



Ravinto- ja lisäainepitoisuuksien vaihtelu lihajalosteissa

Sanna-Kaisa Vanhatalo

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2019
Laboratoriotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Laboratoriotekniikka

VANHATALO, SANNA-KAISA:
Ravinto- ja lisäainepitoisuuksien vaihtelu lihajalosteissa

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 1 sivua
Toukokuu 2019

Opinnäytetyö tehtiin Lihajaloste Korpelan Huittisten tehtaalla tuotteiden ravinto- ja lisäainepitoisuuksien vaihtelun selvittämiseksi. Työn tavoitteena oli selvittää tuotantoerien välistä pitoisuusvaihtelua ja tarkoituksena oli tehdä ravinto- ja lisäaineanalyseja neljän tuotteen 3 – 4 erästä vaihtelun selvittämiseksi. Määritettävät ravinto- ja lisäaineet olivat vesi, rasva, proteiini, kollageeni, suola, nitriitti ja nitraatti. Määrityksissä käytettiin standardoituja menetelmiä ja tuotetiedot koodattiin luottamuksellisina.

Vesi-, rasva-, proteiini- ja suolamäärityksistä tuloksiksi saadut pitoisuudet olivat pääosin yhteneviä laatuosaston olettamien pitoisuuksien kanssa. Tarkemmassa tarkastelussa vaihtelua oli havaittavissa sekä erien välisissä että sisäisissä näytteissä. Kollageenimääritys epäonnistui ja nitriitti saatiin osoitettua, mutta nitraattia ei.

Mittausepävarmuuden ja tulosten suuruusluokan oikeellisuuden arviointi tarkasti on mahdotonta, mutta tulosten osittainen erinomainen vastaavuus oletettuihin pitoisuuksiin tukee tulosten oikeellisuutta. Tuloksiin olisi hyvä reagoida, osin tarkistaa reseptejä ja paikoin harkita lisäanalyysien teettämistä akkreditoitussa laboratoriossa.

Asiasanat: lihajaloste, ravintoaine, lisäaine, elintarvike

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Laboratory Engineering

VANHATALO, SANNA-KAISA:

Nutrients and additives concentration variations in processed meat

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 1 pages
May 2019

The purpose of this thesis was to examine the variation in the concentration of nutrients and additives in the meat products of a factory. Client of the thesis was Lihajaloste Korpela in Huittinen. The aim was to determine concentration variations between production lots by analyzing samples from 3 – 4 lots of four products. Moisture, fat, protein, collagen, salt, nitrite and nitrate were the nutrients and additives determined in assays. Standardized methods were used in the determination process, and product information was excluded from the public version of the report.

Moisture, fat, protein and salt assays were successful. Results were mainly in line with the value assumptions made by the quality control unit of the company. In exact inspection, variation was noticed both in samples between lots and internal samples of lots. Collagen and nitrate assays were not successful. Nitrite concentration was not obtained but presence of nitrite in products was indicated.

Estimation of measuring errors and scale of results accurately is impossible, but very significant partial similarity between assumptions and results supports the correctness of results. As further measures, it is proposed here that some recipes should be reviewed, and additional assays should be done in an accredited laboratory.

Key words: processed meat, nutrient, additive, foodstuff

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	RAVINTO- JA LISÄAINEET ELINTARVIKKEISSA	6
	2.1 Vesi	6
	2.2 Rasva	7
	2.3 Proteiini ja kollageeni	8
	2.4 Suola	9
	2.5 Nitriitti ja nitraatti	10
3	ANALYYSIMENETELMÄT JA TOTEUTUS	11
	3.1 Vesi	11
	3.2 Rasva	12
	3.3 Proteiini	13
	3.4 Kollageeni	14
	3.5 Suola	15
	3.6 Nitriitti ja nitraatti	17
4	TULOKSET	20
	4.1 Tuote A	20
	4.2 Tuote B	22
	4.3 Tuote C	25
	4.4 Tuote D	27
	4.5 Yhteenveto	29
5	POHDINTA	30
	LÄHTEET	34
	LIITTEET	36
	Liite 1. Standardisuorat	36

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Lihajaloste Korpelan Huittisten tehtaalla raaka-aineiden sekoittumisen ja tuotteiden ravintosisällön vaihteluiden selvittämiseksi. Työn tavoitteena oli selvittää tuotantoerien välistä pitoisuusvaihtelua ja tarkoituksena oli tehdä ravinto- ja lisäaineanalyysia neljän tuotteen 3 – 4 erästä vaihtelun selvittämiseksi. Määritettävät ravinto- ja lisäaineet olivat vesi, rasva, proteiini, kollageeni, suola, nitriitti ja nitraatti. Tavanomaisessa ravintoaineanalyysissä määritettävien lisäksi työhön valittiin lisätyn nitriitin vaikutus lopullisen tuotteen nitriitti- ja nitraattipitoisuuksiin.

Näytteenotto toteutettiin siten, että erien välisestä ja niiden sisäisestä vaihtelusta saatiin mahdollisimman laaja käsitys. Tuotteista A, B ja D otettiin kaksi näytettä samasta erästä selvästi eri kohdista. Osa analyysista suoritettiin tuoreista näytteistä ja osa homogenisoituina pakastetuista. Näytteet pakastettiin litteäksi pakattuna, jotta paloja sulattaessa saataisiin mahdollisimman edustava näyte.

Lopputuotteen ravintosisältöön vaikuttavia tekijöitä on tuotantoprosessissa useita. Esimerkiksi lihaseosten valmistuksessa tavoitellaan määriteltyä rasvapitoisuutta sekoittamalla enemmän ja vähemmän rasvaisia lajitelmia keskenään ja suureen seosmäärään lisätään suhteessa hyvin pieniä määriä lisäaineita. Työhön valikoiduista tuotteista A ja B ovat keskenään samankaltaisia, samoin tuotteet C ja D. Tuotetiedot koodattiin luottamuksellisena.

2 RAVINTO- JA LISÄAINEET ELINTARVIKKEISSA

Ravintoaineet osallistuvat elimistössä muun muassa energian tuotantoon, kudosten uudistumiseen sekä kasvuun ja elintoimintojen säätelyyn (Mattila, Piironen & Ollilainen 2001, 15). Lisäaineet ovat tarkoituksellisesti lisättyjä, elintarvikkeen ominaisuuksia parantavia ainesosia (Elintarvikkeiden lisäaineet n.d.). Työssä vesi, rasva, proteiini ja lihaskudoksen sisältämä kollageeni ovat ravintoaineita ja suola, nitriitti sekä nitraatti lisäaineita.

2.1 Vesi

Vesi on tärkeä elementti kaikelle elämälle, sitä on kaikkialla ja ilman sitä ei ole elämää. Kaikki elävän organismit tarvitsevat elääkseen vettä, niin ravinnokseen kuin elimistöönsä rakennusaineeksi.

Vedellä on merkittävä asema elintarvikkeissa. Usein se on elintarvikkeen pääkomponentti ja sillä on suuri vaikutus elintarvikkeen ominaisuuksiin. Veden määrä sekä sen sitoutuminen vaikuttavat reologisten ominaisuuksien lisäksi kemiallisiin, mikrobiologisiin sekä entsyymaattisiin pilaantumisreaktioihin. Sen vuorovaikutus muiden ainesosien kanssa vaikuttaa merkittävästi koko elintarvikkeen ominaisuuksiin. (Mattila ym. 2001, 44–45)

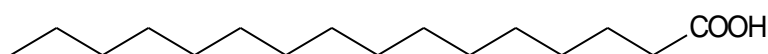
Elintarvikkeessa oleva vesi voidaan jaotella sidottuun ja vapaaseen veteen, josta sidottua vettä on enintään noin 5 % koko vesimäärästä ja se voi olla visinaalista tai kerroksellista. Visinaalinen vesi on kiinnittynyt materiaalin hydrofiilisiin osiin ja kerroksellinen vesi on muodostunut materiaalin hydrofiilisten ryhmien ympärille kerroksiksi, joista molemmat jäätyvät alle $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa. Vapaata vettä voi olla jopa 96 % koko vesimäärästä. Se voi olla laimean suolaliuoksen kaltaista ja virtaamatonta esimerkiksi geelirakenteesta johtuen tai puhtaan veden kaltaista ja rasvakerrokseen sitoutunutta, jonka ulos puristaminen ei vaadi suurta painetta. Visinaalisen veden vesiaktiivisuus on noin 0,25 ja kerroksellisen sekä vapaan veden noin 0,8. (Coultate 2009, 468)

Vesiaktiivisuus kertoo veden toiminnasta elintarvikkeessa. Mitä pienempi vesiaktiivisuuden arvo, sitä rakenteellisempaa vesi on ja sitä huonommin mikro-organismit viihtyvät siinä. Vesiaktiivisuus on veden höyrynpaineen osapaine elintarvikkeessa suhteessa puhtaan veden höyrynpaineen osapaineeseen (Coultrate 2009, 466).

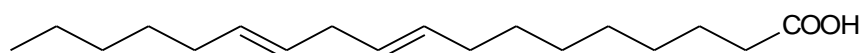
Elintarvikenäytteen kokonaisvesipitoisuuden määrittäminen voidaan suorittaa gravimetrisesti, volumetrisesti tai kemiallisesti. Gravimetrisen määrittäminen perustuu näytteen painohäviöön kuivauksessa. Määrittämisessä näyte punnitaan tarkasti ennen ja jälkeen kuivauksen. Volumetrinen menetelmä perustuu veteen liukenemattoman liuottimen kykyyn erottaa vesi näytteestä, joka saadaan mitattua esimerkiksi Dean-Stark -laitteella. Kemiallinen määrittäminen tehdään Karl Fischer -titrauksella, jota voidaan soveltaa useimmille elintarvikkeille lukuun ottamatta heterogeenisiä, liuotuksessa hajoamattomia tuotteita. Menetelmä perustuu rikkidioksidin ja jodin reaktioon veden, pyridiinin ja metanolin läsnä ollessa. Lisäksi vesipitoisuus voidaan määrittää laitemenetelmin NIR- tai NMR-spektrometrillä. (Coultrate 2009, 471–473)

2.2 Rasva

Elintarvikkeissa rasvalla on suuri merkitys tuotteen rakenteeseen, ominaisuuksiin ja energiapitoisuuteen. Lisäksi se sisältää runsaasti rasvaliukoisia vitamiineja. Rasvat eli lipidit ovat elintarvikkeissa pitkäketjuisten rasvahappojen estereitä, jotka liukenevat polaarisiin liuottimiin, kuten eettereihin, mutta eivät veteen (Coultrate 2009, 97). Rasvahapot jaetaan rakenteensa mukaan tyydyttyneisiin ja tyydyttymättömiin rasvahappoihin. Tyydyttyneissä rasvahappoketjuissa (kuvio 1) hiilten välillä on vain yksinkertaisia sidoksia. Tyydyttymättömässä rasvahappoketjussa (kuvio 2) voi olla hiilten välillä yksi tai useampi kaksoissidos.



KUVIO 1. Palmitiinihappo.



KUVIO 2. Linoliyhappo.

Elintarvikkeen rasvapitoisuus voidaan määrittää esimerkiksi uuttomenetelmällä tai rikkomalla näyte hapolla ja mittaamalla rasvan tilavuus. Uuttomenetelmän valinnassa tulee ottaa huomioon määritettävän rasvan rakenne ja liukoisuus sekä muiden näytteessä olevien komponenttien liukoisuus käytettävään liuottimeen. Rasvan sitoutuminen muihin elintarvikkeen komponentteihin vaikuttaa siihen tarvitaanko happo- tai emäshydrolyysia rasvahappojen vapauttamiseksi. Liha- ja maitotuotteille paljon käytetyssä Gerberin menetelmässä näytteen rakenne rikotaan ja rasva hydrolysoidaan hapolla erityisessä uuttoputkessa ja tulos voidaan lukea suoraan putken mitta-asteikosta. (Mattila ym. 2001, 100–101, 108–109)

2.3 Proteiini ja kollageeni

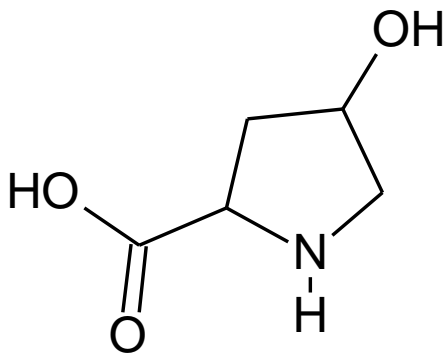
Elintarvikkeissa proteiineilla on osuutensa tuotteen ominaisuuksiin ja koostumukseen energiapitoisuutensa lisäksi. Proteiinit muun muassa sitovat vettä sekä muodostavat vaahtoja ja emulsioita ja näiden ominaisuuksien vuoksi saadaan esimerkiksi leivonnassa aikaan toivottuja rakenteita. Tärkeimmät proteiinien lähteet ovat maito- ja lihatuotteet, joista saadaan suuri osa välttämättömistä aminohapoista. (Mattila ym. 2001, 123)

Proteiinit koostuvat aminohapoista, jotka ovat sitoutuneet peptidisidoksin toisiinsa. Ne voidaan jaotella esimerkiksi rakenteensa tai ominaisuuksiensa perusteella useisiin ryhmiin. Aminohappojärjestyksellä on suuri merkitys proteiinin fyysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin, lisäksi proteiineilla on kyky toimia sekä haponä että emäksenä amino- ja karboksyyliyhänsä ansiosta (Mattila ym. 2001, 121).

Elintarvikkeen proteiinipitoisuus voidaan määrittää joko raakaproteiinipitoisuutena typpipitoisuuden kautta tai aminohappokoostumuksen kautta nettoproteiinipitoisuutena (Mattila 2001, 123). Käytettävän menetelmän valinnassa tulee huomioida määrittämisen tavoite. Kokonaisproteiinipitoisuuden määrittämiseen soveltuu typpipitoisuuden määrittävä Kjeldahl-menetelmä, mutta esimerkiksi proteiinien ravitsemuksellisen laadun määrittämiseen se ei anna toivottua tulosta. Aminohappokoostumusta määrittävät menetelmät perustuvat proteiinien erotteluun

halutun ominaisuuden, esimerkiksi varauksen, molekyylikoon tai liukoisuuden, mukaisesti (Mattila 2001, 131).

Kollageeni on lihaskalvojen, jänteiden ja nivelsiteiden rakennusaineena olevaa sidekudosproteiinia, jota esiintyy edellä mainittujen lisäksi muissakin kudoksissa (Reumaliitto 2011). Esimerkiksi jauhelihan kollageenipitoisuus kertoo sen raaka-aineena olleen lihan laadusta, mitä suurempi pitoisuus sitä enemmän siihen on käytetty jänteistä ja kalvoista lihaa. Kollageenipitoisuus voidaan määrittää hydroksiproliinipitoisuuden (kuvio 3) avulla, jonka pitoisuus kollageenissa tunnetaan tarkasti (NMKL 127 2006, 1).



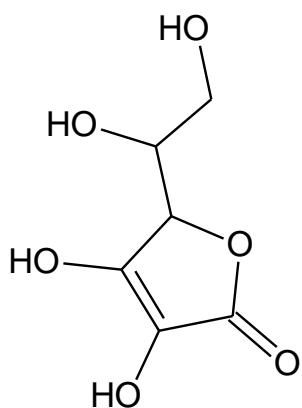
KUVIO 3. Hydroksiproliini.

2.4 Suola

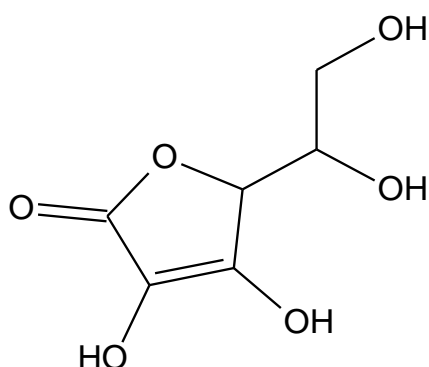
Elintarvikkeissa suolaksi käsitetään ruokasuolana tunnettu natriumkloridi, jota on käytetty säilöntäaineena jo pitkään. Se on kiistatta ensimmäinen elintarvikkeissa käytetty antimikrobinen aine (Coultate 2009, 361). Hyötyjen lisäksi suolalla on myös haittansa, joiden vuoksi sen käyttöä tulisi rajoittaa. Elintarvikkeen pakkausmerkinnöissä ilmoitettava natriumpitoisuudesta määritetty suolapitoisuus sisältää lisätyn suolan lisäksi myös sen luontaisen suolan (Ravintoarvomerkintä n.d.). Suolapitoisuus voidaan määrittää elintarvikkeesta kokonaisnatriumpitoisuuden määrittävän menetelmän kautta.

2.5 Nitriitti ja nitraatti

Nitriittiä ja nitraattia käytetään lihajalosteissa säilyttämään lihan punaisen värin ja estämään ruokamyrkytysbakteerien, muun muassa *Clostridium botulinum* -bakteerin, kasvua. Lisäaineasetuksessa kielletään puhtaan nitriitin ja nitraatin myynti elintarvikekäyttöön, mutta suolaan sekoitettuna se on sallittua. Lisäksi nitriitin ja nitraatin käytön yhteydessä tulee käyttää hapettumisenestoainetta, esimerkiksi askorbiinihappoa (kuvio 4) tai erytorbiinihappoa (kuvio 5), estämään haitallisten nitrosoamiinien muodostuminen. (Elintarviketeollisuusliitto 2015) Elintarvikkeen nitriitti- ja nitraattipitoisuudet voidaan määrittää esimerkiksi ionikromatografisesti (NMKL 165 2000, 1) tai spektrometrisesti (SFS-EN 12014-3 2005, 4).



KUVIO 4. Askorbiinihappo.



KUVIO 5. Erytorbiinihappo.

3 ANALYYSIMENETELMÄT JA TOTEUTUS

Vesi-, rasva-, kollageeni-, suola-, nitriitti- ja nitraattimääritykset tehtiin Tampereen ammattikorkeakoulun kemian laboratoriossa ja proteiinimääritys Tampereen ammattikorkeakoulun ympäristölaboratoriossa. Määrityksissä käytetyt kemikaalit olivat analyysilaatuisia ja kaasut puhtaita. Käytetty vesi oli proteiinin määrittämistä lukuun ottamatta UHP-vettä. Proteiinin määrittämisessä käytettiin ionivaihdettua vettä. Eriäisistä vaihtelua mittaavat näytteet ovat A2, A3, A4, B2, B3, D2 ja D3.

3.1 Vesi

Kosteuspitoisuuden määrittämiseksi käytettiin kuivausmenetelmää, jossa haihtuivat veden lisäksi myös muut kuivauslämpötilassa haihtuvat yhdisteet. Niiden määrä suhteessa näytteen veden määrään arvioitiin kuitenkin niin vähäiseksi, että kosteus- ja vesipitoisuus määriteltiin samaksi. (Mattila ym. 2001, 46–47)

Noin 5 grammaa näytettä punnittiin tarkasti vakiopainotettuun haihdutusmaljaan ja kuivattiin 105 – 115 asteisessa lämpökaapissa vakiopainon saavuttamiseksi (NMKL 180 2008, 3). Ensimmäinen punnitus tehtiin noin kolmen tunnin kuivauksen jälkeen. Ennen punnitusta näytteiden annettiin jäähtyä noin 5 minuuttia pöydällä, eksikaattoria ei käytetty suuren näytemäärän vuoksi. Pakastamattomat näytteet analysoitiin duplikaatteina kolmen päivän aikana taulukon 1 mukaisesti.

TAULUKKO 1. Vesimäärityksen työjärjestys.

13.3	A1, C1, C2, D1
18.3	B1, B2, B3, C3, C4, D2, D3
21.3	A2, A3, A4

3.2 Rasva

Kokonaisrasvapitoisuuden määrittämiseksi käytettiin NMKL-menetelmää numero 131 (NMKL 131 1989). Menetelmässä näytteen rasva hydrolysoitiin, uutettiin eetteriseoksella, kuivattiin ja punnittiin. Menetelmästä poiketen käytettiin kolvia uuttoputken sijaan, noin 2 tuntia 105 – 115 asteisessa lämpökaapissa kuivatut tasapohjaiset kolvit säilytettiin eksikaattorissa yön yli ja eetterifaasi siirrettiin pasteuripetillä kuivattuun kolviin. Eetteriseos haihdutettiin ja kerättiin Soxhlet-laitteella (kuva 1) ja kerätty eetteriseos käytettiin uudelleen.



KUVA 1. Eetteriseoksen haihdutus ja keräys.

Jäännöksen annettiin haihtua vetokaapissa noin 20 minuutin ajan ennen kuivausta 105 – 115 asteisessa lämpökaapissa. Jäännöksen vakiopaino saavutettiin noin 2 – 3 tunnin kuivauksen jälkeen. Näytteet analysoitiin 2 – 4 näytteen erissä taulukon 2 mukaisesti. Analyysin suuren työmäärän vuoksi rinnakkaisnäyte tehtiin vain yhdestä näytteestä.

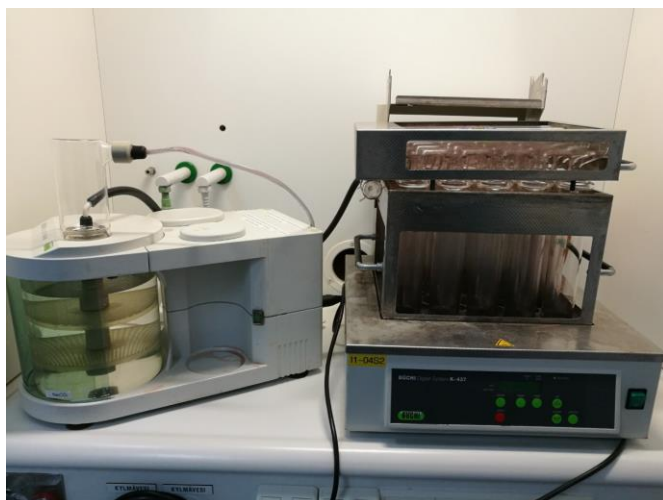
TAULUKKO 2. Rasvamäärityksen työjärjestys.

18.-19.3	B1, C1
21.3	A2, A3, A4 (analyysi keskeytettiin tapahtuneen virheen vuoksi)
25.-26.3	A2, A3, A4
26.-27.3	B2, C1, D3
1.-2.4	C3, C4, D1, D2
8.-9.4	A1, B3, C2, nolla

3.3 Proteiini

Proteiinipitoisuuden määrittämisessä käytettiin näytteen kokonaistypen määrittävää Kjeldahl-menetelmää, joka perustuu näytteen orgaanisen typen hapetukseen ammonium-ioneiksi ja edelleen natriumhydroksidin vaikutuksesta muodostuvan ammoniakkin määrittämiseen. Pohjana tehdyille analyyseille käytettiin NMKL-menetelmää numero 6 (NMKL 6 2003), mutta pääosin analyysi toteutettiin ympäristölaboratoriossa käytetyillä ja toimivaksi todetuilla parametreilla.

Märkäpolttoputkiin punnittiin tarkasti noin 1 g näytettä Kjeldahl-määrittämiseen sopivaan, typpivapaaseen punnituslaivaan, joka laitettiin näytteen mukana putkeen. Lisättiin kaksi 5 g Kjeldahl-tablettia katalyytiksi ja nostamaan rikkihapon kiehumispistettä, 3 tippaa parafiiniöljyä kuohumisen estämiseksi ja 20 ml väkevää rikkihappoa. Nollanäyteputkiin laitettiin Kjeldahl-tabletit, parafiiniöljy sekä väkevä rikkihappo, punnituslaiva unohtui. Putket jätettiin laitteistoon (kuva 2) yön yli.



KUVA 2. BÜCHI Scrubber B-414 ja BÜCHI Digest System K-437.

Märkäpolttolaitteiston lämpötila nostettiin hallitusti 370 asteeseen, jossa se pidettiin noin kaksi tuntia kaikkien näytteiden hajoamisen varmistamiseksi. Putkien annettiin jäähtyä laitteistossa noin 90 asteiseksi ja lisättiin varovasti 50 ml vettä jokaiseen putkeen. Tislauksen vastaanottoastiaan laitettiin 60 ml 2 % boorihappoliuosta sekä 4 tippaa SHER-indikaattoria (Sher Indicator 2018). Tislauslaitteistossa (kuva 3) putkiin lisättiin 80 ml 32 % natriumhydroksidiliuosta ja tislausajaksi määritettiin 4 minuuttia. Tislettitrattiin 0,25 M rikkihappoliuoksella. Määritys suoritettiin 15.-16.4. Näytteet analysoitiin ilman duplikaatteja aikatauluhaasteiden vuoksi.

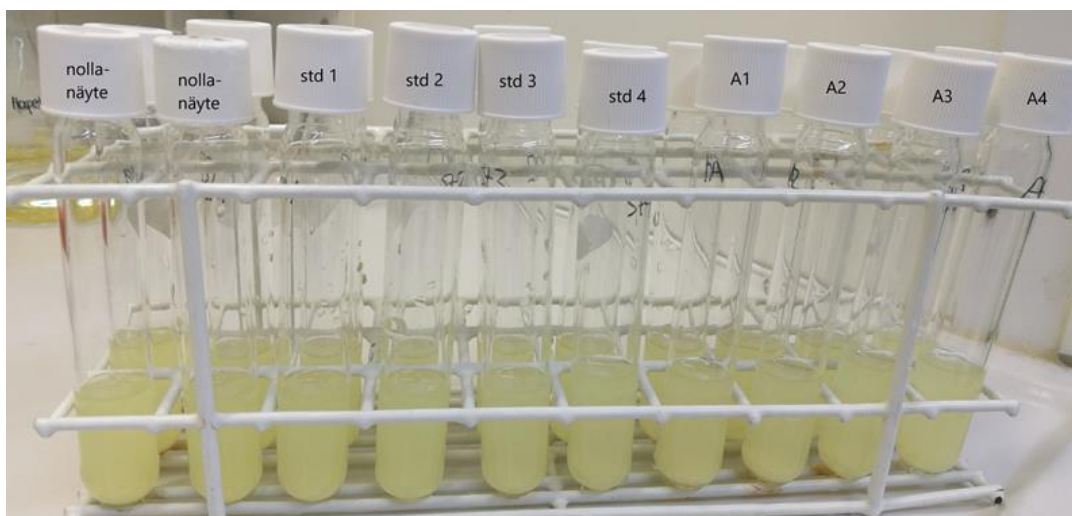


KUVA 3. BÜCHI Distillation Unit K-350.

3.4 Kollageeni

Kollageenipitoisuuden määrittäminen tehtiin hydroksiprolin määrittävällä NMKL-menetelmällä numero 127 (NMKL 127 2006). Menetelmässä näyte hydrolysoidaan, laimennetaan ja suodatetaan, jonka jälkeen muodostetaan mitattava väri hape-

tus- ja värireagenssien avulla. Analyysi suoritettiin 9.-12.4 menetelmän mukaisesti kahdesti, mutta värinmuodostus epäonnistui molemmilla kerroilla niin näytteissä, standardeissa kuin nollanäytteessäkin (kuva 4).



KUVA 4. Nollanäytteet, standardit ja näytteet värinmuodostuksen jälkeen.

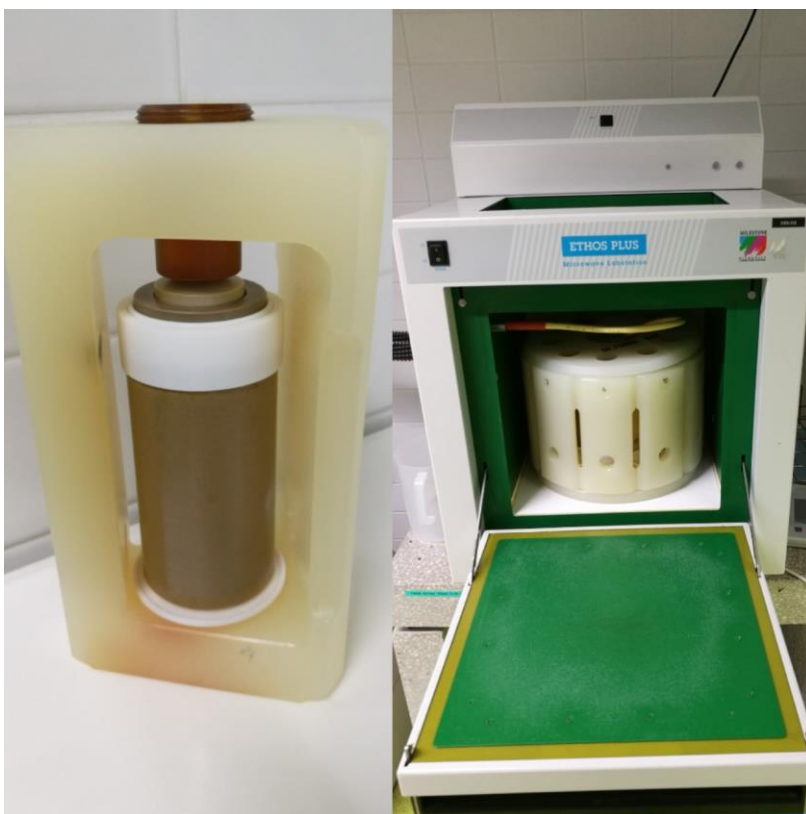
3.5 Suola

Suolapitoisuus määritettiin kokonaisnatriumpitoisuuden kautta NMKL-menetelmällä numero 180 (NMKL 180 2008). Menetelmässä näyte hajotettiin mikrodigestiolla, laimennettiin standardisuoralle sijoittuvaan pitoisuuteen ja analysoitiin liek-kiatomiabsorptiospektrometrillä (kuva 5). Laatuosastolta saaduista oletetuista suolapitoisuuksista laskettiin odotettu natriumpitoisuus, jota hyödynnettiin laimennosten suunnittelussa.



KUVA 5. PerkinElmer AAAnalyst 400 Atomic Absorption Spectrometer.

Näyte punnittiin tarkasti digestioastiaan, lisättiin tarvittavat reagenssit, kasattiin digestiolaitteisto mikroaaltouunin ohjeistuksen mukaisesti (kuva 6) ja käynnistettiin ohjelma. Ohjeessa ilmoitettua ohjelmaa käytettiin kuudelle näytteelle ja yhdelle nollanäytteelle.



KUVA 6. Milestone Ethos Plus Microwave Labstation.

Hajotettu näyte siirrettiin kvantitatiivisesti suppilon ja UHP-veden avulla ohjeesta poiketen lasiseen mittapulloon. Tuote A laimennettiin 100 ml mittapullossa, josta pipetoitiin 2 ml toiseen laimennokseen 100 ml mittapulloon. Tuotteet B, C ja D laimennettiin 200 ml mittapullossa, josta pipetoitiin 1 ml toiseen laimennokseen 100 ml mittapulloon. 22.3 unohtui lisätä häiriöpoistaja ennen merkkiin täyttöä, joten se pipetoitiin tarkasti jokaiseen ja lisäksi standardit tehtiin ja ajettiin uudelleen 3.4. Jokaisesta tuotteesta analysoitiin 3 näytettä duplikaatteina taulukon 3 mukaisesti kuvan 5 PerkinElmer AAnalyst 400 -liekkitomiabsortiospektrometrillä.

TAULUKKO 3. Kokonaisnatriumanalyysin työjärjestys.

22.3	A2, A3, A4 + standardit
3.4	D1, D2, D3 + standardit
4.4	B1, B2, B3
5.4	C1, C2, C3

Standardien välilaimennokset 100 mg/l ja 10 mg/l tehtiin muovisiin mittapulloihin. Standardit pipetoitiin 10 mg/l välilaimennoksesta lasisiin mittapulloihin taulukon 4 mukaisesti, standardit 1,2 ja 3 100 ml mittapulloihin ja standardit 4 ja 5 50 ml mittapulloihin. Välilaimennokset ja standardit laimennettiin ohjeen mukaisesti typpi-happoliuoksella.

TAULUKKO 4. Na-standardien pipetointi.

	mg/l	pipetoitava tilavuus (ml)
st 1	0,10	1
st 2	0,20	2
st 3	0,50	5
st 4	0,80	4
st 5	1,0	5

3.6 Nitriitti ja nitraatti

Näytteinä olleisiin tuotteisiin oli valmistuksessa lisätty vain natriumnitriittiä, mutta nitrobakteerien aiheuttaman nitrifikaation tuotteena näytteessä oli mahdollista

löytyä myös nitraattia. Määrittämissä käytettiin pakastettuja näytteitä, sillä mikrobitoiminta pysähtyy pakastimessa (Ruokatieto) eikä vaikutusta tulokseen pitäisi olla. Aluksi määrittystä yritettiin NMKL-menetelmää numero 165 (NMKL 165 2000) soveltaen erotukseen anioninvaihtohartsia pylväässä, mutta liuosten värittömyys aiheutti ongelman fraktioiden keräyksessä.

Löydettiin kokeilemisen arvoinen standardi (SFS-EN 12014-2 2017), jossa oli käytetty ionikromatografissa käytettävissä olevaa kolonnia, Dionex IonPac As14a, ja eluenttia, 8 mM Na₂CO₃ / 1 mM NaHCO₃. Kyseinen standardi määrittää nitriittiä ja nitraattia vihanneksista, mutta pitäisi olla toimiva myös lihajalosteille nitriitin ja nitraatin vesiliukoisuuden vuoksi. Näytteiden kromatogrammeissa havaittiin jokin häiritsevä ioni, joka peitti mahdollisen nitriitin ja nitraatin piikit varjoonsa. Käytetty ionikromatografi, Dionex ICS-1000 Ion Chromatography System (kuva 7), mitoitaa kromatogrammin suurimman piikin mukaan, joten suhteessa pienemmät piikit hukkuvat suurimman varjoon.



KUVA 7. Dionex ICS-1000 Ion Chromatography System ja Dionex AS40 Automated Sampler.

Standardien perusteella tiedettiin tarkasti retentioajat nitriitille ja nitraatille, mutta näytteissä piirtyi aiemmalla retentioajalla nitriitin ja nitraatin piikit peittävä suuri

piikki. Siten ionikromatografisella menetelmällä ei pystytty toteamaan kumpakaan eikä sanomaan niiden pitoisuuksista mitään. Tulos varmistettiin kuitenkin vielä tuoreella, pakastamattomalla näytteellä tuotteesta B, mutta kromatogrammissa tilanne oli sama. Määrityksen kanssa työskenneltiin 29.3, 1.4, 8.-9.4 ja 12.4.

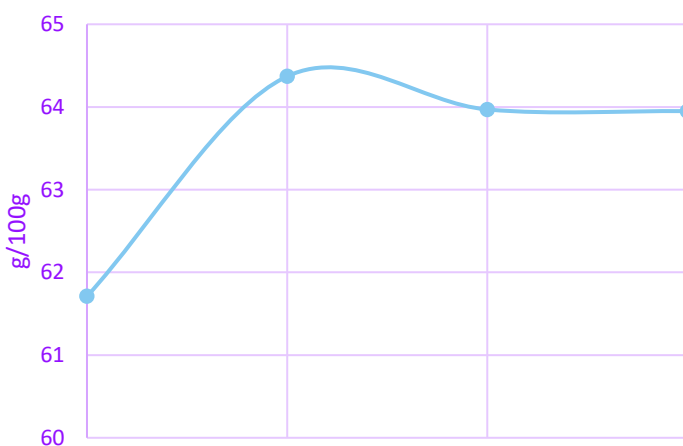
Poikkitieteellisessä ajattelussa nousi esiin virtsatieinfektion toteamiseen käytettävät Combur^z Test® -testiliuskat, joissa monen muun lisäksi todetaan nitriitin läsnäolo näytteessä. Testiliuskan alamittausraja nitriitille on 0,05 mg/dl, jonka vuoksi testiliuskalla ei voida arvioida nitriittipitoisuutta näytteessä. Näytettä punnittiin noin 10 grammaa ja siihen lisättiin noin 80 ml 50 – 60 asteista vettä, johon testiliuska upotettiin. Testi suoritettiin 17.4.

4 TULOKSET

Tulokset esitetään tuotteittain, analyysikohtaiset tulokset eriteltyinä. Duplikaatteina tehtyjen näytteiden tulokset ilmoitetaan tulosten keskiarvona. Oletetut rasva-, proteiini- ja suolapitoisuudet perustuvat laatuosaston laskelmiin sekä aiempiin analyysituloksiin.

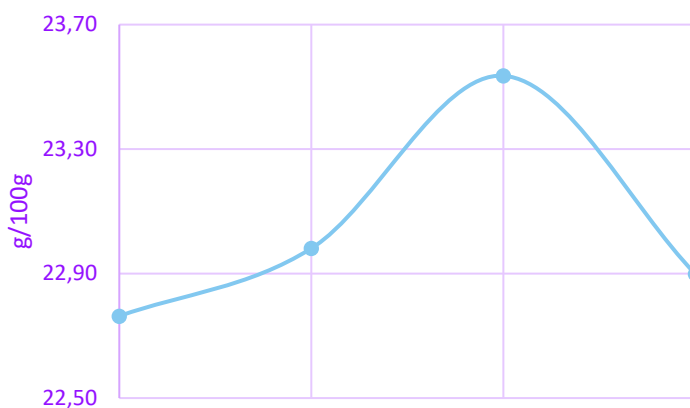
4.1 Tuote A

Saadut vesipitoisuudet olivat hyvin toistensa kaltaisia – ero suurimman ja pienimmän välillä on alle 3,0 g/100g. Tuloksissa ilmenee erien välistä vaihtelua, mutta se on pientä suhteutettuna tuloksiin. Pienimmän tuloksen saanut näyte A1 kuivattiin 115 asteisessa lämpökaapissa ja kolme muuta 105 asteisessä lämpökaapissa. Kuviossa 6 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 63,5 g/100g.



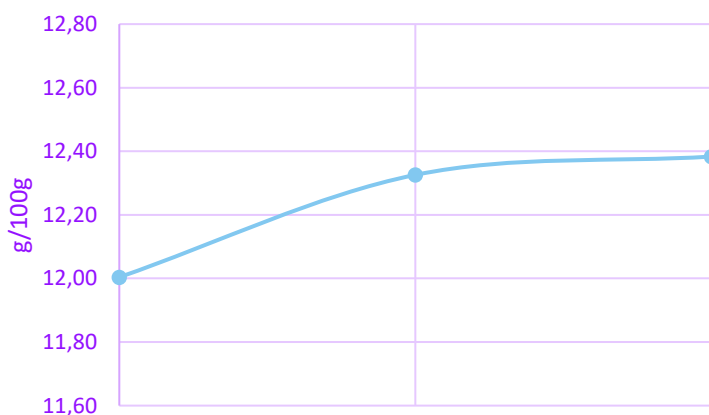
KUVIO 6. Tuote A:n vesimäärityksen tulokset.

Tuotteen oletettu rasvapitoisuus oli 21 g/100g. Oletettuun arvoon nähden saadut pitoisuudet ovat hieman suurempia. Pitoisuuksissa on havaittavissa pientä vaihtelua sekä erän sisäisesti että erien välillä. Suurimman ja pienimmän tuloksen ero on alle 1,0 g/100g. Kuviossa 7 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 23,0 g/100g.



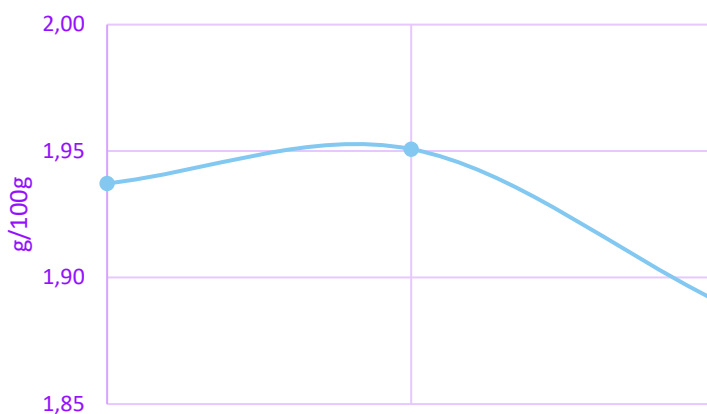
KUVIO 7. Tuote A:n rasvamäärityksen tulokset.

Tuotteen oletettu proteiinipitoisuus oli 16 g/100g. Tuotteesta analysoitiin näytteet A2, A3 ja A4. Saadut tulokset ovat hyvin toistensa kaltaisia – suurimman ja pienimmän tuloksen ero on alle 0,5 g/100g, mutta kuitenkin huomattavasti alle oletetun arvon. Tulokset kuvaavat vain erän sisäistä vaihtelua, sillä kaikki analysoidut näytteet ovat samasta lihaseoksesta valmistettuja. Kuviossa 8 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 12,2 g/100g.



KUVIO 8. Tuote A:n proteiinimäärityksen tulokset.

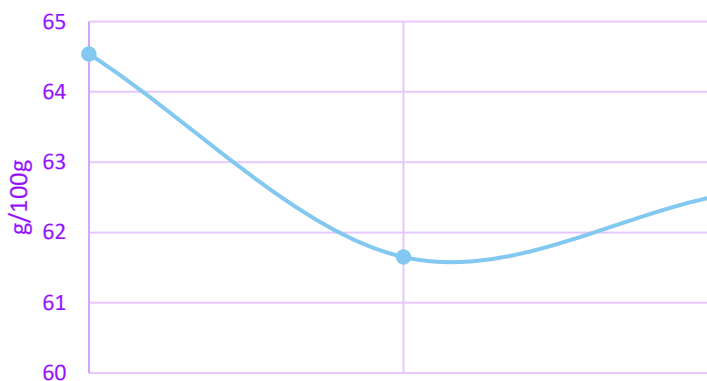
Tuotteen oletettu suolapitoisuus oli 1,7 g/100g. Tulokset ovat hyvin samankaltaisia suurimman ja pienimmän tuloksen eron ollessa alle 0,1 g/100g, joten vaihtelua erien välillä tai niiden sisäisesti ei ole havaittavissa. Ero oletettuun pitoisuuteen on noin 0,2 g/100g. Kuviossa 9 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 1,9 g/100g.



KUVIO 9. Tuote A:n suolamäärityksen tulokset.

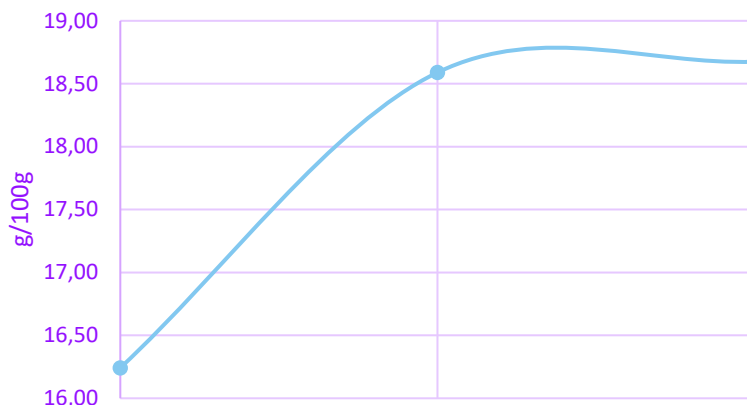
4.2 Tuote B

Tuotteen vesipitoisuudessa on havaittavissa vaihtelua erien välillä, mutta pitoisuuden suuruusluokka huomioon ottaen vaihtelu on pientä. Suurimman ja pienimmän tuloksen ero on alle 3,0 g/100g. Erän sisäisten näytteiden pitoisuusvaihtelu on noin 0,9 g/100g. Kuviossa 10 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 62,9 g/100g.



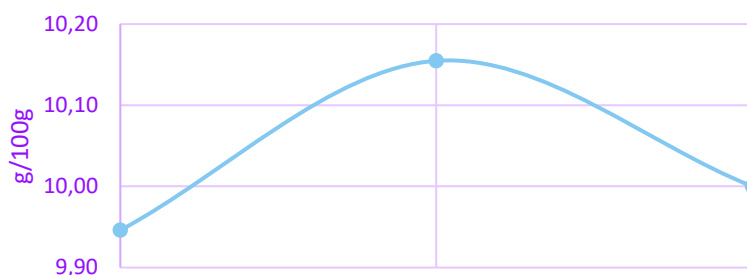
KUVIO 10. Tuote B:n vesimäärityksen tulokset.

Tuotteen oletettu rasvapitoisuus on 20 g/100g. Saadut tulokset ovat pienempiä kuin oletettu arvo ja niiden välinen vaihtelu ovat huomion arvoisia. Suurimman ja pienimmän tuloksen ero on noin 2,4 g/100g, joka on erien välistä vaihtelua lähes kokonaan. Erän sisäistä vaihtelua kuvaavien näytteiden B2 ja B3 välinen ero on olematon, alle 0,1 g/100g. Kuviossa 11 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 17,8 g/100g.



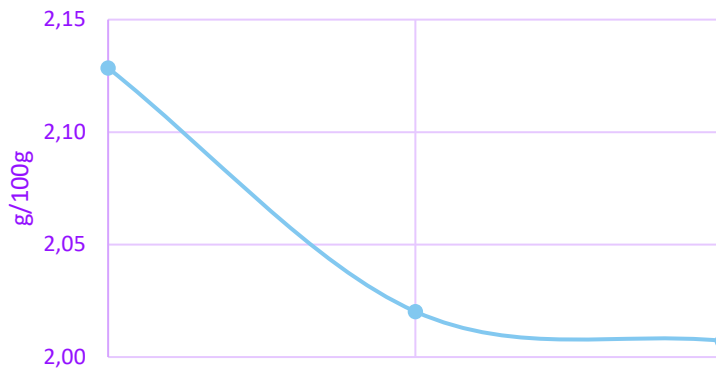
KUVIO 11. Tuote B:n rasvamäärityksen tulokset.

Tuotteen oletettu proteiinipitoisuus on 10 g/100g. Tuotteesta analysoitiin näytteet B1, B3 ja B4. Suurimman ja pienimmän tuloksen ero on alle 0,3 g/100g ja kaikki tulosten etäisyys oletetusta arvosta on alle 0,2 g/100g. Saadut tulokset ovat erinomaisesti linjassa oletetun arvon kanssa. Kuviossa 12 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 10,0 g/100g.



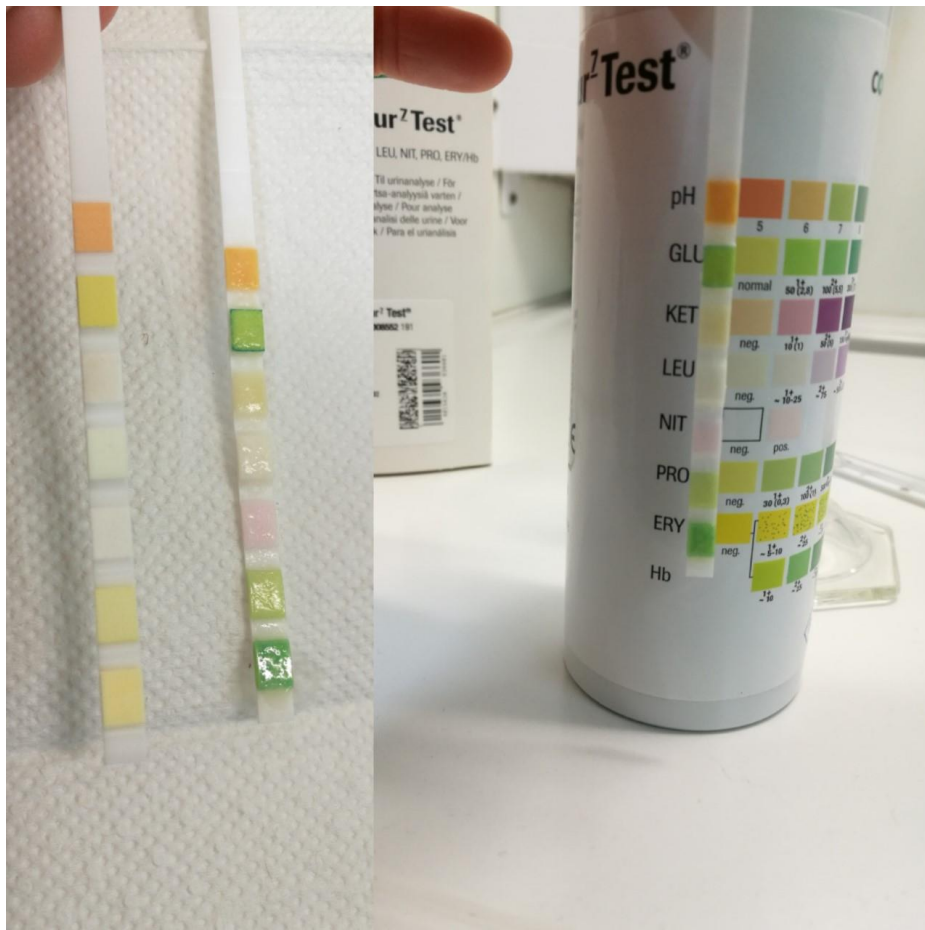
KUVIO 12. Tuote B:n proteiinimäärityksen tulokset.

Tuotteen oletettu suolapitoisuus on 1,8 g/100g. Tulokset ovat merkittävästi oletetua arvoa suurempia, mutta suurimman ja pienimmän tuloksen ero on alle 0,15 g/100g. Tulokset on laskettu 3.4 tehdyllä standardisuoralla. Kuviossa 13 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 2,1 g/100g.



KUVIO 13. Tuote B:n suolamäärityksen tulokset.

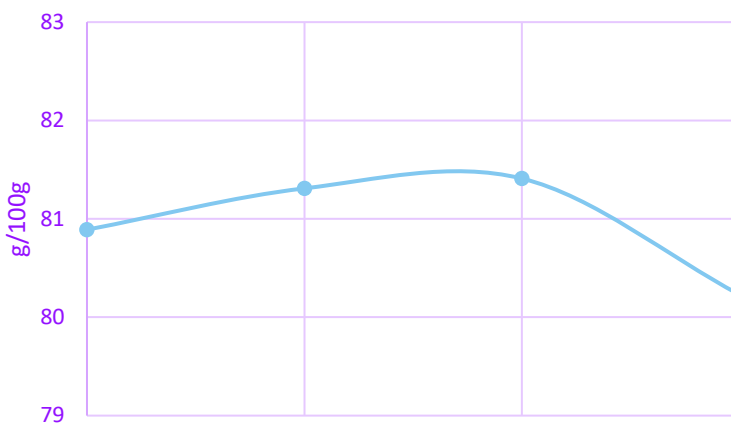
Näytteestä B4 saatiin positiivinen tulos nitriitille Combur^z Test® -testiliuskalla (kuva 7). Testiliuskan tuloksesta ei kuitenkaan voida arvioida nitriitin pitoisuutta.



KUVA 7. Näytteen B4 Combur^z Test® -testiliuska.

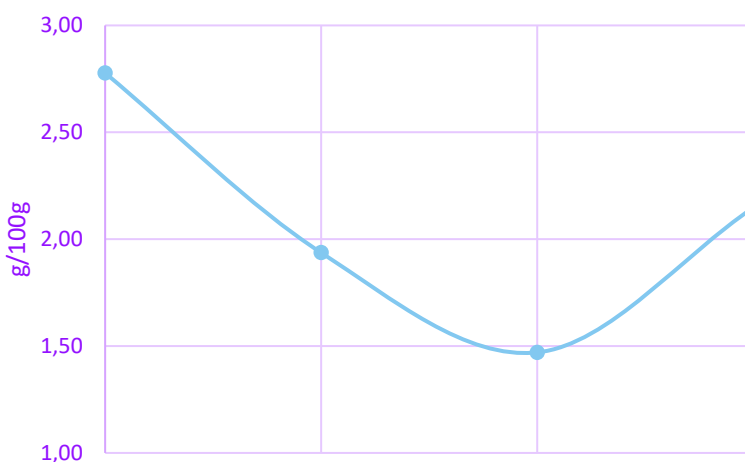
4.3 Tuote C

Tuotteen vesipitoisuuden tuloksissa ilmenee vain pientä vaihtelua, suurimman ja pienimmän arvon ero on alle 1,2 g/100g. Viimeisen näytteen pitoisuuden havaitaan olevan muita pienempi, mutta suhteutettuna pitoisuuteen ero on hyvin pieni. Kuviossa 14 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 81,0 g/100g.



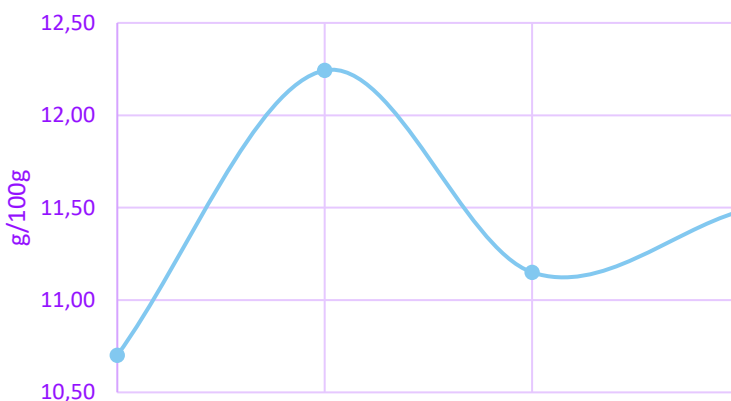
KUVIO 14. Tuote C:n vesimäärityksen tulokset.

Tuotteen oletettu rasvapitoisuus on 8,9 g/100g. Saadut tulokset ovat keskenään samansuuntaisia. Suurimman ja pienimmän tuloksen ero on alle 1,5 g/100g, mutta ne ovat reilusti alle oletetun arvon. Rinnakkaisnäytteinä analysoidun näytteen C1 tulokseksi saatiin $2,78 \pm 0,18$ g/100g. Kuviossa 15 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 8,3 g/100g.



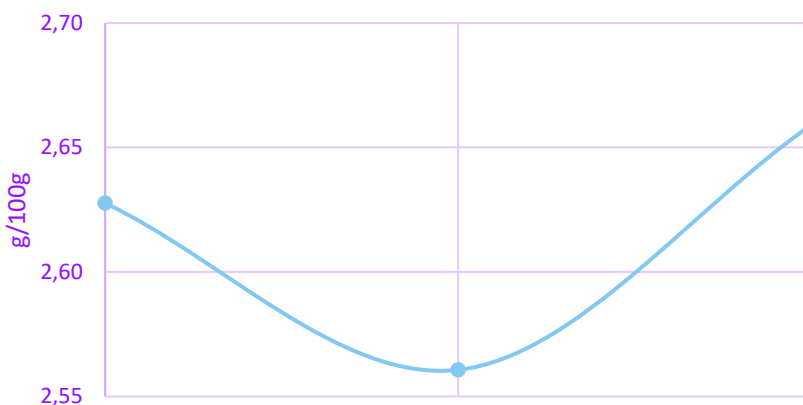
KUVIO 15. Tuote C:n rasvamäärityksen tulokset.

Tuotteen oletettu proteiinipitoisuus on 11 g/100g. Tuotteesta analysoitiin näytteet C1, C2, C3 ja C4, joiden suurimman ja pienimmän tuloksen ero on alle 1,6 g/100g ja kaikkien tulosten etäisyys oletetusta on alle 1,5 g/100g. Lukuun ottamatta näytettä C2, tulokset ovat erittäin lähellä oletettua. Kuviossa 16 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 11,4 g/100g.



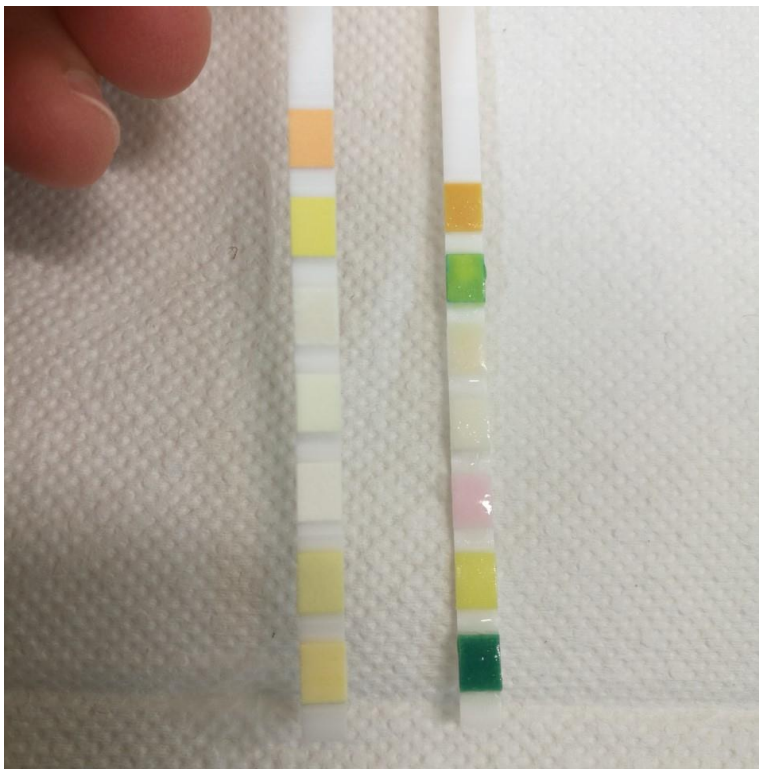
KUVIO 16. Tuote C:n proteiinimäärityksen tulokset.

Tuotteen oletettu suolapitoisuus on 2,6 g/100g. Saadut tulokset ovat keskenään hyvin samankaltaisia – suurimman ja pienimmän tuloksen ero on 0,1 g/100g. Tulokset on laskettu 3.4 tehdyllä standardisuoralla. Kuviossa 17 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 2,6 g/100g, joka on sama kuin oletettu suolapitoisuus.



KUVIO 17. Tuote C:n suolamäärityksen tulokset.

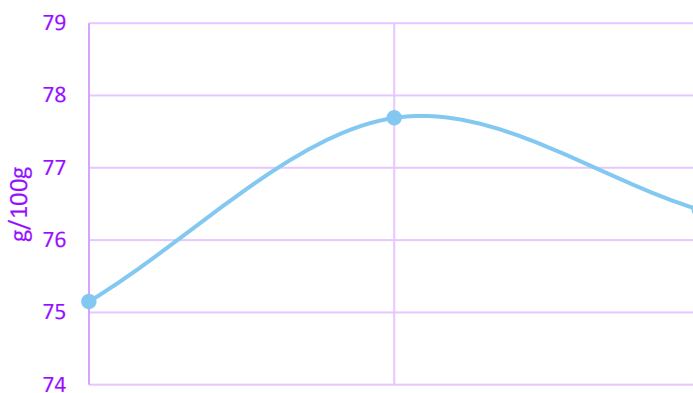
Näytteestä C2 saatiin positiivinen tulos nitriitille Combur^z Test® -testiliuskalla (kuva 8). Testiliuskan perusteella ei kuitenkaan voida arvioida nitriitin määrää.



KUVA 8. Näytteen C2 Combur^z Test® -testiliuska.

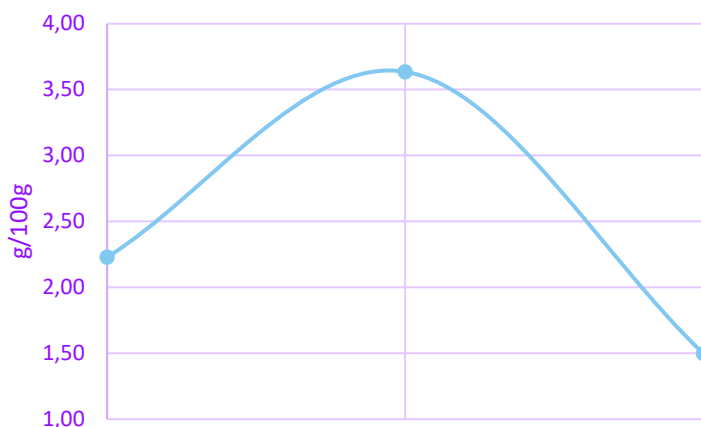
4.4 Tuote D

Tuotteen vesipitoisuuden määrittämisen tuloksissa on havaittavissa isompaa erien välistä kuin erän sisäistä vaihtelua. Kuitenkin tulokset ovat samansuuntaisia keskenään ja suurimman ja pienimmän tuloksen ero on noin 2,5 g/100g. Kuviossa 18 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 76,4 g/100g.



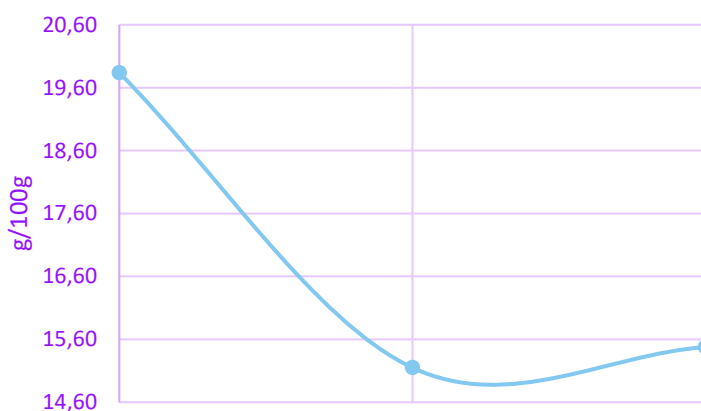
KUVIO 18. Tuote D:n vesimäärittämisen tulokset.

Tuotteen oletettu rasvapitoisuus on 3,0 g/100g. Tuloksissa on havaittavissa huomattavaa erän sisäistä vaihtelua. Tulosten suurimman ja pienimmän ero on noin 2,1 g/100g, joka on kokonaan erän sisäistä vaihtelua. Kuviossa 19 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 2,5 g/100g.



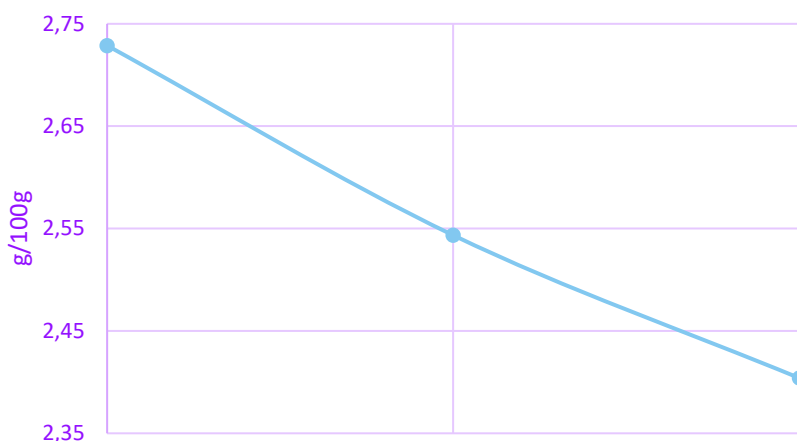
KUVIO 19. Tuote D:n rasvamäärityksen tulokset.

Tuotteen oletettu proteiinipitoisuus on 17 g/100g. Tuotteesta analysoitiin näytteet D1, D2 ja D3, joiden välillä on huomattavaa vaihtelua – suurimman ja pienimmän tuloksen ero on jopa 4,7 g/100g. Näytteistä kaksi on alle oletetun arvon ja yksi on reilusti yli. Kuviossa 20 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 16,8 g/100g.



KUVIO 20. Tuote D:n proteiinimäärityksen tulokset.

Tuotteen oletettu suolapitoisuus on 2,0 g/100g. Tulokset ovat huomattavasti suurempia oletettuun arvoon nähden ja vaihtelua sekä erien välillä että erän sisäisesti on havaittavissa. Suurimman ja pienimmän tuloksen ero on alle 0,4 g/100g. Kuviossa 21 ilmoitettujen tulosten keskiarvoksi saadaan 2,6 g/100g.



KUVIO 21. Tuote D:n suolamäärityksen tulokset.

4.5 Yhteenveto

Tuotteen A osalta rasvapitoisuus on 2,0 g/100g yli oletetun pitoisuuden, proteiinipitoisuus 3,8 g/100g alle ja suolapitoisuus 0,2 g/100g yli oletetun. Tuotteen B osalta rasvapitoisuus on 2,2 g/100g alle oletetun, proteiinipitoisuus sama kuin oletettu ja suolapitoisuus 0,2 g/100g alle oletetun. Tuotteen C osalta rasvapitoisuus on 0,6 g/100g alle oletetun, proteiinipitoisuus 1,4 g/100g yli oletetun ja suolapitoisuus on sama kuin oletettu. Tuotteen D osalta rasvapitoisuus on 0,5 g/100g alle oletetun, proteiinipitoisuus 0,2 g/100g alle oletetun ja suolapitoisuus 0,6 g/100g yli oletetun pitoisuuden. Tuotteiden ainesosakohtaiset keskiarvopitoisuudet on koottu taulukkoon 5.

TAULUKKO 5. Tulosten keskiarvoihin perustuvat ravintosisältötiedot.

	Tuote A (g/100g)	Tuote B (g/100g)	Tuote C (g/100g)	Tuote D (g/100g)
vesi	63,5	62,9	81,0	76,42
rasva	23,0	17,8	8,3	2,5
proteiini	12,2	10,0	11,4	16,8
suola	1,9	2,0	2,6	2,6
yhteensä	100,6	92,7	103,3	98,3

5 POHDINTA

Kokonaisuudessaan analyysit sujuivat hyvin aikataulu ja työmäärä huomioiden. Jokainen näyte ja standardi käsiteltiin analyyseissa samalla tavalla, joten tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään ja suhteessa toisiinsa. Mittausepävarmuuden arviointi tarkasti on mahdotonta, mutta mahdollisen virheen voidaan olettaa toistuvan samanlaisena jokaisessa näytteessä.

Kollageeni-, nitriitti- ja nitraattipitoisuuksille ei saatu tuloksia, mutta kuitenkin saatiin selvyys nitriitin olemassaolosta tuotteesta. Kollageenin määrittämisessä värimuodostus epäonnistui hapetus- ja värireagensseista johtuvista syistä, sillä väri ja sakka toistui jokaisessa putkessa riippumatta siitä, oliko kyseessä nollanäyte, standardi vai näyte.

Kuvassa 4 putkissa on hapetus- ja värireagenssien lisäksi nollanäytteessä vettä, standardeissa standardiliuos sekä näytteissä laimennettu näytehydrolysaatti ja ne on käsitelty menetelmän (NMKL 127 2006, 4-5) mukaisesti. Mikäli värinmuodostumisen epäonnistuminen olisi ollut vain näytteissä, olisi voinut ajatella näytteessä olevan jokin sakan muodostava yhdiste. Kuitenkin lopputulos on kaikissa sama, jopa vedessä, epäonnistumisen täytyy johtua reagensseista. Värinmuodostuksen epäonnistumisen toistuminen tukee päätelmää.

Selvyyttä nitriitin ja nitraatin pitoisuuksiin ei tämän työn puitteissa saatu. Nitriitin onnistunut osoitus Combur² Test® -testiliuskoilla antoi varmuuden, että valmistuksessa lisättyä nitriittiä on tuotteesta jäljellä vielä useita päiviä pakkaamisen jälkeenkin. Nitriitti ja nitraatti ovat haastavia erottaa ja siksi nitraatin analyysissä se pelkistetään nitriitiksi, joka on helpompi määrittävä. Pitoisuudet olisi saatu selvitettyä määrittämällä nitriitti ensin ilman pelkistystä ja sitten pelkistykseen kanssa. Tulosten erotuksena saataisiin nitraatin osuus.

Vesimäärittämisessä tuloksille ei ollut oletettuja pitoisuuksia, mutta saatuja tuloksia voidaan vertailla tuotteen sisäisesti sekä toisen samankaltaisen tuotteen kanssa. Menetelmän voidaan katsoa olevan luotettava ja toistettavissa, sillä työvaiheita on vähän ja kaikkien näytteiden kohdalla punnitukset tehtiin samalla vaa'alla.

Muita kuivauslämpötilassa haihtuvia yhdisteitä oletettiin olevan näytteissä mitätömän vähän ja se määrä, joka näytteissä on ollut, on ollut jokaisessa saman tuotteen näytteessä sama, siten tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia. Tuotteen vesipitoisuuteen vaikuttaa lisätyn veden lisäksi lihan vesipitoisuus sekä kypsennyksessä haihtuva vesi, siksi oletetun vesipitoisuuden laskemiseksi tarvittaisiin valmistusreseptin lisäksi käytetyn lihan oletettu vesipitoisuus. Kaikkien vesipitoisuuteen vaikuttavien tekijöiden huomioiminen laskelmissa on kuitenkin hyvin haastavaa, joten luotettavampi tulos saataisiin analysoimalla näytteitä kattavasti validoilulla menetelmällä.

Rasvamäärityksen tuloksissa on isojakin eroja oletettuihin arvoihin, mutta pääosin ne ovat linjassa keskenään. Tuotteen A osalta saadut tulokset olivat yli oletetun pitoisuuden ja tuotteiden B, C ja D alle oletetun. Erot eivät selity mittausepävarmuudella, sillä jokainen näyte käsiteltiin samalla tavalla, siten mahdollinen mittausepävarmuus pitäisi näkyä jokaisessa samansuuntaisena. Määrityksen kaikki punnitukset tehtiin samalla analyysiväällä, siten siinä mahdollisesti olevan virhe ei vaikuta punnitustulosten suhteeseen eikä lopputulokseen. Määrityksessä ei ollut reaktioita, joiden rajoittava tekijä olisi lisätty, joten reagenssilisäyksistä aiheutuvaa virhettä ei pitäisi olla. Näytteestä C1 analysoitiin myös duplikaatti ja tulokseksi saatiin $2,78 \pm 0,18$ g/100g. Tuo 0,18 g/100g voidaan arvioida olevan virhettä. Tuotteiden C ja D osalta virhe vaikuttaa enemmän kuin tuotteiden A ja B osalta tulosten suuruusluokkaan suhteutettuna.

Proteiinimäärityksen tulokset olivat tuotteen B kohdalla lähes täydellisesti sitä mitä oletettu pitoisuuskin, mutta muiden kohdalla oletetun ja saadun tuloksen välillä on eroa. Kjeldahl-menetelmää pidetään yleisesti hyvin luotettavana ja myös ympäristölaboratorion laitteistolla tehdyissä analyyseissa menetelmä ja käytetyt parametrit on todettu luotettaviksi (Honkala 2019). Määritys tehtiin yhdessä ajossa, joten lämmitys- ja jäähdytysajat ovat olleet täsmälleen samat jokaisella näytteellä. Näytteen A3 putken reunoilla oli hajoamatonta materiaalia vielä märkäpolton jälkeenkin, mutta eroa tuloksissa ei kuitenkaan juuri ole. Muut näytteet olivat hajonneet täysin. Ennen tislausta vesi lisättiin näytteen laimentamiseksi ja natriumhydroksidi ammoniakkin muodostamiseksi. Lisätyn natriumhydroksidin määrä tulee olla niin suuri, että kaikki ammonium-ionit ovat reagoineet ammoni-

akiksi. Reaktio on silminnähtävä, joten lisäyksen riittävyttä ei ole tarpeellista kyseenalaistaa. Käytetyn neljän minuutin tislauksen on katsottu olevan riittävä kaiken ammoniakkin tislautumiseksi, mutta mahdollisuus hävikkiin silti on. Titraattoria käytettäessä titrauksesta aiheutuva virhe on erittäin pieni, lisäksi käytetyn SHER-indikaattorin värinmuutos titrauksen päätepisteessä on hyvin selvä.

Suolamäärityksen tuloksissa ainoastaan tuotteen C saadut tulokset vastasivat oletettua, muut ovat yli oletetun pitoisuuden. Tuotteen A analyysissä häiriönpoistaja unohtui lisätä ennen mittapullojen merkkiin täyttöä, joten se lisättiin tarkasti jokaiseen näytteeseen ja standardiin. Aiheutunut yhden millilitran ylitys mittapullon merkistä aiheutti oman virheensä tuloksiin, mutta se on sama kaikilla tuotteen A näytteillä. Tästä syystä tuotteen A tulosten käsittelyssä käytettiin samaan aikaan ajettujen standardien standardisuuraa, jonka korrelaatiokerroin oli 0,9888 (liite 1). Tuotteiden B, C ja D tulosten käsittelyssä käytettiin tuotteen D kanssa ajettuja standardeja, joiden standardisuoran korrelaatiokerroin 0,9984 (liite1) oli parempi aiempaan verrattuna. Määrityksessä oli pipetointeja paljon, joten niistä saattoi aiheutua virhettä. Kuitenkin analyyseissa pipetoijia oli vain yksi, joten mahdollinen pipetointivirhe pitäisi toistua jokaisessa näytteessä samanlaisena. Laitteen aiheuttamaa virhettä kontrolloitiin käyttämällä tuotteiden B ja C analyyseissa kontrollistandardeja absorbanssin tarkistamiseksi. Erot oletetun ja mitatun välillä voivat johtua mittausepävarmuuden lisäksi siitä, että kaikkea tuotteessa olevaa natriumia ei ole huomioitu oletetussa suolapitoisuudessa.

Analyysitulosten suuruusluokkaa on mahdoton arvioida tässä työssä täysin oikeaksi tai vääräksi näytteiden vähäisen määrän vuoksi. Rinnakkaisnäytteiden analysointi olisi lisännyt tulosten varmuutta, mutta rasva- ja proteiinimäärityksissä jätettiin aikatauluhaasteiden vuoksi yhdetkin rinnakkaisnäytteet tekemättä. Näytteiden vähäisen määrän ja sen aiheuttaman tulosepävarmuuden vuoksi tuloksia voidaan arvioida taulukon 5 mukaisesti keskiarvoina. Tulosten keskiarvojen perusteella saadaan käsitys pitoisuuksien suuruusluokasta määritysten epävarmuustekijät huomioiden.

Tulokset vastaavat verrattain hyvin oletettuja pitoisuuksia, kun huomioidaan raaka-aineen olevan lihaa. Tuotteiden A ja B rasvapitoisuuksiin, tuotteiden A ja

C proteiinipitoisuuksiin sekä tuotteiden A, B ja C suolapitoisuuksiin olisi hyvä reagoida, tarkistaa reseptejä ja harkita analyysien teettämistä akkreditoidussa laboratoriossa. Lisäksi tuloksissa havaitut erien väliset ja niiden sisäiset vaihtelut olisi hyvä huomioida, miettiä tuotantoprosessin vaihtelua aiheuttavia tekijöitä ja tehdä tarvittavat muutokset.

LÄHTEET

BÜCHI Labortechnik AG. 2018. Sher Indicator. Luettu 18.5.2019. <https://www.buchi.com/en/products/kjeldahl-dumas/sher-indicator>

Coulter, T. 2009. Food: The Chemistry of its Components. Cambridge: RSC Publishing.

Elintarviketeollisuusliitto. 2015. Nitriittilaukattujen lihatuotteiden hapettumisenestoaineet. Toimialaohje. Julkaistu 14.2.2015. Luettu 8.5.2019. <http://www.etl.fi/media/aineistot/suosituksset-ja-ohjeet/toimialaohje-nitriittilaukattujen-lihatuotteiden-hapettumisenestoaineet.pdf>

Honkala, I. Projekti-insinööri. 2019. Henkilökohtainen tiedonanto 15.4.2019. Tampereen ammattikorkeakoulu. Tampere.

Mattila, P. & Piironen, V. & Ollilainen, V. 2001. Elintarvikekemian ja -analytiikka. Helsinki: Yliopistopaino.

NMKL 6. 2003. Nitrogen. Determination in foods and feeds according to Kjeldahl. Kongens Lyngby: Pohjoismainen elintarvikkeiden metodiikkakomitea.

NMKL 127. 2006. Hydroksipropiini. Kolorimetrinen menetelmä kollageenin määrittämiseksi lihasta ja lihatuotteista. Kongens Lyngby: Pohjoismainen elintarvikkeiden metodiikkakomitea.

NMKL 131. 1989. Rasva. Määrittäminen SBR-menetelmällä (Schmid-Bondzynski-Ratslaff) lihasta ja lihavalmisteista. Kongens Lyngby: Pohjoismainen elintarvikkeiden metodiikkakomitea.

NMKL 165. 2000. Nitriitti ja nitraatti. Nitriitin ja/tai nitraatin määrittäminen elintarvikkeista ionikromatografialla. Kongens Lyngby: Pohjoismainen elintarvikkeiden metodiikkakomitea.

NMKL 180. 2008. Natrium. Määrittäminen elintarvikkeista atomiabsorptiospektrometrisesti liekkitekniikalla mikroaaltodigestion jälkeen. Kongens Lyngby: Pohjoismainen elintarvikkeiden metodiikkakomitea.

Reumaliitto. 2011. Sidekudoksen perinnölliset taudit. Luettu 8.5.2019. <https://www.reumaliitto.fi/fi/reuma-aapinen/reumataudit/sidekudoksen-perinnolliset-taudit>

Ruokatieto. 2019. Mikrobit pilaavat ruokaa. Luettu 16.4.2019. <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuan-matka-pelloilta-poytaan/keittio/raaka-ainneiden-sailytys-kotona/mikrobit-pilaavat-ruokaa>

Ruokavirasto. n.d. Elintarvikkeiden lisäaineet. Luettu 6.4.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/valmistus/yhteiset-koostumusvaatimukset/elintarvikeparanteet/lisaaineet/>

Ruokavirasto. n.d. Ravintoarvomerkintä. Luettu 7.5.2019. <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/tietoa-elintarvikkeista/pakkausmerkinnat/ravintoarvomerkinta/>

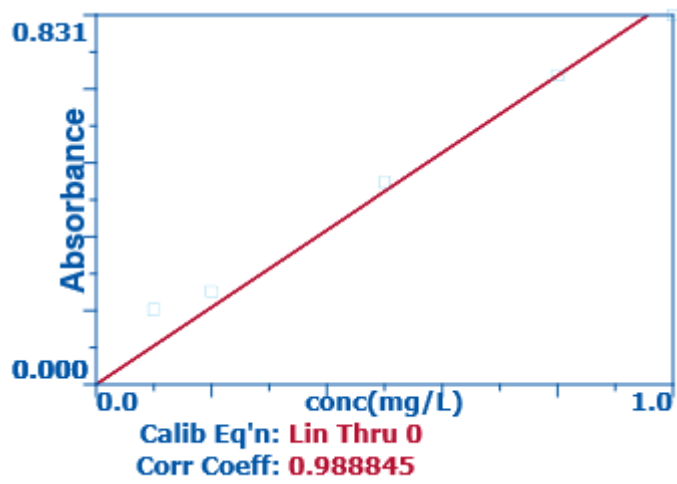
SFS-EN 12014-2. 2017. Foodstuffs. Determination of nitrate and/or nitrite content. Part 2: HPLC/IC method for the determination of nitrate content of vegetables and vegetable products. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 3.4.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

SFS-EN 12014-3. 2005. Foodstuffs - Determination of nitrate and/or nitrite content – Part 3: Spectrometric determination of nitrate and nitrite content of meat products after enzymatic reduction of nitrate to nitrite. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS. Luettu 7.5.2019. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

LIITTEET

Liite 1. Standardisuorat

22.3



3.4

