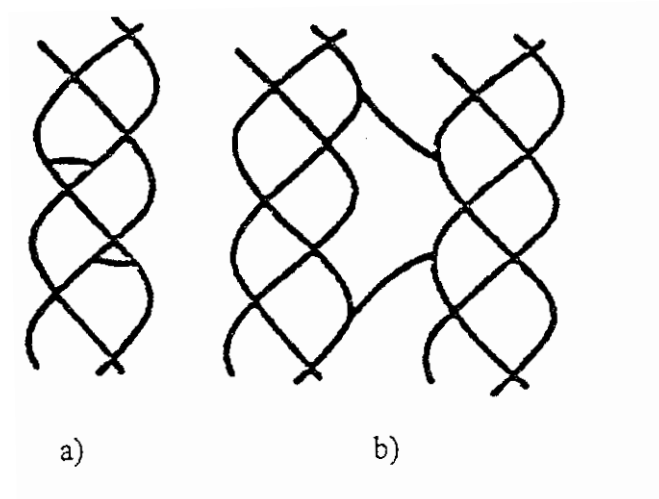
Sidekudos voidaan jakaa varsinaiseen sidekudokseen, joita ovat kalvot, jänteet, iho ja karvat sekä muuhun sidekudokseen, joita ovat veri, suonet ja luut.

Sidekudoksen määrä vaihtelee eri lihaksessa. Mitä enemmän lihasta käytetään liikkumiseen, sitä enemmän siinä tarvitaan sidekudosta. Potkan sidekudospitoisuus on noin kuusi kertaa suurempi kuin fileen. Tämän huomaa niiden osien sitkeyserosta. Potka tarvitsee moninkertaisen ajan kypsentämiseen, jotta se on muurean syötävää.

Kypsennettäessä lihaa, sidekudoksesta tulee mureampaa ja lihan pureskeltavuus paranee. Kollageeni hajoaa yli 65 °C:n lämpötilassa veden kanssa gelatiiniksi eli liivateeksi. Sidekudospitoiset lihakset sopivat hyvin keittolihaiksi.



Kuva 7. Sidekudossalvot



Kuva 8. Kollageenin rakenne

a) Molekyylin sisäiset sidokset

b) Molekyylin väliset poikittaissidokset

2.6 Rasvakudos

Rasvakudosta esiintyy ruhossa seuraavissa paikoissa:

1. Lihaksen sisäinen rasva

- solujen sisällä ja solukimppujen välissä
- marmoroituminen naudan ulkofileessä

2. Lihasten välinen rasva

3. Nahanalainen rasva

4. Ontelon väliset rasvat eli sisärasvat

- sisäelinten ympärillä
- suolirasva

Rasva on olennainen osa lihassa. Solujen aineenvaihdunnassa solun sisäisellä rasvalla on tärkeä tehtävä. Suurin osa rasvasta on rasvakudoksessa.

Rasvakudoksella on tärkeä tehtävä eläimen hyvinvoinnin kannalta:

- rasva on vararavintona
- rasvakudos toimii lämpöeristeenä
- rasvakudos suojaa sisäelimiä

2.7 Rusto- ja luukudos

rustokudos on suhteellisen joustavaa, melko kestävä. Rustokudosta on siellä missä kudoksen pitää olla sidekudosta kestävämpää, mutta luuta joustavampaa. Sitä on esimerkiksi kaikissa nivelpinnoissa, selkärangan nikamien välilevyissä ja henkitorvessa. Kylkiluut liittyvät rinta-lastaan rustopalojen välityksellä.

Luiden tehtävä on toimia tukirankana. Lisäksi luuytimessä muodostuu uusia verisoluja. Ulompana luussa on sidekudoksen luukalvo, jonka alla on tiivistä luuta. Tiiviin luun alla on hauraampaa hohkaluuta ja luun sisäosan muodostaa luuydin.

2.8 Sisäelimet ja veri

Maksa, veri, munuaiset ja sydän ovat ravintopitoisuudeltaan rinnastettavissa vähärasvaiseen lihaan. Hyvin imeytyvää rautaa niissä on ylivoimaisesti enemmän kuin missään muussa elintarvikkeessa.

Sisäelimissä on myös runsaasti B-ryhmän vitamiineja ja erityisen runsaasti A-vitamiinia. Yhdestä maksapihviateriasta saa A-vitamiinia 3 - 4 viikon tarpeisiin. Siksi sitä ei suositellakaan syötäväksi useammin kuin kerran kahdessa, kolmessa viikossa.

Taulukko 2. Syötävien sisäelinten ja veren koostumus 100 g:ssa (FINELI).

	Rasva, g	Proteiini, g	Energia, kJ	Energia, kcal
Maksa (keskiarvo)	4,1	19,6	552	133
Munuainen	6,7	15,6	529	127
Kieli (naudan)	15,0	16,7	846	203
Sydän (naudan)	3,6	16,5	414	99
Veri	0,4	11,8	218	52

3 Lihan kemiallinen koostumus

Lihan kemiallinen koostumus vaihtelee suuresti. Eläimen ikä, eläinlaji, lihakuus ja se, mistä ruhon osasta on kyse, vaikuttavat eri aineosien keskinäisiin suhteisiin. Vettä lukuun ottamatta muut ovat aineryhmiä, joihin kuuluu monia kemiallisia yhdisteitä.

Kaikkien imettäväisten lihaskudoksen (punainen liha) sekä kalan ja siipikarjan lihaskudoksen koostumus on hyvin samanlainen.

Poronlihassa on paljon proteiinia ja se sisältää vähän rasvaa. Siinä on enemmän vitamiineja ja kivennäisiä kuin muissa eläinlajeissa.

Taulukko 3. Lihaskudoksen kemiallinen koostumus.

Vettä	75 %
Proteiinia	18 %
Muita typpipitoisia aineita	2 %
Rasvaa	3 %
Hiilihydraatteja	1 %
Kivennäisaineita	1 %

4 Lihan raakakypsyttäminen

Lihan mureuttaminen on olennainen osa laatua. Sisä- ja ulkofileiden, sekä sisä- ja paahtopaistien kunnollinen mureuttaminen on ehdoton edellytys onnistuneille pihveille ja uunipaisteille. Mureutettua, pehmeätä lihaa on miellyttävä syödä, mutta vähintään yhtä tärkeää on mureutumisen aikana lihalle muodostunut herkullinen maku ja aromi. Niitä ei pysty taitavinkaan ruoanlaittaja valmistamaan ilman riittävää mureutumisaikaa. Jokaisen ammattiaan arvostavan lihakauppiaan ja ruoanvalmistajan on ehdottomasti huolehdittava lihan mureudesta omassa työssään.

Lihan sitkeys johtuu suurimmaksi osaksi sen sisältämästä sidekudoksesta. Sidekudosta ovat kalvot ja jänteet, mutta myös punainen liha sisältää sitä huomattavia määriä. Yksittäiset lihakset, lihassykimput ja koko lihas ovat sidekudoskalvon ympäröimiä. Sidekudoksen laatuun ja määrään vaikuttavat eläinlaji, eläimen ikä ja ruhonosa. Nuorten eläinten liha sisältää vähemmän ja heikommin kehittyntä sidekudosta kuin vanhan. Eläimen paljon käyttämät, voimakkaasti kehittyneet lihakset ovat hyvin sidekudospitoisia. Myös rotu, sukupuoli ja ruokinta vaikuttavat sidekudoksen määrään ja laatuun.

Teurastetun eläimen liha kangistuu teurastuksen jälkeen lihaksessa tapahtuvien toimintojen seurauksena. Lihassyty jäykistyvät ja lihasta tulee sitkeää. Kangistumisen nopeus vaihtelee eri eläinlajeilla. Nautaeläimillä se saavuttaa maksiminsa noin vuorokaudessa. Parin vuorokauden kuluttua lihakset alkavat laueta. Lihan happamuus eli pH on teurastushetkellä n. 7. Se suurenee 2–3 vuorokauden aikana pH 5,4...5,7 vaiheille, jonka jälkeen se jälleen hitaasti nousee. Happamuuden lisääntyminen johtuu glykokeenin eli eläintärkkelyksen muuttumisesta maitohapoksi. Happamuuden lisääntyessä lihasten ja sidekudoksen pitkiä proteiinisiäikeitä hajottavat entsyymit voivat aloittaa toimintansa. Liha mureutuu ja se saa raakakypsyneelle lihalle tunnusomaisen maun ja herkullisen aromin. Myös lihan väri muuttuu ensin vaaleanpunaiseksi ja myöhemmin tummanruskeaksi tai paikoitellen jopa harmaaksi. Riittävästi raakakypsyneen lihan tunnistaa värin lisäksi myös hapahkosta hajusta, joka on erilainen kuin pilaantuneen lihan. Liha on pehmeää ja leikkauspintaan jää sormella painettaessa selvä kuoppa.

Raakakypsymiseen tarvittava aika riippuu mm. sidekudoksen määrästä ja lihas- syiden laadusta, sekä säilytyslämpötilasta. Korkea lämpötila nopeuttaa raaka- kypsymistä, mutta lihan pilaantumisen vuoksi ei lämpötilaa voida pitää kovin korkeana. poron fileet, sisä- ja paahtopaistit vaativat nykyisissä kylmäsäilytys- olosuhteissa (0 - 2 °C) kaksi-kolme viikkoa pitkän raakakypsymisajan. Lammas mureutuu noin kahdessa viikossa. Sian ulkofileelle, niskalle ja paisteille, sekä broilerin rintafieleille riittää muutaman päivän raakakypsyysaika. Naudan fileet ja paistit vaativat noin neljän-kuuden viikon raakakypsytyksen.

Lihan raakakypsytyksellä on pitkät perinteet. Vieläkin käytössä oleva termi riip- putus on vanhin käytössä oleva raakakypsytyksen menetelmä. Sitä ei juuri enää käy- tetä kuin riistalla metsästyksen yhteydessä, koska siitä aiheutuu suuri kuivumis- hävikki ja se sitoo runsaasti kylmäsäilytystilaa. Lihalle sopivin raakakypsytyk- sen menetelmä on tyhjiöpakkaus. Tyhjiö ei edistä raakakypsymistä, mutta se hidas- taa bakteerien kasvua ja mahdollistaa riittävän pitkän säilyvyysajan. Myös suo- jakaasupakkaus sopii lihan lyhytaikaisempaan raakakypsyttämiseen. Lihaa ma- rinoitaessa sitä säilytetään happamassa mausteissa liemessä. Liha saa uutta ma- kua ja sen säilyvyysaika lisääntyy, jolloin se ehtii myös raakakypsyä. Lihasta tulee mureamman tuntuista myös nuijimalla tai ajamalla se pihvikoneen läpi. Haittana menetelmissä on lihaskudoksen rikkoontuminen ja siitä johtuva lihan kuivuminen. Lihan huolellisen raakakypsyttämisen lisäksi mureaan ja mehuk- kaaseen lopputulokseen vaikuttaa oleellisesti sen kypsentyminen. Raaka- kypsytetty liha on mehevimmillään hieman sisältä punertavana.

LIHAN RAAKAKYPSYMINEN



Kuva 9. Lihan raakakypsyminen.

5 Lihan vedensidonta

Lihaskudos (punainen liha) sisältää vettä n. 75 %. Lihaskudoksen sisältämä veden määrä on noin neljä kertaa suurempi, kuin sen sisältämä proteiinien määrä. Vedensidontakyvyllä tarkoitetaan lihan kykyä pidättää sen omaa tai lisättyä vettä.

Elävässä lihaksessa tapahtuvat lihaksen toimintaan liittyvät reaktiot vedessä. Vesi on myös ruuaksi käytettävässä lihassa tärkeä tekijä ja vedensidontakyky on lihan tärkeimpiä laatutekijöitä.

Vedensidontakyky vaikuttaa lihan makuun. Jos lihan vedensidontakyky on huono, irtoaa siitä ruuaksi valmistettaessa runsaasti vettä. Seurauksena on kuiva ja mauton tuote. Mehukkuus onkin yksi hyvän lihan tuntomerkki. Kypsennyksessä irtoavan veden mukana poistuu myös ravinto-aineita, esim. kivennäisaineita ja vitamiineja. Lihassa olevan vapaan veden määrä lisääntyy vedensidontakyvyn heiketessä. Valonsäteet heijastuvat lihan pinnalla olevasta vedestä ja liha näyttää vaalealta.

Vedensidontakyky on tärkeä ominaisuus lihavalmisteteita valmistettaessa. Keittomakkarat valmistetaan hienontamalla liha hyvin hienojakoiseksi samanaikaisesti vettä lisäämällä. Tavoitteena on mehukas ja sitova lihan aineosista (proteiini, rasva, vesi) muodostuva yhtenäinen massa. Lihan vedensidontakyky on ehkä tärkein keittomakkaran raaka-aineeksi käytettävän lihan laatutekijä. Myös kokolihavalmisteteiden valmistuksen ja laadun kannalta vedensidontakyky on merkittävä tekijä.

Vedensidontakyky vaikuttaa merkittävästi lihaa käyttävän yrityksen talouteen. Veden haihtuminen ja valuminen huonosti sitovasta lihasta aiheuttaa tuotteille tai raaka-aineille painotappioita. Tällöin yrityksen myyntitulot vähenevät ja koko toiminnan kannattavuus saattaa kärsiä. Lisäksi on muistettava, että kuluttajat ovat valmiita maksamaan vain korkealuokkaisista tuotteista.

Lihaskudos on rakenteeltaan kuitumainen ja koostuu lihassyistä ja myofibrilleistä. Rakenneproteiineista ovat tärkeimmät aktiini ja myosiini, joihin mm. lihasen supistuminen perustuu. Niillä on myös kyky sitoa vettä ja ne määräävät suureksi osaksi lihan vedensidontaominaisuudet.

Lihaskudoksen vedestä on n. 10 % kemiallisesti sitoutuneena myofilamenttien välisessä tilassa. Kuitenkin vain n. 5 % vedestä on sitoutunut erittäin tiukasti aktiiniin ja myosiiniin sähköisten kemiallisten voimien ansiosta. Proteiineissa on sähköisesti varautuneita kohtia ja vesimolekyyllissä on toinen pää + toinen - merkinen. Sähkövaraukset vetävät toisiaan puoleensa. Tämän kiinteästi sidotun veden voidaan kuvitella sitoutuvan alla olevassa kuvassa esitetyllä tavalla.

Loput vedestä on heikosti sitoutuneena ns. "vapaana vetenä" myofilamenttien välisessä tilassa. Tämän veden sitoutumiseen voidaan vaikuttaa teknologisin keinoin esim. hienontamalla lihaa. Jos filamenttien välinen tila pienenee, niin lihaskudoksen kyky pidättää vettä huononee. Esimerkiksi lihaa kuumennettaessa tulee painotappioita filamenttien välisen tilan pienentyessä ja vapaan veden valuessa pois. Vastaavasti filamenttien välisen tilan kasvaessa lihan vedensidontakyky paranee.

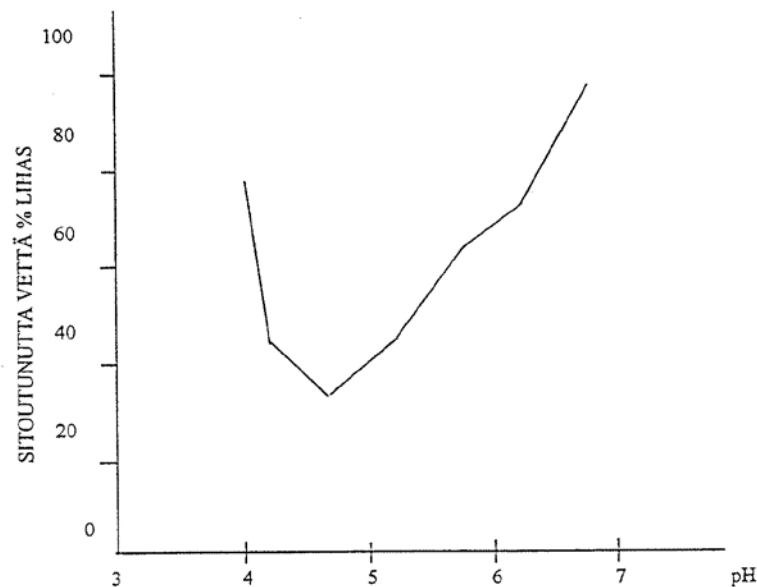
Pidettäessä lihaa suolauksen yhteydessä suolaliuoksessa, se sitoo ylimääräistä vettä ja turpoaa. Mitä parempi vedensidontakyky on, sitä enemmän liha turpoaa. Yksittäisiä lihassyitä ympäröivä kalvo estää veden tunkeutumista lihakseen ja siten turpoamista. Kun kalvo murskataan, voi vesi vapaasti tunkeutua kudoksiin siellä olevien aktiinin ja myosiinin väliin sidottavaksi. Lihan hienonnuksen vaikutuksesta vedensidontakykyyn kerrotaan myöhemmin.

5.1 Lihan vedensidontakykyyn vaikuttavat tekijät

Lihan vedensidontakyky riippuu monesta eri tekijästä. Koska on kysymys tärkeästä laatuun ja taloudellisuuteen vaikuttavasta tekijästä, olisi liha pyrittävä käyttämään silloin, kun se sidontakykynsä puolesta on kuhunkin tarkoitukseen sopivinta.

Vedensidontakyky on voimakkaasti riippuvainen lihan pH:sta (kuva 25). Huonimmillaan vedensidontakyky on pH 5:ssä, jolloin myofilamenttien sähköinen nettovaraus on nolla ja aktiini ja myosiini ovat hyvin lähellä toisiaan. Tätä pH-arvoa kutsutaan kyseessä olevien proteiinien isoelektriseksi pisteeksi. Kun pH nousee isoelektrisen pisteen yläpuolelle, niin nettovaraus kasvaa, jolloin filamentit työntyvät toisistaan kauemmaksi ja vedensidontakyky paranee.

PSE-lihan pH-arvo on alhainen ja se on vetistä sekä huonosti vettä sitovaa. Tämän aiheuttaa lihavalmisteissa laadun huononemista. Tervalihan (DFD-liha) pH-arvo on korkea ja sen vedensidontakyky hyvä. Parhaiten se käykin keittomakkaran raaka-aineeksi.



Kuva 10. Lihan vedensidontakykyyn riippuvuus pH:sta.

Vedensidontakyky heikkenee nopeasti teurastuksen jälkeen

Teuraslämpimän lihan vedensidontakyky on erittäin hyvä. Se heikkenee kuitenkin nopeasti ollen huonoimmillaan kuolonkankeusvaiheessa noin vuorokauden kuluttua teurastuksesta.

Tämän jälkeen alkaa vedensidontakyky parantua raakakypsytyksen myötä, mutta se ei saavuta enää teuraslämpimän sidontakykyä.

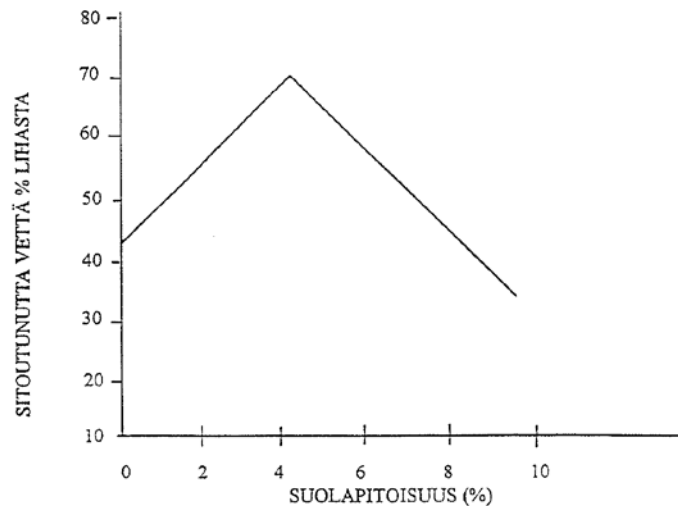
Hyvä vedensidontakyky heti teurastuksen jälkeen johtuu pääasiassa seuraavista tekijöistä:

- Lihan pH on korkea.
- Lihassa on lihaksen toimintaan vaikuttavaa adenosiinitrifosfaattia (ATP). Tämä pitää aktiinin ja myosiinin erillään toisistaan eli vedellä on tilaa sitoutua.

Kuolonkankeusvaiheessa ATP on hajonnut ja pH on laskenut lähelle isoelektristä pistettä, jolloin aktiinin ja myosiinin välinen tila on supistunut minimiin.

Teuraslämpimän lihan hyvä vedensidontakyky voidaan säilyttää jauhamalla ja suolaamalla liha kuuden tunnin kuluessa teurastuksesta. Suolattu liha voidaan käyttää lihavalmisteiden raaka-aineeksi heti tai pakkasvarastoinnin jälkeen. Näin teuraslämpimän lihan hyvä vedensidontakyky saadaan hyödynnetyksi.

Kaikkiin lihavalmisteisiin lisätään valmistuksen yhteydessä vähän suolaa. Tarkoituksena on antaa valmisteille maun kannalta välttämätön suolaisuus ja parantaa säilyvyyttä. Suola on myös tärkeä sidontaan vaikuttava tekijä, jota ilman on mahdotonta valmistaa nykyisenkaltaisia makkaroita ja kokolihavalmisteita. Suola löysentää proteiinien rakennetta ja lisää filamenttien välistä nettovarausta, jolloin filamenttien välinen tila suurenee ja vedensidontakyky paranee. Vedensidontakyky saavuttaa maksiminsa suolapitoisuuden ollessa 4-5 %. Tätä korkeammat pitoisuudet aiheuttavat lihan proteiineissa vedensidontakykyä heikentäviä muutoksia.



Kuva 11. Lihan vedensidontakyvyn riippuvuus suolapitoisuudesta.

Lisäaineasetuksen perusteella saadaan lihavalmisteen käyttöä lisäaineena pieni määrä polyfosfaattien ryhmään kuuluvia yhdisteitä. Edellä on mainittu lihan "oman fosfaatin" ATP:n vaikutus teuraslämpimän lihan vedensidontakykyyn. Lisäaineena käytetyn fosfaatin vaikutus on samantapainen kuin ATP:n. Fosfaatit katkovat aktomyosiinin sidoksia, jotka estävät filamentteja työntymästä kauemmaksi toisistaan. Vedensidontakyky paranee myös fosfaattien happamuutta pienentävän vaikutuksen johdosta.

Fosfaatit eivät yksin paljon vaikuta vedensidontakykyä parantavasti, mutta yhdessä suolan kanssa ne parantavat vedensidontakykyä merkittävästi. Suolan lisäessä nettovarausta ja fosfaatin katkoessa turpoamista estäviä sidoksia saadaan filamentit työntymään kauemmaksi toisistaan.

Seuraamalla keittomakkaramassan kutterointia, saa hyvän kuvan vedensidontakyvyn kehittymisestä kutteroinnin edetessä. Alkuvaiheessa karkeahko liha ja lisätty vesi muodostavat löysän seoksen, missä vesi on selvästi irrallaan. Terien leikatessa lihaa pienemmiksi hiukkasiksi tulee massasta sitovaa, sitkeätä ja irrallinen vesi häviää. Tämä johtuu siitä, että kutterin terien rikkomista lihassoluista vapautuneet proteiinit sitovat vesimolekyylit. Lihassyiden ympärillä oleva

sidekudos rikkoutuu ja vesi pääsee tunkeutumaan filamenttien väliseen tilaan aiheuttaen turpoamisen.

Lämpötilan noustessa tapahtuu proteiineissa muutoksia, jotka heikentävät lihan kykyä sitoa vettä. Tästä kerrotaan seuraavassa lihan lämpökäsittelyä koskevassa luvussa.

5.2 Yhteenveto vedensidonnasta

- Lihan kyky sitoa vettä on eräs sen tärkeimmistä ominaisuuksista. Tämä koskee sekä ruuan että lihavalmisteiden raaka-aineeksi käytettävää lihaa.
- Vedensidontakyky vaikuttaa ennenkaikkea laatuun ja talouteen. Se vaikuttaa lihan makuun, mehukkuuteen ja väriin.
- Lihassa luonnostaan oleva ja lisätty vesi sitoutuvat lihaskudoksen proteiiniin väliin (aktiini ja myosiini).
- Vedensidontakyky on riippuvainen happamuusasteesta (pH).
- Teuraslämpimän lihan vedensidontakyky on hyvä. Huonoimmillaan vedensidontakyky on kuolonkankeusvaiheessa.
- Suola ja polyfosfaatit parantavat vedensidontakykyä.

6 Lihan väri

Väri kuuluu elintarvikkeen tärkeisiin ominaisuuksiin. Sanotaan, että ihminen syö silmillään ja lisäksi värin kautta saamme tietoa esimerkiksi lihan mahdollisesta pilaantumisesta ja muista laatutekijöistä.

Lihan värin tekee punaiseksi myoglobiini. Lihaskudos on väriltään punaista. Kaikki liha ei kuitenkaan ole yhtä voimakkaan väristä; vaaleanpunaisen broilerin rintalihaksen ja tummanpunaisen naudan potkalihaksen välillä on suuri värierio.

Lihaskudoksen proteiineista myoglobiini on väriltään punainen. Myoglobiini on veren hemoglobiinin sukulaisaine, mutta lihan punainen väri ei kuitenkaan johdu verestä. Lihasneste on punaista, mutta ei veristä. Myoglobiinin tehtävä lihaksessa on huolehtia siitä, että lihas saa toimintansa kannalta välttämätöntä happea. Veren hemoglobiini kuljettaa keuhkoista happea lihasten myoglobiinille. Myoglobiini luovuttaa hapen edelleen lihaksen eri reaktioiden käyttöön.

Mitä enemmän eläin käyttää lihasta, sitä enemmän siinä tarvitaan happea. Suuren happimäärän sitomiseen tarvitaan paljon myoglobiinia. Raajan lihakset ovat väriltään tummempia kuin saman eläimen selän lihakset. Ne ovat huomattavasti enemmän käytössä ja sisältävät tästä syystä paljon myoglobiinia. Samasta syystä esiintyy värierioja eri eläinlajien lihan värisssä. Sianlihan myoglobiinimäärä on vain noin neljäsosa naudanlihan myoglobiinimäärästä. Sianliha on siis vaaleampaa kuin naudanliha. Taulukossa 4 on esitetty eräiden lihojen myoglobiinipitoisuuksia.

Lihan väriaine, myoglobiini, ei ole kovin pysyvä yhdiste. Kun myoglobiini muuttuu toiseen muotoon, on seurauksena värin muuttuminen.

Lämpötilan noustessa lihan helakanpunainen väri muuttuu harmaaksi (taulukko 5). Ilmiö on tuttu jokaiselle, joka on keittänyt lihaa. Väri alkaa muuttua 40 °C:ssa ja on täysin harmaa 80 °C:ssa. Hyvin raakakypsytettyä pihviä ei tarvitse kuumentaa läpi kypsäksi, vaan se voidaan jättää sisältä punaiseksi.

Puhutaan "verisestä" pihvistä, mutta kyseessä on kuitenkin myoglobiinin värjäämä lihasneste. Bakteerien toiminnan tuloksena myoglobiini muuttuu muun muassa vihreän, keltaisen ja harmaan värisiksi yhdisteiksi. Tämä on eräänlainen luonnon oma suojakeino. Väriin perusteella on mahdollista todeta, onko liha kellosta syötäväksi.

Myoglobiini reagoi herkästi ilman hapen kanssa, mikä on käytännössä tarkoin huomioon otettava seikka. Tärkeimmät niistä yhdisteistä, jotka myoglobiini hapen kanssa muodostaa, ovat oksimyoglobiini ja metmyoglobiini.

Hapen vaikutusta lihan väriin on helppo seurata, kun tarkkailee vastaleikatun lihas kudoksen värin muuttumista. Alunperin väri on purppuranpunainen, joka on myoglobiinin väri. Kun myoglobiini joutuu tekemisiin hapen kanssa, se hapettuu oksimyoglobiiniksi.

Myoglobiini + happi (korkea osapaine) \longrightarrow oksimyoglobiini

Helakanpunaista oksimyoglobiinia muodostuu vain siinä tapauksessa, että happea on riittävästi läsnä (= hapen osapaine lihan pinnalla on riittävän korkea). Oksimyoglobiinin väriä pidetään tavoiteltavana lihan myyntiarvon kannalta. Reaktio on palautuva eli helakanpunainen väri voi hapen osapaineen pienetessä palautua tummanpunaiseksi myoglobiinin väriksi.

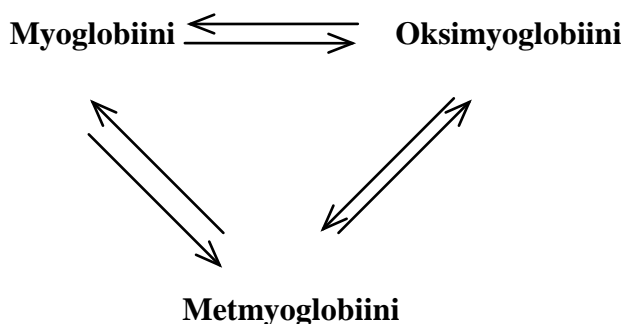
Jos happea ei ole riittävästi läsnä, hapettuu myoglobiini ruskeaksi metmyoglobiiniksi.

Myoglobiini + happi (alhainen osapaine) \longrightarrow metmyoglobiini

Viimeksi mainittu reaktio ei ole helposti palautuva. Metmyoglobiini voi kuitenkin muuttua hitaasti takaisin myoglobiiniksi lihassa luonnostaan olevien pelkistävien aineiden vaikutuksesta.

Edellä mainittujen kolmen väriaineen värierot voi helposti todeta käytännössä. Leikataan pala punaista lihaa ja annetaan hapen vaikuttaa sen pintaan, johon muodostuu helakanpunaista oksimyoglobiinia. Muutaman tunnin kuluttua pala leikataan kahteen osaan, jolloin leikkauspinnassa on nähtävissä seuraavat kerrokset:

- Pinnalla on muutaman millimetrin paksuinen helakanpunainen oksimyoglobiinikerros. Se on saanut runsaasti happea.
- Oksimyoglobiinikerroksen alla on ruskeanpunainen metmyoglobiinvyöhyke. Se on saanut vielä lihan pinnalta happea, mutta vain vähän.
- Lihan keskiosassa on myoglobiinin alkuperäinen väri. Happi ei ole päässyt tunkeutumaan sinne ollenkaan.



Kuva 12. Tuoreessa lihassa tapahtuvat värinmuutokset.

Myoglobiini on helposti reagoiva yhdiste ja edellä mainittujen seikkojen lisäksi se voi muuttua monesta muustakin syystä. Mainittakoon tässä esimerkkinä suola. Se lisää lihan hapettumisalttiutta ja siten metmyoglobiinin muodostumista. Suuri suolamäärä tekee lihan värin ruskean harmaaksi. Väri on myös riippuvainen happamuusasteesta. Kun pH on korkea, näyttää liha tummalta (vrt. edellä ollut selvitys tervalihasta). Happamissa olosuhteissa liha on harmaata. Natriumnitriitti on lihavalmisteissa käytettävä lisäaine, joka reagoi lihan myoglobiinin kanssa. Reaktion tuloksena on yhdiste, joka hyvin säilyttää punaisen värinsä eri olosuhteissa.

6.1 Käytännön esimerkkejä lihan väriin vaikuttavista tekijöistä

6.1.1 Jauhelihan väri

Myytävää jauhelihaa jauhettaessa sen annetaan pudota vapaasti alustalle. Jos liha painetaan tiiviiksi, sisäosat eivät saa riittävästi happea ja väri muuttuu ruskeanharmaaksi. Myoglobiini muuttuu siis tässä tapauksessa metmyoglobiiniksi. Kysymyksessä on ainoastaan lihan ulkonäköön, eikä laatuun vaikuttava seikka.

6.1.2 Tyhjiöpakatun lihan väri

Kun ruhonosa pakataan tyhjiöpakkaukseen, muuttuu lihan pinta tummaksi. Tyhjiöpakkauksessa hapen määrä on niin vähäinen, että lihan pinnalle syntynyt oksimyoglobiini muuttuu takaisin myoglobiiniksi. Tyhjiöpakkauksessa olevan lihan väriin antaa siis myoglobiini. Jos tyhjiö ei ole riittävä, voi seurauksena olla ruskea vivahte, joka johtuu metmyoglobiinista. Lihan väri muuttuu 10...20 minuutin kuluttua pakkauksen avaamisesta taas punaiseksi. Ilman happi pääsee vaikuttamaan lihan pintaan ja myoglobiini muuttuu helakanpunaiseksi oksimyoglobiiniksi. Täysin ennalleen väri ei kuitenkaan palaudu, koska osa alkuperäisestä väriaineesta voi olla metmyoglobiinina.

6.1.3 Lihan pinnan kuivumisen estäminen

Liha tummuu kuivuessaan. Ilmiön selitys on yksinkertainen. Kuivuneeseen pintaan ilman happi ei pääse kunnolla tunkeutumaan. Kuivuneella pinnalla väriaine on joko myoglobiinia tai metmyoglobiinia. Kun lihan pinnan vesipitoisuus vähenee, vähenee myös pinnalta heijastuneen valon määrä ja liha näyttää tästäkin syystä tummemmalta. Sekä ruhon että leikatun lihan pintaa ei saa päästää kuivumaan, jos halutaan sen pysyvän kauniin värisenä. Kuivumisella on näin ollen merkittäviä taloudellisia vaikutuksia; hävikki lisääntyy ja tuotteen ulkonäkö heikkenee.

6.2 Tuore liha

Tuoreen lihan myyntipakkauksissa käytettävän kalvon kaasunläpäisevyys vaikuttaa lihan väriin. Vähittäiskaupassa pidetään tärkeänä, että myytävä liha on myös väriltään houkuttelevan näköistä. Vähittäismyyntipakkausten valmistamiseen valitaan usein sopivasti happea läpäisevä kalvo, jotta lihan pinnalle syntyisi oksimyoglobiinin kaunis helakanpunainen väri. Tässä vallitsee kuitenkin ristiriita säilyvyyden suhteen, sillä lihaa pilaavien bakteerien kasvu lisääntyy hapen läsnäollessa. Happea läpäisevä kalvo kuitenkin suojaa lihaa ympäristön bakteerisaastutukselta. Liha säilyvyyden ja värin välinen ristiriita pyritään ratkaisemaan suojakaasupakkaamisella. Tuoreen lihan pakkaamiseen voidaan käyttää kaasuseosta, jossa on 20 % hiilidioksidia ja 80 % happea. Hiilidioksidi estää bakteerien kasvua ja happi säilyttää lihan punaisen värin.

6.2.1 Lihavalmisteiden väri

Lihavalmisteiden valmistukseen kuuluu monta sellaista työvaihetta, jotka vaikuttavat lihan väriaineeseen. Lämpötila nousee keitossa niin korkeaksi, että myoglobiini muuttuu harmaaksi. Suolaa käytetään kaikkien lihavalmisteiden teossa. Keittomakkaramassaan sekoittuu kutteroitaessa ilmaa ja kestromakkaraan pH laskee melko alhaisiin lukemiin. Ellei käytettäisi mitään väriin vaikuttavia aineita, olisivat makkarat, kinkut ja muut lihavalmisteet väriltään harmaanruskeita.

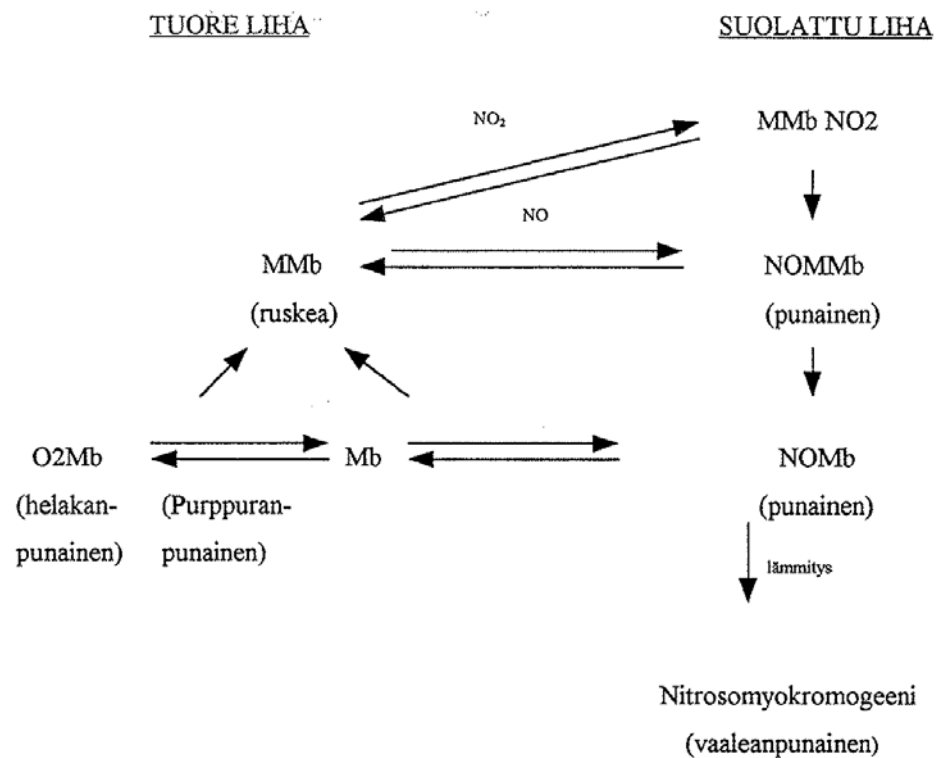
Kaikkialla maailmassa käytetään lihavalmisteiden lisäaineena nitriitti-nimistä yhdistettä. Sen eräänä tarkoituksena on aikaansaada valmisteisiin kestävä punainen väri. Nitriitti ei värjää makkaraa, vaan liittyy lihan myoglobiiniin, jolloin tuloksena on uusi värillinen yhdiste. Tavoitteena on, että lihavalmiste kaikki valmistus- ja käsittelyvaiheet läpikäytyään, olisi väriltään herkullisen punainen eikä ikävän harmaa. Nitriitillä on muitakin edullisia vaikutuksia, joihin palataan myöhemmin.

Punainen väri voidaan aikaansaada myös nitraatti-nimisellä yhdisteellä. Kaliumnitraatti eli kalisalpietari olikin yleisesti käytetty aine vuosisatoja, ennen-

kuin tämän vuosisadan alkupuolella ryhdyttiin käyttämään nitriittiä. Kuten myöhemmin selvitetään, on nitraatin ensin muututtava nitriitiksi, ennen kuin värinmuodostus voi tapahtua.

Lihavalmisteiden värinmuodostumisreaktion päävaiheet ovat seuraavat:

- Nitriitistä (NO_2) muodostuu ensin happamassa ympäristössä typpihapoketta (HNO_2). Jos happamuus ei ole riittävä (pH liian korkea), vaikeutuu tämä reaktio ja siten koko värinmuodostus.
- Typpihapoke pelkistyy lihassa olevien monien pelkistävien yhdisteiden vaikutuksesta typpioksidiksi (NO).
- Typpioksidi liittyy myoglobiiniin muodostaen typpioksidimyoglobiinia (NOMb). Tämä on väriltään punainen.
- Jos lihavalmiste kypsennetään lämmön avulla (esim. keitto), syntyy väriaineen denaturoitunut muoto nitrosomyokromogeeni.



Kuva 13. Lihavalmisteiden värinmuodostusreaktio.

Punainen typpioksidimyoglobiini on lihan luonnollisen väriaineen muunnos. Tärkein ero on se, että NOMb pysyy punaisena myös lämpötilan noustessa. Myoglobiinihan (ja oksimyoglobiini) muuttuu lämmitettäessä harmaaksi.

Myoglobiinin ja typpioksidin reaktiossa on monia vaiheita. Kun tarkastelee kutterissa olevaa makkaramassaa heti nitriittiliuoksen lisäämisen jälkeen, havaitsee sen muuttuvan ruskeanharmaaksi. Tämä johtuu siitä, että nitriitti hapettaa myoglobiinin ensin metmyoglobiiniksi. Reaktio jatkuu kuitenkin nopeasti niin, että syntyy punainen typpioksidimyoglobiini. Samalla osa nitriitistä muuttuu nitraatiksi.

Typpioksidimyoglobiinin muodostumiseen tarvittava nitriitin määrä on 1-2 tuhannesosaprosenttia (0,001 % - 0,002 %) lihan määrästä. Nykyisen lainsäädännön mukaan lihavalmisteisiin saa lisätä natriumnitriittiä 0,120 g/kg (=120 mg/kg). Ylimäärä nitriitistä kuluu erilaisiin sivureaktioihin tai haihtuu tuotteesta kaasumaisina typpiyhdisteinä.

Nitriitin ja myoglobiinin välinen reaktio tapahtuu melko hitaasti. Lämpötilan nostaminen nopeuttaa sitä kuten yleensä kaikkia kemiallisia reaktioita. Kestomakkara valmistetaan n. 20 °C:n lämpötilassa ja sen "punastuminen" kestää pari vuorokautta. Keittomakkaroiden kypsytyslämpötilassa (n. +70 °C) väri tulee huomattavasti nopeammin. Nakki on keskiosaltaan punainen n. 10 minuutissa ja lauantaimakkara noin tunnissa. Keittomakkaroiden värinmuodostuksen kannalta on riittävän pitkä keittoaika erittäin tärkeä.

Lainsäädäntö (lisäaineluettelo) sallii lihavalmisteisiin käytettäväksi askorbiinihappoa (= C-vitamiini). Askorbiinihappo varmistaa värinmuodostuksen ja lisää värin säilyvyyttä.

Värimuodostukseen askorbiinihappo vaikuttaa seuraavista syistä:

- Se alentaa hieman pH:ta eli lisää happamuutta. Kuten aikaisemmin mainittiin, on oikea happamuus värimuodostuksen kannalta tärkeätä.
- Askorbiinihappo on pelkistävä yhdiste ja edistää näin typpioksidin (NO) muodostumista. Samasta syystä se hidastaa ilman hapen vaikutusta valmiin lihavalmisteen väriin.

Värimuodostuksen varmistamiseksi saadaan käyttää muutamaa muutakin ainetta kuten viinihappoa. Askorbiinihappo on kuitenkin tärkein ja käytetyin tällainen aine.

Edellä selostettiin hapen vaikutusta käsittelemättömän lihan väriin ja todettiin sen aiheuttavan kauniin värisen oksimyoglobiinin synnyn. Nitriitillä aikaansaatu typpioksidimyoglobiini on myös herkkä hapen vaikutukselle, mutta se muuttuu harmaaksi. Makkaroiden ja muiden lihavalmisteen leikkauspintaa on siis varjeltava ilman vaikutukselta. Hyvin tärkeätä on muistaa, että valo edistää hapen vaikutusta NOMb:iin.

Viipaloinnin ja muun käsittelyn yhteydessä syntyvät leikkauspinnat on varjeltava ilmalta ja valolta.

Lihavalmisteen väriin herkkyys hapen vaikutukselle otetaan huomioon valmistettaessa viipaloitujen lihavalmisteen myyntipakkauksia. Paras pakkaus on tyhjiöpakkaus, jossa kalvona on käytetty ehdottomasti ilmatiivistä lihavalmisteille tarkoitettua erikoiskalvoa. Siinä väri säilyy varsin hyvin.

Värimuodostuksen ohella nitriitillä on muitakin merkityksellisiä ominaisuuksia. Näistä tärkein on sen bakteeritoimintaa estävä vaikutus. Tiedemiespiireissä pidetäänkin nitriitin käytön tärkeimpänä perusteena sitä, että se estää vaarallista botulismi-myrkytystä. Se vaikuttaa moniin muihinkin pieneliöihin lisäten selvästi lihavalmisteen säilyvyyttä. Lisäaineluettelossa nitriitti määritelläänkin säilöntäaineeksi.

Nitriitti vaikuttaa myös lihavalmisteiden makuun. Se terävöittää lihan omaa aromia. Ilman nitriittiä valmistettu tuote on mauttomamman tuntuinen.

Nitriitti on myrkkylainsäädännössä luokitettu ensimmäisen luokan myrkyksi. Täysikasvuiselle ihmiselle on n. 2 - 5 g:n nitriittiannos kerralla nautittuna kuolettava. On syytä korostaa, että lihavalmisteet sisältävät niin vähän nitriittiä, etteivät ne ole nitriittipitoisuutensa takia terveydelle vaarallisia. Jos makkaran nitriittipitoisuus on esim. 60 mg/kg (= 0,006 %), pitäisi 5 g:n nitriittiannoksen saamiseksi syödä kerrallaan 83 kg makkaraa. Suomalaisten lihavalmisteiden nitriittipitoisuus on yleensä lakisäätteistä alhaisempi. Tavallinen keittomakkaran nitriittipitoisuus on 0,005 %.

Pelkkä nitriitti on aina säilytettävä erillisessä lukitussa tilassa. Samoin työajan ulkopuolella edellämainitut liuos ja seos. Pelkkää nitriittiä ei siis saa tuoda ollenkaan valmistustiloihin ja käyttöliuos ja -seos on vietävä sieltä pois työajan jälkeen. Lisättävä määrä saa olla korkeintaan 150 mg/kg.