

REHUNA KÄYTETTYJEN SIVUVIRTOJEN SÄILÖNTÄ

VAKUMOIMALLA

Mäski ja perunapulppa



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinna, Bio- ja elintarviketekniikka

Syksy, 2018

Helena Kallio

Bio- ja elintarviketekniikka
Hämeenlinna

Tekijä	Helena Kallio	Vuosi 2018
Työn nimi	Rehuna käytettyjen sivuvirtojen säilöntä vakumoimalla	
Työn ohjaaja	Annukka Pakarinen	

TIIVISTELMÄ

Työn tarkoitus oli selvittää, miten vakumointimenetelmä soveltuu mäskin ja perunapulpan säilöntään ja miten säilöntäaika vaikuttaa laatutekijöihin, taustalla oli HAMK:n ArvoBi-hanke. Tavoitteena oli selvittää, voitaisiinko perunapulpan ja mäskin säilyvyyttä parantaa vakumoinnin ja happolisän avulla. Tutkimus suoritettiin HAMK:n bio- ja elintarviketekniikan laboratorioissa. Tutkittavat biomassat saatiin yhteistyökumppaneilta.

Tutkimuksessa selvitettiin perunapulpan säilyvyyttä 21 vuorokauden ajan ja mäskin 49 vuorokauden ajan. Kaikista näytteistä mitattiin kuiva-ainepitoisuus, pH, painonmuutos ja anaerobisten sulfiittia pelkistävät bakteerit. Mäskin näytteistä mitattiin myös proteiinipitoisuuden muutokset.

Avainsanat Mäski, Perunapulppa, Vakumointi, Säilöntä, Rehu

Sivut 21 sivua, joista liitteitä 4 sivua

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering
Hämeenlinna

Author	Helena Kallio	Year 2018
Subject	Vacuum Preservation of Side Streams Used as Feed	
Supervisor	Annukka Pakarinen	

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to research how vacuum packaging can guarantee the long-lasting preservation of beer mash and potato pulp. The underlying research was part of the ArvoBio project in HAMK. The aim was to examine if the preservation of beer mash and potato pulp could be more effective by using vacuum and acid addition. The study was carried out in the HAMK laboratory of biotechnology and food engineering; the biomass specimens were received from the cooperation partners.

The study looked at how well the potato pulp preserved for 21 days and the beer mash for 49 days. Each sample was measured of their total solids, pH, change in weight and anaerobic sulphate-reducing microorganisms; from the beer mash protein was also measured.

In both potato pulp and beer mash the amount of sulphate-reducing clostrides did not increase in the samples except the potato pulp's in additional acid sample. The pH decreased in both to desired level (pH 4) in the vacuum preservation; in the potato pulps open preservation it did not hit pH 4 but went between pH 4.30–6.56. Changes in potato pulps total solids concentration were around 1 % except open preservation which change was over 3 %; in the beers, samples total solids decreased, except in fresh vacuum additional acid preservation increase 8 %. In the samples, the fresh beer mash had most protein in begin; the protein remained well in the fresh vacuum.

The study can considered as pilot study. Both products benefited from vacuuming; the vacuuming had lover the pH and no molds were generated. In beer mash can be considered drop off the addition of acid; beer mash will go naturally under hoped pH.

Keywords Potato pulp, Mash, Vacuum, Preservation, Feed

Pages 21 pages including appendices 4 pages

SISÄLLYS

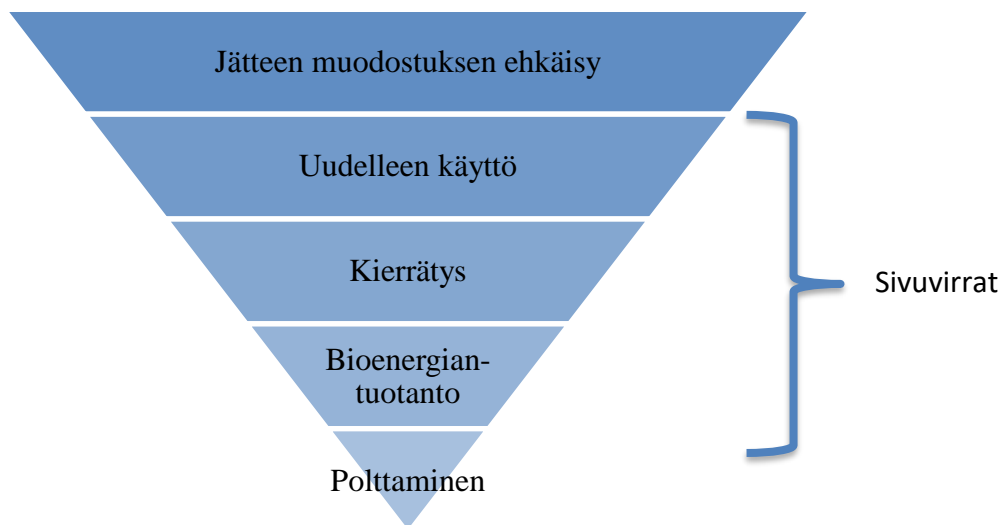
1	JOHDANTO.....	1
2	REHU.....	2
2.1	Perunapulppa ja -rehu.....	2
2.2	Mäskirehu.....	3
3	MIKROBIOLOGINEN PILAANTUMINEN.....	4
3.1	Aerobinen pilaantuminen.....	4
3.2	Anaerobinen pilaantuminen.....	5
3.3	Rehun pilaantuminen.....	5
4	SÄILÖNTÄ JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	6
4.1	Happamuus.....	6
4.2	Hapettomuus / Anaerobiset olosuhteet.....	7
5	KOKEELLINEN OSA.....	8
5.1	Vakuumisäilöntä.....	8
5.2	Kuiva-aine.....	9
5.3	pH.....	10
5.4	Proteiini.....	10
5.5	Mikrobiologinen laatutarkastelu.....	11
6	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU.....	12
6.1	Perunapulppa.....	12
6.1.1	TS.....	13
6.1.2	pH.....	14
6.1.3	Mikrobiologinen.....	14
6.2	Mäski.....	15
6.2.1	TS.....	16
6.2.2	pH.....	17
6.2.3	Proteiini.....	17
6.2.4	Mikrobiologinen.....	18
7	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	19
7.1	Perunapulppa.....	19
7.2	Mäski.....	19
	LÄHTEET.....	20

Liitteet

- Liite 1 Perunapulpan kuiva-ainepitoisuus-, pH- ja painonmuutostulokset
- Liite 2 Perunapulpan mikrobiologiset tulokset
- Liite 3 Mäskin painonmuutos-, kuiva-aine pitoisuus-, pH-tulokset
- Liite 4 Mäskin proteiini- ja mikrobiologiset tulokset

1 JOHDANTO

Sivuvirroilla tarkoitetaan maisemoinnissa, teollisuudessa ja maataloudessa syntyviä jätteitä, joita voidaan hyödyntää jonkin toisen tuotteen raaka-aineena. Kiertotalouden nousun ja materiaalien hyödyntäminen on muuntanut vanhaa käsitettä jätteiden mahdollisuuksista. Nykyisestä jätehierarkiasta (Kuva 1) näkee jätteiden käsittelytavan, jossa jätteitä selkeästi pyritään käyttämään uudelleen enemmän kuin hävittämään. Jokaiselta teollisuuden alalta syntyy sivuvirtoja ja näitä pyritään hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Osa elintarviketeollisuuden sivuvirroista soveltuu itsestään rehuksi tai niitä voidaan käyttää täydennysrehuina.



Kuva 1. Jätehierarkia

Sivuvirtojen ympärille on alkanut kehittyä uudenlaista teknologiaa ja uudenlaisia tuotteita. Hyviä esimerkkejä sivuvirroista on ruoho, puujäte kuten puru, biojäte ja tekstiilit. Sivuvirtojen laatu sekä määrä määräytyvät päätuotteesta, josta ne alkavat. Fyysisten ja kemiallisten erotteluprosessien avulla sivuvirroista on kyetty saamaan korkealaatuisia raaka-aineita muille teollisuuden aloille. Korkealaatuisista biomassoista pyritään erottelamaan arvokkaita biomassoja, kuten proteiinia ja orgaanisia happoja. Heikoimmista tai vaikeammin eroteltavista biomassallisista sivuvirroista suurin osa päätyy usein eläinten rehuksi tai bioenergian tuotantoon. (Wageningen universe research. n.d.)

2 REHU

Rehulla tarkoitetaan luonnoneläinten, tuotantoeläinten tai lemmikkieläinten ravintona käytettyä tuotetta. Ravintoon lisättävät vitamiinit ja kivennäisaineet lasketaan myös rehuihin. Myös elintarviketuotannon sivuvirtoina syntyviä jakeita, joita voidaan käyttää eläinten ravintona, luokitellaan rehuiksi. Rehua koskee rehulaki (8.2.2008/86), jonka mukaan rehun tulee olla laadultaan, koostumukseltaan ja muilta ominaisuuksiltaan soveltuva eläinten ravinnoksi. Se ei saa sisältää haitallisia aineita, tuotteita tai eliöitä, jotka vaarantaisivat eläimen tai ihmisen terveyden, ympäristön tai eläimistä saatavan tuotteen. Rehu ei saa sisältää salmonellabakteeria. Haitallisten aineiden raja-arvot on määritetty direktiivissä 2002/32/EY. (Evira 2016a; Rehulaki 8.2.2008/86 2008.)

2.1 Perunapulppa ja -rehu

Perunapulppa syntyy perunatärkkelyksen tuotannon sivuvirtana erotettuna kuituna, jota voidaan käyttää eläinten rehuna. Suomessa viljelee noin 1 000 viljelijää tärkkelysperunaa yhteensä noin 8 600 hehtaarin peltoalalla. Tärkkelysperunan satotaso on noin 30 t/ha. Jalostus tapahtuu tuotantolaitoksilla, joista yksi sijaitsee Satakunnassa ja kolme sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla. Jalostuksessa syntyy kolme jakeita, tärkkelys jonka osuus on 10–25 %, soluneste jonka osuus on 72–87 % ja kuitu jonka osuus on vain 2–3 %. Jakeiden erotus tapahtuu Suomessa joko tasosuodinprosessilla tai dekantteriprosessilla, joissa molemmissa kuitu erotetaan pääosin seulonnan kohdalla. Prosessien ero on, että dekantteriprosessissa murskauksen jälkeen mahdollisimman paljon solunestettä erotetaan ja tilalle laitetaan vettä, kun taas tasosuodinprojektissa solunestettä aletaan erottaa vasta kuidun erotuksen kohdalla. Perunapulppa kuivataan noin 27 %:n kuiva-ainepitoisuuteen ja kuiva-ainepitoisuutta nostetaan kalkin avulla. (Tärkkinetti. n.d.; Virtuaalikylyä. n.d.; Pääkkönen, Vuorikoski, Pirkanniemi j& Hyytiä 2004, 20)

Rehuna hyödyntämätöntä perunapulppaa käytetään lannoitteena. Lannoitteena käytetyn perunapulpan osuus on Suomessa 10–20 % tuotetusta. Tasosuodinprosessista tullut perunapulppa on ravintopitoisempaa, sen sisältävän solunesteen takia. Erotettua solunestettä käytetään myös itsettään lannoitteena. (Pääkkönen ym. 2004, 20, 52)

Perunapulpan proteiinipitoisuuteen vaikuttaa sen valmistusprosessi eli dekantteriprosessi, jossa kuitu pestään vedellä, kun taas tasosuodinprosessilla kuitu pestään solunesteellä. Perunapulppa soveltuu hyvin seosrehuruokintaan sekä rehusekoittamoihin raaka-aineena turkiseläinten rehuksi. Nautakarjalla perunapulppa soveltuu aperuokintana yli neljä kuukautta oleville naudoille. Tietoja rehun ravinnepitoisuudesta on esillä taulukossa 1 (s. 3). (Pääkkönen ym. 2004, 20, 52)

Perunapulpan kuiva-ainepitoisuus vaihtelee 14–17,5 %:n välillä ja se säilyy viikon tai 3–4 viikkoa jos siihen lisätään ureaa 2 % tuotepainoysikköä kohden. Säilöntä tapahtuu siiloissa tai aumassa. Yleisimmät perunapulppaa käyttävät eläintenkasvattajat asuvat usein lähellä perunatärkkelyslaitoksia. Perunapulpan säilyvyyteen vaikuttavat kuiva-ainepitoisuus, sopivalla kuiva-aine pitoisuudella syntyy maitohappoa, joka laskemalla perunapulpan pH:ta parantaa sen säilymistä. (Pääkkönen ym. 2004)

Taulukko 1. Perunapulpan ravinto sisältö tasosuodin laitoksella (Pääkkönen ym. 2004)

Peruna rehun ravinne pitoisuus	Keskiarvo käyntikaudella 2001 (n=7)
Kuiva-aine [%]	16
Kokonaistyyppi [g/kg]	2,4
Liukoinen tyyppi [g/kg]	1
Kokonaisfosfori [g/kg]	0,35
Kalium [g/kg]	5,69

2.2 Mäskirehu

Mäskiä syntyy oluen tuotannon sivuvirtana, kun rouhittuun maltaaseen lisätään kuumaa vettä. Mallas koostuu idätetyistä, kuivatuista viljanjyvistä, joista on poistettu itäessä kasvaneet idut. Mäskäyksen jälkeen vierteen erotuksesta jäänyt mäski voidaan käyttää eläinten rehuna. Jokaista 100 l:a tuotettua olutta kohti, syntyy 15 kg mäskiä. Mäski sisältää keskimäärin 75–80 % vettä ja pilaantuu nopeasti homeiden, hiivojen ja bakteerien takia. (Kotiolut n.d.; VTT n.d.; Feedipedia n.d.)

Mäskiä käytetään hevosten ja erityisesti lypsynaudan rehuna. Siinä on rehuohraan verrattuna noin kolminkertainen määrä kuitua ja valkuaispitoisuus on kaksinkertainen, n. 20–30 %-ka. Mäskin ravintoarvot on esitelty taulukossa 2. Mäski on parhaimmillaan tuoreena ja se säilyy kylmissä tiloissa 5–7 päivää. Happojen avulla sen säilyvyyttä voidaan pidentää huomattavasti, samaa menetelmää käytetään säilörehun teossa. Säilörehussa mäski laitetaan siiloon, jossa se peitetään muovilla, jolloin se alkaa tuottaa maitohappoa, tämä laskee rehun pH:ta. (Suomenrehu n.d.; Virtuaalikylä n.d.; Feedipedia n.d.)

Taulukko 2. Mäskin ravintoarvopitoisuudet (Suomenrehu. n.d)

Pitoisuudet kuiva-aineesta [%]	
hemiselluloosa	22–28
Proteiini	15–24
Selluloosa	17–25
Lipidit	10
Ligniini	12–28

3 MIKROBIOLOGINEN PILAANTUMINEN

Mikrobiologinen pilaantuminen jaetaan sisäisiin ja ulkoihin tekijöihin. Jos ulkoihin tai sisäisiin tekijöihin vaikutetaan, hidastuu mikrobien kasvu. Ulkoihin tekijöihin luetellaan lämpötila, kosteus, kaasuatmosfääri ja muut mikrobit. Sisäisesti vaikuttavia tekijöitä ovat saatava ravinnon määrä, aktiivisen veden määrä, pH ja pohjassa valmiiksi olleet antimikrobiset aineet. (Korkeala 2007, 17–22.)

Jokaisella mikrobilla on ominaislämpötila eli paras lämpötila kasvulle ja lisääntymiselle. Osa mikrobeista pystyy kuitenkin kasvamaan ja lisääntymään kaukana optimilämpötiloista, joskin niiden lisääntyminen on tällöin huomattavasti hitaampaa. Korkeissa lämpötiloissa mikrobit tuhoutuvat, kun taas alhainen lämpötila ei tuhoa mikrobeja vaan hidastaa niiden kasvua. (Evira 2016b)

Veden aktiivisuus

Veden aktiivisuudella tarkoitetaan vapaana olevia vesimolekyylejä eikä se ole suoranaisesti sidottuna veden määrään. Siihen voivat vaikuttaa mm. sokerin, suolan määrä tai tuotteen rakenne. Veden aktiivisuus vaikuttaa rehun hapettumiseen ja entsyymitoimintaa. Bakteerien kasvussa veden aktiivisuus vaikuttaa bakteerien käytössä olevaan veden määrään; mitä alhaisempi on vedenaktiivisuus, sitä vähemmän bakteerit pystyvät hyödyntämään rehussa olevia ravinteita kasvuunsa. Poikkeuksena ovat homeet, jotka kykenevät kasvamaan kuivissakin olosuhteissa. (Jouppila n.d.)

3.1 Aerobinen pilaantuminen

Aerobisella pilaantumisella tarkoitetaan mikrobiologista pilaantumista, jossa pilaaja bakteerit käyttävät happea. Suuri osa pilaajamikrobeista käyttää happea kasvussaan.

Homeet

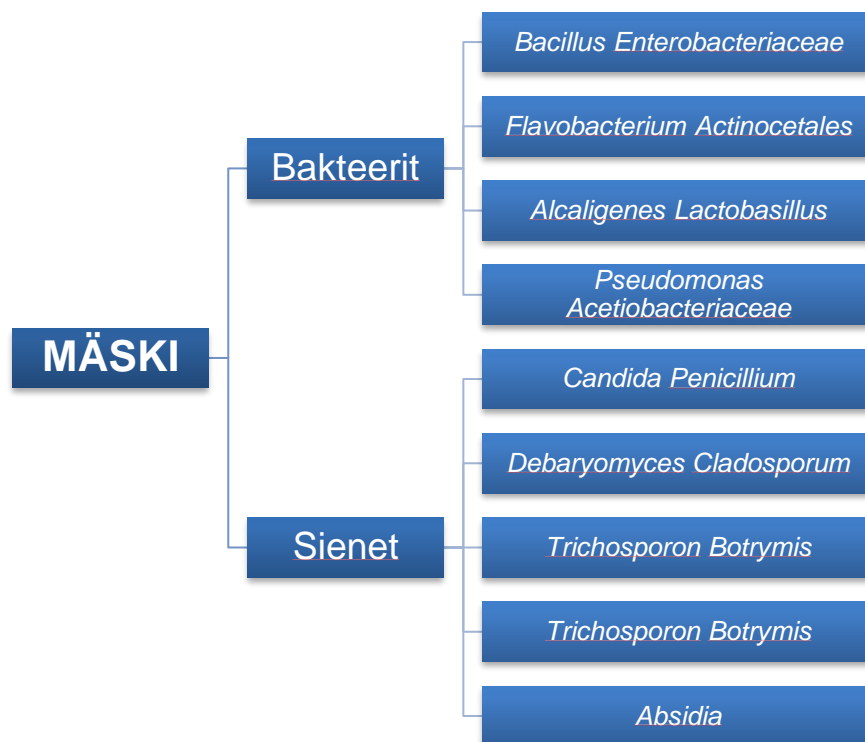
Home kasvaa rihmastona ravinnoksi sopivan materiaalin pinnalla ja leviää siitä rihmastona nopeasti koko materiaaliin, erityisesti pehmeisiin ja ilma-viin. Se leviää itiöinä, jotka kevyen rakenteensa takia kulkevat helposti ilman mukana. Home voi levitä myös kontaminoituneen pinnan päältä uuteen ympäristöön. Ruuaksi homeelle kelpaa melkein mikä tahansa ja ne kasvavat usein alhaisessakin lämpötilassa. Homeet ovat sopeutuneet happamiin olosuhteisiin ja eivät vaadi paljoa kosteutta voidakseen kasvaa. Ne ovat kuitenkin riippuvaisia hapestasta ja eivät kykene kasvamaan hapettomissa olosuhteissa. (Häikiö 2003)

3.2 Anaerobinen pilaantuminen

Anaerobisissa olosuhteissa olevat bakteerit eivät käytä happea. Hapettomissa olosuhteissa grampositiivisen maitohappobakteerin määrä kasvaa. Määrän kasvaessa maitohapon määrä kasvaa ja tällöin tuotteen pH alkaa laskea. Anaerobisissa olosuhteissa alkaa myös kasvaa mm. klostidit, gram-negatiiviset sauvat ja *clostridium*- sukuun kuuluvat bakteerit. *Clostridium*-suvun bakteerieita esiintyy maaperässä sekä ihmisten ja eläinten suolistoissa.

3.3 Rehun pilaantuminen

Rehun pilaantumisessa suurin vaikuttava tekijä ovat mikrobiologiset olosuhteet. Hapellisessa tilassa säilötty kostea tai märkä rehu alkaa homehtua. Osa mikrobiologisista bakteereista on ollut alun perin hyödyllisiä, etenkin sivuvirroista tehdyissä rehuissa, kuten mäski, jonka pilaantumisen aiheuttavat hiivat, bakteerit ja homeet (Kuva 2). Osa näistä lisätään oluen tuotannon aikana ja jatkaa kasvuaan mäskissä.



Kuva 2. Mäskin sisältävät bakteerit ja sienet (Bokulich, N. Bamforth, W 2013)

4 SÄILÖNTÄ JA SIIHEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Säilönnän tarkoituksena on pidentää tuotteen käyttöikää ja ehkäistä mikrobien aiheuttamaa pilaantumista. Perinteisiä säilöntämenetelmiä ovat pakastus, kuumennus, kuivaus, lämpötilan säätö, säilöntää parantavat aineet kuten suola-, sokeri- ja ilmatiivissäilöntä. Nykyään käytössä on myös erilaisia suoja-aineita, jotka ehkäisevät mikrobien kasvua. (Evira b 2016)

Kuivaamalla tuotteesta vähennetään mikrobeille tarpeellisen veden määrää. Mikrobit eivät pysty hyödyntämään kaikkea tuotteessa olevaa vettä, vaan vapaata helposti saatavaa vettä, joka ei ole sitoutunut eri suoloihin tai sokereihin. Hiivat tarvitsevat vähemmän aktiivista vettä kuin useat muut mikrobit, mutta vähiten vapaata vettä tarvitsevat homeet jotka pysyvät kasvamaan hyvinkin kuivissa olosuhteissa. (Evira 2016b)

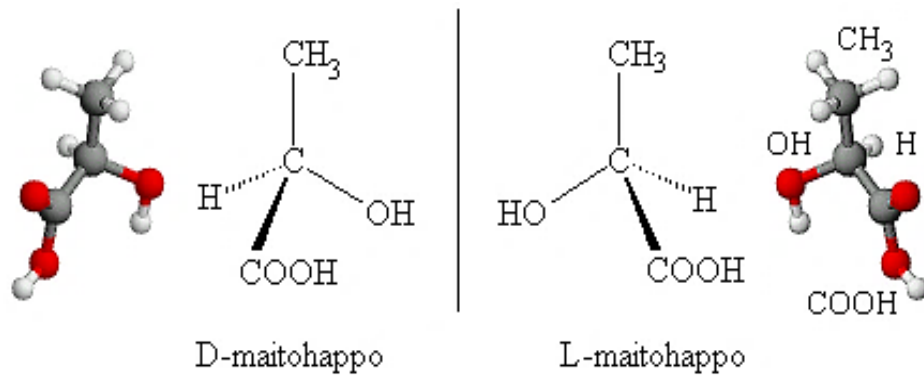
4.1 Happamuus

Suuri tekijä tuotteen säilyvyydessä on pH, joka vaikuttaa ympärillä olevien mikrobien toimintakykyyn. Suurin osa mikrobeista toimivat aktiivisimmin neutraalin eli pH-arvon 7 alueella ja harva bakteeri kasvaa enää alle pH 4 olosuhteissa. Homeet sen sijaan kasvavat hyvinkin happamissa olosuhteissa, ne kasvavat hyvin pH 3-5 alueella. Kun pH:ta lasketaan tästä alaspäin happoja käyttäen, pystyvät mikrobit toimimaan heikommin ja tämä parantaa tuotteen säilyvyyttä. (Häikiö 2003, 52–53).

Maitohappo

Hydroksihappoihin kuuluva 2-hydroksipropaanihappo eli maitohappo syntyy maitosokerista maitohappobakteerin vaikutuksesta. Sitä valmistetaan maitohappobakteerien avulla joko hiilihydraateista tai kemiallisesti. Maitohappoa käytetään happamuudensäätelyaineena ja sen avulla voidaan laskea säilöttävän aineen pH tasoa. (Kalkku, Kalmi & Korvenranta 2004; E-koodit 2011)

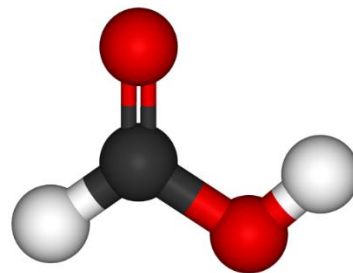
Maitohapolla on molekyyllitasolla kaksi rakennetta D(-)-maitohappo ja L(+)-maitohappo. Rakenteeltaan ne ovat toistensa peilikuvat (Kuva 3 s. 7). L(+)-maitohappoa muodostuu eläinten ja ihmisten lihaksissa lihasrasituksessa. D(-)-maitohappoa taas esiintyy maidossa, sitä käytetään säilönässä, mm. hapankaalissa on käytetty D(-)-maitohappoa. (Tohroni.fi n.d.)



Kuva 3. D-maitohapon ja L-maitohapon rakenne (oph.fi n.d.)

Muurahaishappo

Karboksyylihappoihin kuuluva metaanihappo eli muurahaishappo sisältää yhden hiiliatomin ja on yksinkertaisin karboksyyliryhmän hapoista (Kuva 4). Sitä käytetään rehun säilönnässä, orgaanisista hapoista se laskee tehokkaimmin pH:ta. Muurahaishapon on havaittu heikentävän myös kolibakteerien kasvua ja sitä muodostuu jo luonnostaan eläinten aineenvaihdunnassa, mikä tekee siitä esimerkiksi sioille vaarattoman yhdistelmän. (Kalkku, ym. 2004; Farmit Website Oy. n.d.)



Kuva 4. Metaanihapon eli muurahaishapon rakenne (wikipedia. n.d.)

4.2 Hapettomuus / Anaerobiset olosuhteet

Anaerobisissa olosuhteissa bakteereilta poistetaan käytöstä happi, joka on tärkeä osa aerobisten bakteerien toimintaa. Tätä keinoa käytetään vakuimipakkauksessa sekä pakkauskaasuissa, jossa ilma korvataan kaasusekoituksella. Tämä vähentää aerobisten bakteerien toimintaa, mutta ei estä anaerobisten mikrobien toimintaa. Vakumointia hyödynnetään elintarvikkeissa erityisesti kalansäilönnässä, sitä on myös jo pitkään käytetty tuoreheinän säilömenetelmänä.

5 KOKEELLINEN OSA

Kokeellisessa osiossa tarkkailtiin, perunapulpan säilyvyyttä 5 viikon ajan ja mäskin säilyvyyttä 8 viikon ajan vakumointipusseissa. Taulukoissa 3 ja 4 on esitelty perunapulpan ja mäskin näytteet. Suunnitelmissa P kuvaa perunapulppaa ja M kuvastaa mäskiä, P0 ja M0 ovat kontrollit, niissä pyritään mahdollisimman samoihin olosuhteisiin kuin tuotantolaitoksella.

Taulukko 3. Perunapulpan näytteen otto suunnitelma

	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Punnitus	x	x	x	x	x	x	x	x
Vakumointi			x	x	x	x	x	x
Happolisä						x	x	x
pakastointi	0 vrk		x					
	7 vrk	x		x		x		
	14 vrk	x			x		x	
	21 vrk	x				x		x

P1 kuvaa nolla näytettä taulukossa 3. Perunapulpasta otetut näytteet pakastettiin ja kun kaikki näytteet oli saatu, niistä tehtiin kuiva-aine-, kiintoaine-, pH-, maitohappo- ja mikrobimääritykset.

Taulukko 4. Mäskin näytteen otto suunnitelma

	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
Punnitus	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Vakumointi			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Happolisä						x	x	x					x	x	x
pakastointi	0 vrk		x						x						
	21 vrk	x		x		x				x			x		
	35 vrk				x		x				x			x	
	49 vrk					x		x				x			x

M1 kuvaa nollanäytettä taulukossa 4. Mäskistä otetut näytteet pakastettiin ja kun kaikki näytteet oli saatu, niistä tehtiin kuiva-aine-, kiintoaine-, pH-, maitohappo-, proteiini-, hiilihydraatti- ja mikrobiologiset määritykset.

5.1 Vakuumisäilöntä

Laitteet, välineet ja reagenssit:

- 10 l kannellinen ämpäri
- HBO Nordican type 7959 uudelleen täytettäviä vakumointi pusseja
- HBO Nordica Food Sealer Handy 7952
- Vaaka
- Kauha

- Suihkepullo ja pesupullo, kapealla suuaukolla
- Mittapipetti
- 50 ml mittapullo
- Maitohappo 98 %
- RO-vesi

Näytteet kuljetettiin koululle 10 litran kannellisissa ämpäreissä, joista ne siirrettiin HBO Nordican type 7959 uudelleen täytettäviin vakumointi pusseihin. Oikean painon saamiseksi käytettiin PS 6000/X vaakaa, jonka jälkeen pusseista imettiin ilma käyttäen HBO Nordica Food Sealer Handy 7952:ta.

Happolisä näytteille tehtiin laimentamalla 98 %:n maitohappoa 50 %:ksi. Laimentamiseen käytettiin RO-vettä, mittapipettiä ja 50 ml:n mittapulloa. Happo lisättiin suihkuttamalla suihkepullolla ja pesupulla, kapealla suuaukolla näyte määrän punnituksen jälkeen. Säilönnän jälkeen kaikki näytteet pakastettiin punnituksen jälkeen, jotta testeissä ei olisi eri olosuhteissa olleita näytteitä. Näistä tehtiin laboratorio määritykset.

5.2 Kuiva-aine

Kuiva-aine (TS) mittausten menetelmänä käytettiin standardia SFS 827. Mittaus tehtiin haihduttamalla tunnetusta määrästä näytettä 105 C-asteessa (± 3 °C) neste pois. Määrityksessä upokkaat taarattiin 105 C-asteen uunissa ensin 24 h, jonka jälkeen ne siirrettiin eksikaattoriin jäähtymään. Jäähdytyksen jälkeen upokkaat punnittiin 0,1 mg tarkkuudella ja niihin lisättiin punnittu näyte. Tämän jälkeen upokkaat laitettiin takaisin 105 C-asteen uuniin, jossa niitä pidettiin 20 h. Upokkaat otettiin pois uunista, ne laitettiin eksikaattoriin ja annetaan jäähtyä ennen kuin suoritetaan loppupunnitus. (SFS 827)

Laitteet ja välineet:

- Upokkaita
- Eksikaattori
- Uuni
- Vaaka
- Spaatteli

Tulostenlaskenta menetelmät

$$x = \frac{m_2 - m_1}{m}$$

Jossa	X	on kuiva-aine mg/g
	m_1	on upokkaan massa, mg
	m_2	on astian ja kuivatun näytteen yhteenlaskettu massa, mg
	m	on määrityksessä käytetty näyte, mg

5.3 pH

pH:n mittauksessa tarkkailtiin onko pH:ssa tapahtunut muutoksia säilönän aikana.

Laitteet ja välineet:

- pH-mittari
- RO-vesi
- Dekantterilasi
- Vaaka
- Tasosekoitin

Mittausta varten näyte laimennettiin käyttäen standardia SFS-ISO 10390 (Soil quality. Determination of pH), jossa RO-vettä laitettiin viisinkertainen määrä suhteessa näytemäärää. Näytteet laitettiin sekoittimeen tunniksi, jonka jälkeen kalibroidulla pH mittarilla mitattiin näytteestä pH. (SFS-ISO 10390)

5.4 Proteiini

Proteiini määriteltiin käyttäen raakaproteiinin määrittely elintarvikkeista menetelmää. Menetelmä perustuu proteiinin sisältämiin aminohappoihin, joissa on paljon tyyppeä. Raakaproteiinissa määritellään ensin tyyppi Kjeldahl menetelmällä, jonka jälkeen raakaproteiini lasketaan käyttäen valittua kerrointa, yleinen on 6,25.

Työn vaiheina oli typen poltto, vesihöyrytisläus ja titraus. Ennen polttoa putkiin laitetaan: näyte, vesi ja kjeltabs katalyytti tabletti. Polton lämpötila on 400–450 °C:sta, poltto kestää 1,5 h (mukaan ei laskettu lämmitys ja jäähditys). Tämän jälkeen tehdään tisläus, jonka tuloksista voidaan laskea typen määrä mg:n ja prosentuaalinen määrä alkuperäiseen näytemäärään.

Laitteet ja välineet:

- Analyysivaaka
- Polttoputket
- Polttolaite
- Vesihöyrytisläuslaite
- Byretti 0,1 ml
- Parafilmi

5.5 Mikrobiologinen laatutarkastelu

Mikrobiologinen määrittäminen tehtiin mahdollisten haitallisten anaerobisten sulfidien kasvun tarkkailluksi. Määrittämiseen käytettiin NMKL:n menetelmää 56 (Anaerobisten sulfiittia pelkistävät bakteerit. Määrittäminen elintarvikkeessa).

Laitteet ja välineet:

- 500 ml säilöpullo
- 1000 ml Erlenmeyer
- autoklaavi
- Vesihaude
- Homogenointilaite
- Anaerobiastia
- Inkubaattori
- Vaaka
- Paatteli
- Rautasulfifiittiagar
- Petriمالja
- Pipetti
- 1 ml Pipetinkärki
- 12 ml Pipettikärki

Pipetoitiin 1 ml laimennettua näytettä petriمالjaan ja lisättiin 15 ml rautasulfifiittiagar (45 °C). Näytettä laimennettiin käyttäen steriloitua RO-vettä. Kun agar on jähmettynyt, kaadettiin päälle 10 ml elatusalustaa estämään hapenimeytymistä. Petriمالjat laitettiin Anaerobiastiaan, joka sijoitettiin lämpökaappiin, joka on 37 °C (±1 °C) 24 h.

6 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Kokeellisen vaiheen lopussa, vakumoidut pussit laitettiin pakkaseen, josta ne otettiin sulamaan testejä varten huoneenlämpöön. Säilönnän jälkeen, mäskin näyte nro 3 ei löytynyt, joten siitä ei päästy mittaamaan kokeellisia tuloksia.

Mikrobiologisessa tutkimuksessa tutkittiin vain anaerobisia bakteereita, joten tuloksissa ei tule esille näytteiden pinnalle kasvanutta mikrobiologista kasvusta, vaan sen pohjana toimivat aistinvaraiset havainnot.

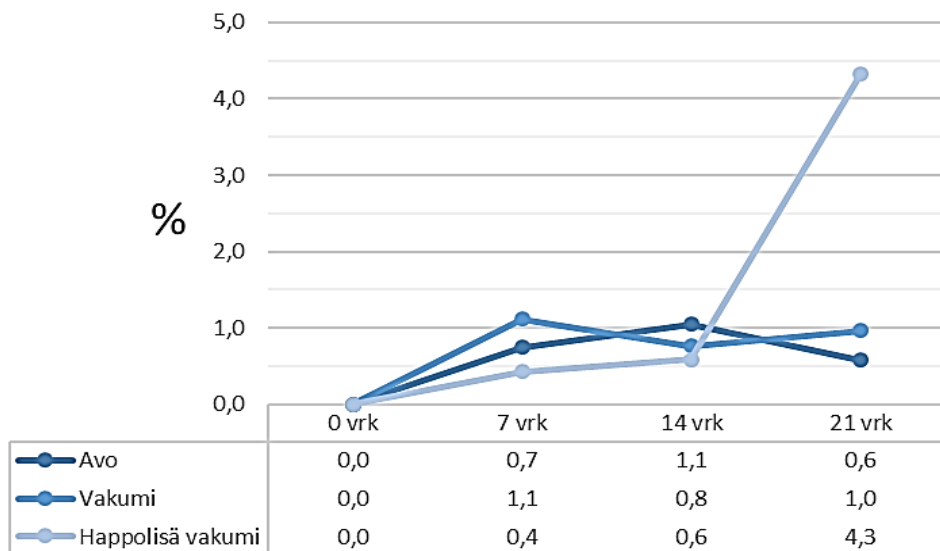
6.1 Perunapulppa

Perunapulpan pilaantujatekijät ovat mikrobiologisia ja olosuhteellisia. Sen pintaan alkaa kasvamaan viikossa homeita ja jos sitä säilötään avoimissa tiloissa se alkaa kuivua. Hapen säätelyllä voidaan vaikuttaa kuivumiseen, kuten kuvassa 5 oikean puoleisessa näytteessä, jossa perunapulppa on laitettu pakastepussiin. Perunapulppa oli sisältä vielä säilynyt, mutta riskinä ovat homeiden kasvattamat rihmastot.



Kuva 5. Viikon avosäilönnässä (vasen) ja pussissa (oikea) ollut perunapulppa.

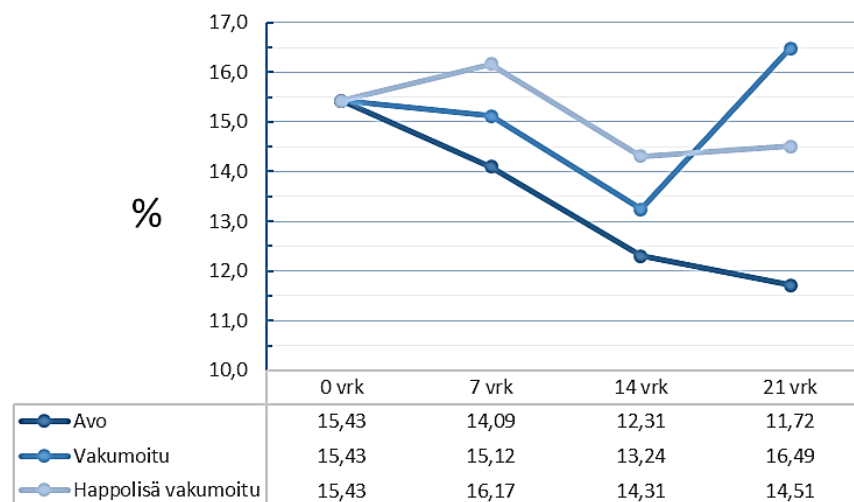
Perunapulpan tuloksia alettiin käsitellä painon muutoksia, jotka pysyivät keskimäärin 1 % tienoilla, mutta viimeinen happolisä pussin painon muutos oli yli 4 %. Kuvassa 6 (s. 13) on esitelty painon muutos kokonaisuuteen.



Kuva 6. Prosentuaalinen painon muutos säilytyssä perunapulpassa

6.1.1 TS

Kuiva-aine pitoisuuksissa oli suurempia eroavaisuuksia, jossa voidaan havaita, että avosäilönnässä syntynyt nesteen määrä on huomattavasti suurempi, kun vakumoidussa näytteessä. Alla olevasta kuvassa 7 voi huomata, että näytteiden kuiva-aine pitoisuudessa oli yli 4 % eroa.

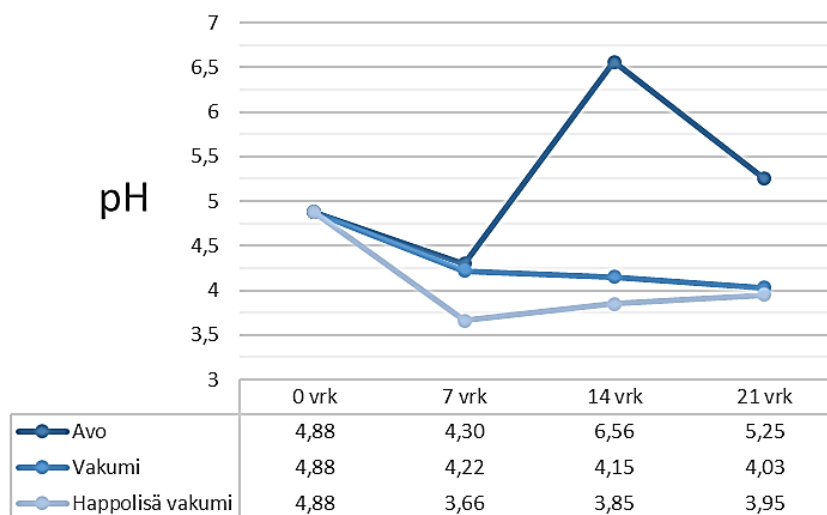


Kuva 7. Prosentuaalinen muutos säilötyn perunapulpan kuiva-aine pitoisuuksissa

Vakumoidun tuotteen kosteuspitoisuus oli alkanut muodostua kosteutta 14 vrk jälkeen, kun taas avosäilönnästä ilmaan oli haihtunut 3,71 % alkuperäisestä kosteudesta. Tasaisimpana pysyi happoa lisätyssä näytteessä, sen kuiva-aineessa tapahtui vain hieman yli 1 % muutos.

6.1.2 pH

pH seurasi tuotteessa samaa linjaa ensimmäisen viikon ajan, jonka jälkeen avosäilönnän pH:ssa tapahtui huomattavia muutoksia käyden melkein pH 7 asti (Kuva 8). Vakuumit molemmat pysyivät alle pH 4, joka on hyvä säilöntä tila.



Kuva 8. Perunapulpan pH:n muutokset kokeiden aikana

6.1.3 Mikrobiologinen

Mikrobiologisesti anaerobisia bakteereita ei päässyt kasvamaan tuotteisiin. Ainoa näyte jossa esiintyi enemmän mikrobiologista kantaa, oli happolisällinen näyte 21 vuorokauden jälkeen. Taulukossa 5 on esillä mikrobiologisen kannan määrä rinnakkaismaljojen keskiarvosta.

Taulukko 5. Sulfiitteja pelkistävien klostridien määrä perunapulppa grammassa

	[pmy/g]			
	0 vrk	7 vrk	14 vrk	21 vrk
Avo	7,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Vakumoitu	7,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Happolisä	7,0	< 10,0	< 10,0	> 386,7

Taulukon tuloksista voidaan havaita, että vain happolisällisessä vakuoidussa näytteessä on klostridien määrä lähtenyt kasvuun. Alla olevasta kuvassa 9 (s. 15) voidaan taas havaita, että avosäilönnässä ollut perunapulppa on pinnaltaan homeenpeitossa.



Kuva 9. Perunapulpan aerobisten mikrobien kasvu

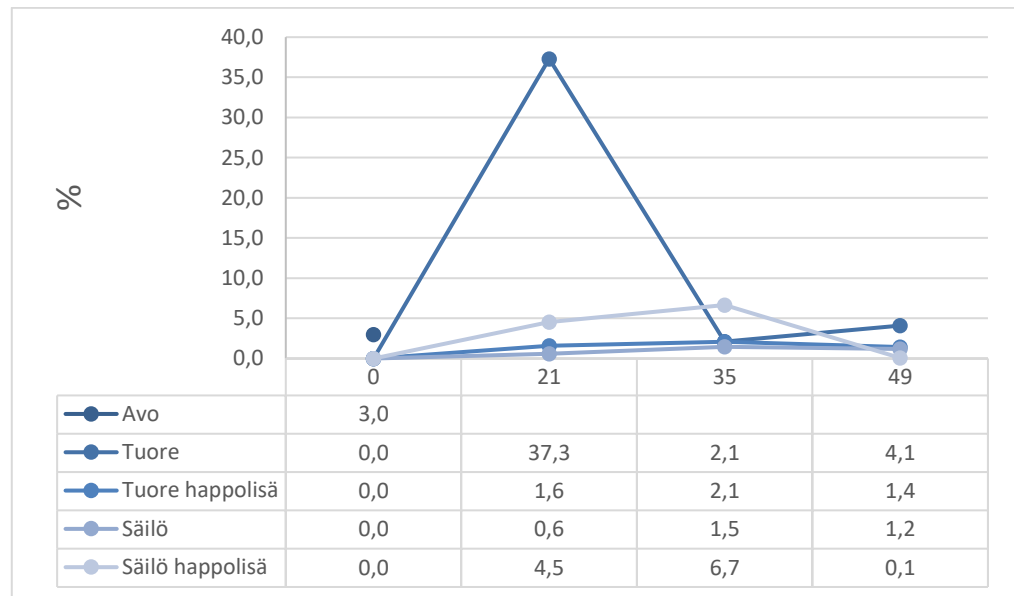
6.2 Mäski

Mäskin avosäilöntä tehtiin ensimmäisenä ja oli ainoastaan viikon kokeellisessa mukana, sillä pintahomeen kasvu, joka pääsi yllättämään nopeudessaan (Kuva 10). Mäskin tuloksien käsittely aloitettiin painonmuutoksilla.



Kuva 10. Avomäski viikolla 2

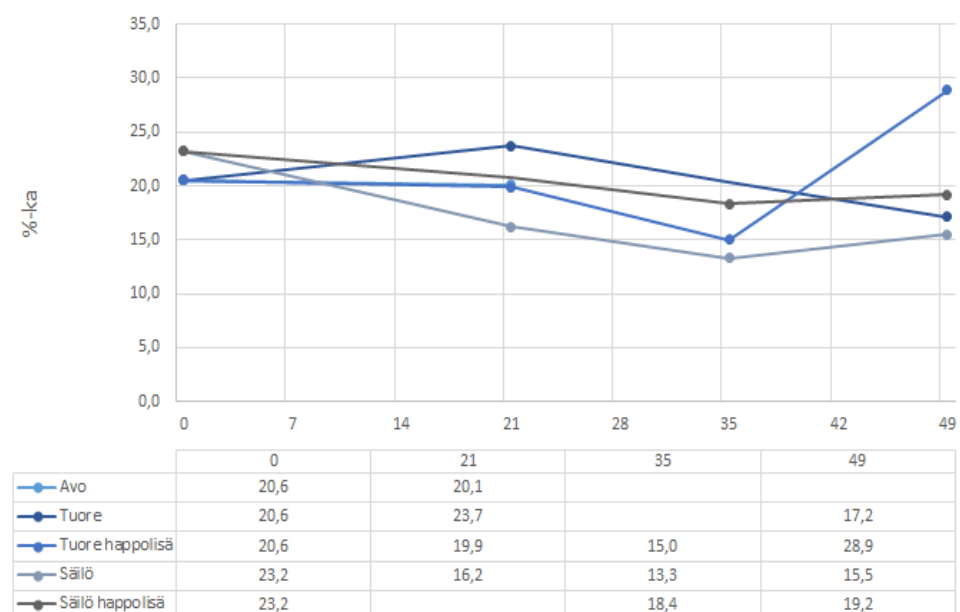
Mäskin tuloksien käsittely aloitettiin painonmuutoksilla (Kuva 11). Mäskin painonmuutos on esitelty prosentillisesti.



Kuva 11. Mäskin prosentuaalinen painon muutos

6.2.1 TS

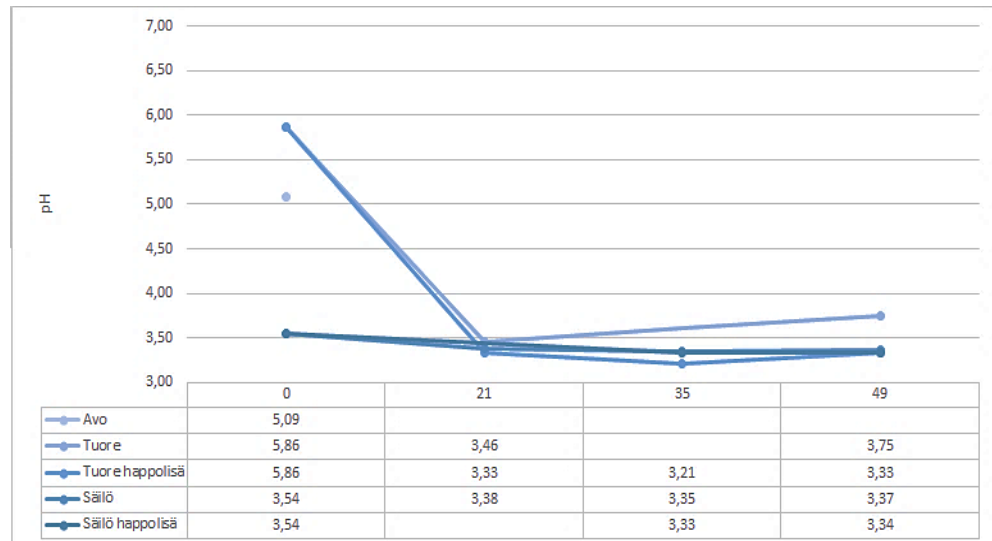
Mäskin kuiva-aine pitoisuus suurin lasku oli säilöstä otetun mäskin vakuoinnissa (8,7 %), suurin nousu oli happo lisätyssä tuore mäskissä (8,2 %). Avosäilönnässä olisi ollut kuivempaa, jos sitä olisi jatkettu, tämän voi havaita säilövakuumien arvoista. Tasaisimmat kosteuspitoisuudet olivat tuorevakuuminäytteellä. Alla olevassa kuvassa 12 voi havaita kuiva-aineessa tapahtuneet muutokset prosentuaalisesti.



Kuva 12. Mäskin kuiva-aine muutokset prosentuaalisesti

6.2.2 pH

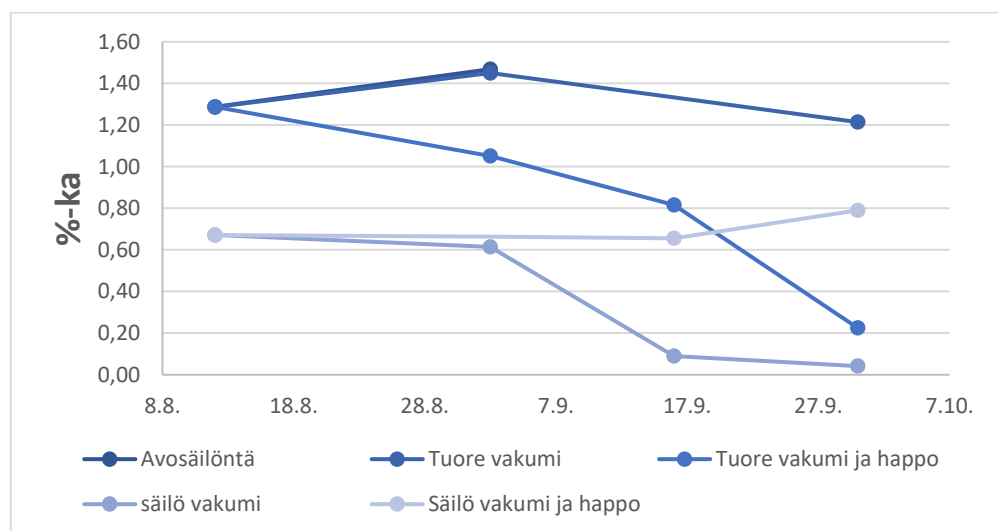
Kaikki säilötyt mäskit kaikki pääsivät pH:ltaan alle 4:n, jolloin ne ovat olleet säilönnän kannalta hyvässä pH:ssa (Kuva 13). Mäski lähtee luonnostaankin laskemaan pH:ta, kuten voidaan huomata säilömäskin alku pH:sta.



Kuva 13. Mäskissä tapahtunut pH muutokset

6.2.3 Proteiini

Tuore mäskin alkuperäinen proteiini määrä oli 1,29 % kuiva-aineesta ja tästä se saatiin pysymään päälle 1,2 %, mutta happolisätyllä mäskillä prosentuaalinen pudotus oli n. 1 %. Säilötyin mäskin alku proteiini määrä oli 0,67 % kuiva-aineesta ja tulosten mukaan proteiinia syntyi lisää 0,79 % happolisätyssä säilömäskissä. Suurin pudotus tapahtui tuoremäskissä, johon oli lisätty happoa. Alla olevasta (Kuva 14) pystyy havaita proteiinin prosentuaaliset muutokset eri aika väleillä.



Kuva 14. Proteiinin prosentuaalinen määrä kuiva-aineesta

6.2.4 Mikrobiologinen

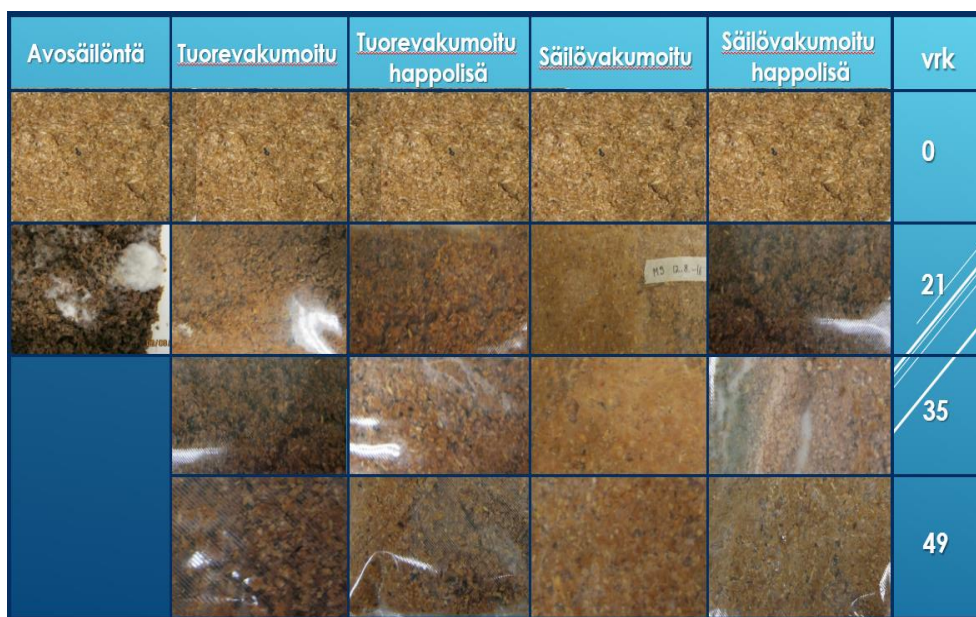
Mäskin mikrobiologisten testien mukaan vakumoinnilla olisi positiivinen vaikutus haitallisten anaerobisten sulfidien kasvussa. Taulukosta 6 voidaan havaita, että vain tuore vakuumi happolisällä näytteestä saatiin varteen otettavat tulokset. Tämän näytteen mukaan klostrideja ei päässyt kasvaan vakumoinnin aikana.

Taulukko 6. Sulfiitteja pelkistävien klostridien määrä mäski grammassa

	pmy/g			
	0 vrk	21 vrk	35 vrk	49 vrk
Avosäilöntä	3 000 000	*	X	X
Tuore vakumi	3 000 000	> 20 000	X	< 100
Tuore vakumi(happolisä)	3 000 000	< 100	< 100	< 100
Säilö vakumi	X	< 1 400	X	< 100
Säilö vakumi(happolisä)	X	X	< 100	X

* = Alle mittaus rajan [10⁶]
X = Ei tulosta

Kuvasta 15 näkee kuinka vakumoituihin näytteisiin ei alkanut kasvaa näkyvää homeetta ja että mäskin väri alkoi tummua kaikissa muissa paitsi säilövakumissa.



Kuva 15. Mäskin aerobisen mikrobien kasvu

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Perunapulppa

Perunapulpan säilönnän tuloksissa voidaan havaita, että vakumointi on laskenut pH:ta säilöntä rajan alapuolelle. Pitemmällä aikavälillä voidaan myös havaita, että perunapulpan pH on tasoittumassa sekä happolisä vakumoinnissa, että vakumoidussa näytteessä pH 4 seuduille. Mikrobiologisesti heikensi klostridien kasvua ja esti homeiden kasvua. Aistinvaraisesti voitiin havaita, ettei hometta syntynyt vakumoituihin näytteisiin.

Tutkimusta voidaan pitää pohjatutkimuksena ja vaatii jatkotutkimuksia, joissa tehtäisiin enemmän rinnakkaisnäytteitä ja tehtäisiin vähintään 21 vuorokauden tai enemmän mittaisia kokeita. Tutkittavista kohteista voitaisiin pudottaa haponlisääminen, sillä pH laskee ilman hapon lisäystä. Perunapulpan jatkotutkimuksessa tulisi myös vertailla sekä aerobisia että anaerobisia bakteereita.

7.2 Mäski

Mäskin säilönnän tuloksista voidaan havaita, että tuore vakumoidussa mäskissä proteiini oli parhaiten säilynyt ja sen pH laski alle neljän. Tuore vakumoituu mäski happolisällä taas oli mikrobiologisesti parhaiten estänyt klostridien kasvua, mutta sen proteiinimäärät olivat lähteneet huomattavaan laskuun. Keskimäärin kaikkien näytteiden kuiva-aine pitoisuudet pysyivät 20 % tienoilla.

Tutkimusta voidaan pitää pohjustavana tutkimuksena ja vaatii lisätutkimista, sillä alussa pudotettu avonäyte poisti kontrollinäytteen ja kohteen vertailla tuloksia. Jatko tutkimuksessa kannattaisi tehdä enemmän rinnakkaisnäytteitä ja tutkittaisiin mäskin säilymistä 49 vuorokauden aikana pitäen avosäilönnän mukana koko säilönnän ajan. Jatkotutkimuksesta voitaisiin poistaa kokonaan säilömäski ja keskittyä tuoremäskin vakumointi säilöntään. Huomioon tulisi myös ottaa aerobiset bakteerit ja anaerobiset bakteerit.

LÄHTEET

Bokulich A. N., Bamforth W. C. 2013. American Society for microbiology. The Microbiology of Malting and Brewing. Mäskin sisältävät bakteerit ja sienet. Haettu 7.11.2017 käännös osoitteesta <http://mibr.asm.org/content/77/2/157/F3.large.jpg>

Etälukio. (n.d.) Optinen isomeria eli peilikuvaisomeria. D-maitohapon ja L-maitohapon rakenne. Haettu 26.7.2016 osoitteesta www02.oph.fi/ETALUKIO/OPISKELUMODULIT/KEMIA/KEMIA2/OPTINENIS.HTML

Evira (2016a). Rehut ja rehualan toimijat. Haettu 4.8.2016 osoitteesta <https://www.evira.fi/elaimet/rehut/>

Evira (2016b). Elintarvikkeiden säilyvyyden parantaminen. Haettu 4.8.2016 osoitteesta <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tietoa-elintarvikkeista/kasittely-ja-sailyttaminen/sailyvyyden-parantaminen/>

E-koodit.fi. 2011. Haettu 25.7.2016 osoitteesta <http://ekoodit.fi/E270/maitohappo/>

Farmit Website Oy. (n.d.) pH-säätely rehuseoksissa. Haettu 25.7.2016 osoitteesta <http://www.farmit.net/ph-saeately-rehuseoksissa>

Feedpedia. (n.d.) Brewers grains. Haettu 7.11.2017 osoitteesta <https://www.feedipedia.org/node/74>. Thiollet Hélène

Rehlaki (2008). 8.2.2008/86. Haettu 4.8.2016 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080086#L2P6>

Food Standards agenda. (2017). The safety and shelf-life of atmosphere packed chilled foods with respect to nonproteolytic clostridium botulinum. Haettu 10.1.2018 osoitteesta <https://www.food.gov.uk/sites/default/files/multimedia/pdfs/publication/vacpacguide.pdf>

Häikiö, I. 2003. Elintarvikemikrobiologia. WS bookwell oy.

Jouppila, K. (n.d.) 38 Veden aktiivisuus on oleellinen tekijä elintarvikkeiden säilyvyydelle. Haettu 14.6.2018 osoitteesta <http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/38-veden-aktiivisuus-on-oleellinen-tekija-elintarvikkeiden-sailyvyydelle>

Kalkku, I. Kalmi, H. & Korvenranta, J. (2004). Kide 1 lukion kemia. Otava.

Kotiolut. (n.d.) Haettu 20.7.2016 osoitteesta <http://kotiolutta.blogspot.fi/p/oluen-valmistus.html>

Korkeala, H. (2007) Elintarvikehygieniä: ympäristöhygieniä, elintarvike- ja ympäristötoksikologia.

Pääkkönen, J. Vuorikoski, S. Pirkanniemi, K. & Hyytiä, H. (2004). Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) Suomen perunatärkkelysteollisuudessa. Edita Prima Oy

Suomenrehu. (n.d.) Mäskin ravintoarvopitoisuudet. Haettu 12.7.2016 osoitteesta http://www.suomenrehu.fi/no_cache/fi/rehut/naudanrehut/lypsylehmat/seosrehuruokinta/tuotekortti/?prodId=86

Tohtori.fi. (n.d.) Haettu 26.7.2016 osoitteesta <http://www.tohtori.fi/?page=5184117&id=4754637>

Tärkkinetti. (n.d.) Perunapulppu ja -rehu. Haettu 12.7.2016 osoitteesta http://www.tarkkelysperuna.info/site?node_id=125

Virtuaalikylä. (n.d.) Lihanautojen ruokinta. Haettu 12.7.2016 osoitteesta http://www.virtuaali.info/opetusmaatilat/?tila_id=13&prosessit&pid=336&aid=4&kortti=2382&o=1015

VTT. (n.d.) Arvoa elintarvikeketjun sivuvirroista. Haettu 20.7.2016 osoitteesta <https://www.vtt.fi/palvelut/biotalous/houkutteleva-ja-terveellinen-elintarvike/elintarvike-rehu-ja-panimotuotteet/turvallinen-ymp%C3%A4rist%C3%B6yst%C3%A4v%C3%A4llinen-elintarvike-ja-rehu/arvoa-elintarvikeketjun-sivuvirroista>

Wageningen university & research. Valorisation of side streams. (n.d.) Haettu 30.06.2018 osoitteesta <https://www.wur.nl/en/show/Valorisation-of-side-streams.htm>

Wikipedia. (n.d.) Metaanihapon eli muurahaishapon rakenne. Haettu 20.7.2016 osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/Tiedosto:Formic-acid-3D-ball-stick.png>

Perunapulpan kuiva-ainepitoisuus-, pH- ja painonmuutos tulokset

	Näyte [g]	Jäämä [g]	Kuiva-aine pi- toisuus [%]	pH	Painon muutos [g]	Painon muutos [%]
P01	7,076	0,997	14,1	4,3	9,3	0,7
P02	10,969	1,350	12,3	6,6	11,7	1,1
P03	13,534	1,586	11,7	5,3	4,7	0,6
P1	14,807	2,285	15,4	4,9	0,0	0,0
P2	9,955	1,505	15,1	4,2	5,6	1,1
P3	19,938	2,641	13,2	4,2	3,8	0,8
P4	27,287	4,499	16,5	4,0	4,8	1,0
P5	9,108	1,473	16,2	3,7	2,2	0,4
P6	24,762	3,542	14,3	3,9	3,0	0,6
P7	28,096	4,077	14,5	4,0	22,0	4,3

Perunapulpan mikrobiologiset tulokset

	Laimennos	Pesäke
P01	0,1	< 1
	0,1	1
	0,1	< 1
P02	0,1	< 1
	0,1	< 1
	0,1	< 1
P03	0,1	< 1
	0,1	< 1
	0,1	< 1
P1	0,1	7
	0,1	7
	0,1	7
P2	0,1	< 1
	0,1	< 1
	0,1	< 1
P3	0,1	< 1
	0,1	< 1
	0,1	< 1
P4	0,1	< 1
	0,1	< 1
	0,1	< 1
P5	0,1	< 1
	0,1	< 1
	0,1	< 1
P6	0,1	< 1
	0,1	< 1
	0,1	< 1
P7	0,1	13
	0,1	20
	0,1	83

Mäskin painonmuutos-, kuiva-aine pitoisuus- ja pH-tulokset

	painon muutos [g]			pH	TS [g]	
	Alku näyte	Loppu näyte	Muutos		Näyte	Jäämä
M0	651,29	632,31	18,98	5,09	6,361	1,280
M1	461,68	461,68	0,00	5,86	7,109	1,462
M2	500,84	364,75	136,09	3,46	7,987	1,893
M3	500,14	489,91	10,23		0,000	0,000
M4	469,94	451,42	18,52	3,75	8,819	1,513
M5	507,89	500	7,89	3,33	10,485	1,752
M6	507,96	497,59	10,37	3,21	16,280	2,439
M7	508,09	500,87	7,22	3,33	21,816	6,300
M8	1 280,23	1 280,23	0,00	3,54	11,104	2,577
M9	499,83	496,96	2,87	3,38	14,706	2,380
M10	500,86	493,68	7,18	3,35	18,966	2,521
M11	500,96	495,11	5,85	3,37	34,920	5,419
M12	508,07	486,05	22,02		0,000	0,000
M13	507,88	476,17	31,71	3,33	15,561	2,856
M14	510,63	510,25	0,38	3,34	13,947	2,680

Liite 4

Mäskin proteiini- ja mikrobiologiset tulokset

	Proteiini						Pesäke määrä		
	mg/g	g	%	%-ka	%-g	kh	Laimennus kerroin	aika [h]	Pesäke määrä
M0	56,48	0,06	5,65				0,000001	24	< 1
	67,48	0,07	6,75	6,41	0,02	0,67	0,000001	24	< 1
	68,46	0,07	6,85				0,000001	24	< 1
M1	56,40	0,06	5,64				0,000001	24	3
	55,80	0,06	5,58	5,47	0,02	0,24	0,000001	24	4
	51,95	0,05	5,19				0,000001	24	7
M2	82,36	0,08	8,24				0,01	24	> 200
	77,37	0,08	7,74	7,49	0,03	0,90	0,01	24	> 200
	64,97	0,06	6,50				0,01	24	> 200
M3		0,00							
		0,00			0,00				
		0,00							
M4	55,11	0,06	5,51				0,01	24	< 1
	55,21	0,06	5,52	5,42	0,02	0,16	0,01	24	< 1
	52,35	0,05	5,23				0,01	24	< 1
M5	54,26	0,05	5,43				0,01	24	< 1
	12,58	0,01	1,26	2,74	0,02	2,33	0,01	24	< 1
	15,36	0,02	1,54				0,01	24	< 1
M6	59,73	0,06	5,97				0,01	24	1
	49,98	0,05	5,00	5,40	0,02	0,51	0,01	24	1
	52,33	0,05	5,23				0,01	24	1
M7	42,61	0,04	4,26				0,01	24	< 1
	54,61	0,05	5,46	4,87	0,01	0,60	0,01	24	< 1
	48,96	0,05	4,90				0,01	24	< 1
M8	51,95	0,05	5,19				0,01	24	> 200
	51,55	0,05	5,16	5,14	0,02	0,06	0,01	24	> 200
	50,71	0,05	5,07				0,01	24	< 1
M9	43,87	0,04	4,39				0,01	24	14
	61,13	0,06	6,11	5,72	0,01	1,18	0,01	24	16
	66,55	0,07	6,66				0,01	24	24
M10	6,76	0,01	0,68				0,01	24	> 200
	6,76	0,01	0,68	0,68	0,00	0,00	0,01	24	2
	6,76	0,01	0,68				0,01	24	1
M11	6,76	0,01	0,68				0,01	24	> 200
	6,76	0,01	0,68	0,68	0,00	0,00	0,01	24	> 200
	6,76	0,01	0,68				0,01	24	> 200
M12	58,01	0,06	5,80						
	60,65	0,06	6,06	5,91	0,02	0,14			
	58,74	0,06	5,87						
M13	56,18	0,06	5,62				0,01	24	> 200
	56,41	0,06	5,64	5,47	0,02	0,27	0,01	24	> 200
	51,62	0,05	5,16				0,01	24	> 200
M14	63,52	0,06	6,35				0,01	24	< 1
	61,32	0,06	6,13	6,18	0,02	0,16	0,01	24	> 200
	60,48	0,06	6,05				0,01	24	1