



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Susanna Kankaanpää

---

## **Hapan-, emäs- ja entsyymilaukat naudanlihan mureutuksessa**

Opinnäytetyö

Kevät 2022

Insinööri (ylempi AMK), Ruokaketjun kehittäminen



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (ylempi AMK), Ruokaketjun kehittäminen

Tekijä: Susanna Kankaanpää

Työn nimi: Hapan-, emäs- ja entsyymilaukat naudanlihan mureutuksessa

Ohjaaja: Margit Närvä ja Matti-Pekka Pasto

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 39

Liitteiden lukumäärä: 1

---

Työn tavoitteena oli löytää uudenlainen mureutusmenetelmä naudan sisäpaistipihville. Työssä tutkittiin naudan sisäpaistipihvin mureutusta hapan- ja emäslaukoilla sekä entsyymikäsittelyillä. Mureutuskäsittelyssä haluttiin hyödyntää uutta pakkausratkaisua, mikä mahdollistaa mureuttajan aktivoinnin vasta kuluttajan kotikeittiössä.

Työssä tutkittiin hapanta laukkaa ja emäksistä laukkaa. Myös entsyymaattisia mureuttajia tutkittiin. Kaikkia vaikuttavia aineita tutkittiin vesiliuoksina. Tuotteita tutkittiin kuluttajapakkauksessa, jossa pihvit ja laukka olivat erillisissä lokeroissa. Pakkaukset aktivoitiin ja pihvien mureutta, mehukkuutta, rakenteen sekä maun miellyttävyyttä tutkittiin aistinvaraisesti ajan funktiona.

Tuloksissa todettiin, että käytetyillä hapan- ja emäslaukoilla ei ollut mureuttavaa vaikutusta naudan sisäpaistipihviin tutkituilla pitoisuuksilla ja aktivointiajoilla. Sen sijaan entsyymillä havaittiin mureuttavaa vaikutusta.

Työ sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia. Työn julkisesta versiosta on poistettu osa koevaiheen kuvauksesta, tutkimustulokset, osa pohdinnasta ja jatkohyödyntämismahdollisuudet.

<sup>1</sup> Asiasanat: naudanliha, hapan, emäs, entsyymit

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Degree programme: Master of Engineering, Food Chain Development

Author/s: Susanna Kankaanpää

Title of thesis: Acid, alkaline and enzyme brines in tenderization of beef meat

Supervisor(s): Margit Närvä and Matti-Pekka Pasto

Year: 2022

Number of pages: 39

Number of appendices: 1

---

The objective of the study was to find new methods to tenderize beef meat. The research was performed by using beef topside steak. Influence of acid and alkaline brines and enzymatic tenderization were studied. A new packaging method was used in every study. The packaging enables the tenderizer to be activated in the consumer's home kitchen.

Tenderization was examined organoleptically by evaluating variables such as tenderness, juiciness, structure and flavour.

The results showed that acid and alkaline brines did not have any effect on meat tenderness concerning the concentration levels and activation times used in the study. Enzyme on the contrary brought positive results in meat tenderness.

The results of the study are confidential.

<sup>1</sup> Keywords: beef, acid, alkaline, enzyme

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkuuettelo .....	6
1 JOHDANTO .....	7
1.1 Tausta .....	7
1.2 Työn tavoite.....	8
1.3 Rakenne.....	8
2 NAUDANLIHAN MARKKINAKATSAUS.....	10
3 NAUDANLIHAN MUREUS .....	13
4 LIHAN MUREUTUSMENETELMÄT .....	15
4.1 Raakakypsytytys .....	15
4.2 Mekaaninen mureutus.....	17
4.3 Suolalaukat .....	19
4.4 Happamat ja emäksiset laukat .....	21
4.5 Entsyymimureutus.....	23
5 KOKEELLINEN VAIHE.....	28
5.1 Hapan- ja emäslaukat .....	31
5.1.1 Pihvit leikattu painon mukaan .....	31
5.1.2 Pihvit leikattu paksuuden mukaan.....	31
5.2 Entsyymilaukat .....	31
5.2.1 Pihvit leikattu painon mukaan .....	32
5.2.2 Pihvit leikattu paksuuden mukaan.....	32
5.2.3 Pihvien iän vaikutus entsyymimureutukseen.....	32
6 TULOKSET .....	33
6.1 Hapan- ja emäslaukat .....	33
6.1.1 Pihvit leikattu painon mukaan .....	33
6.1.2 Pihvit leikattu paksuuden mukaan.....	33

6.2	Entsyymilaukat .....	33
6.2.1	Pihvit leikattu painon mukaan .....	33
6.2.2	Pihvit leikattu paksuuden mukaan.....	33
6.2.3	Pihvien iän vaikutus entsyymimureutukseen.....	33
7	POHDINTA.....	34
	LÄHTEET .....	36
	LIITTEET .....	39

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Leikkuuta varten kohmetettu naudan sisäpaistin keskiosa. ....	29
Kuva 2. Määräpaksuuteen 1,3 cm leikatut naudan sisäpaistipihvit. ....	29
Kuvio 1. Nautatuotteiden suurimpien segmenttien kehitys kilomääräisesti vuoden 2021 aikana. ....	10
Kuvio 2. Naudan ruhonosien tunnettuus. ....	12
Kuvio 3. pH:n vaikutus lihan vedensidontakykyyn. ....	22
Taulukko 1. Entsyymien aktiivisen toiminnan pH, lämpötila ja hydrolyysin voimakkuus hajotettaessa lihan myöfibrillirakennetta ja kollageenia. ....	25

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Naudanlihan kulutus Suomessa on hitaassa laskussa (Kantar TNS Oy 2022b). Tarkasteltaessa tarkemmin kuluttajapakatun naudanlihan eri tuotesegmenttejä huomataan, että naudan pihvien ja leikkeiden ostaminen on kuitenkin kasvussa (Kantar TNS Oy 2022a). Kysyttäessä pakkauksessa ilmoitettujen lisäarvotekijöiden merkitsevyyttä nousee kypsän lihan mureus toiseksi tärkeimmäksi tekijäksi kuluttajahyväksynnässä ostettaessa valmiiksi pakattua naudanlihaa. Merkittävimmäksi tekijäksi nousee antibioottivapaasti tuotettu naudanliha. Valmiiksi mureutettu liha on miehille hieman tärkeämpi oston valintaperuste kuin naisille. (Questback 2020.) Kun kuluttaja valitsee kaupan hyllyltä valmiiksi pakattua naudanlihatuotetta, nousee hinta tai kaupan tarjous kuitenkin suurimmaksi oston perusteeksi (Kantar TNS Oy 2022c).

Perinteisesti lihaa on mureutettu kylmävarastoimalla. Sen haasteena ovat korkeat varastointikustannukset, tilojen jäähdytyskulut sekä lihan nestehävikki. Lisäksi kylmävarastoinnalla tehty mureutus on hidasta ja vaatii hyvää suunnittelua lihan ohjaukselta teurastuksesta kauppaan. (Warriss 2010, 72.) Lihaa voidaan mureuttaa myös mekaanisin menetelmin. Pihvituotteissa yleisesti käytetty menetelmä on veitsimureutus. (American Meat Science Association 2017.) Hyvin perinteinen menetelmä lihan mureutuksessa on käyttää suoloja ja happoja. Esimerkiksi etikkapitoisella marinadilla voidaan mureuttaa lihaa. Lihan suolalaukkaaminen on myös hyvin vanha mureutusmenetelmä, jolla aikaansaadaan mehu- kas lihatuote. (Feiner 2006, 80–83.) Entsyymien käyttö lihan mureutuksessa on tehokasta, mutta siinä on useita haasteita. Erilaiset entsyymit toimivat eri tavalla pilkkoen joko sidekudosta tai lihan myofibrillirakennetta. Koska entsyymit jatkavat toimintaa, kunnes ne inaktivoitetaan, on entsyymien käyttö tuotannollinen haaste elintarvikkeiden valmistusprosessissa. (Warriss 2010, 126.)

Atria etsii uusia menetelmiä naudan paistiosien mureutuskäsittelyyn. Naudan sisäpaistia halutaan hyödyntää paremmin pihviraaka-aineena. Tavoitteena on tehdä pihvituote, joka on helppo ja nopea valmistaa sekä aistinvaraisesti kypsänä miellyttävän murea. Atria haluaa mahdollistaa kuluttajan onnistumisen murean naudanlihan nopeassa valmistuksessa.

Samalla on tärkeää, että mureutuskäsittely on myös teollisessa prosessissa helppokäyttöinen ja kustannustehokas kylmävarastointiin ja mekaanisiin menetelmiin verrattuna.

## 1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Atria. Työn tavoitteena oli löytää uudenlainen mureutusmenetelmä naudan sisäpaistista leikatulle pihville. Mureutuskäsittelyssä haluttiin hyödyntää uutta pakkausratkaisua, missä kuluttaja voi aktivoida mureuttajan toiminnan vasta kotona.

Työssä tutkittiin yhden happaman ja kahden emäksisen laukan vaikutusta kypsennetyn naudanlihan aistittavaan mureuteen ja mehukkuuteen. Lisäksi työssä tutkittiin entsyymien mureuttavaa vaikutusta naudanlihalle. Kaikkia mureuttajia tutkittiin uudentyypisessä pakkausratkaisussa, joka mahdollistaa mureuttajan aktivoinnin kuluttajan kotona. Tuotteita tutkittiin ajan funktiona. Kaikissa näytteissä tutkittavana lihalaatuna käytettiin naudan sisäpaistista leikattuja pihvejä.

## 1.3 Rakenne

Luvussa 2 avataan naudanlihan markkinatilannetta. Siinä perehdytään erityisesti naudan pihvien ja leikkeiden kulutukseen. Luvussa käsitellään kuluttajapakattujen naudan pihvien ja leikkeiden ostoperusteita ja toisaalta myös myynnin esteitä.

Luvussa 3 käsitellään lyhyesti, mitä lihan mureus on. Siinä esitellään miten lihan sidekudositkeys, aktomyosiinisitkeys ja vedensidonta vaikuttavat lihan aistittavaan mureuteen.

Luku 4 on kirjallisuuskatsaus naudanlihan erilaisista mureutusmenetelmistä. Ensin käydään läpi, miten lihaa mureutetaan kylmävarastoinnilla ja mekaanisilla mureutuskäsittelyillä. Seuraavaksi käsitellään suolojen, happojen ja emästen käyttöä laukkaseoksissa sekä niiden vaikutusta lihan aistittavaan mureuteen ja mehukkuuteen sekä lihan vedensidontakykyyn. Viimeisenä kirjallisuusosiossa tutustutaan entsyymien käyttöön elintarviketeollisuudessa ja niiden vaikutuksesta lihan mureuteen. Lisäksi käydään läpi myös entsyymeihin liittyvää lainsäädäntöä.



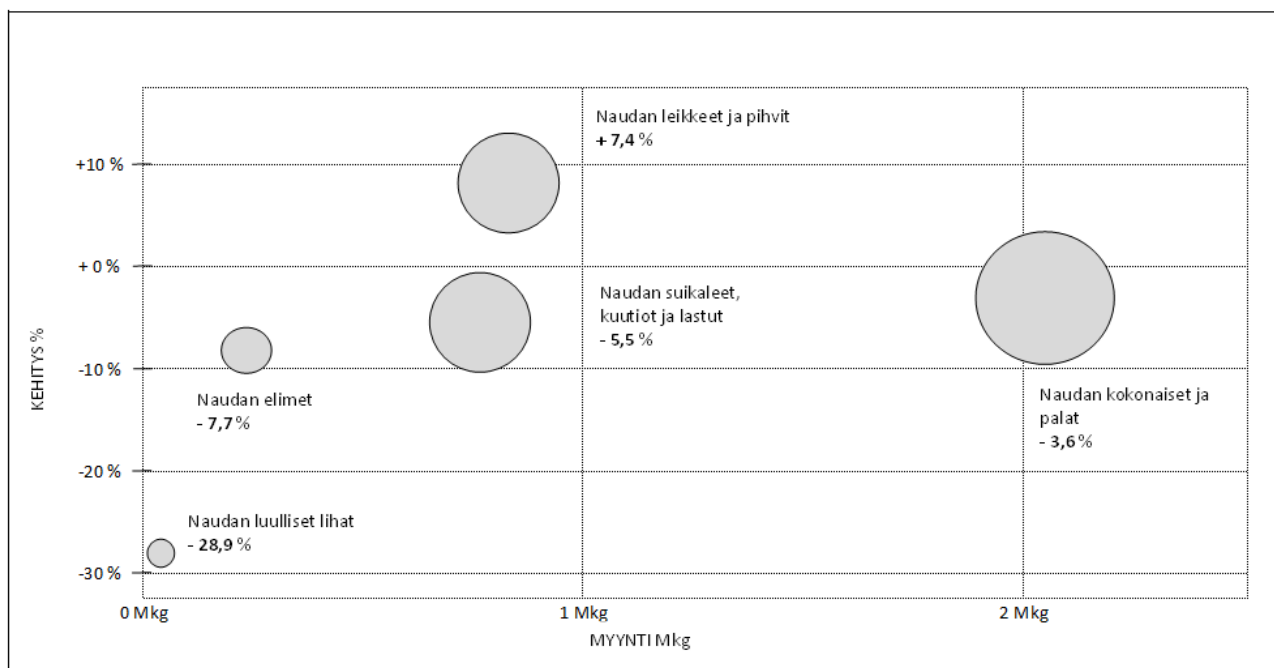
Kokeellisen vaiheen toteutuksen kuvaus löytyy luvusta 5. Luvussa kerrotaan, miten hapan- ja emäslaukkoja sekä entsyymikäsittelyä tutkittiin. Siinä avataan koemenetelmät. Koevaiheesta on jätetty liikesalaisuudet pois.

Luvussa 6 kokeiden tuloksista on jätetty liikesalaisuudet pois. Luvussa 7 pohditaan kokeista saatuja tuloksia.

## 2 NAUDANLIHAN MARKKINAKATSAUS

Kantarin (Kantar TNS Oy 2022c) runsaat 1000 kuluttajaa kattavan tutkimuksen mukaan vuoden 2021 aikana on punaisen lihan (possu- ja nautatuotteiden) markkina ollut kolmen prosentin laskussa kilomääräisesti mitattuna. Näistä kahdesta punaisen lihan ryhmästä posutuotteet ovat olleet hieman voimakkaammassa laskussa. Nautatuotteiden kulutus on laskenut 2,5 % vuoden 2021 aikana.

Tarkasteltaessa tarkemmin nautatuotteiden eri segmenttejä kuviosta 1 havaitaan kuitenkin, että kuluttajapakattujen naudan leikkeiden ja pihvien markkinan kehitys on kilomääräisesti 7,4 % kasvussa. Arvomääräisesti mitattuna markkinan kasvu on vielä voimakkaampaa yltäen 8,5 % vuosivauhtiin. Naudanlihan markkinassa häviöillä on sen sijaan suikaleet, kuutiot, kokonaiset palat, elimet ja luulliset tuotteet. Kuviossa 1 ympyrän koko kuvaa samalla kunkin segmentin markkinaosuutta nautatuotteiden kokonaismarkkinasta. (Kantar TNS Oy 2022b.)



Kuvio 1. Nautatuotteiden suurimpien segmenttien kehitys kilomääräisesti vuoden 2021 aikana (Kantar TNS Oy 2022b).

Naudan leikkeiden ja pihvien segmentissä penetraatio eli ostavien talouksien määrä on pysynyt suunnilleen tasapainossa. Ainoastaan hieman laskusuuntaista 0,5 % liikehdintää oli

havaittavissa vuoden 2021 aikana. Lisäksi ne asiakkaat, jotka käyttävät kuluttajapakattuja naudan pihvejä ja leikkeitä, ostavat niitä hieman useammin. Kertaostoksen hinta on myös nousussa. (Kantar TNS Oy 2022a.)

Naudan leikkeiden ja pihvien segmentissä tarjous ja hinta nousee suurimmaksi valintaperusteeksi. Näin vastaa 42 % kuluttajista. Toisena valintaperusteena on ruhonosa eli onko liha esim. fileetä vai paistia. Kolmantena ostoperusteena on pakkauskoko, neljäntenä valmistaja tai brändi. Tutkimuksen mukaan valmiiksi mureutettu liha nousee viidenneksi tärkeimmäksi valintaperusteeksi 14 % vastaajamäärällä, kun kuluttaja valitsee valmiiksi pakattuja naudan pihvituotteita. Muita valintakriteerejä ovat mm. kotimaisuus, tuotteen näkyminen pakkauksesta, kaupan tarjous ja pitkä säilyvyysaika. (Kantar TNS Oy 2022a.)

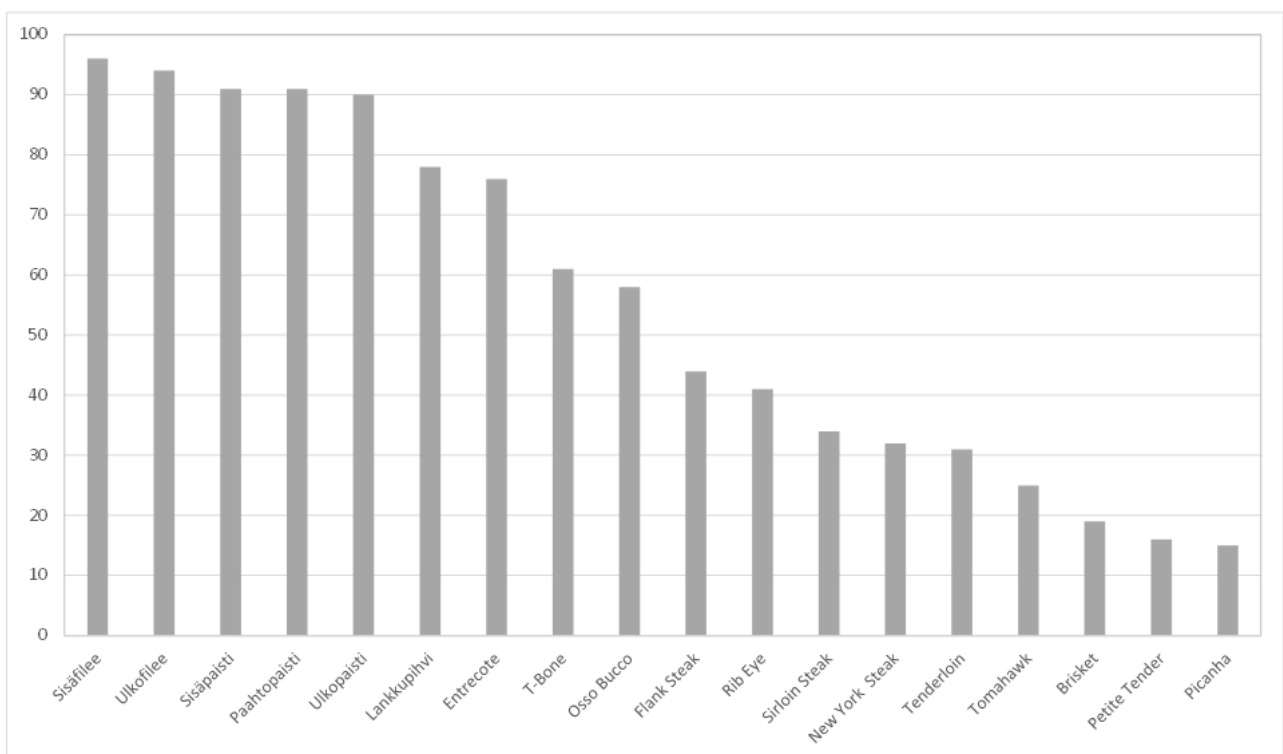
Questbackin (2020) tutkimuksessa kysyttiin pakkaukseen merkattuja lisäarvotekijöitä oston valintaperusteena. Tällöin antibioottivapaus nousi naudanlihassa tärkeimmäksi tekijäksi. 19 % vastaajista preferoi antibioottivapaasti tuotettua naudanlihaa oston perusteena. Huomioitavaa on, että tässä tutkimuksessa kysyttiin pelkästään pakkauksessa ilmoitettuja lisäarvotekijöitä: ei hintaa, raaka-ainetta, pakkauskokoa tai muuta vastaavaa. Lisäksi Questbackin tutkimuksessa havaittiin, että mureutus nousi lisäarvotekijöistä toiseksi tärkeimmäksi. Mureutuksen merkitystä lisäarvotekijänä oli kysytty tutkimuksessa useilla eri merkintätavoilla. Merkittävimmäksi niistä nousi takuumurea, jonka 9 % kuluttajista vastasi tärkeimmäksi lisäarvotekijäksi. Kun lasketaan muut mureutusta kuvaavat merkinnät mukaan, nousee valmiiksi mureutetun lihan tärkeys 15 prosenttiin. Mureutettu liha oli miehille merkityksellisempi lisäarvo kuin naisille. Questbackin tutkimukseen osallistui 300 henkilöä.

Tutkittaessa puolestaan kuluttajapakattujen naudan pihvien ja leikkeiden käytön esteitä, nousee liian korkea hinta suurimmaksi esteeksi. Näin toteaa reilut 26 % kuluttajista. 21 % kuluttajista vastaa, että ei käytä lainkaan naudan pihvejä tai leikkeitä. Kuluttajapakatun naudan pihvien sijaan palvelutiskistä ostamista suosii melkein 19 % vastaajista. (Kantar TNS Oy 2022a.)

Kuluttajapakatut naudan pihvit ja leikkeet valmistetaan useimmiten viikonloppuateriana. Näin vastaa yli 47 % vastaajista. Paljon (32 %) naudan pihvejä ostetaan kuitenkin arkiateriallekin. Juhla-ateriana nautitaan noin 20 %. Ylivoimaisesti useimmiten kuluttaja valmistaa

naudan pihvit paistinpannulla. Yli 65 % tutkimukseen vastanneista kertoi valmistavansa pihvit näin. Reilu viidennes käyttää valmistamiseen grilliä ja kymmenesosa preferoi uunia valmistusmenetelmänä. (Kantar TNS Oy 2022a.)

Kysyttäessä eri lihalaatujen tunnettuutta huomataan kuluttajien tietävän hyvin yleisimmin käytetyt naudan ruhonosat. Kuvion 2 mukaan naudan sisä- ja ulkofilee tunnetaan erittäin hyvin. Jopa 96 prosentille kuluttajia nämä ovat tuttuja ruhonosia ja niitä myös käytetään useimmin. Myös eri paistit, kuten sisäpaisti, paahtopaisti ja ulkopaisti tiedetään hyvin. Reilut 90 prosenttia kuluttajista tietää naudan paistiosat. Paistista riippuen noin 40 prosenttia kuluttajista kertoo käyttävänsä niitä ainakin silloin tällöin. Vähemmän käytetyistä ja osittain vierasperäisesti nimetyistä ruhonosista entrecote, T-bone ja osso bucco vielä tunnistetaan nimeltä. Sen sijaan muut vierasperäisesti nimetyt ruhonosat ovat hieman vähemmän tunnettuja suomalaisten kuluttajien keskuudessa. (Designtutkimus 2018.)



Kuvio 2. Naudan ruhonosien tunnettuus (Designtutkimus 2018).

### 3 NAUDANLIHAN MUREUS

Kypsän lihan mureus on merkittävin lihan syöntilaatuun vaikuttava tekijä. Lihan mureus vaikuttaa ratkaisevasti kuluttajahyväksyntään, tuotteen uusintaostoon ja lihan markkina-arvoon. (Arshad ym 2016, 2.) Mureus on aistinvarainen suure ja sen vastakohta on sitkeys. Mureudella kuvataan sitä voimaa, jota tarvitaan hajottamaan lihapala suussa nieltäväksi. Mureus on läheisesti yhteydessä mehukkuuteen, koska taustalla ovat samat tekijät, jotka vaikuttavat vedensidontaan. Lihan mureus perustuu sidekudoksen määrään ja aktomyosiinirakenteen lujuteen. (Puolanne 2012, 55.) Keskeisiä mureuteen vaikuttavia tekijöitä ovat sidekudossitkeys, aktomyosiinisitkeys ja vedensidontakyky.

**Sidekudossitkeys.** Sidekudossitkeys johtuu sidekudosproteiineista kollageenista ja elastiinista. 20–25 % elimistön proteiineista on kollageenia. Kollageenimolekyylit muodostavat yhdessä pidempiä ja paksumpia rihmoja, fibrillejä. Kollageenin puoliintumisaika on noin 45 vrk, mutta se vaihtelee paljon ruhonosittain ja eläimen iän mukaan. Eläimen ikääntyessä kollageenifibrilleihin muodostuu uusia vahvoja poikittaissidoksia, jotka eivät hajoa. Vähitellen sidekudos sitkistyy ja jäykistyy. Tästä johtuen iäkkäämmän eläimen liha on sitkeämpää. Elastinia on lihaksessa huomattavasti vähemmän kuin kollageenia. Se kuitenkin sitkistää lihaa ja siihen on vaikeampi vaikuttaa kuumennuskäsittelyillä. (Puolanne 2012, 15.)

**Aktomyosiinisitkeys.** Aktomyosiinisitkeyteen vaikuttaa se, miten aktomyosiinisidos on lihassa muodostunut. Aktomyosiinisidoksia alkaa syntyä teurastusprosessissa kuolonkankeuden aikana noin 12–16 tuntia teurastuksen jälkeen. (Puolanne 2012, 33.) Sidoksien muodostuminen riippuu lihan supistumisasteesta, jäähdytysnopeudesta ja pH-arvon laskusta (Arshad ym 2016, 2).

**Vedensidontakyky.** Lihan vedensidontakyky vaikuttaa lihan aistittavaan mureuteen ja mehukkuuteen. Lihan vedensidontakyvyllä tarkoitetaan lihan kykyä pidättää omaa tai lisättyä vettä joltain vaikutusta ja voimaa vastaan. Lihassa on noin 75 % vettä. Vesi on lihassa sitoutuneena vetenä (n. 12 prosenttiyksikköä), immobilisoituneena vetenä (n. 55–60 prosenttiyksikköä) ja vapaana vetenä (n. 3–8 prosenttiyksikköä). Sitoutuneen veden määrässä ei juuri tapahdu muutoksia käsiteltäessä lihaa teollisissa prosesseissa. Immobilisoitunut vesi voi olla lihan omaa tai lisättyä vettä. Tästä kuitenkin osa voi muuttua vapaaksi vedeksi. Vapaa

vesi voi olosuhteiden muuttuessa valua lihasta pois. Osmoottisella paineella, pH-arvolla, suolan lisäämisellä ja veden rakenteella eli siinä olevien muiden aineiden vaikutuksella on kaikilla merkitystä lihan kykyyn pidättää vettä sisällään. (Puolanne 2012, 34.)

Lihan mureuteen vaikuttaa monet tekijät. Lihan syyrakenne vaikuttaa siten, että lihan ollessa hienosyistä, on se mureampaa. Mitä enemmän liha sisältää sidekudosta, sitä sitkeämpää se on. Sidekudoksen määrään puolestaan vaikuttaa lihan sijainti ruhossa. Mitä enemmän lihas joutuu tehdä työtä, sitä sidekudospitoisempaa ja sitkeämpää se on. Sidekudoksen määrä ja ristikudokset lisääntyvät eläimen ikääntyessä eli myöhäinen teurastusikä tuottaa sitkeämpää lihaa. Myös lihan entsyymaattiset ominaisuudet vaikuttavat mureuteen. Lisäksi lihan mureuteen vaikuttaa moni eläimen perimällinen ja hoidollinen asia, kuten ruokinta, rotu, sukupuoli, ikä, luonne, käsittely sekä elinolosuhteet. (Pesonen 2014, 10.)

## 4 LIHAN MUREUTUSMENETELMÄT

Lihan sitkeyttä voidaan tasata mureuttamalla lihaa teurastuksen jälkeen (Pesonen 2014, 10). Lihan laatua ja mureutta voidaan parantaa useilla fysikaalisilla ja kemiallisilla tavoilla. Käsittelyt perustuvat pääosin sidekudosrakenteen hajottamiseen ja myobrillien pilkkoutumiseen. (Arshad ym 2016, 2.) Kollageeni pehmenee helposti kuumennuksen, happojen ja emästen avulla. Toinen sidekudossitkeyttä aiheuttava proteiini, elastiini, sietää kuitenkin kuumennusta pitkään muuttumattomana. Se kestää hyvin myös laimeita happoja ja emäksiä. (Puolanne 2012, 15.) Lihan aistittavaan mureuteen voidaan vaikuttaa myös lihan vedensidontakyvyn kautta, koska se parantaa kypsennetyn lihan mehukkuutta ja mureutta (Aberle ym. 2001, 109–110).

### 4.1 Raakakypsytytys

Lihan raakakypsyttämällä tarkoitetaan raa'an lihan mureuttamista eri menetelmin. Vastateurastetun lihan pH on 7. Ajan kuluessa lihan glykogeenista muodostuu maitohappoa, jonka ansiosta liha alkaa mureutua. Muutaman vuorokauden ikäisessä lihassa lihan luontainen entsyymitoiminta alkaa. Tällöin lihan proteiinit ja rasvat alkavat pilkkoutua. Proteiinien ja rasvojen pilkkoutumisen johdosta liha mureutuu, sen maku voimistuu ja väri tummuu. (Lihatiedotus 2018.)

Liha mureutuessa sen myofibrillirakenne rikkoutuu. Tätä voidaan hallita kontrolloidusti kosteissa olosuhteissa. Myofibrillien pilkkoitumista voidaan tarkkailla nesteen opalesenssin avulla. Maitomaisempi liuos indikoi pienempiä partikkeleita. Tämä puolestaan tarkoittaa suurempaa myofibrillien pilkkoutumista. Mitä pidempi aika kuluu lihan varastoinnissa, sitä enemmän myofibrillit ehtivät pilkkoutua ja täten liha mureutuu. (Warriss 2010, 72.) Raakakypsytyksen aikana lihan sidekudospitoisuus ei kuitenkaan merkittävästi muutu (Puolanne 2012, 55).

Mureutumisnopeus vaihtelee lämpötilan ja eläinlajin mukaan. Kun kanan liha saavuttaa 80 % maksimaalisesta mureutumisasteestaan kahdeksassa tunnissa, kestää saman mureutustason saavuttaminen naudanlihalla kymmenen päivää. On tutkittu, että naudanlihan optimaalisin mureutustaso saavutetaan 10–21 päivän mureutusajalla 1 asteen

lämpötilassa. Mureutusaikaan voidaan huomioida myös kuljetusaika kauppaan ja kaupan myyntiaika. Mureutumista ei tapahdu pakkaslämpötiloissa. Se jatkuu kuitenkin sulatuksen jälkeen. (Pesonen 2015, 85.)

Lihan raakakypsytyks on tärkeä tekijä myös mureuden vaihtelun pienentämisessä. Raakakypsytyks vähentää rodun ja ruokinnan aiheuttamaa vaihtelua lihan mureudessa. Raakakypsytyksaika pitäisi kuitenkin olla kohtuullinen. Pidempään säilytettäessä lihan maku saattaa heiketä ja virhemakuja muodostua. Raakakypsytyksen haasteena ovat eri lihasten erilaiset ominaisuudet. Eri lihakset vaativat eri pituisia raakakypsytyksaikoja. Nykykäsityksen mukaan lisähyötyä mureutumisessa ei kuitenkaan saavuteta enää 10–12 päivän mureutusajan jälkeen 0–2 asteen lämpötilassa. Tuon ajan jälkeen lihassyiden hajoamisaste ei enää lisäännä, eikä makuominaisuudet parane. (Pesonen 2015, 85.)

Kylmävarastoissa tehtävä raakakypsytyks voidaan tehdä dry aging -menetelmällä, jossa ruhoa ei suojata. Hieman uudempi 1960-luvulla kehitetty menetelmä on wet aging. Siinä liha mureutetaan vakuumpakkauksessa. Pakattu liha vaatii merkittävästi vähemmän varastointitilaa. Sitä voidaan myös kuljettaa pakattuna ja sen haihtumishävikki on pienempi. Taloudellisten hyötyjen ja helpomman prosessin vuoksi menetelmä on yleistynyt nopeasti. Dry aging -menetelmä vaatii tarkan prosessinhallinnan varaston kosteuden ja lämpötilan osalta. Menetelmä soveltuu paremmin runsaammin pintarasvaa sisältäville ruhoille. Kun pinnassa on vähemmän rasvaa, saattaa ruho kuivua liikaa. (Pesonen 2015, 84.)

Raakakypsytyks lisää lihan mikrobimäärää. Dry aging -menetelmällä mureutetussa lihassa muodostuu suurimmat mikrobimäärät. Kuitenkin myös vakuumiin pakatussa wet aging -menetelmässä tapahtuu mikrobiologista pilaantumista. Aistinvaraisesti tuotetta arvioitaessa parempi arvio lihan tuoksusta pakkausta avattaessa indikoi parempaa makua kypsennetyn lihan arvioinnissa. Dry aging -menetelmällä kypsennetyssä lihassa on ollut yleensä voimakkaampi tuoksu ja täten myös aistinvaraisesti voimakkaampi maku kuin wet aging -menetelmällä mureutetussa lihassa. Dry aging -menetelmän ja vakuumiin pakatun wet aging -menetelmän eroja lihan makuun on tutkittu paljon. Dry aging -menetelmällä mureutettu liha on tutkimuksissa osoittautunut makuominaisuuksiltaan keskimäärin paremman makuiseksi. Raakakypsytyks voi kuitenkin vähentää kypsennetyn lihan mehukkuutta, koska prosessissa haihtuu nestettä. (Pesonen 2015, 85–86.)



Lihan kylmäsäilyttäminen on kallista. Se vaatii jäähdytyskapasiteettia, varastointitilaa ja samalla siinä tapahtuu nesteen haihtumista (Warriss 2010, 72). Koska lihan raakakypsyttäminen on kallista, teollisuus kaipaisikin menetelmiä, jotka nopeuttaisivat mureutumisprosessia (Pesonen 2015, 83). Vaikka wet aging on lihan mureuttamismenetelmänä kustannustaloudellisempi kuin dry aging, on kylmävarastoimalla tehty mureutus edelleen suuri kustannus teollisuudelle. Jotta naudanlihan matkaa teurastuksesta kuluttajan ruokapöytään voitaisiin vielä nopeuttaa, kaivataan uusia innovatiivisia ratkaisuja lihan mureuttamiselle syöntivalmiiksi. Lisäksi tarvitaan ratkaisuja, joilla naudan sitkeämmistä ruhonosista saataisiin helppokäyttöistä raaka-ainetta kuluttajan pöytään. Näihin pyritään löytämään ratkaisuja tällä tutkimuksella.

Myös naudan rotu vaikuttaa kuluttajien makumieltymyksiin ja lihan vaatimaan raakakypsytysaikaan. Vähintään seitsemän päivän raakakypsytysaika vähentää rotujen eroja kuluttaja-arvioissa. Limousin-rotuisten sonnien liha oli mureaa jo seitsemän päivän raakakypsytyksen jälkeen, kun puolestaan blonde d'Aquitane-, holstein- ja brown swiss -sonnien liha vaativat 14–21 päivän raakakypsytyksen päästäkseen samaan mureustasoon. (Pesonen 2015, 84.)

## **4.2 Mekaaninen mureutus**

Kotioloissa lihaskudosta voi rikkoa ja lihaa mureuttaa sitä nuijimalla (Lihatiedotus 2018). Kotikeittiöstä tuttu nuijinta voidaan teollisuudessa toteuttaa koneellisesti. Tällöin pihvi syötetään nuijintarullien läpi. Nuijinta rikkoo pihvin pinnan ja litistää sen. Näin saavutetaan erittäin tehokas mureutus pihviraaka-aineelle. Sitä käytetäänkin usein erittäin sidekudospitoisille ruhonosille, kuten naudan sisäpaistille. (Beef Research 2021.)

Liha voidaan teollisessa prosessissa mureuttaa myös neula- tai veitsimureuttajalla. Nämä mekaaniset mureuttajat hajottavat lihan sidekudosta neuloilla tai pienillä veitsenterillä viiltelemällä (American Meat Science Association 2017). Lihaskudosta rikottaessa lihaksesta irtoaa kuitenkin lihasnestettä ja lihan mehukkuus hieman vähenee. Voimakkain mekaaninen mureutusmenetelmä on lihan jauhaminen. (Lihatiedotus 2018.)

Kun lihan pinta rikotaan mekaanisesti, altistuu se helpommin pilaantumiselle. Tavallisesti lihaa kypsytettäessä sen pinnalla olevat pilaajamikrobit kuolevat ja liha on turvallista syödä, vaikka se olisi sisältä raaempaa. Kun lihan pinta on rikottu mekaanisilla menetelmillä, on sen sisään saattanut samalla mennä pilaajamikrobeja. Tällöin on tärkeää, että liha kypsennetään täysin. Mekaanisilla menetelmillä mureutettua naudanlihaa, ei siis voi jättää kypsentämättä läpikotaisin. (American Meat Science Association 2017.)

Feinerin (2006, 184) tietojen mukaan neulamureuttaja on iso neulapakka, joka työntyy lihan sisään aiheuttaen siihen runsaasti poikkiviiltoja. Vertikaaliset viillot rikkovat lihan sidekudosrakennetta, jolloin se mureutuu. Neulamureuttajaa voidaan käyttää kokonaisille lihaksille tai leikatulle pihville. Sillä voidaan mureuttaa kaikenlaista lihaa. Paras hyöty siitä kuitenkin saadaan, kun mureutetaan enemmän sidekudosta sisältäviä ruhonosia, kuten paisteja. Neulamureuttamalla sidekudospitoisia ruhonosia ei niissä silti saavuteta luonnostaan murean sisäfileen kaltaista mureustasoa (Beef Research 2021.) Neulamureuttaja on usein yhdistetty neulasuolaajan yhteyteen. Mureuttavissa neuloissa ei kuitenkaan ole reikiä, kuten suolaavissa neuloissa (Feiner 2006, 184.)

Beef Research (2021) on tutkinut neulamureuttajassa eri muuttujia parhaimman mureutustuloksen saamiseksi. Vaikka tutkimuksissa on huomattu, että kuljettimen nopeus vaikuttaa siihen, kuinka useasti neulapakka työntyy lihan läpi, ei hitaammalla kuljettimen nopeudella ole huomattu olevan merkittävää vaikutusta saavutettuun lihan mureuteen. Kun liha on laitettu uudelleen mureuttajan läpi kahdesti tai kolmesti, on huomattu mureustasossa pientä parannusta. Beef Research (2021) kuitenkin suosittelee tuotantotehokkuuden huomioiden, että neulamureuttajaa käytettäisiin lihalle suhteellisen nopealla läpimenolla. Heidän tutkimuksissaan kertaalleen tehty neulamureutus on ollut pääosin riittävä.

Veitsimureuttajassa on kaksi vastakkaisiin suuntiin pyörivää sylinterin muotoista rullaa, jotka on varustettu terillä. Pihvi kulkee rullien läpi viiltäen siihen pieniä viiltoja. Syvyyttä, johon terät työntyvät, voidaan säätää lihan laadusta riippuen. Voimakasta käsittelyä vaativassa lihassa, terät voidaan säätää melkein katkaisemaan lihan. Miedompaa käsittelyä vaativissa pihvissä, voidaan veitsenterät säätää osumaan vain noin 2–4 mm syvyyteen. Vaadittava mureutuksen taso on suoraan yhteydessä toivottuun suolasaantoon. Mitä enemmän

tuotteeseen halutaan saada suolalaukkaa, sitä enemmän täytyy pintaa rikkoa veitsimureuttajalla. (Feiner 2006, 184.)

Sekä neula- että veitsimureutusmenetelmillä on molemmilla tarkoituksena lisätä pinta-alaa, jossa proteiinit voisivat toimia aktiivisesti lihan suolausvaiheessa. Molemmat mureutusmenetelmät parantavat kypsän tuotteen saantoa. Veitsimureutus on kuitenkin neulamureutusta tehokkaampi menetelmä. (Feiner 2006, 185.)

### 4.3 Suolalaukat

Suola eli natriumkloridi on vanhin sekä lihatuotteissa myös tärkein ruoan lisäaine. Suolaa ei tosin mielletä edes lisäaineeksi vaan yhdeksi ruoan komponentiksi. Suola sisältää 39,3 % natriumia ja 60,7 % kloridia sekä usein myös pieniä määriä paakkuuntumisenestoainetta. Keho ei pysty itse tuottamaan natriumia, joten sitä täytyy saada ravinnosta. Natriumin puute heikentää hermoston ja lihaksiston toimintaa. Toisaalta sen liikasaannilla on negatiivisia vaikutuksia aiheuttaen muun muassa korkeaa veren painetta. (Feiner 2006, 77–78.)

Liuksessa suola liukenee positiivisiksi  $\text{Na}^+$  -ioneiksi ja negatiivisesti varautuneiksi  $\text{Cl}^-$  -ioneiksi. Suolan lisäys lihaan aiheuttaa negatiivisten ja positiivisten varausten vuoksi eriyttävän voiman aminohapposidoksiin. Suolan maku koostuu pääosin kloridista, jossain määrin myös natriumista. Suolan korvaajana käytetäänkin usein kaliumkloridia, jolloin suolan maku saadaan paremmin säilytettyä. Suolaa voidaan lisätä enintään 26,4 % 20 °C:een veteen. Tällöin suolaliuos on kylläinen. (Feiner 2006, 77–78.)

Pakastetuissa elintarvikkeissa suola edistää hapettumista. Suola usein lisätäänkin pakastettuihin valmisruokiin kapseloidussa muodossa. Lihassa suola toimii aromin vahventeena. Se myös vaikuttaa aktiinin ja myosiinin vuorovaikutukseen. Vähintään 12 gramman suolalisä kiloon lihaa auttaa hajottamaan lihan proteiinirakennetta erottamalla aktiinia ja myosiinia toisistaan. (Feiner 2006, 77–78.)

Lampaan-, sian- ja naudanlihaa on kokeiltu suolata kalsiumkloridilla. Tällä on saavutettu hieman parempi mureus lihalle. Naudalla ongelmaksi muodostuu kuitenkin sivumaut suuria pitoisuuksia käytettäessä. Naudanliha myös hapettuu nopeammin ja sen väri muuttuu

helpommin ruskeaksi. Säilyvyysaika jouduttaisiin siis lyhentämään, eikä menetelmä siksi ole kovinkaan käyttökelpoinen. Värimuutoksia voitaisiin tosin estää askorbiinihappolisällä. Mikäli kalsiumkloridia haluttaisiin käyttää, olisi se hyvä injektoida lihaan jo parin päivän sisällä teurastuksesta. Sillä on kuitenkin mureuttava vaikutus käytettynä vielä kahdenkin viikon jälkeen teurastuksesta. (Warriss 2010, 126.)

Suolalaukan lisääminen lihaan toimii myös mureuttajana. Sen vaikutus perustuu kalpainijärjestelmän toiminnan voimistamiseen. Lihaa saataisiin mureutettua myös fosfaattien avulla. (Warriss 2010, 126.) EU-komissio on kuitenkin kieltänyt fosfaattien käytön raakalihavalmisteissa vuonna 2014 (Euroopan komission asetus (EU) 601/2014).

Oikea suolalaukan valmistustapa on keskeistä, kun halutaan optimoida lihan väri, saanto, säilyvyysaika ja leikkuulaatu. Suolalaukan valmistuslämpötila tulisi olla -2 ja 2 °C asteen välillä. Kaikkien aineiden liuettua laukkaan, olisi optimaalisin säilytyslämpötila laukalle alle 0 °C. Laukan lämpötilan ollessa alhainen saavutetaan paras mikrobiologinen laatu tuotteelle. (Feiner 2006, 178–179.)

Jotta liha mureutuisi suolalaukan vaikutuksesta, on tärkeää, että lihan aminohappoja työstetään oikeassa lämpötilassa. Aktiinin ja erityisesti myosiinin liukenemisen kannalta 0–3 °C:n lämpötilassa olevalla suolalaukalla saavutetaan paras teho lihan mureutuksessa. Laukan sopivan lämpötilan saavuttamiseksi voidaan käyttää jäähdytettyä vettä tai lisätä siihen jäätä. Käytettäessä jäätä, on tärkeä lisätä jää ennen muita aineksia, jotta vesi on kylmää ennen laukan valmistusta. (Feiner 2006, 178–179.)

Veden ollessa 6–10 °C:n lämpötilassa, voidaan laukka valmistaa. Tässä lämpötilassa sokerin, suolan ja muiden lisäaineiden liukeneminen on tehokasta. Kun muut ainekset on lisätty, lisätään vielä jäätä, jotta liuos saadaan jäähdytettyä haluttuun lämpötilaan. Laukan valmistuksessa on tärkeää lisätä liukenevat ainekset ennen sakeuttavia. Fosfaatit, sokeri ja suola lisätään siis ennen tärkkelystä ja hydrokolloideja. Fosfaatteja käytettäessä ne lisätään aina ennen suolaa. (Feiner 2006, 178–179.)

#### 4.4 Happamat ja emäksiset laukat

Happamat ja emäksiset laukat mureuttavat lihaa kahdella eri tavalla. Ne vaikuttavat lihan vedensidontakykyyn sekä hajottavat lihan kollageenirakennetta. (Puolanne 2012, 16.) Perinteisesti marinadeja on käytetty paitsi maustamaan lihaa, niin myös mureuttamaan ja pehmentämään sen rakennetta. Marinadit ovat usein sekoitus happoja, öljyjä, yrttejä, maitotuotteita, hedelmiä ja kasviksia. (Fruit Enzymes Tenderise Meat 2021.) Myös Warriss (2010, 125–126) kuvaa, että liha on perinteisesti mureutettu viinietikalla tai viinillä sekä erilaisilla suolaliuoksilla. Hän täsmentää, että hapon tarkoitus on hajottaa lihasrakennetta. Mureutuksen lisäksi happamuus aiheuttaa lihassa myofibrillien turpoamista ja täten parempaa vedenpidätyskykyä, jolloin saavutetaan paitsi mureampi myös mehukkaampi liha. Puolanteen mukaan (2012, 16) erityisesti lihan kollageeni pehmenee helposti hapon ja emästen avulla.

Sitraatti on yleinen elintarvikelaatuisten happojen suola. Sitraatilla, erityisesti trinatriumsitraatilla (TSC) on E-koodi E 331. Se on sitruunahapon kolmiarvoinen suola. Trinatriumsitraattia valmistetaan neutraloimalla sitruunahappoa vahvalla emäksellä kuten natriumhydroksidilla ja kristallisoimalla se. Lopputuote on valkoista hajutonta jauhetta tai granulaa. E 331 liukenee veteen täysin ja sen pH-arvo on 7,8–8,6. TSC:n käyttömäärä on 3–5 grammaa kiloon lihaa. Sen vaikutus perustuu ainoastaan lihassyiden turpoamiseen ja nesteidenpidätyskykyyn. Se ei hajota lihan aminohapporakennetta kuten fosfaatit. Sitraatti on emäs, jonka vuoksi se hieman nostaa lihan pH-arvoa. (Feiner 2006, 82–83.)

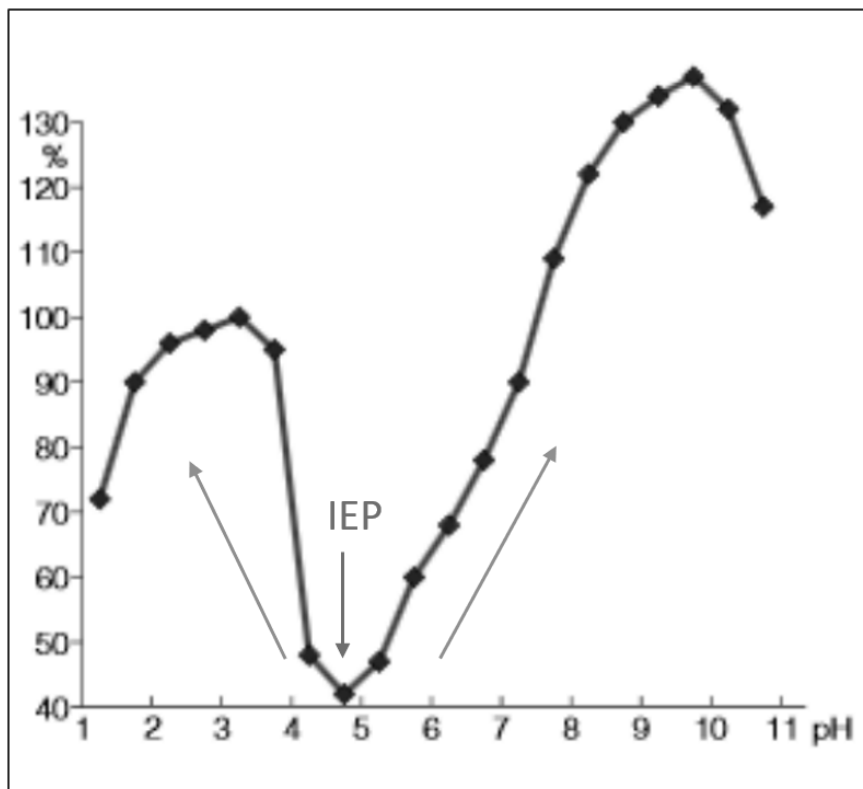
**Happojen ja emästen vaikutus lihan vedensidontakykyyn.** Lihan vedensidontakyvyllä tarkoitetaan lihan kykyä pidättää lihan omaa tai lisättyä vettä. Hyvä vedensidontakyky vaikuttaa myös lihan aistittavaan mureuteen, koska se parantaa kypsennetyn lihan mehukkuutta ja mureutta. (Aberle ym. 2001, 109–110.) Lihan vedensidontakyky vaikuttaa myös lihan funktionaalisiin ominaisuuksiin sekä säilyvyysaikaan, koska lihassa on suunnilleen 75 % vettä (Kerth 2013, 82).

Vesi voi olla lihaksessa kolmella eri tavalla. Sitoutuneena vetenä, immobilisoituneena vetenä ja vapaana vetenä. Sitoutunut vesi on vahvasti sitoutuneena myofibrilleihin. Immobilisoitunut vesi on lihaksen solurakenteissa ja suurin osa lihaksessa olevasta vedestä

on immobilisoitunutta vettä. Vapaa vesi on sitoutuneena lihaksessa heikoin kapillaarivoimin. (Kerth 2013, 83).

Kuvio 3 havainnollistaa, miten pH-arvolla on vaikutusta lihan vedensidontakykyyn. pH-arvossa 5,1 on isoelektrinen piste (IEP) (Kerth 2013, 82). Tällöin lihan proteiinit ovat ulospäin sähköisesti neutraaleja. Silloinkin proteiineissa on paljon positiivisesti ja negatiivisesti varautuneita kohtia, mutta isoelektrisessä pisteessä niiden varaussumma on nolla. (Puolanne 2012, 35.)

Kun lihaan tässä tilanteessa lisätään emästä, saavat proteiinit negatiivisen nettovarauksen. Tällöin osmoosi kasvaa ja filamentit työntyvät toisistaan erilleen. Filamenttien työntyessä erilleen, mahtuu proteiinien väliin enemmän vettä eli vedensidonta kasvaa. Vastaavasti happoa lisättäessä proteiinit saavat positiivisen nettovarauksen ja työntyvät myös siinä tapauksessa toisistaan poispäin. Siis myös happoa lisättäessä lihan vedensidontakyky kasvaa. pH:ta ei voida kuitenkaan laskea liian paljon, koska silloin alkaa proteiinien pilkkoutuminen ja vedenpidätyskyky alkaa laskea. (Puolanne 2012, 35.)



Kuvio 3. pH:n vaikutus lihan vedensidontakykyyn (Puolanne 2012, 35).

On kuitenkin harvinaista, että lihan pH tippuisi isoelektrisen pisteen alapuolelle (Kerth 2013, 82). Lihalle onkin ominaista hyvä puskurointikyky, mikä pitää pH-arvon lähellä lihan luonnollista pH:ta. Lihan pH:n mittaukseen soveltuu hyvin mittari, jossa on lasinen teräväkärkinen elektrodi. (Warriss 2010, 190–191.)

#### 4.5 Entsyymimureutus

Entsyymit ovat proteiinimolekyyliä, joita on kaikessa elollisessa. Ne nopeuttavat kemiallisia reaktioita, monesti jopa miljoonakerrannaisiksi. Entsyymejä voidaan eristää kasveista, eläimistä tai fermentoimalla mikro-organismeista. Ne ovat usein puhdistettuja, mutta saattavat sisältää jäämiä muista lähtöraaka-aineensa aineosista. Niitä käytetään pääsääntöisesti silloin, kun halutaan saavuttaa teknologinen hyöty elintarvikeprosessissa. Valmistaja voi esimerkiksi haluta pilkkoa entsyymillä hedelmän rakennetta, jotta siitä saataisiin puristettua enemmän mehua. Alkoholien valmistuksessa tärkkelys muutetaan entsyymien avulla sokeiksi. Historiallisesti entsyymien on ajateltu olevan turvallisia käyttää, koska ne ovat luonnollista alkuperää. (Food enzymes.)

Entsyymejä voidaan hyödyntää teollisuudessa vaihtoehtoisena menetelmänä esimerkiksi kemiallisille menetelmille. Ne voivat korvata monia synteettisiä kemikaaleja useissa prosesseissa. Tällä tavalla käytettynä entsyymeillä voidaan pienentää ympäristön kuormitusta pienentyneiden energiakustannusten kautta ja biohajoavuuden vuoksi. Entsyymit ovat lisäksi hyvin spesifejä toiminnassaan verrattaessa synteettisiin kemikaaleihin. Entsyymejä käytettäessä muodostuu vähemmän sivureaktioita. (Enzymes.)

Proteiineihin lukeutuvat entsyymit voivat käynnistää tuotteessa biokemiallisen reaktion (Entsyymi, 2021). Raakoja hedelmiä voidaankin käyttää lihan mureutuksessa ennen kypsennystä, koska niiden sisältämät entsyymit pilkkovat lihan proteiineja. Esimerkiksi papaija, kiivi, ananas, viikuna ja mango sisältävät entsyymejä, jotka pystyvät pilkkomaan lihan aminohappoja. Papaijasta ja ananaksesta eristetyt entsyymit toimivat parhaiten 50–70 °C:n lämpötilassa. Korkeissa lämpötiloissa entsyymit kuitenkin inaktivoituvat. Tätä hyödynnetäänkin kasvien pakastusprosessissa kuumentamalla kasvikset nopeasti ennen pakastusta. Marinadeihin voidaan lisätä näitä hedelmistä eristettyjä entsyymejä pilkkomaan lihan

aminohapporakennetta. Mikäli entsyymi jätetään lihan kanssa kosketuksiin liian pitkäksi aikaa, pilkkoo se lihan rakenteen täysin. (Fruit Enzymes Tenderise Meat 2021.)

Luontaisia entsyymejä voidaan lisätä lihaan mureutumisen edistämiseksi. Menetelmä kehitettiin injektoimalla papaijasta eristettyä papaiini-entsyymiä eläimen ruhoon juuri ennen teurastusta. Inaktivoitu entsyymi injektointiin verenkiertoon ja se aktivoitui uudelleen maitohapon vaikutuksesta, jota lihassa alkoi muodostua teurastuksen jälkeen. Papaiinilla saavutettiin mureampi liha. Ongelmaksi muodostui kuitenkin sen tasainen levittäytyminen ruhoon, sen vaikutukset sisäelimiin sekä eettiset kysymykset. Sen sijaan entsyymejä voitaisiin kuitenkin lisätä jo teurastettuun lihaan. Tämä voitaisiin tehdä injektoimalla tai dippaamalla lihaa entsyymiliuoksessa. Näissäkin ongelmana on entsyymien tasainen levittyminen ja tasaisen mureuden saaminen. (Warriss 2010, 126.)

Proteaaseilla käsittely on tehokas menetelmä lihan mureutuksessa. Elintarviketeollisuudessa käytetään erilaisia proteaasientsyymejä. Proteiinien hajottamisessa käytetään usein bromelaiinia, papaiinia, fysiiniä, aktiniidiä sekä kalpaiinia. Sidekudoksen määrä ja lihan sarkomeereissa tapahtuvat teurastuksen jälkeiset muutokset määräävät lihan sitkeyden. Proteaasilla on tärkeä rooli pilkkomassa lihan sidekudosrakennetta ja täten pienentämässä lihan sitkeyttä. Bakteeriperäinen proteaasi pilkkoo tehokkaasti elastiinia ja kollageenia, mutta sillä ei ole merkittävää vaikutusta myofibrillirakenteeseen. (Arshad ym 2016, 3.)

Papaiini ja bromelaiini ovat tavallisimmin lihan mureutuksessa käytettyjä kasvipohjaisia entsyymejä. Proteolyttiset entsyymit sopivat parhaiten kollageenin ja elastiinin hajottamiseen suhteellisen matalassa pH:ssa ja alhaisessa lämpötilassa. Elintarviketurvallisuuden vuoksi kasvipohjaiset entsyymit ovat parempia kuin bakteeriperäiset. Kuitenkin korkeilla pitoisuuksilla käytettyinä ne voivat aiheuttaa lihan liiallista hajoamista, jolloin liha menettää rakenteensa. Arviolta 95 % Yhdysvalloissa elintarviketeollisuudessa käytetyistä entsyymeistä ovat kasvipohjaisia, pääosin papaiinia ja bromelaiinia. Mikrobiologisesti tuotettuja entsyymejä käytetään vain harvoin. (Arshad ym 2016, 3,6.)

Kasvipohjaiset lihan mureuttajana käytetyt entsyymit: papaiini, bromelaiini ja fysiini on eristetty järjestyksessään papaijasta, ananaksesta ja viikunasta. Taulukossa 1 on esitetty eri entsyymien optimaalisen toiminnan lämpötila, pH ja hydrolyysin voimakkuus näissä



olosuhteissa. Taulukosta 1 voi havaita, että kasvipohjaiset entsyymit toimivat paremmin sekä myofibrilli- että kollageenirakenteen pilkkomisessa. Entsyymien toiminnan optimaalinen lämpötila on kuitenkin huomattavan korkea. Tällaisia lämpötiloja käytettäessä liha täytyisi kypsentää heti käsittelyn jälkeen. (Arshad ym 2016, 5.)

Taulukko 1. Entsyymien aktiivisen toiminnan pH, lämpötila ja hydrolyysin voimakkuus hajotettaessa lihan myofibrillirakennetta ja kollageenia (Arshad ym 2016, 4).

Proteaasi	Aktiivinen pH	Optimaalinen pH	Aktiivinen lämpötila	Optimaalinen lämpötila	Myofibrillien hydrolyysi	Kollageenin hydrolyysi
Papaiini	4,0 - 9,0	4,0 - 6,0	50 - 80	65 - 75	erinomainen	keskimääräinen
Bromelaiini	4,0 - 7,0	5,0 - 6,0	50 - 80	65 - 75	keskimääräinen	erinomainen
Fisiini	5,0 - 9,0	7,0	45 - 75	60 - 70	keskimääräinen	erinomainen
Aspergillus	5,0 - 9,0	7,0	60 - 65	55 - 60	keskimääräinen	huono
Bacillus	2,5 - 7,0	< 6,5	40 - 60	55 - 60	huono	erinomainen

Papaiini eristetään papaijan maitiaisnesteestä kuivattamalla ja puhdistamalla. Papaiini on stabiili korkeissa lämpötiloissa ja paineessa. Se inaktivoituu 900 mpa paineessa tai lämmitämällä 80 °C:n lämpötilassa 22 minuuttia. Papaiinin suositeltu annostus lihan mureutuksessa on 0,6 %. Taulukon 1 mukaan se toimii pH:ssa 4–9. Optimaalisinta toiminta on kuitenkin, kun liikutaan pH-arvojen 4–6 välillä. Mikäli annostus ylittää tämän, voivat vaikutukset lihan rakenteeseen ja laatuun olla huomattavat. (Arshad ym 2016, 4–5.)

Bromelaiini eristetään ananaksen tyvestä korjuun jälkeen. Kaupallisesti sitä on saatavilla jauhemaisena. Ananaksen mehukin sisältää bromelaiinia nestemäisessä muodossa. Bromelaiini pilkkoo lihan myofibrilli- ja kollageenirakennetta. Se saattaa kuitenkin rikkoa lihan myofibrillirakenteen täysin. Bromelaiinilla saavutetaan siksi vahva mureutuminen. Parhaiten bromelaiinin on havaittu toimivan annostuksella 10 mg / 100 g lihaa käsittelyajan ja lämpötilan ollessa 24 h ja 4 °C. Mureutuskäsittelyn loppuvaiheessa lämpötilaa nostetaan 1 °C minuutissa, kunnes saavutetaan 70 °C:n lämpötila. Bromelaiini on hyödyllinen teollisuudessa kontrolloiduissa olosuhteissa. (Arshad ym 2016, 5.)

Muita kasvipäisiä lihan mureutuksessa käytettäviä entsyymejä ovat fisiini ja aktiniidi. Fisiini eristetään viikunasta. Aktiniidiä voidaan eristää joko karviaisesta tai kiivistä. Aktiniidillä on

monia käyttömahdollisuuksia elintarviketeollisuudessa. Sen etuna muihin kasvipohjaisiin entsyymeihin verrattuna on sen kevyt mureutusaste korkeillakin pitoisuuksilla. Monilla entsyymeillä mureutus on liian voimakasta ja hallitsematonta, jolloin lihan rakenne kärsii liikaa. Aktiniidilla tätä voidaan paremmin hallita. Lisäksi sen inaktivoitumislämpötila on 60 °C, minkä vuoksi lihaa ei tarvitse kypsentää liikaa entsyymin toiminnan lakkauttamiseksi. (Arshad ym 2016, 6.)

Kalpaiinia käytetään pääosin lihan myofibrillirakenteen pilkkomisessa. Se auttaa myös lihan mureutuksessa ja parantaa lihan vedensidontakykyä. Lihan kylmäsäilytyksessä kalpaiinin oksidaatio voi kuitenkin vaikuttaa negatiivisesti tuoreen lihan aistittavaan laatuun. (Arshad ym 2016, 6.)

Bakteeriperäiset entsyymit hajottavat lihan proteiinirakennetta, mutta ne eivät ole yhtä tehokkaita mureuttajia kuin kasviperäiset entsyymit. Taulukon 1 mukaan niiden toiminta- sekä inaktivoitumislämpötila ovat kuitenkin alhaisemmat kuin kasviperäisillä entsyymeillä. Näiden ominaisuuksien johdosta saattaisi niiden yhtäaikaista käytöstä papaiinin tai bromelaiinin kanssa olla hyötyä lihan mureutuksessa. Yhdysvalloissa 95 % lihan mureutuksessa käytetyistä entsyymeistä on kasviperäisiä, kuten papaiinia ja bromelaiinia. Bakteeriperäisiä entsyymejä käytetään hyvin vähän. (Arshad ym 2016, 5–7.)

**Lainsäädäntö entsyymien käytöstä.** Entsyymien käytöstä, käytön ehdoista ja käytön seurannasta säädetään Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksilla (Lainsäädäntö, 2021). Tällä hetkellä entsyymien käytön osalta sovelletaan asetusta (EY) N:o 1332/2008. Muun muassa pakkausmerkinnät tehdään tämän asetuksen mukaisesti. (Elintarvikeparanteiden valvontaohje, 2020.)

Elintarvike-entsyymien turvallisuuden arviointi ja elintarvikekäyttöön sallittujen entsyymien luettelon muodostaminen on parhaillaan käynnissä EU:ssa. Elintarviketurvallisuusviranomaisen EFSA arvioi kaikkien niiden entsyymien turvallisuuden, joista on 11.9.2011–11.3.2015 välisenä aikana jätetty hakemus EU-komissiolle. Mikäli entsyymi arvioidaan turvalliseksi, voidaan se hyväksyä EU:ssa elintarvikekäyttöön sallittujen entsyymien luetteloon. Tulevaisuudessa ainoastaan asetuksen (EY) N:o 1332/2008 mukaisesti hyväksytyjen entsyymien luettelossa olevia elintarvike-entsyymejä saa saattaa markkinoille sellaisenaan ja

käyttää elintarvikkeissa. (EU List and Applications.) Vuoden 2015 määräaikaan mennessä EU-komissio oli saanut hakemuksia yli 300 kappaletta, joten entsyymien käyttöturvallisuuden tutkiminen tulee ottamaan useamman vuoden. Kaikki entsyymit, joille haettiin elintarvike-entsyymien kelpoisuutta löytyvät EU-komission listalta. (European Commission, 2020.)

Entsyymien lisäaineellinen käyttö ilmoitetaan elintarvikepakkauksen aineosaluettelossa. Valmistuksen apuaineena käytettyjä entsyymejä ei tarvitse merkitä. Elintarvikelisiä aineiksi jo hyväksytyjä elintarvike-entsyymejä ovat E1103 invertaasi ja E1105 lysotsyymi. Viinin valmistuksessa jo hyväksytyjä entsyymejä ovat ureaasi, beta-glukanaasi ja lysotsyymi. Nämä kaikki siirretään hyväksytyjen entsyymien luetteloon sen valmistuessa. (Elintarvikeparanteiden valvontaohje, 2020.)

## 5 KOKEELLINEN VAIHE

Luku sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Työn tavoitteena oli löytää uudenlainen kuluttajaa kiinnostava, nopea ja helppokäyttöinen ratkaisu naudan sisäpaistipihvin mureutuskäsittelylle. Tavoitteena oli pihvituote, joka on nopea ja helppo valmistaa sekä aistinvaraisesti kypsänä miellyttävän murea.

Lopputuotteessa haluttiin hyödyntää käytössä olevaa uutta pakkauslinjaa ja sen uuden tyyppistä pakkausratkaisua. Pakkaus mahdollistaa lihan pitämisen erillään muista aineksista omassa lokerossaan. Liha ja liemi yhdistetään vasta kotikeittiössä.

Työn kokeellisessa osiossa tutkittiin eri mureuttajia ja sopivaa vaikutusaikaa. Pihvien mureuttamiseen kokeiltiin hapanta laukkaa, kahta emäksistä laukkaa sekä entsyymikäsittelyä eri entsyymipitoisuuksilla. Sekä laukat että entsyymi toteutettiin vesiliuoksina, joiden ulkonäkö ei ollut testin kannalta oleellinen. Tarkoituksena oli löytää toimiva mureuttaja hyödynnettäväksi tulevaisuudessa esim. marinadin tai muun mausteliemen mukana. Tässä kokeessa mausteita ei kuitenkaan käytetty, vaan testattiin ainoastaan vaikuttavaa ainetta vesiliuoksena.

Happaman sekä emäksisten laukkojen toivottu mureuttava vaikutus perustuu kollageenirakenteen hajottamisen lisäksi lihan vedensidontakyvyn nostamiseen. Koska suola vaikuttaa lihan aistittavaan mureuteen sen vedensidontakyvyn vuoksi, ei kokeiden liuoksissa käytetty suolalisää.

**Liharaaka-aine.** Liharaaka-aineena käytettiin naudan sisäpaistin keskiosaa, joka on leikkuuta varten kohmetettuna kuvassa 1. Ensimmäisissä kokeissa paisti leikattiin pihveiksi määräpainoleikkurilla. Leikattaessa pihvit määräpainoon, niiden paksuus vaihteli sen mukaan, mistä kohtaa lihaa ne oli leikattu. Jatkossa pihvin paksuus vakioitiin ja paisti leikattiin leikkurilla, jolla saatiin kuvan 2 mukaista tasapaksuista pihviä. Näin leikattaessa pihvin paino saattoi kuitenkin hieman vaihdella.



Kuva 1. Leikkuuta varten kohmetettu naudan sisäpaistin keskiosa.



Kuva 2. Määräpaksuuteen 1,3 cm leikatut naudan sisäpaistipihvit.

**Pakkaus.** Pakkauksessa liha ja maustekastike / laukka ovat omissa lokeroissaan.

**Testattavat mureuttajat.** Työssä testattavat mureuttajat oli valittu yrityksessä aiemmin tehtyjen kokeiden perusteella sekä raaka-ainetoimittajalla tehtyjen testien ja heidän suositustensa pohjalta.

**Tuotteiden valmistus.** Kaikki laukat valmistettiin koekeittiömittakaavassa. Tuotteet pakattiin tuotannossa ja laitettiin 6 °C:n kylmiöön 6 päiväksi. Koska laukka ja liha olivat samassa pakkauksessa erillään, olivat ne samassa lämpötilassa myös aktivoitaessa. Kun näytteet aktivoitiin, säilytettiin niitä 6 °C:n kylmiössä paistohetkeen asti. Verrokkituote oli pakattu samana päivänä ja säilytetty yhtä pitkään.

**pH-mittaus.** Sekä laukkojen että lihan pH-mittaus toteutettiin mittarilla, jossa on lasinen teräväkärkinen elektrodi. Tällainen mittari soveltuu Warriksen (2010, 191) mukaan hyvin lihan pH:n mittaukseen.

**Kypsennys.** Ennen paistoa pihvien pinnat kuivattiin paperiin painellen, koska niissä oli vielä runsaasti pakkauksessa ollutta laukkaa pinnalla. Pihvit paistettiin pannulla, koska pannuvalmistus on ylivoimaisesti suosituin menetelmä pihvien kypsennykseen kotona. 65 % kuluttajista valmistaa naudan pihvit paistinpannulla (Kantar: Naudan leikkeet ja pihvit 2022).

**Aistinvarainen arviointi.** Aistinvaraisessa arvioinnissa tutkittiin mureutta, mehukkuutta, rakenteen ja maun miellyttävyyttä. Jokaista tutkittavaa muuttujaa arvioitiin asteikolla 1–5, missä 1 oli heikoin ja 5 oli paras. Tarkemmat kuvaukset löytyvät aistinvaraisen arvioinnin lomakkeelta liitteestä 1.

Mureus ja mehukkuus haluttiin selkeästi arvioinnin kohteeksi. Rakenteen miellyttävyyttä tutkittiin, koska aiempien tutkimuksien perusteella voitiin olettaa rakenteessa tapahtuvan muutakin muutoksia, joita ei aina koeta miellyttäviksi. Maun miellyttävyys koettiin myös tärkeäksi tutkittavaksi ominaisuudeksi. Epäiltiin, että erityisesti hapan- ja emäslaukat saattaisivat aiheuttaa jopa pilaantumista pitkällä vaikutusajalla. Lisäksi maun miellyttävyys avusti pystyttiin arvioimaan, mikäli mureuttavat laukat aiheuttaisivat tuotteisiin sivumakuja.

Aistinvaraisissa arvioinneissa tuotteet oli koodattu kirjainkoodein. Tuotteet olivat satunnaisessa järjestyksessä. Järjestys ja koodaus oli erilainen jokaisessa maistossa. Arvioitavaa tuotetta ei siis voitu tunnistaa. Tuotteita arvioivat tuotekehityksen asiantuntijaraati sekä tuotannon esihenkilöt.

## **5.1 Hapan- ja emäslaukat**

Kuten kirjallisuuskatsauksessa käsitellystä Puolanteen (2012, 16) materiaalista käy ilmi, toimivat sekä happamat että emäksiset laukat lihan mureuttajina kahdella eri tavalla. Molemmat vaikuttavat lihan vedensidontakykyyn ja toisaalta hajottavat lihan kollageenirakennetta. Myös Warriksen (2010, 125–126) mukaan happamuuden tai emäksisyyden aiheuttama myofibrillien turpoaminen saa aikaan mureamman ja mehukkaamman lihan. Kirjallisuuskatsauksen kuviosta 3 näkyy kuinka lihan vedensidonta kasvaa, kun siirrytään isoelektrisestä pisteestä eli keskimäärin pH-arvosta 5,0 happamampaan tai emäksisempään suuntaan.

Tässä kokeessa haluttiin tutkia vaikuttavatko testattavat happamat ja emäksiset laukat lihan aistittavaan mureuteen? Ehtiikö laukkojen happamuus tai emäksisyys hajottaa lihan kollageenirakennetta tai kasvattaa lihan vedensidontakykyä käytetyissä vaikutusajoissa niin, että muutos havaittaisiin aistinvaraisesti arvioitaessa.

### **5.1.1 Pihvit leikattu painon mukaan**

Kokeissa pihvit oli leikattu määräpainoleikkurilla. Pihvien paksuus vaihteli hieman riippuen, mistä kohtaa lihaa ne oli leikattu. Lihan kapeammasta osasta saatiin paksumpia pihvejä.

### **5.1.2 Pihvit leikattu paksuuden mukaan**

Tutkimuksessa vakioitiin pihvin paksuus, jotta aikasarja on mahdollisimman vertailukelpoinen.

## **5.2 Entsyymilaukat**

Yrityksessä oli aiemmin tehty kokeita kasviperäisillä entsyymeillä. Nämä entsyymit hajottavat parhaiten kollageenia ja elastiinia suhteellisen matalassa pH:ssa ja alhaisessa lämpötilassa. Myös elintarviketurvallisuuden vuoksi kasvipohjaiset entsyymit ovat parempia kuin bakteeriperäiset. (Arshad ym 2016, 3,6.)

Teollisesti tuotettujen lihatuotteiden pitkien säilyvyysaikojen vuoksi on entsyymien käyttö lihan mureuttamisessa ongelmallista. Entsyymit jatkavat toimintaa, kunnes ne inaktivoidaan. (Warriss 2010, 126.) Entsyymien toiminta-aikaa tulisi saada säädeltyä. Tässä tutkimuksessa entsyymi pääsee kosketuksiin lihan kanssa vasta, kun pakkaus otetaan käyttöön eli puristetaan laukkaseos lihan sekaan. Tällöin entsyymien toiminta-aika on paremmin hallittavissa.

### **5.2.1 Pihvit leikattu painon mukaan**

Kokeissa pihvit oli leikattu määräpainoleikkurilla. Tästä johtuen pihvien paksuus vaihteli hieman riippuen, mistä kohtaa lihasta ne oli leikattu.

### **5.2.2 Pihvit leikattu paksuuden mukaan**

Sisäpaistipihvin paksuus haluttiin vakioida, jotta tulokset ovat vertailukelpoiset. Pihvi leikattiin eri leikkurilla, jonka vuoksi paksuus oli nyt vakio. Pihvin paino saattoi hieman vaihdella, mutta ei kokeen kannalta merkittävästi.

### **5.2.3 Pihvien iän vaikutus entsyymimureutukseen**

Haluttiin tutkia myös eri ikäisten pihvien käyttäytymistä entsyymimureutuksessa.



## **6 TULOKSET**

Sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

### **6.1 Hapan- ja emäslaukat**

#### **6.1.1 Pihvit leikattu painon mukaan**

#### **6.1.2 Pihvit leikattu paksuuden mukaan**

### **6.2 Entsyymilaukat**

#### **6.2.1 Pihvit leikattu painon mukaan**

#### **6.2.2 Pihvit leikattu paksuuden mukaan**

#### **6.2.3 Pihvien iän vaikutus entsyymimureutukseen**

## 7 POHDINTA

Luku sisältää liike- ja ammattisalaisuuksia.

Kuluttajan valitessa valmiiksi pakattua naudanlihatuotetta kaupan hyllyltä, on hinta tai kaupan tarjous merkittävin oston peruste (Kantar TNS Oy 2022a). Tämän vuoksi on tärkeää löytää ratkaisuja prosessointikustannusten minimoimiseksi. Merkittävin lihan kuluttajahyväksyntään, tuotteen uusintaostoon ja lihan markkina-arvoon vaikuttava tekijä, on sen mureus (Arshad ym 2016, 2). Jotta kuluttaja ostaisi lihatuotteen uudelleen, on sen siis oltava murea. Kun lihatuote on hinnaltaan kilpailukykyinen ja rakenteeltaan murea, saadaan vaikutettua sekä ensiostoihin että uusintaostoihin.

Työn tavoitteena oli löytää uudenlainen mureutusmenetelmä naudan sisäpaistipihville. Tutkimuksella haluttiin selvittää, mikä testatuista laukoista toimii tehokkaimpana mureuttajana.

**Hapan- ja emäslaukat.** Happo- ja emäskäsittelyillä haluttiin testata Puolanteen (2012, 16) kertomaa teoriaa niiden vaikutuksesta lihan vedensidontakykyyn. Kirjallisuuskatsauksen kuvion 3 mukaan lihan vedensidontakyvyn tulisi kasvaa siirryttäessä lihan isoelektrisestä pisteestä (pH 5,1) happamampaan tai emäksisempään suuntaan.

Tehdyissä kokeissa hapan- tai emäslaukat eivät saaneet aikaan merkittäviä muutoksia lihan pH-arvoon. Kuten Warriss (2010, 190) kirjassaan kuvaa, lihalle ominainen puskurointikyky pitää pH-arvon lähellä lihan luonnollista pH:ta. Näissä kokeissa käytettyjen happo- ja emäslaukkojen pitoisuudet eivät riittäneet lihan pH-arvon muuttamiseen.

Happaman ja emäksisen laukan kerrotaan myös hajottavan lihan kollageenirakennetta ja täten vaikuttavan lihan aistittavaan mureuteen (Puolanne 2012, 16). Tutkimuksessa käytetyillä laukoilla ja niiden vaikutusajoilla ei kuitenkaan aistinvaraisesti huomattu tällaista vaikutusta.

**Entsyymilaukat.** Entsyymien käytössä naudanlihan mureutuksessa saavutetaan useita taloudellisia ja tuotannollisia hyötyjä. Kylmävarastoimalla tehtävä lihan mureutus tuo suuria kustannuksia varastoinnista, tilojen jäähdtyksestä sekä lihan nestehävikistä varastoinnin

aikana (Warriss 2010, 72). Warriss toteaa myös lihan ohjauksen olevan kylmävarastoimalla tehdyssä mureutuksessa vaikeaa, kun kysyntäpiikit tulisi olla tiedossa useita viikkoja etukäteen. Kun mureuttava entsyymi lisätään suoraan kuluttajapakkaukseen, jää useita välivaiheita pois tuotantoprosessista. Lihan kierto prosessissa on nopeampaa, kysyntäpiikkien ohjaus helpottuu ja varastointikustannukset laskevat.

Koska entsyymit jatkavat toimintaa, kunnes ne inaktivoidaan, on entsyymien käyttö ollut tuotannollinen haaste elintarvikkeiden valmistusprosessissa (Warriss 2010, 126). Kun entsyymi lisätään kuluttajapakkaukseen ja entsyymin toiminta aktivoidaan vasta kotona, on toiminta-aika paremmin hallittavissa.

Tutkimukset oli tehty arviointitilaisuudesta riippuen 6–14 henkilön arviointiraadilla. Arviointien määrä on siis suhteellisen pieni, jotta merkittäviä johtopäätöksiä voitaisiin tehdä. Lisäksi naudanlihan mureus vaihtelee luontaisesti riippuen, minkä ikäisestä ja rotuisesta eläimestä se on leikattu. Nämä tekijät vaikuttavat tulosten luotettavuuteen.

Pihvien paksuuden vaihdellessa, oli arvioinneissakin enemmän vaihtelua. Kun paksuus vaihtoi, saatiin tuloksista johdonmukaisemmat. Poikkeamia arvioissa kuitenkin esiintyi.

## LÄHTEET

Aberle, E., Forrest J., Gerrard, D. & Mills, E. 2001. Principles of Meat Science. 4. uud. p. Iowa: Kendall/Hunt publishing company.

American Meat Science Association. 26.4.2017. Mechanically Tenderized Beef. [Verkkosivu]. [Viitattu: 30.10.2021]. Saatavana <https://meatscience.org/TheMeat-WeEat/topics/meat-safety/article/2017/04/26/mechanically-tenderized-beef>

Arshad, M., Kwan, J.-H., Imran, M., Sohaib, M., Aslam, A., Nawaz, I., Amjad, Z., Khan, U., Javed, M. 18.11.2016. Plant and bacterial proteases: A key towards improving meat tenderization, a mini review. [Verkkosivu] Food & Agriculture. [Viitattu: 6.11.2021] Saatavana <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/23311932.2016.1261780?needAccess=true>

Beef Research. 2021. Mechanical Tenderization of Beef. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.10.2021]. Saatavana <https://www.beefresearch.org/resources/product-quality/factsheets/mechanical-tenderization-of-beef>

Design tutkimus. 2018. Premium Liha. [Viitattu: 5.2.2022]. Vaatii käyttöoikeuden.

Enzymes. Ei päiväystä. EFSA. [Verkkosivu]. [Viitattu: 2.3.2022]. Saatavana [https://ec.europa.eu/food/safety/food-improvement-agents/enzymes\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/food-improvement-agents/enzymes_en)

EU List and Applications. Ei päiväystä. EFSA. [Verkkosivu]. [Viitattu: 2.3.2022]. Saatavana [https://ec.europa.eu/food/safety/food-improvement-agents/enzymes/eu-list-and-applications\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/food-improvement-agents/enzymes/eu-list-and-applications_en)

Food enzymes. Ei päiväystä. EFSA. [Verkkosivu]. [Viitattu: 2.3.2022]. Saatavana <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/food-enzymes>

Elintarvikeparanteiden valvontaohje. 2.9.2020. [Verkkosivu]. Ruokavirasto. [Viitattu: 2.3.2022]. Saatavana <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/oppaat/elintarvikeparanteiden-valvontaohje/elintarvikeparanteiden-valvontaohje/#id-24-entsyymeja-koskevat-saannot>

Entsyymit. 21.9.2021. [Verkkosivu]. Ruokavirasto. [Viitattu: 2.3.2022]. Saatavana <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/elintarvikeparanteet/entsyymit/>

Euroopan komission asetus (EU) 601/2014 Lihaan liittyvistä elintarvikeryhmistä ja tiettyjen elintarvikelisiä aineiden käytöstä raakalihavalmisteissa.

- European Commission. 28.4.2020. Register of Food Enzymes to be Considered for Inclusion in the Union List. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu: 2.3.2022]. Saatavana [https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-06/fs\\_food-improvement-agents\\_enzymes\\_register.pdf](https://ec.europa.eu/food/system/files/2020-06/fs_food-improvement-agents_enzymes_register.pdf)
- Feiner, G. 2006. Meat Products Handbook – Practical Science and Technology. [Verkkokirja]. Cambridge, Boca Raton: Woodhead Publishing Limited 2006. [Viitattu 8.8.2021]. Saatavana SeAMK Finna -kirjastosta. Vaatii käyttöoikeuden.
- Fruit Enzymes Tenderise Meat. 8.6.2021. Science Learning Hub. [Verkkosivu]. [Viitattu: 1.11.2021]. Saatavana <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1945-fruit-enzymes-tenderise-meat>
- Kantar TNS Oy. 2022a. Naudan leikkeet ja pihvit. Tutkimusraportti. [Viitattu: 5.2.2022]. Vaatii käyttöoikeuden.
- Kantar TNS Oy. 2022b. Naudan liha. Tutkimusraportti. [Viitattu: 5.2.2022]. Vaatii käyttöoikeuden.
- Kantar TNS Oy. 2022c. Punainen liha. Tutkimusraportti. [Viitattu: 5.2.2022]. Vaatii käyttöoikeuden.
- Kerth, C. 2013. The Science of Meat Quality. [Verkkokirja]. Iowa: Wiley-Blackwell. [Viitattu: 20.3.2022]. Saatavana <https://ebookcentral-proquest-com.libts.seamk.fi/lib/seamkebrary-ebooks/reader.action?docID=1166768>
- Lainsäädäntö. 29.10.2021. [Verkkosivu]. Ruokavirasto. [Viitattu: 2.3.2022]. Saatavana <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/elintarvikeparanteet/lainsaadanto/>
- Lihatiedotus. 2018. Lihan mureus. [Verkkosivu]. [Viitattu: 17.10.2021]. Saatavana <https://www.lihatiedotus.fi/ruokaa-lihasta/lihan-valinta-ja-ostaminen/lihan-mureus.html>
- Pesonen, M. 2015. Naudanlihan syöntilaatuun vaikuttavat tekijät. [Verkkajulkaisu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu: 16.10.2021]. Saatavana [https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2015/01/6\\_2015\\_Naudanlihan\\_syontilaatuun\\_vaiuttavat\\_tekijat1.pdf](https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2015/01/6_2015_Naudanlihan_syontilaatuun_vaiuttavat_tekijat1.pdf)
- Pesonen, M. 5.12.2014. Naudanlihantuotannon- ja kulutuksen kehitysnäkymiä. [Ppt-tiedosto]. Helsinki: MTT. [Viitattu: 17.10.2021]. Saatavana <https://ju-kuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/485197/Naudanlihantuotanto%20ja%20kulutus.pdf?sequence=1>
- Puolanne, E. 2012. Lihateknologia 1. Luentomoniste. HY/elintarviketeknologian laitos. Julkaisematon.

- Questback. 2020. Lisäarvotekijät pakatussa naudanlihassa. [Viitattu 6.2.2022]. Vaatii käyttöoikeuden.
- Saarimaa, W. 2014. Mureuttavan laukan kehittäminen naudan lihalle: Entsyymilaukka. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Bio- ja elintarviketekniikka. Opinnäytetyö. Julkaisematon.
- Warriss, P. 2010. Meat Science: An introductory text. 2. p. Wallingford: Cabi.

## LIITTEET

Liite 1. Aistinvaraisen arvioinnin lomake

## Liite 1. Aistinvaraisen arvioinnin lomake

**AISTINVARAINEN ARVIOINTI****Mureus, mehukkuus, rakenteen ja maun miellyttävyys**

Näyte: Laukattu naudan sisäpaistipihvi

Arvioinnin järjestäjä: Susanna Kankaanpää

Päivämäärä: \_\_\_\_\_

Kello: \_\_\_\_\_

Arvioi näytteet niiden mureuden, mehukkuuden, rakenteen ja maun miellyttävyyden perusteella asteikolla 1-5. Voit myös kirjoittaa muita huomioita näytteestä.

**ARVIOINTIASTEIKKO**

	MUREUS	MEHUKKUUS	RAKENTEEN MIELLYTTÄVYYS	MAUN MIELLYTTÄVYYS
1	erittäin sitkeä	erittäin kuiva	erittäin huono	erittäin huono
2	sitkeä	kuiva	huono	huono
3	hyväksyttävä	hyväksyttävä	hyväksyttävä	hyväksyttävä
4	murea	mehukas	hyvä	hyvä
5	erittäin murea	erittäin mehukas	erittäin hyvä	erittäin hyvä

NÄYTE- KOODI	MUREUS	MEHUKKUUS	RAKENTEEN MIELLYTTÄVYYS	MAUN MIELLYTTÄVYYS	MUITA HUOMIOITA

Kiitos!