
LIHAN LUONTAINEN MUREUTTAMINEN



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma

Hämeenlinna, kevät 2016

Teemu Virtanen

Teemu Virtanen



Visamäki
Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma
Liha- ja valmisruokateknologia

Tekijä	Teemu Virtanen	Vuosi 2016
Työnnimi	Lihan luontainen mureuttaminen	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia pastöroimattoman soijakastikkeen mureuttavaa vaikutusta suikaloidussa lihatuotteessa. Työn tavoitteena oli selvittää, saadaanko lihatuotteesta mureampaa lisäämällä marinadiin pastöroimatonta soijakastiketta, kuin soijakastiketta sisältämättömällä marinadilla. Tavoitteena oli myös selvittää, kuinka suurella soijakastikemäärällä mureuttava vaikutus saadaan aikaan.

Työn teoriaosuudessa selvitetään lihaksen rakennetta, sen muutoksia kuoleman jälkeen, mureutukseen käytettäviä menetelmiä, marinadin valmistusprosessia ja siihen käytettäviä raaka-aineita sekä soijakastikkeen valmistusprosessi. Teoreettisen osan tavoitteena oli selvittää lihan mureuteen vaikuttavia tekijöitä. Soijakastikkeen mureuttavaa vaikutusta tutkittiin vuonna 2014 Pro gradussa Soijakastikkeen vaikutus naudanlihan mureutumiseen.

Tutkimus toteutettiin keväällä 2015 ja asiantuntijajoukkona käytettiin MP-Maustepalvelu Oy:n koulutettuja työntekijöitä. Aistinvaraiseen arviointiin osallistui 7–13 henkilöä riippuen maistokerrasta. Arviointiin käytettiin 5-portaista ankkuroitua asteikkoa.

Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksena oli, että soijakastiketta sisältävä marinadi ei käytetyillä määrillä mureuttanut merkittävästi enempää lihatuotetta kuin soijakastiketta sisältämätön marinadi. Soijakastikkeen mureuttava vaikutus on todistettu aiemmin, jolloin soijakastikemarinadin mureuttavaa vaikutusta voisi mahdollisesti tutkia eri ruhonosalla, joka sisältää vähemmän sidekudosta tai eri lajin lihalla.

Avainsanat Lihaksen rakenne, mureus, marinadi, soijakastike

Sivut 27 s. + liitteet 2 s.

Visamäki

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering
Meat and Convenience Food Technology

Author

Teemu Virtanen

Year 2016

Subject of Bachelor's thesis

Natural tenderization of meat

ABSTRACT

The purpose of this Bachelor's thesis was to study the tenderizing effect of unpasteurized soy sauce marinade in a strip meat product. The aim was to find out if soy sauce added in marinade tenderizes the meat product more than the basic marinade. Another aim was to find out the levels of soy sauce to get the tenderizing effect.

The texture of muscle and the changes in muscles after death, methods of tenderization, marinade making process and the raw materials used in it including the manufacturing process of soy sauce were studied in the theoretical part of the thesis. The aim was to study the factors of meat tenderization. The effects of soy sauce use in the meat products has been analyzed before for example by Henna Aaltonen in 2014.

The empirical study was conducted in the spring of 2015 in MP-Maustepalvelu Oy. MP-Maustepalvelu's staff were used in the sensory evaluation. About 7 to 13 employees participated in each evaluation depending on the date. The staff were instructed to use a five-step grading method.

The results of the thesis show that soy sauce marinade used in these levels does not tenderize this meat product significantly compared to the basic marinade. The tenderization effect of soy sauce has been proven before. It could be advisable to analyze the use of the soy sauce marinade in other parts of the carcass or in meat of other breeds.

Keywords Texture of muscle, tenderness, marinade, soy sauce

Pages 27 p. + appendices 2 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LIHAKSEN RAKENNE	2
2.1	Lihaskudos	2
2.2	Poikkijuovainen lihaskudos.....	2
2.2.1	Sidekudos	3
2.2.2	Lihassyt.....	4
2.2.3	Rasvakudos.....	5
3	MUREUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	5
3.1	Ennen teurastusta.....	6
3.2	Teurastuksen jälkeen	7
3.3	Mureutusmenetelmät.....	9
3.3.1	Raakakypsytyt.....	9
3.3.2	Riiputus.....	10
3.3.3	Fysikaaliset mureutusmenetelmät	10
3.3.4	Sähköstimulointi.....	11
3.3.5	Entsyymit.....	12
3.3.6	Pakkaus.....	12
4	MARINADI.....	12
4.1	Raaka-aineet	13
4.1.1	Vesi.....	13
4.1.2	Öljy	13
4.1.3	Suola	13
4.1.4	Happamuudensäätöaineet	14
4.1.5	Muunneltutärkkelys	14
4.1.6	Sakeuttajat	15
4.1.7	Hapettumisenestoaineet.....	16
4.2	Valmistus.....	16
5	SOIJAKASTIKE JA SOIJAKASTIKKEEN VALMISTUSPROSESSI	17
6	KOKEELLINEN OSIO	19
6.1	Marinadin valmistus.....	19
6.2	Lihatuotteiden valmistus	21
6.3	Aistinvarainen arviointi.....	21
6.4	Tulokset.....	21
6.4.1	Mureus	23
6.4.2	Mehukkuus	24
6.4.3	Maun miellyttävyys	25
6.5	Pohdintaa.....	27
	LÄHTEET	28

Liite 1 Arviointilomake

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää pastöroimattoman soijakastikkeen mureuttavaa vaikutusta suikaloidussa lihatuotteessa. Mureus on yksi merkittävimmistä lihan valintaan vaikuttavista tekijöistä, jolloin yleistettynä mureampi liha myy paremmin. Marinoitujen lihatuotteiden myynti on kasvanut viimevuosina.

Useat naudan ruhonosat sisältävät paljon sidekudosta, jolloin niiden kypsentämiseen joudutaan käyttämään runsaasti aikaa, mikäli halutaan lihan olevan mureaa. Mikäli marinadin ja soijakastikkeen yhteisvaikutuksella pystyttäisiin rikkomaan lihaksen kollageenia ja elastiinia, olisi mahdollista tarjota kuluttajille mureampaa lihaa halvemmista ruhonosista.

Työn kokeellinen osio suoritettiin MP-Maustepalvelu Oy:n koekeittiöllä. Työssä tutkittiin naudan sisäpaistista valmistettujen marinoitujen suikaleiden mureutta, mehukkuutta ja maun miellyttävyyttä. Suikaleet marinoitiin neljällä erilaisella marinadilla, joista kolme sisälsi eri määrän pastöroimatonta soijakastiketta ja yksi ei sisältänyt lainkaan soijakastiketta. Maistoja suoritettiin viiden päivän välein pakkaamisesta aina 15 päivään asti.

Teoriaosuudessa selvitetään lihaksen rakennetta ja lihaksen muuttumista lihaksi. Teurastuksen jälkeen lihan mureuteen voidaan vaikuttaa merkittävästi ja mureuttamiseen käytettäviä menetelmiä käydään läpi tässä työssä. Työssä käydään läpi myös marinadin valmistus ja vaikutus sekä sen sisältämät raaka-aineet, kuten paljon keskustelua herättävät lisäaineet. Tämän lisäksi käydään läpi soijakastikkeen valmistusprosessi.

2 LIHAKSEN RAKENNE

2.1 Lihaskudos

Lihaskudos voidaan jakaa rakenteensa perusteella kolmeen ryhmään, jotka ovat poikkijuovainen lihas, sileälihas ja sydänlihas (Lihateollisuuden tutkimuskeskus n.d.a., 3). Ruuaksi valmistettava liha on poikkijuovaista lihasta, jonka määrä on 50–70 % ruhon painosta riippuen eläimestä ja sen iästä (Weaver 2012, 35).

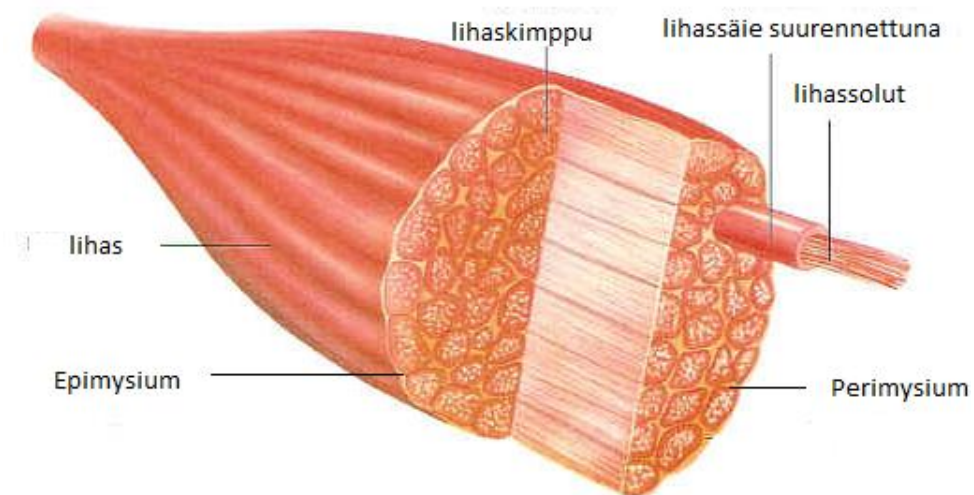
Sileän lihaskudoksen toimintaa säätelee autonominen hermosto, joten sitä ei voida käyttää tietoisesti. Sileä lihaskudos on tärkeä osa kehon toimintaa, sitä on yleensä putkimaisten ja pussimaisten elinten sisäpinnoilla. Tällaisia elimiä ovat verisuonten seinämät, joihin sileä lihaskudos tuo joustavuutta, ruuansulatuskanava, virtsatiet ja sukupuolielin. Solujen koko ja muoto vaihtelee, mutta niiden koostumus on samanlainen. Solut muodostuvat yhdestä tumasta sekä aktiini- ja myosiiniproteiinista, joiden avulla voidaan supistaa lihasta. Aktiini ja myosiini eivät ole järjestäytyneet tiettyyn järjestykseen. (Weaver 2012,35–36.)

Sydänlihaskudosta on nimensä mukaisesti vain sydämessä. (Lihateollisuuden tutkimuskeskus n.d.a, 5.) Sydänlihas supistelee rytmikkäästi koko eläimen elämän. Rakenteeltaan lihaskudos on juovikas, sen pinnassa on haaroittuneita kollageeni säikeitä. (Weaver 2012,36.)

Liikkumiseen tarvittavat lihakset muodostuvat poikkijuovaisesta lihaskudoksesta. Lihasten toimintaa säädellään tahdonalaisesti. (Lihateollisuuden tutkimuskeskus, n.d.a., 3.) Lihaksen filamentit ovat järjestäytyneet niin, että se näyttää poikkijuovaiselta. Poikkijuovaiset lihakset kiinnittyvät luihin usein jänteiden avulla, jolloin on mahdollista tuottaa liikettä. Lihassolujen koko vaihtelee 10 µm:stä aina muutamaan senttimetriin. Koska lihassolut ovat pitkiä, ne ovat monitumaisia, jotta koko soluun saadaan toimitettua geneettistä materiaalia. (Weaver 2012, 36.)

2.2 Poikkijuovainen lihaskudos

Lihakset muodostuvat lihassoluista eli lihassyistä. Lihassyt muodostavat kimppuja, joista lihas rakentuu. (Lihateollisuuden tutkimuskeskus, n.d.a, 3.) Koko lihasta ympäröi sidekudoskalvo, epimysium, joka koostuu kollageenista (Greaser & Guo, 2012, 64). Kalvon alla on useampia lihassykimppuja, joita myös ympäröi sidekudoskalvo, perimysium. Sidekudoskalvot pitävät lihaksen koossa, kuten kuvassa 1 (s. 3).



Kuva 1. Lihaksen rakenne(Kodin terveystieto. Viitattu 26.06.15. Saatavissa <https://www.netikka.net/mpeltonen/siirretyt/tekstit/ihmis/ikuvat/lihas.jpg>)

Lihassoluja ympäröi myös sidekudoskalvo, endomysium, jonka alla on sarkolemma eli solukalvo. Solun sisällä on soluneste, jossa sijaitsee lihaksen liikkeen aikaan saavat osat, myofibrillit eli lihassäikeet. Myofibrillit muodostuvat sarkomeereista, jotka rakentuvat pääosin aktiini- ja myosiinifilamentista. Lihaksen supistumisen saa aikaan aktiini- ja myosiinifilamenttien liukuminen lomittain. (Lihateollisuuden tutkimuskeskus, n.d.a., 3.)

2.2.1 Sidekudos

Sidekudos koostuu kollageenisäikeistä, jotka ovat suorita, joustamattomia ja haaroittumattomia, sekä elastiinista, joka on joustavaa, haaroittunutta ja väriltään kellertävää. Kollageeni on yksi harvoista proteiineista, joka sisältää suuria määriä hydroksiprolini aminohappoa noin 12,8 %. Kollageeni muodostuu polypeptidiketjusta, jonka primaari rakenne koostuu toistuvasta glysiini-proliini-hydroksiprolini-glysiini-jokin muu aminohappo aminohappoketjusta. (Lawrie 2006, 45.)

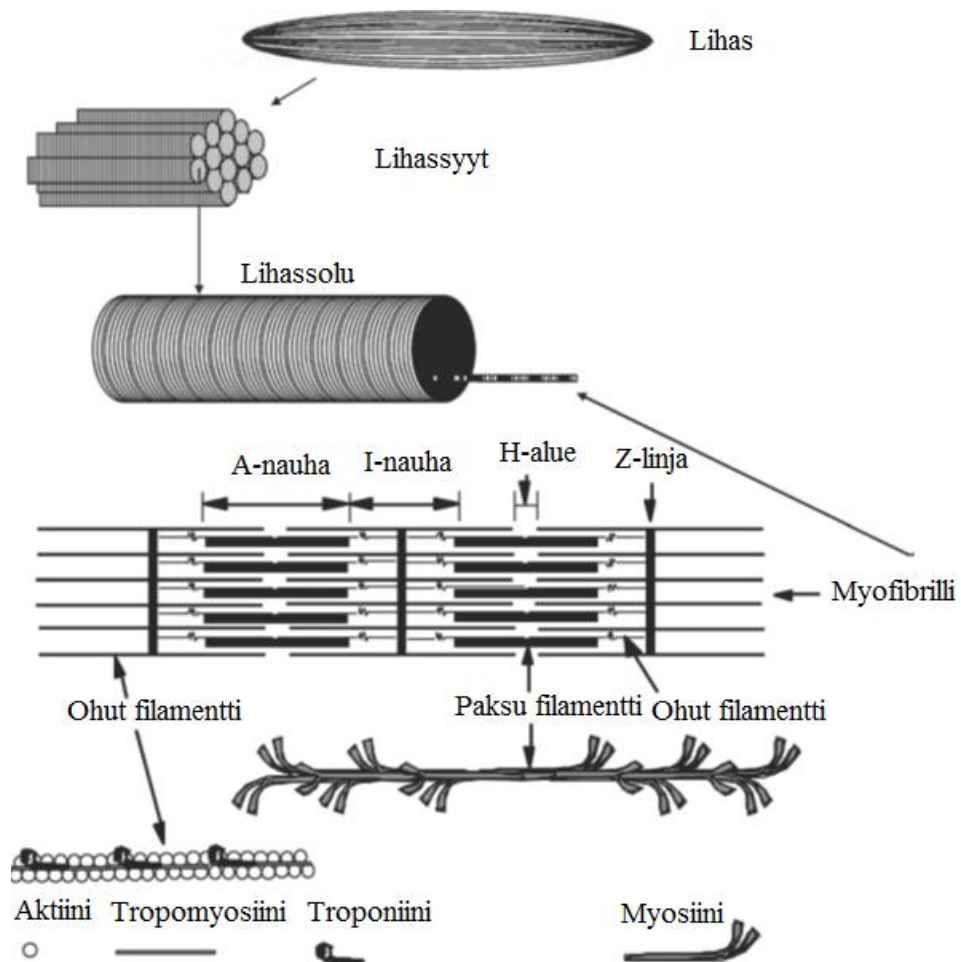
Ketjujen aminohappojärjestyksen määräävät eri geenit, jotka usein sijaitsevat eri kromosomeissa. Polypeptidiketjujen järjestäytyessä muodostuu erilaisia rakenteita, kuten α -ketjuja, joista muodostuu järjestäytyessään kolmois-alfa-kierre. Esimerkiksi tropokollageenimolekyylit muodostuu useasta kolmois-alfa-kierteestä. Proliniin ja hydroksiproliniin määrä on suoraan verrannollinen molekyylin lämmönsietokykyyn. (Lawrie 2006, 45.)

Tropokollageenimolekyylit järjestyvät ja muodostavat fibrillejä eli säikeitä, joista kollageeni muodostuu. Erilaisia kollageenimuotoja on eristetty ja tunnistettu ainakin 12. Vain neljää kollageenityyppiä uskotaan olevan lihaksessa, I- ja III -tyypin kollageenia on epimysium, perimysium ja endomysium, tyvikalvo koostuu IV-tyypistä. Pieniä määriä tyyppiä V on endomysium ja perimysiumissa. (Lawrie 2006, 45.)

2.2.2 Lihassyt

Lihassykimppujen koko määrittää lihaksen rakenteen. Esimerkiksi silmiä liikuttavat lihakset ovat hienorakenteisempia kuin jalan lihakset. Lihassyt eivät kiinnity suoraan luuhun, jota ne liikuttavat. Lihaksen kalvot, endomysium, perimysium ja epimysium, kokoontuvat yhteen ja muodostavat jänteet, jotka kiinnittyvät luuhun. (Lawrie 2006, 45.)

Jokaisen myofibrillin päällä on sarkolemma eli lihassolun solukalvo. Solukalvon alla on sarkomeeri, jonka sisällä myofibrillit ovat. Myofibrillien ympärillä on solulima eli sarkoplasma, joka sisältää mitokondrion, lysosomit ja peroksisomit. Sarkomeeri muodostuu pääosin paksusta ja ohuesta filamentista, jotka saavat lihaksen liikkeen aikaa. Paksu filamentti on myosiini ja ohut filamentti aktiini. Sarkomeeri rajoittuu Z-linjojen väliin, kuten kuvassa 2. (Lawrie 2006, 53–56.)



Kuva 2. Lihaksen hienorakenne (Greaser, M. L., Guo, W., 2012. Postmortem Muscle Chemistry. Teoksessa Y.H. Hui (toim.) Hand book of meat and meat processing. CRC press Taylor & Francis Group, 64.)

Aktiinifilamentti muodostuu kahdesta nauhasta, jotka ovat kiertyneet spiraalimaisesti. Aktiinin ympärillä kulkee proteiinit tropomyosiini ja tasaisin välimatkoin troponiini. Myosiini koostuu kahdesta identtisestä osasta, jotka sisältävät pitkän hännän, kauluksen ja pään. Häntäosassa on kevyt meromyosiini, kauluksessa ja päässä raskas meromyosiini. Myosiinin osat asettuvat niin, että päät ovat vastakkain kohti Z-linjaa. M-linja kulkee keskellä myosiinifilamenttia, jossa myosiinin häntäosat yhdistyvät M-sillalla. A-nauha muodostuu myosiinista ja I-nauha-aktiinista. (Lawrie 2006, 53–56.)

2.2.3 Rasvakudos

Eläimellä on rasvaa eri kohdissa ruhoa. Rasvat voidaan jakaa sijainnin perusteella ryhmiin, joita ovat lihaksen sisäinen rasva, lihasten välinen rasva, nahanalainen rasva ja ontelorasvat. (Leino, Kohtala, Kymäläinen, Tarvainen & Henriksson 2007, 26) Lihaksensisäinen rasva on lihassykimppujen välissä sekä lihassolujen mm. solukalvossa (Júarez, Aldai, López-Campos, Dugan, Uttaro & Aalhus. 2012, 181). Rasvan määrä vaihtelee eläimen kuntuoluokan mukaan. Eläimen ylimääräinen energia varastoidaan rasvakudokseksi. Nahanalainen rasvakudos on noin 50% kaikesta eläimen rasvasta, lihasten välinen noin 15%, lihaksensisäistä noin 25% ja sisäelinten ympärillä noin 10%. (Pesonen 2015, 23.)

Eläimen rasvapitoisuus muuttuu elämän aikana. Nahanalainen rasva lisääntyy yleensä eläimen vanhetessa. Rasvaisuuteen vaikuttaa eniten lihaksen koostumus. Lihassyiden muu koostumus on lähes vakio, mutta rasvan määrä voi vaihdella 1–15 %. Yleensä naaraan ovat uroksia rasvaisempia. Lihaksen sisäinen rasva eli marmoroituminen on yleensä yhteydessä eläimen kokonaisrasvapitoisuuteen. Myös rotu vaikuttaa rasvan laatuun ja määrään. (Pesonen 2015, 23.)

3 MUREUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Mitä suurempi puremisvastus lihassa on, sitä sitkeämpää se on. Murea liha saadaan hienonnettua suussa helpommin kuin sitkeä liha. Usein sitkeä liha, jota ei saada suussa pureksittua hienojakoiseksi, tuntuu myös kuivalta ja mauttomalta. Lihan mureuteen vaikuttaa sen sisältämän sidekudoksen laatu ja määrä. Mitä enemmän, paksumpaa ja kiinteämpää lihan sisältämä sidekudos on, sitä sitkeämpää se on. (Lihateollisuuden tutkimuskeskus, n.d.a., 14.)

Kuluttajat arvottavat mureuden päätekijäksi, joka määrittää lihan syönti laadun. Mureus muodostuu mekaanisesta (kovuudesta, kiinteydestä, elastisuudesta), partikkelien (rakeisuudesta ja säikeisyydestä) ja kemiallisista osatekijöistä (mehukkuudesta ja öljyisyydestä). (Brewer 2010, 25.) Mureus havaitaan kolmesta päätekijästä: kuinka helposti hampaat pureutuvat lihan läpi, kuinka helposti liha saadaan paloitetua

suussa ja kuinka paljon lihaa jää suuhun pureskelun jälkeen. (Lawrie 2006, 304.)

3.1 Ennen teurastusta

Eläimen laji ja ruhon osa vaikuttavat lihan mureuteen. Naudanliha on sitkeämpää kuin sian- ja broilerinliha. Naudan ruhonosista filee on mureinta, johtuen sen vähäisestä sidekudoksen määrästä ja pienistä lihassyistä.

(Lihateollisuuden tutkimuskeskus, n.d.a., 14.) Lihaksen sisältämän kollageenin määrä on sitä korkeampi mitä enemmän lihasta käytetään, jolloin lihas on vähemmän murea (Brewer 2010, 26).

Myös lajien sisällä on rotukohtaista vaihtelua mureudessa. Naudoilla *Bos indicus* rodun lihan on todettu olevan sitkeämpää kuin *Bos taurus* rodun liha. *Bos indicus* rodun sitkeyden selittää sen vähäisempi postmortemproteolyysi, joka johtuu pienemmästä kalpaiiniaktiivisuudesta. (Aaltonen 2014, 14). Lajin sisäinen genotyyppi vaikuttaa myös lihaksen rakenteeseen pääasiassa sidekudokseen (kollageenin silloittuneisuuteen ja liukoisuuteen), määrään ja lihaksen sisäiseen rasvaan. Perimä vaikuttaa myös lihasyiden, nopeat ja hitaatsolut, jakaumaan lihaksessa. (Brewer 2010, 26.) Eläinten kesyttäminen on johtanut siihen, että on tietoisesti valittu, yksilöitä joilla on suurempi lihasmassa. Korkeampi lihasmassa taas johtuu suuremmista lihas syistä, eikä lihassyiden suuremmasta määrästä. Lihassyiden koko on yksi mureuteen vaikuttavista tekijöistä. (Júarez ym. 2012, 185.)

Eläimen ikä vaikuttaa ratkaisevasti mureuteen. Vanhan eläimen liha on sitkeämpää kuin nuoren. Vanhalla eläimellä kollageenin kokonaismäärä kasvaa ja liukoisen kollageenin määrä vähenee. Toisaalta mureus kasvaa naudoilla 9 ja 18 kuukauden välillä, koska luuhun ja lihakseen verrattuna hitaammin kasvavan lihaksen sisäisen- ja ulkoisenrasvan osuus kasvaa. (Júarez ym. 2012, 185–186.)

Stressi ennen teurastusta vaikuttaa lihan pH:n laskuun teurastuksen jälkeen. Pitkään stressaantuneen eläimen glykogeenivarastot ovat pienet, jolloin teurastuksen jälkeen lihan pH jää normaalia korkeammaksi, koska lihakseen muodostuva maitohapon määrä on normaalia pienempi. Naudoilla esiintyy tervalihaa. Tervalihaksi luokitellaan liha, jonka pH on yli 6. Tervaliha eli DFD (dark, firm ja dry) on tummaa, kiinteää ja kuivaa. Lihan korkean pH:n takia sen säilyvyys on heikkoa, koska se antaa kasvualustan bakteereille. Wulf ja muiden (2002) mukaan tervaliha laskee mureutta. (Júarez ym. 2012, 187.) Stressi juuri ennen teurastusta johtaa joillakin eläimillä nopeaan maitohapon muodostumiseen. Tällaista lihaa kutsutaan PSE-lihaksi. PSE tulee sanoista pale (vaalea), soft (pehmeä) ja exudative (vetinen). Kun pH laskee ruhon ollessa vielä lämmin, sen myofibrilliproteiinit denaturoituvat, joka laskee lihan vedensidontakykyä. PSE-lihaksi määritellään liha, jonka pH on alle 5,8, kun teurastuksesta on kulunut 45 minuuttia. PSE-lihaisuus on ongelma sioilla. (Lihateollisuuden tutkimuskeskus, n.d.a., 12–13.)

3.2 Teurastuksen jälkeen

Jonkin aikaa teurastuksen jälkeen eläimen elimistö toimii periaatteessa samalla tavalla kuin elävälläkin, mutta veri ei kuljeta happea lihaksiin eikä kuona-aineita pois lihaksista. Lihakset sisältävät pienen määrän varastoitunutta energiaa glykokeenina sekä kreatiinifosfaattiin sitoutuneena, josta muodostetaan glukoosia. Kun lihaksessa on happea, se käyttää glukoosin puhtaasti energiaksi, hiilidioksidiksi ja vedeksi.

Teurastetusta eläimestä valutetaan veri pois. Veri kuljettaa hapen lihaksille, kun hapenkuljetus loppuu, tuotetaan energia lihaksille anaerobisesti. Anaerobisesti poltettu glukoosi muodostaa energiaa ja maitohappoa. Lihaksen sisältämä ATP:sta, glykokeenista ja kreatiinifosfaatista saatava energia riittää noin 75 sekunniksi hapettomissa olosuhteissa. ATP kuluu ADP:ksi ja lopullisesti IMP:ksi (inosiini monofosfaatiksi), kun energia on käytetty kokonaan syntyy kuolonkankeus. (Mota-Rojas, Roldán-Santiago & Guerrero-Legarreta. 2012, 326.) Kuvassa 3 (s. 8) on esitetty muutokset lihaksessa, kun teurastetun eläimen verenkierto lakkaa.

Lihaksen pH laskee teurastuksen jälkeen, koska siihen muodostuu maitohappoa glykolyysin lopputuotteena. Kuolleessa eläimessä veri ei kuljeta maitohappoa pois lihaksesta, jolloin pH laskee nopeasti. Maitohappoa kertyy enemmän levänneeseen lihakseen jossa on täydet energiavarastot kuin rasitettuun lihakseen. Lihan normaali lopullinen pH asettuu välille 5,3–5,6.

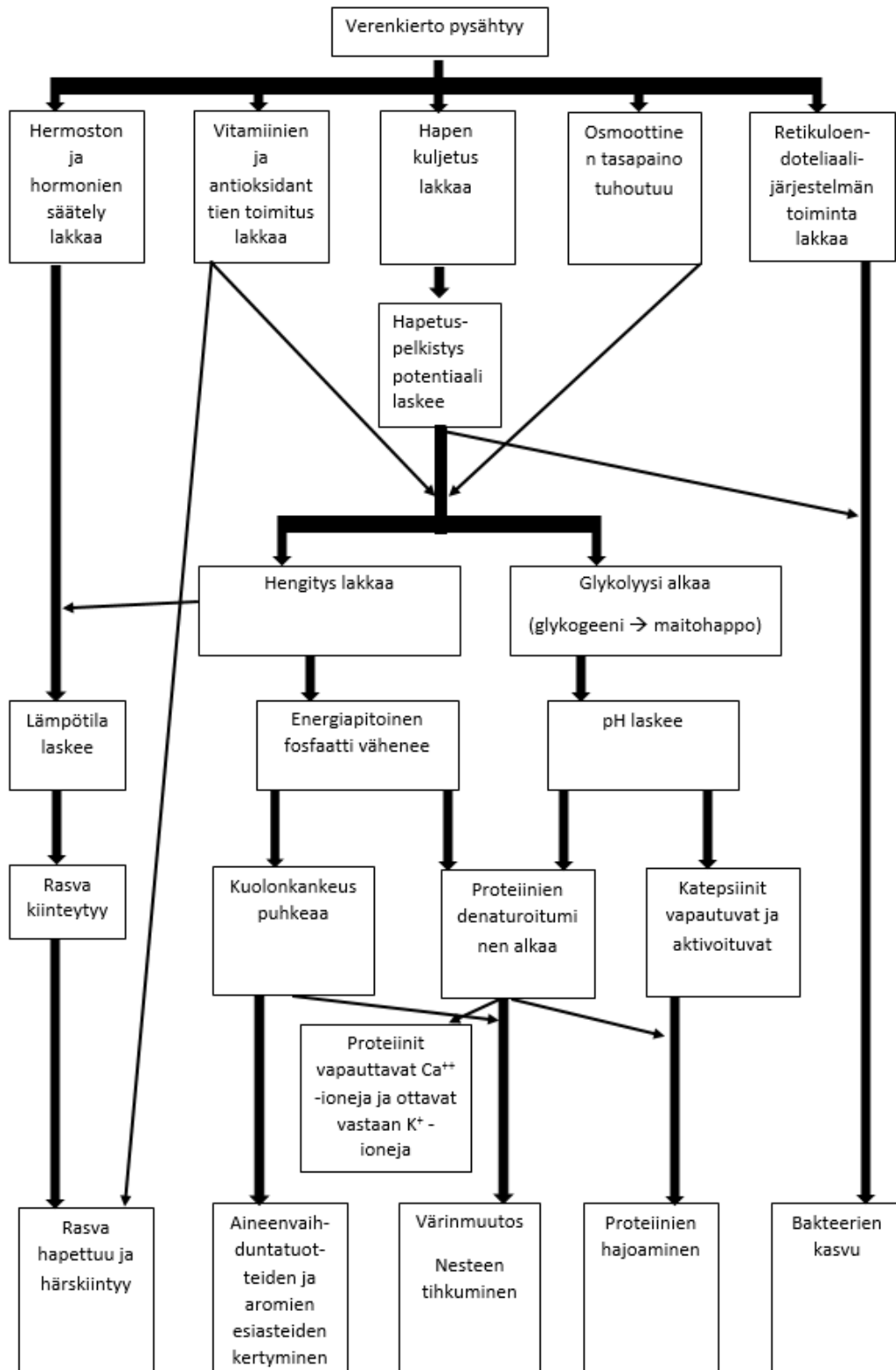
(Lihateollisuuden tutkimuskeskus, n.d.a., 10–12.)

Verenkierron pysähtyttyä hermoston ja hormonien säätely lakkaa toimimasta. Kun hermosto ei toimi, lihasten autonominen toiminta lakkaa, jolloin ruhon lämpö laskee. Lämmön ollessa tarpeeksi alhainen rasva kiinteytyy. Hapen puutteesta johtuen hapetus-pelkistyspotentiaali laskee. Pienentyneen hapetus-pelkistys potentiaalın takia ATP-synteesi lakkaa, jolloin uutta ATP:ta ei muodostu. Kun energiaksi käytettävä ATP loppuu, niin hengitys lakkaa, mikä johtaa energiapitoisen fosfaatin vähenemiseen. Kuolonkankeus eli rigor mortis syntyy lihakseen, kun myosiini- ja aktiinifilamentteja erillään pitävä energia on kulutettu lihaksesta. Myosiinin pää sitoo aktiinin, jolloin lihaksen venyvyys katoaa ja muodostuu aktomyosiinisidos. Elävässä lihaksessa energia vetää aktiinin ja myosiinin erilleen lihassupistumisen jälkeen. (Greaser & Guo 2012, 64.)

Proteiinien denaturoituessa niiden molekyylit sekoittuvat, kun koossa pitävä energia ATP häviää. Eniten denaturoitumista tapahtuu yli 25 °C ja alle 0 °C:ssa. pH:n laskun johdosta lihaksista vapautuu katepsiineja, jotka ovat proteolyttisiä entsyymejä. Proteolyttiset entsyymit pilkkovat tehokkaasti denaturoituneita proteiineja, mikä lisää lihan mureutta raakakypsytyksen aikana. (Lawrie 2006, 147–152.)

Kuoleman jälkeen ja raakakypsytyksen aikana lihaan kertoo makua ja aromeita. Kun liha saavuttaa lopullisen pH:n on ATP hajonnut inosiini hapoksi, epäorgaaniseksi fosfaatiksi ja ammoniakiksi. Edelleen inosiini happo hajoo fosfaatiksi, riboosiksi ja hypoksantiiniksi. On todettu

että, lisäämällä eristettyä hypoksantiinia lihaan sen maku paranee. Inosiinihaposta pystytään valmistamaan liha-aromia. (Lawrie 2006, 155.)



Kuva 3. Muutokset lihaksessa, kun verenkierto pysähtyy (Lawrie, R. A. 2006. Lawrie's meat science Seventh edition. Boca Raton. Boston. New York. Washington, DC: CRC press, 140.)

Ruhon lämpötilaa lasketaan teurastuksen jälkeen, jotta haitallisten mikrobin kasvu ruhossa lakkaa. Ruhon lämpötilan lasku hidastaa lihaksessa tapahtuvia kemiallisia reaktioita. Jäähdytystekniikka ja säilytyslämpötila vaikuttavat ruhon ominaisuuksiin. Jäähdytyksen aikana lihan pinta kuivuu, josta syntyy painohävikkiä, mutta se ehkäisee mikrobin kasvua lihan pinnalla. (Pesonen 2015, 35.)

Liian nopea jäähdytys voi johtaa lihan kylmäsupistumiseen. Mikäli lihaksen lämpötila laskee alle +10 °C ennen kuin lihan pH on alle 5,9, lihas kylmäsupistuu. Kylmäsupistuminen tapahtuu vain punaisia lihassoluja sisältävässä lihaksessa. (Lihateollisuuden tutkimuskeskus. n.d., 14.)

Kylmäsupistuminen on melko hidas prosessi, se voi kestää aina minuutista tuntiin. Supistuminen tapahtuu ennen lihaksen ATP-tason laskua. Kylmäsupistumisen uskotaan johtuvan soluliman kalsiumpitoisuuden kasvusta. Kalsiumpitoisuuden kasvu johtuu lämpötilan laskusta, joka hidastaa solukalvolla sijaitsevien kalsiumpumppujen toimintaa. Lihaksen supistuminen on heikompi kohonneesta kalsiumin määrästä johtuen. Kun kalsium ei vapaudu solulimasta, laskee myös myofibrillin ATPaasi entsyymien aktiivisuus, joka kasvattaa glykolyysin nopeutta. (Greaser & Guo 2012, 73.) Kylmäsupistuneen lihan sarkomeerit lyhenevät ja liha sitkistyy (Aaltonen 2014, 15).

3.3 Mureutusmenetelmät

Mureutusmenetelmät voidaan jakaa kolmeen ryhmään luontaisiin, fysikaalisiin ja kemiallisiin. Luontaisia mureutusmenetelmiä ovat mm. kasveista saatavat entsyymit ja pH:ta laskevat mehut. Fysikaalisilla menetelmillä lihaksen sidekudosrakennetta rikotaan leikkaamalla, pistämällä tai altistamalla se rasitukselle. Kemiallisesti mureutta voidaan nostaa esimerkiksi marinadilla.

3.3.1 Raakakypsytytys

Nykyään raakakypsytytys tapahtuu yleensä vakuumiin pakattuna. Ruho leikataan ja fileet sekä paistit pakataan. Säilytys tapahtuu hieman yli +0 °C lämpötilassa. Korkeampi lämpötila nopeuttaa raakakypsytyksen prosessia. (Lihakoulu – blogi 2014.) Perinteisessä raakakypsytyksen menetelmässä ruhoa ei suojata vaan se kypsytetään kokonaisuutena varastossa. Perinteinen menetelmä vaatii raakakypsytystilän olosuhteiden hallintaa lämpötilan ja kosteuden osalta, myös hygienia on otettava tarkasti huomioon.

Raakakypsytyksen vaikutuksen on havaittavissa 14–21 päivän kuluessa sen aloittamisesta. (Pesonen 2015, 84–85.)

Kuoleman jälkeen lihasten rakenne muuttuu, kun niitä koossa pitävä energia, kuten ATP, loppuu. Proteiinien denaturoituminen alkaa tapahtua kun lihaksen pH laskee alle 5,5 ja lämpötila on yli 25 °C tai alle 0 °C (Lawrie 2006, 141 – 142.) Tällöin alkaa toimia lihaksissa proteolyttiset entsyymit eli proteiineja hajottavat entsyymit. Nämä entsyymit hajottavat rigor mortiksessa syntyneitä aktomyosiini sidoksia ja kuolonkankeus laukeaa. (Lihateollisuuden tutkimuskeskus n.d.a., 13.)

Raakakypsymisen aikana lihassäikeiden ja soluliman proteiinit denaturoituvat vaihtelevissa määrin. Ennen kuolonkankeutta liha on mureaa ja notkeaa kypsennettäessä. Kuolonkankeudessa liha muuttuu joustamattomaksi ja sitkeäksi kypsennettäessä. Lihaksen kaikki proteiinit eivät denaturoidu, kuten kollageeni ja elastiini. Raakakypsymisen edetessä lihas tulee jälleen notkeaksi, mutta pysyy joustamattomana. (Lawrie 2006, 142.)

Myofibrilliproteiinien ”ulos vetäytyvyys” vaikuttaa eniten lihaksen pH. Korkeampi pH johtaa parempaan ”ulos vetäytyvyys”. Post mortem lämpötila on myös tärkeä, sillä korkea lämpötila heikentää ”ulos vetäytyvyyttä”, joka johtuu sarkoplasman proteiinien saostumisesta. (Lawrie 2006, 143.)

3.3.2 Riiputus

Riiputuksessa on käytössä tällä hetkellä kaksi eri tekniikkaa, akillesjänne- ja tender stretch -tekniikat. Akillesjänneriiputus on perinteinen tapa mureuttaa ruhon lihaksia. Kun ruhoja riiputetaan akillesjänneestä, tilavaatimukset ovat pienemmät kuin tender stretch -tekniikalla riiputettaessa. Riiputettaessa lihaa akillesjännetekniikalla ruhon selkä kaareutuu ja selän lihakset lyhentyvät. Lyhentyneessä lihaksessa sarkomeerit voivat tarttua toisiinsa, mikä aiheuttaa lihan sitkistymistä. (Pesonen 2015, 81.)

Tender stretch -tekniikassa ruhoa riiputetaan lantioluusta tai lantion jänteistä. Tätä tekniikkaa suositellaan käytettäväksi ennen rigor mortiksen syntyä eli ennen kuin ruhon pH on alle 6. Kun ruho riippuu lantiosta, selkäranka pyöristyy, jolloin selän lihakset venyvät ja sarkomeerien pituus kasvaa. (Pesonen 2015, 82–83.)

3.3.3 Fysikaaliset mureutusmenetelmät

Näitä mureutusmenetelmiä käytetään yleensä laukatuille täyslihatuotteille. Liha kuljetetaan veitsi- tai neulamureuttajan läpi, jossa lihan pinta rikotaan joko terävillä veitsillä tai useilla neuloilla. Rikottaessa lihan pinta vapautuu proteiineja, jotka sitovat vettä. Lihaksen osista osa myofibrilleista, lihassyistä ja -kimpuista, kollageenista ja elastiinistahajoavat. (Júarez ym. 2012, 190.) Käsittely nopeuttaa laukan

tasaantumista lihassa. Laukatut lihat voidaan myös ajaa telojen läpi, jotka tuottavat paineen lihaan ja laukka sitoutuu myofilamenttien väliin. (Lihateollisuuden tutkimuskeskus n.d.b., 10.)

Mureuttajien käyttöön yhdistetään yleensä tumblaus tai maseeraus eli hiertäminen. Tumblaus ja hiertäminen tapahtuvat pyörivässä rummussa. Tumblauksessa liha nousee rummun pyöriessä reunoilla olevien laippojen avulla ylös ja tippuu sieltä rummun pohjalle. Osuessaan rummun pohjalle, iskuenergiasta lihan rakenne löystyy ja siitä vapautuu proteiineja. Suola vetää suolaliukoiset proteiinit pääasiassa aktomyosiinin erilleen, jolloin proteiinit turpoavat, mikä kasvattaa vedensidontakykyä. (Juarez ym. 2012, 190.) Irronneet proteiinit kulkeutuvat lihan pintaan ja muodostavat sitovan kerroksen. Maseeraus tapahtuu joko hiertorummussa tai astiassa, jossa on sekoitin. Lihan palat hiertyvät toisiaan vasten, joka vapauttaa proteiineja. Tumblaus ja maseeraus tapahtuvat tyhjiössä, joka estää tuotteen vaahtoutumisen. (Lihateollisuuden tutkimuskeskus n.d.b., 10–11.)

3.3.4 Sähköstimulointi

Sähköstimulointi nopeuttaa pH:n laskua ja kuolonkankeuden syntyä. Kuolonkankeuden nopeutuminen selittyy kohonneella glykolyysin nopeudella. Sähköstimuloinnin mureuttava vaikutus johtuu Ca^{2+} -ionin vapautumisesta sarkoplasmasta. Ioni aktivoi myosiini ATPaasin, joka edistää lihasten supistumista. Lihasten supistuessa vapautuu kalsiumia, joka stimuloi kalpaiineja, jotka häiritsevät Z-linjaa. Lihaksen lämpötila on edelleen korkea ja pH yli 6,5, jolloin kalpaiinit ovat aktiivisia. Lysosomeista vapautuu myös katepsiineja, jotka edistävät lihaksen proteolyysia. (Mota-Rojas ym. 2012, 325–328.)

Sähköstimulointi kuluttaa kaiken ATP:n, koska energiaa ei käytetä proteiinien polymerisaatioon, vaan lihasten supistamiseen. Sähköstimulointi minimoi aktomyosiini muutokset. Sähköstimulointi parantaa lihan mureutta ja laatua sekä nopeuttaa raakakypsytysohjelmia. Sähköstimuloidut ja raakakypsytyt ruhot ovat mureampia kuin ainoastaan raakakypsytyt ruhot. Sähköstimulointi ehkäisee kylmäsupistumista lyhentämällä rigor mortiksen hidasta vaihetta. Myofibrillien rakenne rikkoontuu sähkövirran aiheuttamien kovien lihassupistuksien aikana. (Mota-Rojas ym. 2012, 325–328.)

Sähköstimulointi voi tapahtua matalalla tai korkealla jännitteellä. Molemmilla keinoilla tavoite on sama, mutta toiminta eroaa toisistaan. Matalajännite stimulointi tapahtuu alle 150 V ja korkeajännite stimulointi tapahtuu, jopa 1130 V. Matalajännite stimuloi hermoja, kun taas korkeajännite suoraan lihaksia. Muita muuttujia on taajuus, stimulointiaika, virran muoto ja purkauksen pituus. (Mota-Rojas ym. 2012, 324.)

3.3.5 Entsyymit

Liha mureutuu raakakypsytyksen aikana sen sisältämien proteaasientsyymien vaikutuksesta. Lisäämällä kasvi- tai mikrobiperäisiä proteaaseja voidaan tehostaa lihan mureutumista. Käytetyimpiä kasviensyymejä ovat papaiini (papaijan maitiaisnesteestä), bromelaiini (ananaksen varresta) ja fisiini (fiikuskasvien maitiaisnesteestä). Sieni- tai bakteerientsyymit hajottavat lihassyiden proteiineja, kun taas kasvien entsyymit hajottavat kollageenia sekä elastiinia (Júarez ym. 2012. 191).

Entsyymit rikkovat vain tiettyjä lihaksenrakenteita, jolloin entsyymin valinta tulee kohdistaa oikein. Haluttaessa nopeuttaa raakakypsymistä käytetään entsyymejä, jotka rikkovat myofibrilliproteiineja. Paljon kollageenia sisältävän lihan mureutukseen valitaan kollageenia rikkova entsyymi. Kollageenin pilkkominen on vaikeaa sen rakenteesta johtuen. Mikäli kollageenia saadaan entsyymeillä pilkottua, usein lihaksen proteiinit ovat silloin jo denaturoituneet liian pehmeäksi. (Honkapää & Lantto n.d.)

Kollageenaasi on entsyymi, jolla olisi mahdollista mureuttaa lihaa pilkkomalla kollageenia vahingoittamatta punaista lihaa. Elintarvikekäyttöön soveltuvaa kollageenaasia ei ole saatavilla. Tutkimuksissa on käytetty kollageenaasia, joka on eristetty nisäkkäistä tai patogeenisten mikrobien sivutuotetta, jolloin näitä ei voida kuluttajatuotteissa käyttää. (Honkapää & Lantto n.d.)

3.3.6 Pakkaus

Lihan raakakypsyminen ja sen mureutuminen jatkuu siihen asti, kun se on kypsennetty. Suomessa myytävästä lihasta 80 % on pakattu suojakaasupakkauksiin. On todettu, että suojakaasupakkauksessa myytävien lihojen mureus- ja makuominaisuudet ovat heikommat kuin vakuumiin tai kelmuun pakatut lihat. Suojakaasun happi pysäyttää mureutumisen, kun lihan luontainen proteolyysi lakkaa. Lihasta tulee sitkeämpää, kun sen proteiinit hapettuvat ja maku muuttuu, kun rasva härskiintyy. (Pesonen 2015, 86.)

4 MARINADI

Marinointi on tapa, jolla voidaan maustaa ja mureuttaa lihaa pintaa syvemmillä. Marinadi parantaa lihan ulkonäköä, mureutta ja säilyvyyttä. (Leino ym. 49.) Teollisessa marinoinnissa on viisi käytettyä tapaa: uppomarinointi, hieronta, neulamarinointi, maseeraus- ja sekoitusmarinointi. Sekoitusmarinointia käytetään suikaleiden marinointiin ja muita tapoja kokonaisten lihasten marinointiin. (Williams 2012, 495.) Marinadin mureuttava vaikutus perustuu sen alhaiseen pH noin 4,5–4,9. Lihaksen sisältämä sidekudos turpoaa happamissa olosuhteissa, jolloin se on pehmeämpää ja liukoisempaa kypsennettäessä. (Mustalahti & Rönkkö 2004.)

4.1 Raaka-aineet

Toiminnallisten ainesosien lisääminen marinadiin voi parantaa tuotteen saantoa, kypsennyshäviötä, oksidatiivista ja mikrobiologista tasapainoa ja toiminnan tehokkuutta. Useilla raaka-aineilla on monia vaikutuksia tuotteeseen, kuten natriumkloridilla eli suolalla, joka sitoo vettä ja laskee veden aktiivisuutta sekä tuo makua tuotteeseen. (Smith 2012, 480.)

4.1.1 Vesi

Marinadin ainesosista veden määrä teollisuudessa valmistettavista marinadeista on yleensä suurin. Veden laatu vaikuttaa marinadin toimintaan ja lopulliseen lihatuotteen laatuun. Marinadiin vaikuttavia tekijöitä on veden kovuus, pH, liuenneet aineet ja lämpötila. (Smith 2012, 480.)

Veden kovuus mitataan kalsiumkarbonaatin määrästä, mitä pienempi kalsiumkarbonaattipitoisuus vedessä on, sitä pehmeämpää se on. Myös mineraalit, kuten kalsium ja magnesium, vaikuttavat useiden ainesosien liukoisuuteen negatiivisesti. Mikäli kaikki ainesosat eivät liukene veteen, se voi vaikuttaa myös marinadin toimivuuteen. (Smith 2012, 480.)

4.1.2 Öljy

Marinadeissa käytetään yleensä kasviöljyä, josta veden kanssa sekoitetaan tasainen ja pysyvä emulsio. Öljy antaa kypsennyksessä lihatuotteelle kauniin pinnan ja ehkäisee pinnan palamista. Öljy tasoittaa tuotteen maun, jolloin tuotteen maku on samanlainen läpi koko tuotteen. Marinadeja voidaan keventää korvaamalla osa tai kaikki öljy vedellä. (Mustalahti & Rönkkö 2004.)

4.1.3 Suola

Suola muodostuu 60,66% kloridista ja 39,34% natriumista. Suolakide on tasainen kuution muotoinen. Valmistamiseen voidaan käyttää useita tapoja, mutta yleisimpiä ovat aurinkokuivaus, haihduttaminen ja louhiminen suolakaivoksesta. Valmistustapa vaikuttaa suolakiteen kokoon, muotoon ja pintaan.

Suola parantaa makua ja mureuttaa lihaa, koska ioninen vahvuus kasvaa, nostaa vedensidontakykyä suolaliukoisissa proteiineissa ja nostaa mehukkuutta. Pääasialliset suolan tehtävät marinadissa ovat veden aktiivisuuden lasku, maku, ehkäistä mikrobien kasvua, nostaa suolaliukoisten proteiinien sidontaa, saantoa ja rakennetta, nostaa lihan ionista vahvuutta, nostaa vedensidontakykyä ja parantaa rasvansidontaa sekä emulsio-ominaisuuksia.

Suolan lisääminen on välttämätöntä, jotta aktiini- ja myosiiniproteiini saadaan erotettua ja liukenemaan. Kloridi-ioni on suolan osa, joka parantaa vedensidontakykyä nostamalla ionista voimaa. Negatiivisten

ionien määrä pitää lihan proteiinit poissa isoelektrisestää pisteestä, jolloin vedensidonta paranee. (Smith 2012, 481–482.)

4.1.4 Happamuudensäätöaineet

Happamuudensäätöaineilla voidaan muuttaa tai säätää elintarvikkeen happamuutta. Elintarvikkeen happamuus vaikuttaa sen säilyvyyteen. Kun pH on alle ,4 mikrobit tuhoutuvat helpommin ja bakteerien lisääntyminen lakkaa. Hapot ja happamuudensäätöaineet ovat listattu E-koodein E500-530. (Tuoteturvallisuusyksikkö 2009, 54.) Marinadien happamuutta voidaan säädellä myös happamilla nesteillä kuten etikalla.

4.1.5 Muunneltutärkkelys

Muunneltuja tärkkelyksiä käytetään marinadin rakenteen muokkaamiseen. Natiivien tärkkelysten ominaisuudet, kuten rakenne, koossapysyvyys ja jäähtyessä geelimäinen pinta ovat heikompia kuin muunnelluilla tärkkelyksillä. Ongelmana natiivien tärkkelysten käytössä marinadissa on myös se, että ne eivät liukene kylmään veteen, jolloin liuos ei geeliydy. (Cargill n.d.)

Yleisimmin raaka-aineina käytetään maissia, vehnää, tapiokaa tai perunaa. Tärkkelys koostuu kahdesta glukoosi polymeerista amyloosista ja amylopektiinistä. Amylopektiini on erittäin haaroittunut glukoosiketju ja amyloosi koostuu suorista glukoosimolekyyliketjuista (Smith 2012, 487). Näiden polymeerien suhteellinen osuus, rakenne ja raaka-aineen alkuperä vaikuttavat tärkkelyksen ominaisuuksiin. (Cargill n.d.)

Tärkkelyksiä voidaan muokata ominaisuus kerrallaan, mutta yleensä käytetään yhdistelmiä. Ominaisuuksia joita voidaan muokata, ovat polymeeri ketjujen silloittuminen, polymeeriketjujen muuttaminen monomeeriksi ja kylmä liukoisuus.

Muutoksia, joita saadaan aikaan oikealla kombinaatiolla:

- pienemmän energiamäärän tarvitseminen keitetessä (kohonnut geeliytyminen ja liisteröityminen)
- kohonnut liukoisuus
- korkeampi tai matalampi viskositeetti
- stabiilimpi rakenne jäähdytettäessä ja sulatettaessa
- kirkaampi massa
- korkeampi kiilto
- inhiboi geelin muodostumista tai parantaa geelin muodostumista ja vahvuutta
- kohonnut geelin vedensidonta
- parempi toimivuus muiden raaka-aineiden kanssa
- paremmat stabilointi ominaisuudet
- parempi filmin vedensieto
- parempi stabiilisuus happoa, lämpöä ja räsitusta vastaan.

(van Beynum & Roels 1996, 201.)

Marinadissa tärkkelyksillä hallitaan kosteutta. Tärkkelys sitoo tuotteesta irronnutta ja lisättyä nestettä parantaen mehukkuutta. Myös tuotteen ulkonäkö paranee, kun pakkauksen ja säilytyksen aikana irtoava neste sitoutuu tärkkelyksiin, eikä pakkauksen pohjalle. (Smith 2012, 488.)

4.1.6 Sakeuttajat

Sakeuttajat vaikuttavat merkittävästi marinadin rakenteeseen mm. paksuuteen ja lohkeavuuteen. Sakeuttajina käytetään hydrokolloideja, joka on yhteisnimitys sakeutus-, stabilointi- ja hyytelöintiaineille (Hietanen, 2015). Useimmat hydrokolloidit ovat suuri moolimassaisia biopolymeerejä, joko polysakkarideja tai proteiineja. (Degussa Food Ingredients n.d., 4)

Sakeuttamiseen käytettäviä polysakkarideja ovat mm. ksantaanikumi, karrageenit ja pektiini. Sakeuttajia on useita ja niillä on useita alkuperiä, kuten taulukko 1 (s. 15) osoittaa.

Merileivistä valmistetut	Kasvinsiemenistä valmistetut	Bakteerikäymisen avulla valmistetut	Puun mahlasta valmistetut	Kemiallisesti valmistetut
Karrageenit	Guarkumi	Ksantaanikumi	Arabikumi	CMC
Alginaatit	Johanneksenleipäpuujauhe	Gellaanikumi	Kairaijakumi	MC
Agar	Tarakumi		Tragantti	
käsitelty Euche-ma-levä				

Taulukko 1. Sakeuttajat ja niiden alkuperä (Hietanen, diat 2015)

Polysakkaridit jaetaan kahteen ryhmään homo- ja heteropolysakkarideihin. Homopolysakkaridi koostuu vain yhdenlaisista monosakkarideista ja heteropolysakkaridi vähintään kahdesta erilaisesta monosakkaridista. Hydrokolloidien ominaisuuksiin vaikuttaa niiden polysakkaridien rakenne. Liukoisuus, sakeutuvuus, stabiloivuus, geelivyvyys ovat ominaisuuksia, joiden takia niitä käytetään. Kun tiedetään polysakkaridien makromolekyylien koko, muoto, joustavuus ja kyky muodostaa ketjuja, pystytään arvioimaan sen ominaisuuksia. (Degussa Food Ingredients n.d., 4–5.)

Kun hydrokolloidi ei muodosta ristiliitoksia, sitä kutsutaan sakeuttajaksi. Tällaisten hydrokolloidien muodostaman liuoksen viskositeetti riippuu konsentraatiosta, ionisesta voimasta, lämpötilasta ja molekyyli-painosta. Hyvät sakeuttajat voivat sitoa tai immobilisoida suuria määriä vettä. (Degussa Food Ingredients n.d., 5–6.)

Haaroittuneet ja pallomaiset makromolekyylit vievät vähän tilaa, vaikka niiden molekyylipaino onkin suuri. Niiden sitoman veden määrä on pieni, jolloin viskositeetti on myös alhainen. Joustavat kerällä olevat molekyylit vievät enemmän tilaa vedessä, jolloin viskositeetti kasvaa. Tällaisia sakeuttajia ovat alginaatit ja galaktomannaanit. Jäykkiä sauvamaisia molekyyleja sisältävät sakeuttajat, kuten ksantaanikumi. Sekoitettaessa viskositeetti laskee, mutta sekoituksen loputtua palautuu sen vanha viskositeetti. (Degussa Food Ingredients n.d., 7.)

Geelityminen tapahtuu, kun makromolekyylit muodostavat kolmiulotteisen verkon. Makromolekyylit kiinnittyvät toisiinsa lyhyinä lohkoina niin sanotulla liitosvyöhykkeellä. Kiinnittymiseen voidaan vaikuttaa vapaiden ionien määrällä, tietyillä suoloilla, liukoisen kuiva-aineen määrällä ja pH:lla. Liitosvyöhykkeiden vahvuus ja lukumäärä määrittävät geelin voiman, elastisuuden (kyky palautua) ja onko geeli termisesti palautuva vai palautumaton. Geeli voi vahvistua ajan myötä, mutta myös kutistua ja hylkiä vettä. (Degussa Food Ingredients n.d., 8.)

4.1.7 Hapettumisenestoaineet

Hapettumisenestoaineet eli antioksidantit parantavat säilyvyyttä. Antioksidantit ehkäisevät rasvojen härskiintymistä sekä ehkäisevät A-, D-, E- ja B2-vitamiinien hajoamista. Hapettumisenestoaineina käytetään mm. askorbiinihappoa (E300), Natriumaskorbaatti (E301) ja tokoferoliute (E306). (Kahlos n.d., 2.)

Antioksidanteilla on kolme päätehtävää marinadissa. Hydroksyyliiryhmä toimii vedyn luovuttajana, joka kiinnittyy peroksidiin ja hidastaa hapettumisreaktiota. Antioksidantit sitovat myös kationeja, jotka aiheuttavat hapettumista sekä rasvahappojen ja fosfolipidien hydrolysoitumista. Hemoglobiinin rauta hapettuu ilman antioksidantteja. Antioksidantteja lisättäessä liha pysyy punaisena myös säilytyksessä. (Smith 2012, 489.)

4.2 Valmistus

Marinadin valmistus alkaa kuiva-aineseokseen tarvittavien raaka-aineiden punnituksella. Kun raaka-aineet on saatu punnittua, kaadetaan ne esimerkiksi kartiosekoittimeen, johon lisätään uutteen. Uutteet ovat yleensä nestemäisiä raaka-aineita, joilla voidaan korvata osa mausteista, kuten paprika tai pippuri. Sekoitetaan niin kauan, että seos on tasainen värittään ja partikkelikooltaan. Mikäli sekoitus aika on liian pieni saattavat uutteen jäädä paakulle seokseen. (Maustepalvelu Oy 2015.)

Marinadin tekemiseen varattuun astiaan annostellaan ensin vesi, jonka jälkeen lisätään kasviöljy. Vasta tämän jälkeen lisätään muut nestemäiset aineet, kuten hunaja, puna-, valko-, ja omenaviinietikka. Viimeisenä astiaan lisätään marinadiesiseos. Marinadi sekoitetaan sekoittimessa, jossa voi olla esimerkiksi laippasekoitin tai leikkaavat terät. Sekoittimen

kierrokset tulee olla tarpeeksi korkeat, että seokseen saadaan ilmaa, jotta sakeuttajat toimivat halutulla tavalla. Yleinen sekoitusaika on noin kolmeminuuttia. Valmis marinadi annostellaan pumpun avulla haluttuun annosastiaan. (Maustepalvelu Oy 2015.)

5 SOIJAKASTIKE JA SOIJAKASTIKKEEN VALMISTUSPROSESSI

Soijakastikkeet jaetaan kahteen ryhmään fermentoituihin ja kemiallisesti valmistettuihin soijakastikkeisiin. Fermentoiduissa soijakastikkeissa raaka-aineiden sisältämät proteiinit ja hiilihydraatit hydrolysoituvat hitaasti alle 30 °C lämpötilassa yli viisi kuukautta, kun taas kemiallisesti valmistetussa soijakastikkeessa hydrolysaatio tapahtuu nopeasti suolahapolla 8–10 tunnissa. (Steinkraus 2004, 12.)

Kemiallinen hydrolyysi on halpa ja nopea prosessi, mutta reaktion aikana tapahtuu sekundaarisia reaktioita. Hydrolyysin aikana syntyy ei haluttuja yhdisteitä, kuten furfuralia, dimetyylisulfidia, rikkivetyä, levuliinihappoa ja muurahaishappoa. Hiljattain on myös löydetty karsinogeenia, joita muodostuu hydrolyysin aikana suolahappoa käytettäessä. Toisaalta myös tärkeitä aminohappoja kuten tryptofaani tuhoutuu valmistuksen aikana. (Steinkraus 2004, 12.)

Japanissa on viisi erilaista soijakastiketyyppiä koikuchi (normaali soijakastike), usukuchi (vaalea soijakastike), tamari (vehnätön ja gluteeniton soijakastike), saishikomi ja shiro. Nämä viisi soijakastiketyyppiä Japanin hallitus tunnustaa soijakastikkeiksi. Jokaista soijakastiketta on kolmea tasoa: special, upper ja standardi. Tasot määritetään soijakastikkeesta aistinvaraisella arvioinnilla, pitoisuuksien määrittämisellä tyyppi, alkoholi ja liukoiset kiintoaineet (muut kuin natriumkloridi) ja väri. (Steinkraus 2004, 13–14.)

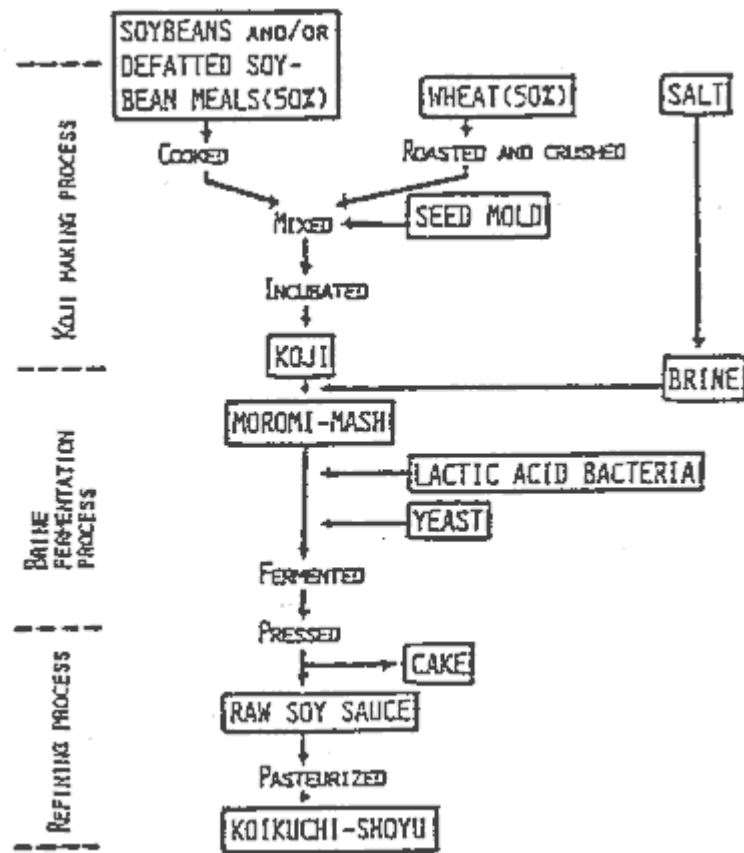
Special-taso on parasta laatua, jossa on vain mikrobiologisesti valmistettua soijakastiketta. 1986 Japanissa valmistetuista soijakastikkeista 74,8% oli fermentoituja ja 21,8% puolikemiallisia sekä 3,4 % kemiallisesti hydrolysoituja. (Steinkraus 2004, 12.)

Soijakastikkeen valmistuksessa on kolme päävaihetta: kojien valmistus, liemen fermentointi ja puhdistus. Luontaisesti valmistettu soijakastike valmistetaan soijapavuista, vehnästä, suolasta ja vedestä. Soijakastikkeen tyypilliset ominaisuudet saadaan soijapavun proteiineista. Vehnä tuo soijakastikkeen hienon hajun ja lisää makeutta. Suola toimii soijakastikkeen säilöntäaineena. Kuvassa 4 (s.18) on esitetty soijakastikkeen valmistuksen prosessit. (Kikkoman n.d.)

Kojien käyttö on tyypillistä Itämaisissa fermentoiduissa ruuissa, kuten soijakastike, miso, riisiviini (sake), riisiviina ja riisiviinietikka. Koji sisältää entsyymit, jotka muuntavat raaka-aineiden proteiinit ja hiilihydraatit sokereiksi, peptideiksi ja aminohapoiksi. Näistä tulee ravinteita maitohappobakteereille ja hiivoille myöhemmässä vaiheessa.

Kojin valmistuksessa aluksi soijapavut, rasvattomat soijahiutalet tai -ryynit liotetaan ja höyrytetään paineessa. Soijapavut keitetään noin 7 kg/cm² paineessa 15 sekunnin ajan tai jopa vähemmän jatkuvatoimisella keittimellä, joka mahdollistaa suuren paineen ja pienen keittoajan.

Vehnää paahdetaan 170–180 °C muutaman minuutin ajan ja se murskataan neljään tai viiteen osaan. Vehnä ja keitetty soja sekoitetaan, suhde vaihtelee riippuen halutusta soijakastiketyypistä. Seokseen ympätään koji startteri, joka sisältää *Aspergillus oryzae*-tai *Aspergillus sojae*-homeita. Yleensä kojista tulee keltainen vihertävä massa. Usukuchi- ja shirosoijissa käytetään sellaista *Aspergillus* lajia, joka ei käydessään värjää lientä. Kojia fermentoidaan kolmen päivän ajan. (Kikkoman n.d.)



Kuva 4. Soijakastikkeen valmistusprosessin vuokaavio (Berk, Z. 1992. Chapter 9 tofu, tempeh, soy sauce and miso. Viitattu 12.08.2015. Saatavissa <http://www.fao.org/docrep/t0532e/t0532e10.htm>)

Kerätty koji siirretään syvään fermentointiastiaan, jossa on suolaliuos (22–25%). Toisessa vaiheessa fermentoinnissa käytetään halofiilisiä maitohappobakteereja ja suolaa kestäviä homeita. Natriumkloridipitoisuus liemessä on 16–19 grammaa / 100 ml, mikä estää ei haluttujen mikrobien kasvun. Joissain soijissa käytetään ”soijapohjaa” eikä suolaliuosta. Astiassa oleva seos on nimeltään moromi tai moromimäski. Moromimäskiä fermentoidaan astiassa aina viidestä kahdeksaan

kuukauteen hallituissa oloissa, avataan välillä ilmastaen, sekoittaen ja stimuloiden mikrobikasvua. Usukuchi- ja shirosoijakastikkeissa fermentointiaika on lyhempi, jotta väriä ei ehdi syntyymään. (Steinkraus 2004, 16.)

Fermentoinnin aikana kojien entsyymit hydrolysoivat suurimman osan proteiineista aminohapoiksi ja peptideiksi. Suuri osa tärkkelyksestä muuttuu yksinkertaisiksi sokereiksi, joista fermentoituu maitohappoa, alkoholia ja hiilidioksidia. pH laskee 6,5–7:sta aina 4,7–4,8. Korkea suolapitoisuus rajoittaa muutaman halutun osmofiilisen, osmoottisessa paineessa elävien, mikrobin kasvua. (Steinkraus 2004, 17.)

Moromimäskin ensimmäisessä vaiheessa *Tetragenococcus halophilus* (halofiilinen maitohappobakteeri) kasvaa ja muodostaa maitohappoa, jolloin moromin pH laskee. Koikuchi ja usukuchi soijassa käytetty *zygosaccharomyces rouxii* (suolaa kestävä hiiva) kasvaa nopeasti moromin pH:n laskiessa. Tuloksena voimakas hiivan kasvu ja etanolin määrä moromin nesteessä kasvaa 2–4 %. Samaan aikaan *Z. rouxii* tuottaa useita yhdisteitä, jotka vaikuttavat makuun, kuten estereitä, orgaanisia happoja, alkoholeja ja aldehydejä. Tamari-soijassa *Z. rouxii* ei kasva hirveästi, koska sen sokeripitoisuus on pieni ja korkea typpipitoisuus inhiboi kasvua. Tämän takia Tamari soijassa ei ole niin hyvä ja vahva tuoksu, joka muodostuu hiivan kasvun aikana. (Steinkraus 2004, 20.)

Soijakastikkeen valmistuksen viimeinen vaihe on kastikkeen puhdistus, joka sisältää suodatuksen ja pastöroinnin. Kypsä moromimäski laitetaan kankaan sisään ja painetaan mekaanisesti koneella, niin kauan, että kankaan sisällä olevan moromimäskin vesipitoisuus on vähemmän kuin 25 %. Raaka soijakastike jätetään selkiytysaltaaseen kolmeksi päiväksi, jossa sakka valuu pohjalle ja rasva nousee pintaan. Kirkastettu soijakastike ajetaan putkistoon, jossa se pastöroidaan, jotta entsyymiaktiivisuus laskee ja laatu tasoittuu (Kikkoman n.d.). Lämmityksen aikana syntyy yhdisteitä kuten aldehydejä, asetaaleja, tioleja, orgaanisia happoja, pyratsiineja ja furfuraaleja, jotka tekevät koikuchi soijalle tyypillisen terävän maun, hajun ja puna-ruskean värin. (Steinkraus 2004, 20.)

6 KOKEELLINEN OSIO

Valmistettiin neljä erilaista marinadia, joilla marinoitiin naudansuikaleita. Naudan suikaleet valmistettiin sisäpaistista. Lihatuotteita marinoitiin viiden, kymmenen ja viidentoista päivän ajan. Aistinvaraiseen arviointiin käytettiin koulutettua ja kokenutta asiantuntijaryhmää. Ryhmä arvioi lihatuotteiden mureutta, mehukkuutta ja maun miellyttävyyttä.

6.1 Marinadin valmistus

Marinadeja valmistettiin neljä kappaletta. Kolmella eri soijakastikepitoisuudella, 6, 9 ja 12 % sekä yksi kontrollimarinadi, joka ei sisältänyt pastöroimatonta soijakastiketta. Marinadit valmistettiin MP-Maustepalvelulla.

Ennen kokeen marinadeja valmistettiin koemarinadit, joista säädettiin pH ja suolapitoisuus samaksi. Suolapitoisuus saatiin samaksi muuttamalla marinadiseokseen lisättävän suolan määrää. Suolapitoisuutta ei mitattu, vaan se on laskennallinen. Marinadien pH:n säätöön käytettiin sitruunahappoa.

Marinadien pH:n tavoite oli noin 4,2. Koemarinadeja tehdessä huomattiin, että pH nousee selvästi säilytyksen aikana, joka täytyi ottaa huomioon. Kokeiltiin pH:ta ensin kahdella marinadilla kontrollimarinadilla ja 9 %:n marinadilla, jotka sisälsivät 0,020 % ja 0,021 % sitruunahappoa. Kolmen mittauksen keskiarvoksi saatiin pH:ksi kontrolli 3,47 ja 9 %:n marinadi 3,9. Useampien koemarinadien jälkeen pH saatiin halutuksi. Taulukossa 2 (s. 20) on kokeessa käytettyjen marinadien pH valmistuksen jälkeen sekä sitruunahappopitoisuus.

Taulukko 2. Kokeessa käytettyjen marinadien pH valmistuksen jälkeen

	Sitruunahappo	Erä 1 pH	Erä 2 pH	Erä 1 & 2 pH
12 %	0,159 %	4,18	4,21	4,21
9 %	0,153 %	4,15	4,16	4,16
6 %	0,148 %	4,12	4,09	4,10
Kontrolli	0,100 %	4,09	4,09	4,08

Marinadit valmistettiin punnitsemalla kuiva-aineet kulhoon, jossa ne sekoitettiin keskenään. Nestemäiset aineet punnittiin monitoimikoneen kulhoon. Monitoimikone käynnistettiin ja kuiva-aineet kaadettiin monitoimikoneeseen. Seosta sekoitettiin kahden minuutin ajan. Marinadit kaadettiin yhden litran purkkeihin, joissa ne laitettiin jääkaappiin odottamaan lihatuotteiden valmistusta. Marinadeja säilytettiin kolme päivää jääkaapissa, jonka jälkeen mitattiin pH:t, jotka on esitetty taulukossa 3. Lopulliset pH:t nousivat hiukan tavoitetta korkeammiksi, mutta olivat silti marinadille tyypillisissä lukemissa. Marinadit säilytettiin kolmessa purkissa, joista yksi oli kahden eri erän seos (1&2).

Taulukko 3. Kokeessa käytettyjen marinadien pH:t kolmen päivän säilytyksen jälkeen

	Sitruunahappo	Erä 1 pH	Erä 2 pH	Erä 1 & 2 pH
12 %	0,159 %	4,40	4,46	4,46
9%	0,153 %	4,41	4,44	4,42
6 %	0,148 %	4,39	4,40	4,40
Kontrolli	0,100 %	4,42	4,41	4,41

Marinadin ainesosaluettelo marinadista riippuen on seuraava: vesi, kasviöljy, mausteet (mustapippuri, paprika, chili, cayanne, valkosipuli), suola, dekstroosi, sokeri, ksantaanikumi E415, guarkumi E412, sitruunahappo E330 ja pastöroimaton soijakastike.

6.2 Lihatuotteiden valmistus

Naudan sisäpaistista leikattiin syiden suuntaisia pihvejä, joiden paksuus oli noin 1 cm. Pihveistä leikattiin pitkittäin suikaleita pituudeltaan noin 3 cm. Suikaleita laitettiin vakuumpussiin n. 15 kappaletta, jonka jälkeen pussi punnittiin. Vakuumpussiin lisättiin marinadia niin, että sen osuus tuotteen määrästä oli 15 %. Marinadi sekoitettiin pussissa lihojen ympärille, jonka jälkeen pussi suljettiin vakuumisulkijalla.

Koe toistettiin kolme kertaa. Jokaista toistoa varten hankittiin noin viiden kilogramman naudan sisäpaisti, joista suikaleet valmistettiin. Marinadeja valmistettiin neljä erilaista ja marinointipäiviä oli kolme, joten yhdellä valmistus kerralla tehtiin 12 lihatuotetta. Lihatuotteet säilöttiin kylmävarastoon.

6.3 Aistinvarainen arviointi

Aistinvarainen arviointi suoritettiin MP-Maustepalvelulla, jonka henkilökunta suoritti arvioinnin. Arvioijat oli ohjeistettu käyttämään ankkuroitua 5-portaista arvosteluasteikkoa. Asteikko oli ankkuroitu siten, että arvo 0 vastaa naudan sisäpaistisuikaletta ja arvo 5 naudan sisäfilettä. Arvioitsijoiden määrä vaihteli 7–13 henkilön välillä, johtuen lomista ja työkiireistä. Liitteessä 1 on arviointilomake, jota arviointiin käytettiin.

Marinadikoe toistettiin kolme kertaa. Maistot suoritettiin viiden, kymmenen ja viidentoista päivän päästä marinoinnista. Kolmas ja toinen erä jouduttiin aikataulusyistä suorittamaan samana päivänä, jolloin ensin maistettiin toinen erä, jonka jälkeen maistajat hakivat kolmannen erän arviointiin. Yksi maisto sisälsi siis neljä tai kahdeksan näytettä riippuen maistokerrasta. Näytteet aseteltiin lautaselle satunnaisesti ja koodattiin satunnaisella numerosarjalla

6.4 Tulokset

Aistinvaraisen arvioinnin tuloksien tarkasteluun käytettiin IBM SPSS Statistics 20-ohjelmistoa. Tuloksista pyrittiin selvittämään vaikuttaako soijakastikkeen määrä marinadissa merkittävästi mureuteen, mehukkuuteen tai maun miellyttävyyteen. Tuloksien normaalisuutta tutkittiin Shapiro-Wilk- testillä sekä varianssien yhtäsuuruuksia Levenen testillä. Hypoteesit testattiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä sekä ei-parametrisella Kruskal-Wallis-testillä.

Shapiro-Wilk-testillä testattiin saatujen tulosten normaalijakautuneisuutta. Testin nollahypoteesina on, että tulokset noudattavat normaalijakaumaa. Taulukossa 4 (s. 22) on esitettyä testin tulokset. Sig-sarakkeessa on testin p-arvot, jotka ovat kaikki pienempiä kuin 0,05. Tällöin nollahypoteesi hylätään ja voidaan todeta, että muuttujat eivät noudata normaalijakaumaa.

Taulukko 4. Shapiro-Wilk-testin tulokset marinointi päivän ja pitoisuuden mukaan. Df-sarakkeessa on vapausasteet ja sig on p-arvo

Levenen testi	Marinointi päivät	Mureus			Mehukkuus			Maku			
		Pit.	Shapiro-Wilk			Shapiro-Wilk			Shapiro-Wilk		
			Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ä	5	0	0.885	30	0.004	0.876	31	0.002	0.799	30	0
		6	0.883	31	0.003	0.873	31	0.002	0.888	30	0.004
		9	0.848	31	0	0.854	31	0.001	0.923	30	0.032
		12	0.885	31	0.003	0.857	31	0.001	0.859	30	0.001
	10	0	0.871	30	0.002	0.868	31	0.001	0.881	30	0.003
		6	0.903	31	0.009	0.872	31	0.002	0.866	30	0.001
		9	0.874	31	0.002	0.801	31	0	0.858	30	0.001
		12	0.909	31	0.012	0.883	31	0.003	0.839	30	0
	15	0	0.888	30	0.004	0.868	31	0.001	0.839	30	0
		6	0.867	31	0.001	0.856	31	0.001	0.863	30	0.001
		9	0.907	31	0.011	0.849	31	0	0.84	30	0
		12	0.913	31	0.015	0.865	31	0.001	0.877	30	0.002

utkittiin varianssien yhtäsuuruutta. Levenen-testin nollahypoteesina on, että varianssit ovat yhtä suuria. Taulukossa 5 näkyy Sig. sarakkeessa p-arvot, jotka ovat suurempia kuin 0,05. Tällöin voidaan varianssien olevan yhtä suuret.

Taulukko 5. Levenen-testin tulokset testattavista ominaisuuksista ja maisto päivistä. sig-sarakkeessa on esitetty p-arvo

	päivä	Levene statistic	df1	df2	sig.
Mureus	5	0.928	3	128	0.429
	10	1.433	3	120	0.237
	15	0.063	3	119	0.979
Mehukkuus	5	0.353	3	128	0.787

	10	0.751	3	120	0.524
	15	0.112	3	120	0.953
Maun miellyttävyys	5	2.211	3	128	0.09
	10	0.925	3	117	0.431
	15	0.881	3	120	0.453

6.4.1 Mureus

Yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja ei-parametrisella Kruskal-Wallis-testillä selvitettiin, onko tuotteiden välillä merkittävää eroa mureudessa. Nollahypoteesi oli, että tuotteiden välillä ei ole eroa mureudessa.

Taulukko 6. Taulukossa on esitettyä yksisuuntaisen varianssianalyysin tulokset. sig-

s
n

Yksisuuntainen varianssianalyysi

Marinointi päiviä		Neliösumma	df	Keskine- liövirhe	F	Sig.
5	Ryhmien välillä	2.932	3	.977	.824	.483
	Ryhmien sisäinen	151.879	128	1.187		
	Yht.	154.811	131			
10	Ryhmien välillä	.452	3	.151	.152	.928
	Ryhmien sisäinen	118.516	120	.988		
	Yht.	118.968	123			
15	Ryhmien välillä	.764	3	.255	.245	.865
	Ryhmien sisäinen	123.870	119	1.041		
	Yht.	124.634	122			

vo

Mureudessa ei havaittu olevan merkitsevää ($p < 0,05$) eroa tuotteiden välillä, jotka on esitetty taulukossa 6 sig-sarakkeessa. Voidaan todeta, että tässä tutkimuksessa soijakastikkeen pitoisuudella marinadissa ei ole vaikutusta lihatuotteen mureuteen. Taulukossa 7 (s. 24) on esitetty mureuden kolmen toiston keskiarvo ja keskivirhe eri tuotteiden ja eri maistopäivien osalta.

Taulukko 7. Pitoisuus sarakkeessa on marinadin soijakastike pitoisuus, jota lihatuotteessa käytettiin (kontrollin soijakastike pitoisuus 0 %). Ylhäällä päivä kuinka kauan tuotetta on marinoitu ja kolmen toiston keskiarvot sekä keskivirheet.

Pit.	5 vrk	keski- virhe	10 vrk	keski- virhe	15 vrk	keski- virhe
6 %	2,48	0,227	2,45	0,196	2,77	0,184
9 %	2,19	0,188	2,52	0,153	2,58	0,178
12 %	2,55	0,190	2,61	0,200	2,74	0,185
Kon- trolli	2,63	0,195	2,47	0,164	2,63	0,189

Ei-parametrisella Kruskal-Wallis-testillä haluttiin varmistaa yksisuuntaisen varianssianalyysin lopputulos. Myös Kruskal-Wallis-testin nollahypoteesina oli, että mureudessa ei ole eroa tuotteiden välillä. Testin tulos pitää myös nollahypoteesin voimassa, jolloin voidaan todeta että merkittävää eroa ei ole tuotteiden välillä.

6.4.2 Mehukkuus

Yksisuuntaisella varianssianalyysillä, jonka tuloksen on esitetty taulukossa 8, ja ei-parametrisella Kruskal-Wallis-testillä selvitetettiin, onko tuotteiden välillä merkittävää eroa mehukkuudessa. Nollahypoteesi oli, että tuotteiden välillä ei ole eroa mehukkuudessa.

Yksisuuntainen varianssianalyysi

Marinointi päiviä	Ne- liösumma	df	Keskine- liövirhe	F	Sig.
Viisi					
Ryhmien välillä	.273	3	.091	.122	.947
Ryhmien sisäinen	95.636	128	.747		

	Yht.	95.909	131			
	Ryhmiä välillä	.290	3	.097	.134	.940
Kymmenen	Ryhmiä sisäinen	86.581	120	.722		
	Yht.	86.871	123			
	Ryhmiä välillä	3.387	3	1.129	1.604	.192
Viisitoista	Ryhmiä sisäinen	84.452	120	.704		
	Yht.	87.839	123			

n

esitettyä yksisuuntaisen varianssianalyysin tulokset. . sig.-sarakeessa on esitetty p-arvo.

Mehukkuudessa ei havaittu olevan merkitsevää ($p < 0,05$) eroa tuotteiden välillä. Voidaan todeta, että tässä tutkimuksessa soijakastikkeen pitoisuudella marinadissa ei ole vaikutusta lihatuotteen mehukkuuteen. Taulukossa 9 on esitetty mehukkuuden kolmen toiston keskiarvo ja keskivirhe eri tuotteiden ja eri maistopäivien osalta.

Taulukko 9. Pitoisuus sarakeessa on marinadin soijakastike pitoisuus, jota lihatuotteessa käytettiin (kontrollin soijakastikepitoisuus 0 %). Ylhäällä päivä kuinka kauan tuotetta on marinoitu ja kolmen toiston keskiarvot sekä keskivirheet.

Pitoisuus	5 vrk	keski virhe	10 vrk	keski virhe	15 vrk	keski virhe
6 %	2,45	0,179	2,58	0,159	2,77	0,145
9 %	2,32	0,149	2,48	0,130	2,39	0,144
12 %	2,42	0,152	2,58	0,166	2,74	0,160
Kontrolli	2,45	0,153	2,48	0,153	2,48	0,153

Ei-parametrisella Kruskal-Wallis-testillä haluttiin varmistaa yksisuuntaisen varianssianalyysin lopputulos. Myös Kruskal-Wallis-testin nollahypoteesina oli, että mehukkuudessa ei ole eroa tuotteiden välillä. Testin tulos pitää myös nollahypoteesin voimassa, jolloin voidaan todeta että merkittävää eroa ei ole tuotteiden välillä.

6.4.3 Maun miellyttävyys

Yksisuuntaisella varianssianalyysillä, jonka tuloksen on esitetty taulukossa 10 (s. 26), ja ei-parametrisella Kruskal-Wallis-testillä selvitetiin, onko

tuotteiden välillä merkittävää eroa maun miellyttävyydessä. Nollahypoteesi oli, että tuotteiden välillä ei ole eroa maun miellyttävyydessä.

Taulukko 10. Taulukossa on esitettyä yksisuuntaisen varianssianalyysin tulokset. Sig-sarakkeessa on esitetty p-arvo

Yksisuuntainen varianssianalyysi						
Marinointi päivä		Neliösumma	Vapausaste	Keskine liövirhe	F	Sig.
Viisi	Ryhmiä välillä	2.144	3	.715	.845	.472
	Ryhmiä sisäinen	108.242	128	.846		
	Yht.	110.386	131			
Kymmenen	Ryhmiä välillä	.170	3	.057	.061	.980
	Ryhmiä sisäinen	108.210	117	.925		
	Yht.	108.380	120			
Viisitoista	Ryhmiä välillä	.839	3	.280	.323	.809
	Ryhmiä sisäinen	104.000	120	.867		
	Yht.	104.839	123			

Maun miellyttävyydessä ei havaittu olevan merkitsevää ($p < 0,05$) eroa tuotteiden välillä. Voidaan todeta, että tässä tutkimuksessa soijakastikkeen pitoisuudella marinadissa ei ole vaikutusta lihatuotteen maun miellyttävyyteen. Taulukossa 11 on esitetty mureuden kolmen toiston keskiarvo ja keskivirhe eri tuotteiden ja eri maistopäivien osalta.

Taulukko 11. Pitoisuus sarakkeessa on marinadin soijakastike pitoisuus, jota lihatuotteessa käytettiin (kontrollin soijakastike pitoisuus 0 %). Ylhäällä päivä kuinka kauan tuotetta on marinoitu sekä keskivirheet.

Pitoisuus	5 vrk	keski virhe	10 vrk	keski virhe	15 vrk	keski virhe
6 %	3,00	0,166	3,17	0,204	2,87	0,171
9 %	2,80	0,206	3,10	0,154	2,80	0,162
12 %	2,87	0,171	3,07	0,159	2,90	0,194
Kontrolli	3,13	0,124	3,13	0,184	3,03	0,162

Ei-parametrisella Kruskal-Wallis-testillä haluttiin varmistaa yksisuuntaisen varianssianalyysin lopputulos. Myös Kruskal-Wallis-testin nollahypoteesina oli, että maun miellyttävyydessä ei ole eroa tuotteiden välillä. Testin tulos pitää myös nollahypoteesin voimassa, jolloin voidaan todeta, että merkittävää eroa ei ole tuotteiden välillä.

6.5 Pohdintaa

Soijakastikkeen mureuttavaa vaikutusta on tutkittu aiemmin (esimerkiksi, Aaltonen 2014, Soijakastikkeen vaikutus naudanlihan mureutumiseen). Pastöroidulla ja pastöroimattomalla soijakastikkeella todettiin olevan mureuttava vaikutus lihaan. Pastöroimattomalla soijakastikkeella havaittiin olevan suurempi mureuttava vaikutus kuin pastöroidulla soijakastikkeella.

Tutkimuksessa käytettäväksi lihaksi valittiin sellainen ruhonosa, jota voitaisiin käyttää suikaletyyppisessä tuotteessa eli edullinen ja mureutusta vaativa liha. Jo suikaloitaessa naudan sisäpaistia pystyi erottamaan silmällä sekä sormilla, että liha ei ole tasalaatuinen, kuten sisä- tai ulkofileet. Koko sisäpaisti kuitenkin käytettiin lihatuotteiden tekoon.

Aistinvaraisen arvioinnin yhteydessä tulleiden kommenttien osalta huomattiin, että osa maistetuista suikaleista oli todella sitkeitä, eikä niitä voinut syödä. Tällaisia paloja oli jokaisessa maistetussa tuotteessa. Soijakastikemarinadi ei mureuttanut sidekudosta sisältäviä paloja. Jos soijakastikemarinadi ei mureuta halvempia ruhonosia tai niiden sisältämää sidekudosta, voidaan sen käytön mielekkyys kyseenalaistaa. Mikäli suikaletuotteet tehdään fileistä, tarvitaanko mureutusta marinoimalla?

Soijakastikemarinadin käyttöä lihatuotteeseen ei voida perustella myöskään sen mehukkuutta tai makua parantavilla ominaisuuksilla tämän tutkimuksen pohjalta. Jo pelkkiä keskiarvoja vertaillessa huomaa, että eroa ei ole paljon tuotteiden välillä mureudessa, mehukkuudessa tai maun miellyttävyydessä. Viidennentoista päivän maistoissa olleet soijakastiketta sisältäneet tuotteet olivat jo melko pistävän makuisia, kommenttien perusteella. Jatkossa voitaisiin mahdollisesti vielä tutkia soijakastikemarinadin soveltuvuutta eri ruhonosalla tai vaihtoehtoisesti toisella lajilla.

Kokeellinen osia osoittautui työläämmäksi kuin odotettiin. Marinadien valmistukseen kulunut aika oli melko suuri. Oletettiin, että pH olisi saatu halutuksi kahdella tai kolmella yrityksellä, mutta pH:n vaihtelu säilytyksen aikana tuli yllätyksenä. Myös varsinaisten marinadien valmistukseen meni aikaa, kun ne jouduttiin tekemään kolmessa erässä, kun laitteiston oli liian pieni yhteensä.

Koetuotteiden valmistus otti myös oman aikansa. Harjaantuneempi lihanleikkaaja olisi varmasti saanut työn nopeammin valmiiksi, mutta työskentelytahti kasvoi ensimmäisen erän jälkeen. Parannettavaa olisi suikaleiden tasaisuudessa, jonkin verran eroa oli palojen koossa. Jonkin verran lihaa meni roskiin, kun lihasta leikattiin liian pieniä suikaleita.

LÄHTEET

Aaltonen, H. 2014. Soijakastikkeen vaikutus naudanihan mureutumiseen. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Elintarvike- ja Ympäristötieteiden laitos. Pro gradu –tutkielma.

Brewer, S., 2010. Technological Quality of Meat for Processing. Teoksessa Fidel Toldrá (toim.) Handbook of Meat Processing. Blackwell Publishing, 25–42.

Cargill. n.d. Modified starches. Viitattu 09.08.2015. <http://www.cargill.com/products/personal-care/ingredients/starch-and-derivatives/modified-starches/index.htm>

Degussa Food Ingredients, n.d. From nature to texture. Degussa Food Ingredients GmbH,[tietopaketti].

Greaser, M. L., Guo, W., 2012. Postmortem Muscle Chemistry. Teoksessa Y.H. Hui (toim.) Hand book of meat and meat processing. CRC press Taylor & Francis Group, 63-80.

Hietanen, J. 2015. Hydrokolloidit. Diat. Maustepalvelu Oy,Hämeenlinna.

Honkapää, K. & Lantto, R. n.d. Entsyymit lihateollisuudessa. Kehittyvä elintarvike. Viitattu 11.09.2015. <http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/34-entsyymit-lihateollisuudessa>

Juárez, M. Aldai, N. López-Campos, Ó. Dugan, M.E.R. Uttaro, B. Aalhus, J.L. 2012. Beef Texture and Juiciness. Teoksessa Y. H. Hui (toim.) Handbook of meat and meat processing.Florida: CRC Press, 177–207.

Kahlos, R. n.d., Ohjeita elintarvikeyrityksille: Lisäaineet. Viitattu 20.09.2015.

https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjA07qg_zLAhXJIJoKHWEzCjEQFggZMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ruustinnanlahiruoka.fi%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fopintomateriaalit%2FOhjeita%2520elintarvikeyrityksille%2520Lis%C3%A4aineet.pdf&usg=AFQjCNH_BA_D-fBgwH-RljCRiXi7uPu4Q&bvm=bv.118817766,d.bGs

Kikkoman, n.d., Production of Koji, Mixing and Aging. Viitattu 18.9.2015. <http://www.kikkoman.com/soysaucemuseum/making/01.shtml>

Lawrie, R. A. 2006. Lawrie's meat science Seventh edition. Boca Raton. Boston. New York. Washington, DC: CRC press.

Leino, P. Kohtala, J. Kymäläinen, S. Tarvainen, J. & Henriksson, J. Liha-alan ammattioppi (toim.) R. Grönstrand. Edita Prima Oy, 2007.

Lihakoulu-blogi 2014. Miten lihaa raakakypsytetään? Julkaistu 13.3.2014. Viitattu 25.10.2015. <http://www.hookoo.fi/lihakoulu/lihakoulun-blogi/miten-lihaa-raakakypsytetaan/>

Lihateollisuuden tutkimuskeskus. n.d.a Lihan kemia. Hämeenlinna.

Lihateollisuuden tutkimuskeskus. n.d.b Täyslihavalmisteet. Hämeenlinna.

Maustepalvelu Oy. 2015. Marinadin valmistuksen työohjeet. Maustepalvelu Oy [intranet]. Viitattu 5.7.2015.

Mota-Rojas, D. Roldán-Santiago & P. Guerrero-Legarreta, I. 2012. Electrical Stimulation in Meat Processing. Teoksessa Y. H. Hui (toim.) Handbook of meat and meat processing. Florida: CRC Press, 323 - 332.

Mustalahti, T. & Rönkkö, T. 2004. Marinadi paljon muutakin kuin maustamistuote. Kehittyvä elintarvike 03/2004. Julkaistu 07.06.2004. Viitattu 04.09.2015. <http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/24-marinadi-paljon-muutakin-kuin-maustamistuote>

Pesonen, M. 2015. Naudanlihan syöntilaatuun vaikuttavat tekijät. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 6:2015. Helsinki: Luonnonvarakeskus (luke)

Price, J. F. Schweigert, B. S. 1987. The Science of Meat and Meat Products Third Edition. Food & Nutrition Press, inc. Westport, Connecticut USA.

Smith, B. S. 2012. Marination: Ingredient Technology. Teoksessa Y. H. Hui (toim.) Handbook of meat and meat processing. Florida: CRC Press, 479–494.

Steinkraus, K. H. 2004. Fermented soy sauce production 11-26. Industrialization of indigenous fermented foods: Revised and expanded.

Tuoteturvallisuus yksikkö. 2009. Lisäaineopas. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira. Helsinki: Multiprint Oy

van Beynum, G. M. A. & Roels, J. A. 1996. Starch Conversion Technology. Teoksessa Fennema, O. R. (toim.) Food Chemistry Third Edition. New York: Marcel Dekker, Inc.

Weaver, A. D. 2012. Muscle Biology. Teoksessa Y. H. Hui (toim.) Handbook of meat and meat processing. Florida: CRC Press, 35-44.

Williams, J.B. 2012. Marination: Processing Technology. Teoksessa Y. H. Hui (toim.) Handbook of meat and meat processing. Florida: CRC Press, 495-504.

ARVIOINTILOMAKE

Arvioija:

pvm.

Mureus

Näyte	Ei lainkaan murea				Erittäin murea	
_____	1	2	3	4	5	
_____	1	2	3	4	5	
_____	1	2	3	4	5	
_____	1	2	3	4	5	

Mehukkuus

Näyte	Ei lainkaan mehukas				Erittäin mehukas	
_____	1	2	3	4	5	
_____	1	2	3	4	5	
_____	1	2	3	4	5	
_____	1	2	3	4	5	

Maun miellyttävyys

Näyte

Epämiellyttävä

Miellyttävä

_____	1	2	3	4	5
_____	1	2	3	4	5
_____	1	2	3	4	5
_____	1	2	3	4	5