



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MÄSKIN HYÖTYKÄYTTÖ- VAIHTOEHTOJEN SELVIT- TÄMINEN POHJOIS-SAVON ALUEELLA

Biosfääri Pohjois-Savo

TEKIJÄ:

Iina Korhonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Ympäristötekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Iina Korhonen	
Työn nimi Mäskin hyötykäyttövaihtoehtojen selvittäminen Pohjois-Savon alueella	
Päiväys 22.10.2021	Sivumäärä/Liitteet 40 / 1
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Biosfääri Pohjois-Savo -hanke, Tutkimus- ja kehityspäällikkö Harri Auvinen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Iso-Kallan panimolla syntyvälle mäskille hyötykäyttövaihtoehtoja Pohjois-Savon alueella. Tämä opinnäytetyö koostuu kirjallisuusselvityksestä ja pilotointiosiosta. Kirjallisuusselvityksessä tutkittiin oluvalmistusprosessia ja mäskin syntyä, mäskin säilömistä sekä erilaisia mäskin hyötykäyttökohteita Suomessa ja ulkomailla. Pilotointiosiossa testattiin mäskin säilyvyyttä erilaisilla säilöntä-aineilla laboratorio-olosuhteissa sekä valittiin sopiva hyötykäyttökohde mäskille ja testattiin sitä käytännössä.</p> <p>Mäskiä säilöttiin laboratorio-olosuhteissa kesällä 2021 kymmenen viikkoa. Säilöntäaineeksi laboratorionäytteenä valikoitui muurahaishappopohjainen AIV 2 Plus Na sekä maitohappobakteeripohjainen SILA-BAC Stabilizer. Säilömkokeet toteutettiin kymmenellä näytteellä. Mukana oli kaksi nollanäytettä, neljässä näytteessä säilöntäaineena oli AIV 2 Plus Na ja neljässä näytteessä säilöntäaineena oli SILA-BAC Stabilizer. Puolet näytteistä säilöttiin anaerobisissa oloissa ja puolet aerobisissa oloissa. Näytteet säilöttiin pimeässä kaapissa huoneenlämmössä. Toteutettujen laboratorionäytteenä voidaan todeta, että anaerobisissa olosuhteissa säilötyt kumpikin säilöntäaine soveltuu mäskin säilömiseen. Nollanäytteet, joissa ei ollut säilöntäainetta, homehtuivat muutamassa viikossa.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää hyötykäyttövaihtoehto Iso-Kallan panimon mäskille. Panimolla syntyy mäskiä 0,5–3 tonnia viikossa ja suuren mäskimäärän vuoksi hyötykäyttövaihtoehtoksi valikoitui sen hyödyntäminen eläinrehuna. Sopiva maatila etsittiin yhteistyössä ProAgrian kanssa. Ensimmäinen erä mäskiä lähti pohjoissavolaiselle maatilalle 24.9.2021.</p>	
Avainsanat mäski, sivuvirta, hyötykäyttö, säilöminen, eläinrehu, kiertotalous	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology	
Author(s) Iina Korhonen	
Title of Thesis Discovery of Utilization Options for Mash in the Area of Northern Savonia	
Date 22 October 2021	Pages/Appendices 40 / 1
Client Organisation /Partners Biosfääri Pohjois-Savo -project, Research and Development Manager Harri Auvinen	
<p>Abstract</p> <p>The aim of the thesis was to discover utilization solutions for Iso-Kallan brewery's mash in the Northern Savonia area. The thesis contains a literature review and a pilot section. Brewing, the birth of the mash, preserving and different utilization solutions for the mash in Finland and abroad were studied in the literature review. Preserving mash with different preservatives in a laboratory environment were tested and reported in the pilot section. Furthermore a suitable utilization solution was chosen and tested in action.</p> <p>The mash were preserved in the summer of 2021 for ten weeks. Formic acid based AIV 2 Plus Na and lactic acid bacteria based SILA-BAC Stabilizer were the preservatives used. Test was made with ten different samples. There were no preservatives used in two of the samples. AIV 2 Plus Na was used in four samples and SILA-BAC Stabilizer was used in the rest four samples. One half of the samples was preserved in anaerobic conditions and the other half was preserved in aerobic conditions. All samples were preserved in room temperature in a light-tight cabinet. Based on the laboratory test it can be verified that both preservatives were suitable for the preservation of mash. Two samples with no preservatives went moldy within a few weeks.</p> <p>The purpose of the thesis was to find a utilization solution for Iso-Kallan brewery's mash. From five hundred kilograms to three metric tons of mash are produced in the brewery weekly. The utilization solution was to use the mash as animal feed. The vast amount of mash made this solution possible. A suitable farm was found in cooperation with ProAgria, the Finnish rural advisory services. The first batch was delivered to the farm on 24 September 2021.</p>	
<p>Keywords mash, by-product, utilization, preservation, animal feed, circular economy</p>	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	BIOSFÄÄRI POHJOIS-SAVO -HANKE.....	7
3	PANIMOTEOLLISUUS	8
3.1	Iso-Kallan panimo Oy	8
3.2	Oluen valmistusprosessi	9
3.3	Mäski	11
4	MÄSKIN HYÖTYKÄYTTÖ.....	13
4.1	Eläinrehuna	14
4.1.1	Märehtijöiden ruokinta.....	14
4.1.2	Sikojen ruokinta	17
4.1.3	Kanojen ruokinta.....	20
4.1.4	Hevosten ruokinta	20
4.2	Leipomossa	21
4.3	Mäskin säilyvyyden pidentäminen	22
4.4	Hyötykäyttökohteet Euroopassa	22
5	PILOTOINTI.....	24
5.1	Mäskin säilyvyyden pidentäminen laboratorio-olosuhteissa	24
5.2	Mäskin hyötykäyttökohde – pohjoissavolainen maatila.....	27
6	TULOKSET	28
6.1	Mäskin säilyvyyden pidentäminen laboratorio-olosuhteissa	28
6.1.1	Nollanäyte	28
6.1.2	AIV 2 Plus.....	29
6.1.3	SILA-BAC stabilizer	30
6.2	Mäskin hyötykäyttökohde – pohjoissavolainen maatila.....	32
6.3	Rehuanalyysi	32
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	35
8	POHDINTA.....	37
	LÄHTEET	38
	LIITE 1: BIOSFÄÄRI POHJOIS-SAVO -ESITE	40

KUVALUETTELO

Kuva 1. Iso-Kallan Panimon sijainti kartalla (Maanmittauslaitos)	9
Kuva 2. Oluen valmistusprosessi (Sinebrychoff julkaisuaika tuntematon)	10
Kuva 3. Paperierä, jonka valmistuksessa käytetty mäskiä (Karppinen 2020)	13
Kuva 4. Mäskin hyötykäyttökohteita ulkomailla (Jackowski, Niedźwiecki, Jagiełło, Uchańska & Trusek 2020)23	
Kuva 5. Pullotetut näytteet (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA).....	25
Kuva 6. Uute pH-mittauksia varten (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)	25
Kuva 7. Näytteiden säilytyskaappi (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA).....	27
Kuva 8. Nollanäytteet aikavälillä 23.6.–28.7. Vaakarivillä päivämäärä, pystyrivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)	28
Kuva 9. Nollanäytteet aikavälillä 4.–31.8. Vaakarivillä päivämäärä, pystyrivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)	28
Kuva 10. Näytteet, joissa säilöntäaineena käytetty AIV 2 Plus. Aikaväli 23.6.–28.7. Vaakarivillä päivämäärä, pystyrivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)	29
Kuva 11. Näytteet, joissa säilöntäaineena käytetty AIV 2 Plus. Aikaväli 4.8.–31.8. Vaakarivillä päivämäärä, pystyrivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)	30
Kuva 12. Näytteet, joissa säilöntäaineena käytetty SILA-BAC stabilizer. Aikaväli 23.6.–28.7. Vaakarivillä päivämäärä, pystyrivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)	31
Kuva 13. Näytteet, joissa säilöntäaineena käytetty SILA-BAC stabilizer. Aikaväli 4.8.–31.8. Vaaka-rivillä päivämäärä, pystyrivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)	31

1 JOHDANTO

Biosfääri Pohjois-Savo: biomassan ja biojalostusteknologioiden hyödyntäminen liiketoiminnan kasvattamisessa -hankkeessa tarkastellaan paikallisten yritysten tuotantojen sivuvirtoja ja selvitetään niiden jatkojalostusmahdollisuuksia liiketoiminnan kasvattamiseksi. Tuotannon sivuvirtoina syntyviä tuotteita ei haluta nähdä vain jätteenä, sillä ne voivat toimia arvokkaana raaka-aineena jollekin toiselle tuotteelle. Oikeanlaisen jatkojalostuksen avulla sivuvirroista on mahdollista luoda kaupallisia tuotteita. Näin ollen jätemaksuina menevä kuluerä voidaan kääntää yritykselle saatavaksi tuloksi ja sivuvirtana syntyvä ylimääräinen hukkatuote saa uuden käyttökohteen jonkin toisen tuotteen raaka-aineena. Samalla pystytään myös ehkäisemään jätteen syntymistä.

Iso-Kallan panimo Oy:llä syntyy oluttuotannon sivuvirtana mäskiä 0,5–3 tonnia viikossa. Mäskille ei ole löytynyt sopivaa hyötykäyttökohdetta, joten se toimitetaan biojätteenä biokaasulaitokselle. Mäski on hyvin ravintorikasta, joten on tuhlautu heittää se jätteenä pois. Suomessa mäskin hyötykäyttöä on tutkittu jo ennestään. Suurten panimoiden mäski menee suuren mäskimäärän vuoksi pääasiassa eläinrehuksi. Pienten panimoiden mäskille on kehitetty erilaisia hyötykäyttövaihtoehtoja, kuten hyödyntäminen leipomossa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää hyötykäyttövaihtoja Iso-Kallan panimolla syntyvälle mäskille. Hyötykäyttövaihtoehdon tulee olla sellainen, että koko mäskierä voidaan hyödyntää kerralla samassa paikassa. Myös logistiikka tulee ottaa huomioon ja kuljetusmatka pyritään minimoimaan. Tämän opinnäytetyön pilotointiosio koostuu kahdesta osasta. Ensimmäisessä osassa testataan mäskin säilyvyyttä erilaisilla säilöntäaineilla laboratorio-olosuhteissa. Toisessa osassa mäskille etsitään sopiva hyötykäyttövaihtoehto ja testataan vaihtoehdon sopivuus käytännössä.

2 BIOSFÄÄRI POHJOIS-SAVO -HANKE

Biosfääri Pohjois-Savo: biomassan ja biojalostusteknologioiden hyödyntäminen liiketoiminnan kasvattamisessa -hankkeessa tarkastellaan paikallisten yritysten tuotannon sivuvirtoja. Hankkeessa selvitetään Pohjois-Savossa syntyvien sivuvirtojen jatkojalostusmahdollisuuksia. Tutkimuksia toteutetaan sekä laboratorioissa ja kenttäkoemittakaavassa. (Janhunen 2021.)

Hankkeen tavoitteena on luoda kestävän kehityksen mukaisia ja tehokkaita hyötykäyttömahdollisuuksia sivuvirroille, jotka parantavat yrityksen kannattavuutta ja parantavat yritysten kannattavuutta kansainvälisillä markkinoilla (Jormakka 2018, 71). Tuotannon sivuvirtoina syntyviä tuotteita ei siis haluta nähdä vain jätteenä, sillä ne voivat toimia arvokkaana raaka-aineena jollekin toiselle tuotteelle. Oikeanlaisen jatkojalostuksen avulla sivuvirroista on mahdollista luoda kaupallisia tuotteita. Näitä kaupallisia tuotteita voivat olla esimerkiksi erilaiset maanparannusaineet, kierrätyslannoitteet tai muut mahdolliset sovellukset. Kehittämiskohteiden pääteemoja ovat terminen tai biologinen biomassan prosessointi kaupallisesti hyödynnettäviksi tuotteiksi, kierrätyslannoitteiden ja maanparannusaineiden valmistus paikallisista biomassoista sekä uusien biotuotteiden käytön mahdollistaminen laaja-alaisesti ja kriittisten tekijöiden selvittäminen (Janhunen 2021).

Biosfääri-hankkeen toteutusaika on 1.4.2020 – 31.10.2022. Hanketta koordinoi Savonia-ammattikorkeakoulu. Itä-Suomen yliopisto ja Luonnonvarakeskus toimivat hankkeen osatoteuttajina. Tutkimus tehdään tiiviissä yhteistyössä Pohjois-Savon keskeisten sivuvirtojen tuottajien, potentiaalisten kaupallistajien ja loppukäyttäjien kanssa. (Liite 1.)

3 PANIMOTEOLLISUUS

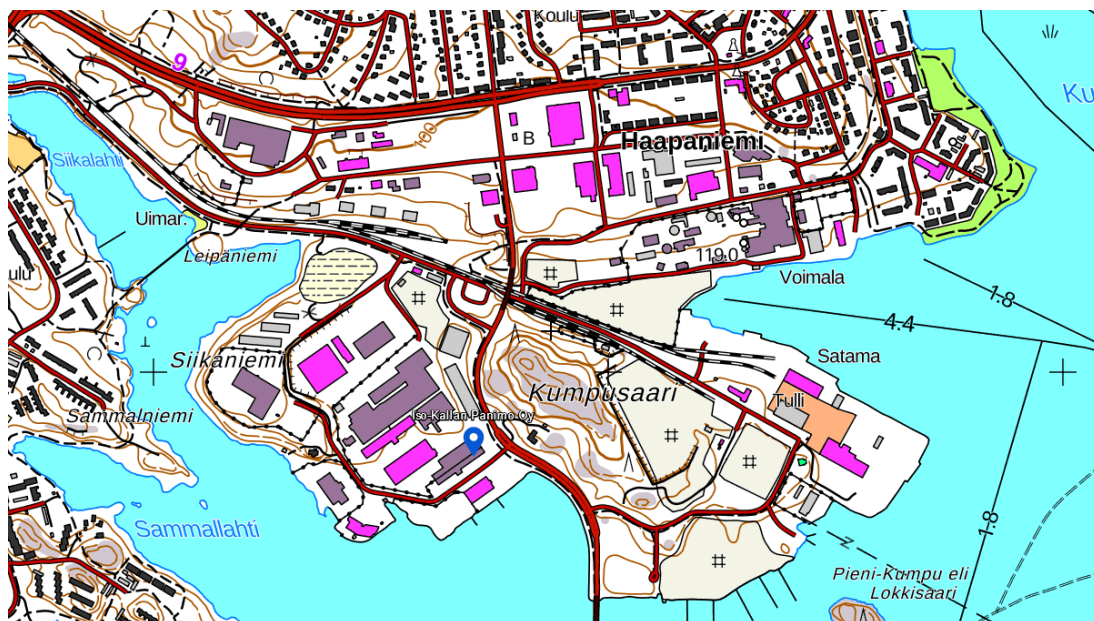
Panimoteollisuus on nouseva trendi tänä päivänä ja paikallisia pienpanimoita syntyy koko ajan lisää. Tämä tarkoittaa myös sivuvirtojen kasvua ja niille on tärkeää löytää oikeanlaiset hyötykäyttövaihtoehdot. Kaikesta huolimatta oluen valmistus on kuitenkin ekologista. Sinebrychoff (julkaisuaika tuntematon) kertoo internet-sivuillaan, että Suomen Luonnonsuojeluliiton tutkimuksessa vuonna 2008 olut on ollut kolmen Suomen ekologisimman elintarvikkeen joukossa tasapistein ruokaperunan ja omenan kanssa. Ekologisuuteen vaikuttavat suurimmat tekijät ovat niukka vedenkäyttö ja vähäinen lisäenergiatarve oluen käymisessä.

3.1 Iso-Kallan panimo Oy

Iso-Kallan panimo Oy on pohjoissavolainen pienpanimo, joka on perustettu 1.10.2013. Panimo on perustettu alun perin sukumaatilalle Pielaveden Vaaraslahteen. Tavoitteena on ollut herättää henkiin pienpanimoperinteet Pohjois-Savossa ja tarjota parhaista ja puhtaista raaka-aineista valmistetut oluet ja limonadit. Kaikki heidän tuotteensa valmistetaan ja pullotetaan käsityönä. (Iso-Kallan panimo julkaisuaika tuntematon.) Iso-Kallan Panimo työllistää seitsemän henkilöä ja liikevaihto vuonna 2020 oli 650 000 euroa (Pietikäinen 2021).

Vastatakseen kasvaneeseen kysyntään Iso-Kallan panimo muutti oluen tuotannon keväällä 2014 Kuopion Leväselle suurempiin tuotantotiloihin. Limonadin valmistus on edelleen Pielavedellä. Syksyllä 2019 panimo muutti nykyisiin tiloihin Kuopion Siikarantaan Kallaveden rannalle. Kuvassa 1 on esitetty panimon sijainti Kuopion Siikarannassa. Tuotantokapasiteetti uusissa tiloissa on tällä hetkellä 400 000 litraa. Samalla panimon yhteyteen avattiin oluthuone, jossa voi nautiskella heidän tuotteitaan paikan päällä tai ostaa juomat mukaan kotiin nautittavaksi. (Iso-Kallan panimo julkaisuaika tuntematon.)

Tuotevalikoimaan kuuluu kattavasti erityylisiä vakiovalikoiman tuotteita ja lisäksi tarjolla on myös kausittain vaihtuvia tuotteita. Vakiovalikoimaan kuuluu erilaisia oluita, long drink -juomia sekä limonadeja. Vaihtuvissa kausituotteissa on tarjolla tällä hetkellä erilaisia oluita. Joustavan tuotannon ansiosta oluita voidaan tehdä myös tilaustyönä. (Iso-Kallan panimo julkaisuaika tuntematon.)



Kuva 1. Iso-Kallan Panimon sijainti kartalla (Maanmittauslaitos)

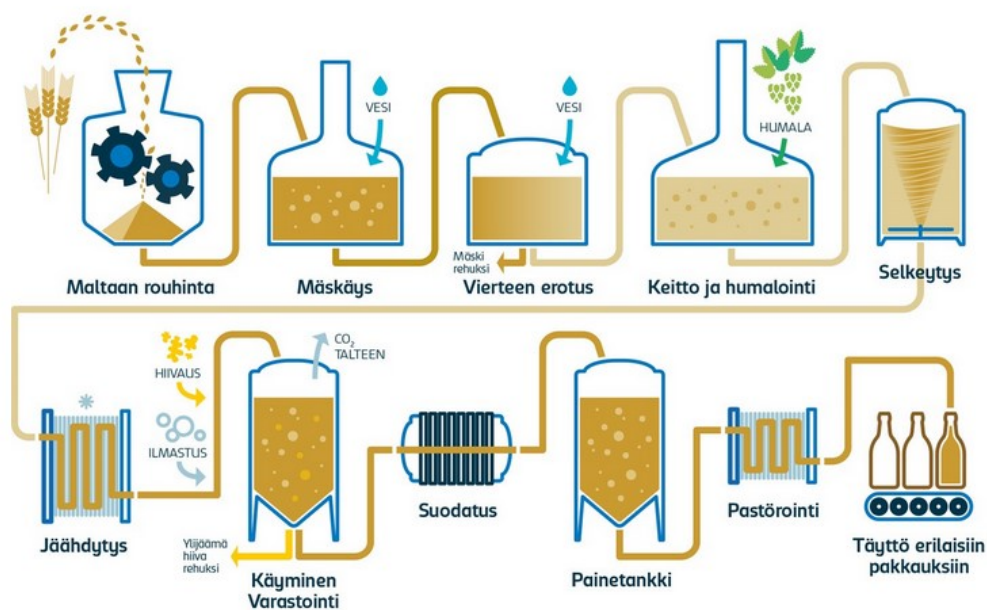
3.2 Oluen valmistusprosessi

Oluen pääraaka-aineet ovat: mallas, vesi, hiiva ja humala. Yleisimmin oluen valmistuksessa käytetään ohramallasta, mutta myös vehnää, ruista ja kauraa voidaan käyttää. Suomalainen olut valmistetaan lähes kokonaan kotimaisista raaka-aineista. Ainoastaan humala tuodaan ulkomailta, sillä suomalainen humala ei ole määrältään tai laadultaan oluenvalmistukselle sopivaa (Sinebrychoff julkaisu-aika tuntematon). Paikalliset pienpanimot pystyvät hyödyntämään helposti myös lähellä tuotettua ohramallasta, joten oluet voidaan määritellä myös lähituotteeksi. Pääraaka-aineiden lisäksi olut voidaan myös maustaa esimerkiksi erilaisilla marjoilla tai hedelmillä.

Oluita on yhtä monia erilaisia kuin niiden tekijöitäkin. Erilaisia reseptejä löytyy laajasti kirjallisuudesta, internetistä ja jokaisella panimolla on omat salaisuutensa. Kokonaisuudessaan oluen makuun ja laatuun vaikuttavat raaka-aineiden laatu ja määrä, käytettävän veden ja hiivan ominaisuudet, maltaiden kuivaus/paahotoaste, humalalajike, mäsäysprosessin lämpötila-aikasuhde sekä happamuusaste, joka vaikuttaa hivenaineiden, sokereiden ja proteiinien määrään (Malmi 2017, 14).

Oluen valmistus on monivaiheinen prosessi. Prosessi alkaa jo pellolta viljan kasvattamisesta ja puitsemisesta. Sadonkorjuun jälkeen mallasohra idätetään ja kuivataan, jonka jälkeen mallas on valmis rouhittavaksi. (Sinebrychoff julkaisu-aika tuntematon). Opinnäytetyössä tutkittiin kolmen eri panimon perinteisen oluen valmistusprosesseja. Tähän opinnäytetyöhön valittiin Sinebrychoffin laatima kuva valmistusprosessista (Kuva 2). Perinteisen oluen valmistusprosessi on pääkohdiltaan samanlainen kaikilla panimoilla.

OLUEN VALMISTUSPROSESSI



Kuva 2. Oluen valmistusprosessi (Sinebrychoff julkaisuaika tuntematon)

Oluen valmistusprosessi alkaa maltaan rouhinnasta. Maltaat rouhitaan hyvin hienojakoiseksi, jotta uuttuminen olisi nopeampaa. Mäskäyksessä maltaat ja vesi yhdistetään, eli entsyymit uutetaan maltaista. Perinteisin mäskäysmenetelmä on keittomäskäys (Korpinen & Nikulainen 2014, 37). Lämpötila ja pH ovat mäskäyksessä tärkeässä roolissa. Viljasta riippuen lämpötilan tulee olla noin 60–80 °C ja mallasvierteen pH on normaalisti noin 5,7–5,8. Mäskäyksessä syntynyt vierre erotetaan mäskistä esimerkiksi siivilöimällä. Nestemäinen vierre jatkaa valmistusprosessissa eteenpäin keitettäväksi ja tässä kohtaa prosessia sivuvirtana syntyy mäskiä. Mäski koostuu maltaiden kuorista ja muista liukenevimmista aineista. (Enari & Mäkinen 1993, 75–83.)

Keiton aikana vierteeseen lisätään humala. Keiton aikana tapahtuvien kemiallisten reaktioiden myötä oluelle muodostuu muun muassa tyypillisiä maku- ja väriaineita. Keitossa saostuu myös proteiinien ja polyfenolien muodostamia yhdisteitä ja tätä sakkaa kutsutaan ruvaksi. Vierrettä jäähdyttäessä saostuu vielä hienorakeista rupaa. Rupa poistetaan aina ennen varastokäymistä. (Enari & Mäkinen 1993, 83–86.) Sinebrychoffin valmistusprosessissa (KUVA 1) keiton jälkeen tapahtuu selkeytys, joka tarkoittaa ruvan poistoa heidän prosessissaan.

Ruvan poiston jälkeen vierre jäähdytetään, ilmastetaan ja siirretään varastoon käymään. Pääkäyminen alkaa, kun vierteeseen lisätään hiiva. Oluen valmistuksessa voidaan käyttää joko pinta- tai pohjahiivaa. Pääkäyminen kestää noin 7–10 vuorokautta ja sen jälkeen tapahtuu vielä jälkikäyminen. Käymisprosessin jälkeen olut sisältää vielä hiivasoluja, jotka tekevät siitä hieman sameaa. Oluen kirkastamiseksi se vielä suodatetaan. Suodatettu olut voidaan johtaa joko suoraan painetankkiin, tai se voidaan pastöroida ensin. Pastörointi on kuumennuskäsittely, jolla voidaan taata oluen biologinen säilyvyys. Painetankki toimii vain oluen säilytyspaikkana ennen pullottamista. Pullottamisen jälkeen olut on valmista nautittavaksi tai myytäväksi. (Enari & Mäkinen 1993, 132–166.)

Oluen tuotantoprosessissa syntyy monenlaista jätettä. Osa jätteistä voidaan hyötykäyttää ja osa ei. Suurin jäte-erä panimolla on jätevesi. Oluen valmistusprosessin eri vaiheissa käytetään runsaasti vettä ja suuri osa käytetystä vedestä poistuu jätevetenä viemäriverkostoon. Muita prosessissa sivuvirtana syntyviä jätteitä ovat mäski, humala, hiiva ja piimaa. Muita panimolla syntyviä jätteitä ovat lasiromu, pesukonejäte (esimerkiksi etiketit) ja muut pakkausjätteet.

3.3 Mäski

Mäskäysjäte eli mäski syntyy mäskäyksessä sivuvirtana, kun nestemäinen vierre erotetaan kiintoaineesta. Mäskin osuus on suurin panimolla syntyvistä kiinteistä jätteistä. Mäskiä ei kuitenkaan synny tasaisena virtana, sillä tuotanto on sidottu kysyntään. Enarin & Mäkisen (1993, 212) mukaan 100 kg:sta mallasta syntyy noin 110–130 kg märkää mäskiä, jonka kosteuspitoisuus on noin 75–80 %. Näin ollen mäskin kuiva-ainemäärä on 20–30 kg. Enari & Mäkinen (1993, 213) kertovat myös, että jokaista tuotettua olutlitraa kohti syntyy kuivaa mäskäysjätettä 48 g.

Mäskin koostumus vaihtelee hieman käytettyjen raaka-aineiden ja mäskäysolosuhteiden mukaan. Mäski sisältää maltaan kuoria ja muita liukenematta jääviä osuuksia maltaasta. Mäski on erittäin ravintorikasta, sillä se koostuu suurimmaksi osaksi maltaan proteiineista, kuoriaineesta ja rasvasta. Maltaan hiilihydraatit puolestaan pilkkoutuvat pienemmiksi molekyyleiksi, jotka liukenevat vierreeseen. Enarin & Mäkisen (1993, 212) laatima mäskin kuiva-ainekoostumus on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Mäskin kuiva-aineen koostumus (Enari & Mäkinen 1993, 212)

Aine	%
Raakaproteiini	28,0
Raakarasva	8,2
Typetön uuteaine	41,0
Raakakuitu	17,5
Tuhka	5,2

Iso-Kallan panimolla mäskiä syntyy 0,5-3 tonnia viikossa. Mäski sisältää kauraa, ohraa tai vehnää riippuen valmistetusta olutlaadusta. Humala on erotettu mäskistä. Mäski kerätään biojäteastioihin, jotka sijaitsevat panimon ulkopuolella. Yhteen astiaan kerätään 120 l mäskiä, joka painaa 80 kg. Muutamat hevostilat hakevat biojäteastioista pari sankollista mäskiä hevosilleen. Loput mäskit Sihvari kuljettaa Kuopion jätekeskuksen yhteydessä olevalle Gasumin biokaasulaitokselle mädätettäväksi. Jatkoa ajatellen mäskille on tilattu isompi lava panimon pihaan. Tämän myötä isompien mäskimäärien käsittely on helpompaa. Tällä hetkellä Iso-Kallan Panimon mäski luokitellaan jätteeksi, sillä sille ei ole sopivaa hyötykäyttökohdetta. (Pietikäinen 2021.)

Biosfääri Pohjois-Savo -hankkeessa on tutkittu Iso-Kallan panimon mäskin koostumusta keväällä 2021. Mäskierä sisälsi kuiva-ainetta 33,3 %, orgaanista-ainetta 29,61 % ja tuhkaa 3,1 %. Näin ollen mäskierän kosteuspitoisuus on 66,7 %. (Janhunen 2021.)

Mäskäys tapahtuu korkeassa lämpötilassa, 60–80 °C, ja mäskin pH on noin 5,7–5,8. Syntyvä mäski on siis lämmintä ja kosteaa. Näiden ominaisuuksien vuoksi mäskin säilyvyys on heikko ja tuore mäski säilyy käyttökelpoisena noin yhden viikon. Mäskin säilyvyyttä on mahdollista parantaa erilaisilla esikäsitteilymenetelmillä. Esikäsitteilymenetelmistä on kerrottu lisää seuraavassa luvussa.

4 MÄSKIN HYÖTYKÄYTTÖ

Mäskin elintarvikekelpoisuuden ja ravinnerikkauden vuoksi sitä on turha käsitellä jätteenä. Suomen jätehuollon periaatteena on jätteiden etusijajärjestys. Etusijajärjestys ohjaa myös tätä opinnäytetyötä ja mäskin hyötykäyttövaihtoehtoja selvitetään etusijajärjestyksen mukaisesti. Etusijajärjestyksessä ensisijaisesti tulisi pyrkiä välttämään jätteen syntymistä. Jos jätettä kuitenkin syntyy, se tulee valmistella uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten. Mikäli uudelleenkäyttö ei ole mahdollista, jäte on ensisijaisesti kierrätettävä aineena ja toissijaisesti hyödynnettävä energiana. Jätettä voidaan sijoittaa kaatopaikoille ainoastaan, jos sen hyödyntäminen ei ole teknisesti tai taloudellisesti mahdollista. (Ympäristöhallinto 2020.)

Olutmäskin hyötykäyttöä on Suomessa tutkittu laajasti. Suomessa mäskiä hyödynnetään eniten eläinten rehuna mäskin ravinnerikkauden vuoksi. Mäskiä on käytetty eläinrehuna jo hyvin pitkään. Mäski on hyvin soveltuvaa erityisesti naudoille, sioille ja hevosille. Päijät-Hämeen Viljaklusteri (julkaisuaika tuntematon) on etsinyt uusia hyödyntämistapoja mäskille paperi- ja kartonkitekiteollisuudesta. Mäski sopii hyvin käytettäväksi paperi- ja kartonkitekiteollisuuden raaka-aineena. Testauksilla on päästy asetettuihin tavoitteisiin. Mäski sopii valmistusmateriaaliksi puukuidun rinnalle ja se ei heikennä paperin lujuusominaisuuksia. (Karppinen 2020.) Mäski myös vaikuttaa paperin visuaaliseen ilmeeseen, tuoden siihen ruskeita täpliä (Kuva 3). Artikkelissaan Karppinen (2020) kirjoittaa LADECin todenneen Pellolta pakettiin ja paketti maailmalle -hankkeessaan, että mäski voisi mahdollisesti sopia myös akustiikkalevyjen materiaaliksi. Hankkeen tuloksista ei löytynyt enempää julkista materiaalia.



Kuva 3. Paperierä, jonka valmistuksessa käytetty mäskiä (Karppinen 2020)

Yksi mäskin hyötykäyttövaihtoehto on mäskin ainesosien erottaminen erilaisten menetelmien avulla. VTT on kehittänyt menetelmän, jolla mäskin rasvat, sokerit, peptidit ja fenoliyhdisteet voidaan erottaa toisistaan. Näitä eroteltuja jakeita voidaan hyödyntää elintarvikkeiden, juomien, polttoaineiden ja rehujen valmistuksessa, sekä kemianteollisuudessa. Erityisesti proteiinijakeet sopivat elintarvikkeiden ja korkealaatuisten proteiinirehujen raaka-aineeksi. VTT on myös testannut panimokokeiden avulla

voiko mäskistä erotettua sokeria käyttää uudelleen oluenvalmistuksessa. Tulokset ovat olleet lupaavia. (VTT 2016.)

4.1 Eläinrehuna

Suurin osa mäskistä menee eläinrehuksi ravintorikkautensa ja maittavuutensa vuoksi. Yleisimmin mäskiä syötetään naudoille, sioille, kanoille ja hevosille. Mäskiä on myös hyödynnetty hyönteisten ruokana. Hyönteisala on kuitenkin vielä hyvin pienimuotoista tällä hetkellä, joten suurista määristä mäskiä ei pystytä siellä hyödyntämään riittävän tehokkaasti. (Sundström 2018.) Aiheesta löytyy laajasti tutkimuksia ja tässä opinnäytetyössä keskitytään mäskin hyödyntämiseen eläinrehuna lehmille, sioille, kanoille ja hevosille.

Mäski voidaan syöttää eläinrehuna joko tuoreeltaan tai esikäsiteltynä. Tuoreeltaan syöttämiseen omat haasteet tuo mäskin heikko säilyvyys. Tuoreeltaan syöttämiseksi täytyy löytää riittävän suuri eläinmäärä, jotta mäski saadaan syötettyä tuoreeltaan noin viikossa.

Mäskistä voidaan tehdä myös säilörehua. Säilörehua voidaan tehdä lisäämällä mäskiin suolahappoa, fosforihappoa, muurahaishappoa, maitohappoa tai AIV-happoa. Hapon lisäys mäskiin estää haitallisen happokäymisen, joka muutoin pilaa mäskin. Säilörehun rehuarvoa voidaan nostaa lisäämällä joukkoon muuta viljaa. (Enari & Mäkinen 1993, 213.)

4.1.1 Märehtijöiden ruokinta

Parsinavetoista pihattonavettoihin siirryttäessä märehtijöiden ruokintaan on tullut muutoksia. Parsinavetoissa on suurimmaksi osaksi käytetty erillisruokintaa, mutta pihattonavetat mahdollistavat appeen syöttämisen. Ape on valmis rehusekoitus, joka sisältää säilörehua, viljoja, rypsiä ja kivennäisiä oikeassa suhteessa. Aperuokinnassa on tärkeää, että appeen sisältö on suunniteltu ja laskettu oikein. Rehuannoksen tulee pysyä tasaisena ja muuttumattomana koko ajan. Aperuokintaa suunniteltaessa rehuannos optimoidaan tasapainoon lehmän tarvitsemien ravintoaineiden suhteessa. Sen jälkeen arvioidaan karjan keskimääräinen syöntitaso. Sen avulla varmistetaan, että lehmä pystyy syömään riittävän rehuannoksen päivittäin, ennen kuin sen kapasiteetti tulee vastaan. (Karlström Tiina, ProAgria 2016, 1–2.) Apereseptien suunnitteluun voi hyödyntää esimerkiksi ProAgrian ruokinta-asiantuntijoita.

Appeeseen voidaan lisätä myös mäskiä. Kosteutensa vuoksi mäski tekee appeesta mehukasta ja maistuvaa, sekä nostaa appeen valkuais- ja kuitupitoisuutta. Mäskin osuus yhdessä ape-erässä on noin 10 %. Mäskiä voidaan käyttää sekä lypsy- että lihakarjan ruokinnassa. Pulkkinen (2017) kirjoittaa Maaseudun tulevaisuus -lehdessä Tuiskusen tilasta, jossa on käytetty mäskiä lypsykarjan ruokinnassa jo yli 15 vuotta. Tilalle tuleva mäski on peräisin Hartwallin Lahden tehtaalta ja se tuodaan kolmen viikon välein. Kosteaa mäskiä säilötään matalana kasana laakasiilossa. Pääasiassa mäski säilyy matalassa kasassa hyvin, ainoastaan pinta saattaa hieman homehtua. Homehtunut pinta voidaan helposti kuoria pois. Artikkelista ei käy ilmi, onko mäskiä esikäsitelty, vai varastoidaanko se tuoreeltaan. Pulkkinen (2017) myös kirjoittaa, että Tuiskusen tilalla 75 päiselle karjalle mäskiä kuluu lehmien appeeseen 700 kg päivässä.

Märehtijöiden ruokinta perustuu rehuarvoihin ja ruokintasuosituksiin. Rehuarvot kuvaavat rehujen suhteellista tuotantovaikutusta. Märehtijöiden rehuarvosta puhuttaessa sillä tarkoitetaan rehujen energia-arvoa ja valkuaisarvoa. Energia-arvo ja ruokintasuositukset ilmoitetaan megajouleina (MJ) ja ne perustuvat muuntokelpoiseen energiaan (ME). Rehuarvot on ilmaistu kuiva-ainetta kohti. Poikkeuksena kuitenkin sulavuus, joka ilmoitetaan osuuksina. Osuuksina ilmoittaminen kertoo sulavan ainesosan määrän suhteessa ainesosan kokonaismäärään. Rehutaulukoita käytettäessä on otettava huomioon, että rehun ruokinnalliseen arvoon vaikuttavat myös muut tekijät kuin vain laskennallinen rehuarvo. (Luonnonvarakeskus 2015, 23–24.)

Taulukossa 2 on esitetty mäskin kuiva-ainepitoisuus, muuntokelpoinen energia, ohutsuoilesta imeytyvä valkuainen (OIV), pötsin valkuaisaste (PVT) ja hajoavan valkuaisen osuus (hvo). Sulavan orgaanisen aineen pitoisuus rehun kuiva-aineessa on esitetty D-arvona.

Taulukko 2. Märehtijöiden ja hevosten rehutaulukko, osa I (Luonnonvarakeskus 2015, 27)

Rehu	Mäski, tuore
ka, g/kg	220
ME, MJ/kg ka	10,7
OIV, g/kg ka	108
PVT, g/kg ka	80
hvo	0,70
D-arvo, g/kg ka	601

Taulukossa 3 on esitetty tuoreen mäskin koostumus. Koostumus sisältää raakavalkuaisen, raakarasvan, raakakuidun, typettömät uuteaineet, NDF-kuidun, tärkkelyksen, sokerit ja tuhkan.

Taulukko 3. Märehtijöiden ja hevosten rehutaulukko, osa II (Luonnonvarakeskus 2015, 27)

Koostumus g/kg ka	Rehu	Mäski, tuore
	Raakavalkuainen	230
	Raakarasva	89
	Raakakuitu	170
	Typettömät uuteaineet	471
	NDF	570
	Tärkkelys	75
	Sokerit	9
	Tuhka	40

Taulukossa 4 on esitetty tuoreen mäskin sulavuustietoja. Sulavuustaulukossa esitetään raakavalkuaisen sulavuus (rvs), raakarasvan sulavuus (rrs), raakakuidun sulavuus (rks), typettömien uuteaineiden sulavuus (tuas) sekä orgaanisen aineen sulavuus (oas). Hevosille käytettävä valkuaisarvo ilmaistään sulavana raakavalkuaisena (srv).

Taulukko 4. Märehtijöiden ja hevosten rehutaulukko, osa III (Luonnonvarakeskus 2015, 27)

Sulavuus, g/g	Rehu	Mäski, tuore
	Raakavalkuaisen sulavuus	0,76
	Raakarasvan sulavuus	0,88
	Raakakuidun sulavuus	0,30
	Typettömien uuteaineiden sulavuus	0,63
	Orgaanisen aineen sulavuus	0,63
Sulava raakavalkuainen, g/kg ka		175

Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty mäskin kivennäiset ja hivenaineet kuiva-aineessa. Taulukoita 5 ja 6 voidaan soveltaa kaikille eläimille.

Taulukko 5. Mäskin kivennäiset ja hivenaineet, osa I (Luonnonvarakeskus 2015, 44)

Kivennäiset, g/kg ka	Rehu	Mäski, tuore
	Tuhka	40
	Ca	2,2
	P	3,5
	Mg	1,6
	K	1
	Na	0,1
	S	1,5
	Cl	1

Taulukko 6. Mäskin kivennäiset ja hivenaineet, osa II (Luonnonvarakeskus 2015, 44)

Kivennäiset mg/kg ka	Rehu	Mäski, tuore
	Fe	470
	Cu	11
	Zn	110
	Mn	45
	I	-
	Co	0,1
	Mo	-
	Se	-

4.1.2 Sikojen ruokinta

Sika tarvitsee ravintoa kasvaakseen, peruselintoimintojen ylläpitoon sekä sikiöiden kehitykseen ja maidontuotantoon. Ravinnontarpeeseen vaikuttaa ikä, tuotantovaihe ja ympäristökijät. Sikojen pääravintona toimii vilja. Rehuviljoina voidaan käyttää ohraa, kauraa, vehnää, ruisvehnää tai pelkkää ruista. Näistä ohra on suosituin, sillä se on maittavaa, siinä on hyvä valkuais-energiasuhte ja riittävästi kuitua. Riittävän valkuaisaineen saannin takaamiseksi sioille annetaan yleensä lisärehuna esimerkiksi soijaa tai rypsiuotteita. Ruokinnan kannalta tärkeimmät kivennäisaineet ovat kalsium ja

fosfori. Lisäksi ruokaan on hyvä lisätä A-, D-, E- ja B-ryhmien vitamiineja. Oikeanlaisen ravinnon lisäksi sioilla tulee olla jatkuvasti tarjolla juomavettä. (Siljander-Rasi, Nopanen & Helin 2006, 20–31.)

Mäskiä voidaan käyttää sikojen ruokinnassa lisävalkuaisen lähteenä soijan tilalla. Mäskin käytöllä on muitakin etuja soijan käyttöön nähden. Soija tuodaan ulkomailta, edukkaat soijat ovat geenimuunneltuja ja soijan hinta on noussut viime vuosina. Hyödyntämällä mäskiä voidaan tarjota sioille kotimaista ja edullista ruokaa. Laadukas ruoka ja oikeanlainen turvallinen kasvuympäristö vaikuttavat myös porsaan lihan makuun positiivisesti. (Saimaa Brewing Co 2016.)

Rehujen energia-arvojärjestelmä perustuu nettoenergiaan (NE) ja ne ilmoitetaan megajouleina kilogrammassa kuiva-ainetta. Energia-arvo ilmoitetaan erikseen kasvaville sioille (NEk, MJ/kg ka) ja aikuisille sioille (Nea, MJ/kg ka). (Luonnonvarakeskus 2015, 9.) Nettoenergia voidaan laskea vähentämällä bruttoenergiasta, eli sian syömän rehun energiasta sonnan, virtsan ja metaanin muodossa häviävä energia. Tästä jäljelle jäävästä muuntokelpoisesta energiasta vähennetään vielä aineenvaihdunnan muuntumistappiona häviävä energia. (Siljander-Rasi ym. 2006, 20.)

Taulukoihin 7–10 on koottu sikojen rehutaulukko. Taulukossa 7 on esitetty mäskin kuiva-ainepitoisuus sekä nettoenergiat kasvaville sioille sekä aikuisille sioille. Taulukossa 8 on esitetty mäskin koostumus. Taulukoissa 9 ja 10 on esitetty mäskin sulavuus sekä ohutsuolisulavat aminohapot. Kivennäisten ja hivenaineiden osalta voidaan käyttää taulukota 5 ja 6.

Taulukko 7. Sikojen rehutaulukko, osa I (Luonnonvarakeskus 2015, 35)

Rehu	Mäski, tuore
ka, g/kg	220
NEk, MJ/kg ka	6,88
Nea, MJ/kg ka	7,39

Taulukko 8. Sikojen rehutaulukko, osa II (Luonnonvarakeskus 2015, 35)

	Rehu	Mäski, tuore
Koostumus, g/kg ka	Raakavalkuainen	230
	Raakarasva	89
	Raakakuitu	170
	NDF	570
	Tärkkelys	75
	Sokeri	9
	Tuhka	40

Taulukko 9. Sikojen rehutaulukko, osa III (Luonnonvarakeskus 2015, 35)

	Rehu	Mäski, tuore
Sulavuus, g/g	Raakavalkuainen, kasv. siat	0,75
	Raakavalkuainen, aik. siat	0,80
	Fosfori, sulava	0,32
g/kg ka	Sulava raakavalkuainen, kasv. siat	172
	Sulava raakavalkuainen aik. siat	184

Taulukko 10. Sikojen rehutaulukko, osa IV (Luonnonvarakeskus 2015, 35)

Ohutsuolisulavat aminohapot, g/kg ka	Rehu	Mäski, tuore
	Lysiini	6,6
	Treoniini	6,6
	Metioniini + kystiini	5,6
	Tryptofaani	2,1
	Valiini	10,5

4.1.3 Kanojen ruokinta

Kanat ovat kaikkiruokaisia ja niille sopii sekä kasvis- että eläinravinto. Niille voi syöttää esimerkiksi kotitalousjätteitä, kuten leipää, puuroa tai vihanneksia. Kanat löytävät myös ulkoa herkullista syömistä, kuten ruohoa, siemeniä, marjoja, matoja, toukkia ja hyönteisiä. Kanojen ruokinnassa on kuitenkin tärkeää huolehtia riittävästä valkuaisaineiden, hiilihydraattien, viherrehun, suolan, fosforin ja D-vitamiinin saannista. Kanan iällä on myös vaikutus sen tarvitseman ruoan laatuun ja määrään. Monipuolisen ruoan lisäksi kanoilla on oltava jatkuvasti tarjolla runsaasti vettä ruoan alas huuhteluun, jyviä nokittavaksi, soraa ruoansulatuksen toiminnan takaamiseksi ja kalkkilisä on välttämätön munivalle kanalle. (Hassinen 2014, 61–65.)

Monipuolisen ja tasapanoisen ruoan takaamiseksi kanoille voidaan antaa erilaisia valmisrehuja. Valmisrehut voivat olla täysrehuja, puolitiivisteitä tai tiivisteitä. Valmisrehujen pääraaka-aineena käytetään vehnää, ohraa sekä kauraa ja valkuaisainelähteinä käytetään yleensä soijaa ja kalarehua. Nokkimisjyvinä muniville kanoille suositellaan käytettäväksi ohraa tai kauraa. Vehnää ei suositella, sillä liika vehnä voi lihottaa kanoja. Karkeasta rehusta, kuten tuoreesta tai kuivatusta heinästä kanat saavat kuitua, väriaineita ja vitamiineja. (Hassinen 2014, 62–63.)

Tuotantotiloilla ruokinnan suunnittelu on hyvin tarkkaa ja rehuseokset valmistetaan rehuarvojen perusteella. Luonnonvarakeskuksen (2015, 40) siipikarjan rehutaulukosta löytyy tuoreen mäskin osalta ainoastaan mäskin koostumus, joka on esitetty taulukoissa 3 ja 8. Mäskin hyödyntämisestä kanojen ruokinnassa ei juurikaan löydy tietoa nettijulkaisuista tai painetuista lähteistä. Tästä voi päätellä, että mäski ei joko sovi siipikarjan ruokintaan tai se ei ole vielä yleistynyt ruokintavaihtoehtona.

4.1.4 Hevosten ruokinta

Hevosten oikeanlainen ruokinta on tärkeää kasvun, terveyden ja suorituskyvyn kannalta. Rehuista on tavoitteena koosta monipuolinen ruokavalio, joka tyydyttää kaikki hevosen ravintoaineiden tarpeet oikeassa suhteessa välttämättä turhat yliannostukset. Ruoassa tulee olla riittävästi energiaa, proteiinia eli valkuaisaineita, kivennäisaineita, hivenaineita ja vitamiineja. Ruokavaliossa on

hyvä suosia rehuja, jotka tukevat ruoansulatuskanavan terveyttä ja hyvinvointia. (Hevostietokeskus 2015b.)

Oikeanlaisen ruokinnan suunnittelun tueksi on hyvä käyttää esimerkiksi Hevostietokeskuksen tarjoamaa Hopti-ruokintalaskuria, joka löytyy internetistä. Laskurin avulla voidaan laskea päivittäisestä rehuannoksesta hevosen saamat ravintoaineet ja niitä voidaan verrata suoraan ruokintasuosituksiin. Tiedot, jotka hevosesta tarvitaan ruokinnan suunnitteluun ovat: ikä, rotu, sukupuoli, paino, lihavuuskunto, työskentelyn intensiteetti, tiineys/imetyskuukausi, terveydentila, rehunkäyttökyky ja pitoympäristö. Lisäksi tarvitaan tieto ruokinnassa käytettävistä rehuista: karkearehun tyyppi ja korjuuajan kohta, tiedot teollisista rehuista, kauran hehtolitraino eli rehuanalyysin tulokset ja hevoselle annosteltavat rehumäärät. (Hevostietokeskus 2015a.)

Hevosen ruokinnan pohjana on karkearehu, eli kuiva heinä, laidunruoho, säilörehu, olki tai heinäpelletit. Karkearehu muodostaa 60–100 % hevosen ruokavaliosta. Rehun ravitsemukselliseen laatuun vaikuttaa sen korjuu aika. Karkearehun riittävällä saannilla voidaan ennaltaehkäistä ruokaperäisiä sairauksia ja käyttäytymishäiriöitä. Väkirehut ovat karkearehun jälkeen toiseksi tärkein osa hevosen ruokavaliota. Väkirehun osuus ruokavaliosta on 0–40 % ja niitä käytetään ruokinnassa energia- ja valkuaispitoisuuslisinä. Väkirehuihin lukeutuu viljat, erilaiset teolliset täys- ja tiivisterehut sekä kuitu-, valkuais- ja energialisärehut. Hevosen ruokavaliota on mahdollista tarvittaessa täydentää vielä lisärehuilla, joita ovat erilaiset kivennäis-, hivenaine- ja vitamiinivalmisteet, hiiva- ja nivelvalmisteet, probiootit sekä elektrolyytit. Näiden lisäksi hevosella on jatkuvasti oltava tarjolla juomavettä ja suolakivi. (Hevostietokeskus 2015c.)

Mäskin syöttäminen hevoselle on kannattavaa, sillä se tukee hevosen ruoansulatusta. Mäski tasapainottaa hevosen paksusuolen mikrobistoa ja puolestaan paksusuolen mikrobistolla on merkittävä vaikutus hevosen ruoansulatukseen.

Luonnonvarakeskuksen rehutaulukossa on esitetty mäskin rehuarvot hevosille. Hevosille käytetään märehittäjien rehutaulukoita (taulukko 2-4), jotka ovat esitetty ylempänä luvussa Märehittäjien ruokinta.

4.2 Leipomossa

Olutmäskiä voidaan hyödyntää myös leivonnassa. Pääasiassa mäskistä valmistetaan mallasleipää. Mäskin hyödyntäminen leivomossa on Suomen mittakaavassa vielä pienimuotoista, mutta muutamat leipomot ovat tehneet mallasleivästä heidän leipomon erikoisherkkunsa. Mäskin runsas kosteus ja heikko säilyvyys tuovat kuitenkin haasteita leivontaan. Mäskiä voidaan hyödyntää myös muissa leivonnaisissa, mutta siitä aiheesta ei juurikaan löydy tietoa.

Helsingistä löytyy yksi esimerkki paikallisen panimon ja leipomon yhteistyöstä. Leipomo Väyrynen ja Sinebrychoff ovat aloittaneet yhteistyön vuonna 2019. Karhu-oluen tuotannossa syntyvä mäski toimitetaan leipomoon Mäskileivän raaka-aineeksi ja puolestaan leivomossa syntyvät hävikkileivät toimitetaan panimolle Karhu-oluen raaka-aineeksi. Yhteistyö on vielä sen verran uusi juttu, että Mäskileipä on tullut jo markkinoille, mutta hävikkileivästä valmistettu Karhu-olut tulee markkinoille vasta

syksyllä 2021. Mäskiä menee noin 50–100 grammaa per leipä ja se tuo leipään rakennetta ja aromia. (Sinebrychoff 2020.)

Mäskin hyödyntämisestä leipomossa löytyy muitakin esimerkkejä. Tampereella Leipomo Raski hyödyntää Pyynikin Brewing Companyn mäskiä Pyynikin limpussaan. Leipä saavuttanut suuren suosion ja sitä myydään REKO-ruokapiirissä. (Leipomo Raski 2019.) Rasi (2019) on tehnyt vastaavasta aiheesta opinnäytetyön. Opinnäytetyössä hän kehitti mallasleipäreseptin Lapuan Leipä Oy:lle. Yhteistyössä toimi Mallaskuun Panimo, josta mäski toimitettiin Lapuan Leipä Oy:lle. Mallasleivälle löydettiin sopiva resepti ja tuotekehitys eteni markkinointivaiheeseen saakka, mutta sopivaa ajankohtaa lanseeraamiselle ei löytynyt, joten tuote ei koskaan edennyt myyntiin saakka.

4.3 Mäskin säilyvyyden pidentäminen

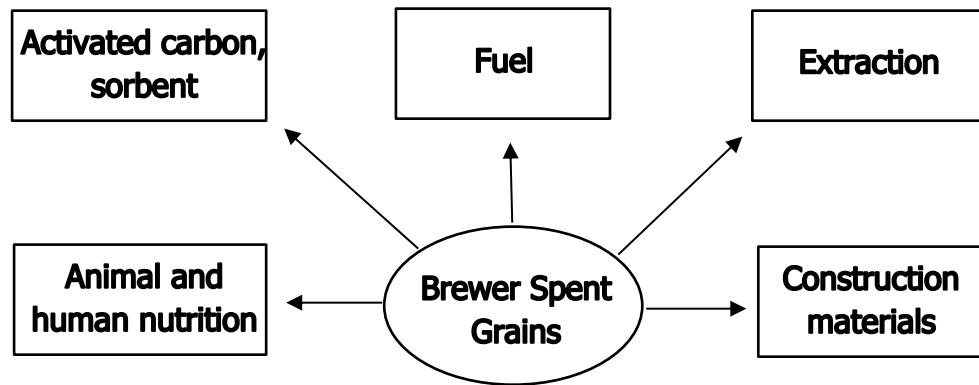
Mäskin säilyvyyttä voidaan pidentää erilaisilla esikäsittelymenetelmillä. Parhaimmassa tapauksessa mäskin säilyvyyden pidentämisellä voidaan jopa pienentää varastointi- ja kuljetuskustannuksia. Yksi esikäsittelymenetelmä on mäskin kuivaus. Aluksi kosteasta mäskistä ylimääräinen vesi poistetaan puristimella ja sen jälkeen mäski kuivataan esimerkiksi rumpukuivaajassa. (Enari & Mäkinen 1993, 213.)

Rasi (2019, 38) kertoo opinnäytetyössään, että hän pidensi mäskin käyttöaikaa pakastamalla mäskin. Pakastaminen tapahtui heti panimolta hakemisen jälkeen. Pakastimesta otettu mäski sulatettiin ja sen jälkeen käytettiin mallasleivän leivontaan. Hän ei maininnut opinnäytetyössään, että pakastaminen ei olisi soveltunut mäskille. Kallio (2018, 15–18) on tutkinut opinnäytetyössään mäskin säilyvyyden pidentämistä vakuumpakkaamisella. Tulokset olivat lupaavia, mutta Kallio (2018, 19) toteaa, että aihetta on vielä tutkittava tarkemmin.

Mäskistä voidaan tehdä myös säilörehua, jolloin sen säilyvyys pitenee huomattavasti. Haitallinen happokäyminen voidaan ehkäistä lisäämällä mäskiin maitohappoa, AIV-happoa, muurahaishappoa, suolahappoa tai fosforihappoa. Säilörehua voidaan hyödyntää eläinten ruokinnassa. (Enari & Mäkinen 1993, 213.)

4.4 Hyötykäyttökohteet Euroopassa

Euroopassa ollaan mäskin hyödyntämisessä hieman Suomea edellä, vaikka kehitystyössä ei ulkomaillaan olla vielä kovin pitkälle päästy. Hyötykäyttökohteet ovat pääpiirteittäin samanlaiset kuin Suomessakin on, mutta ulkomailla hyödyntämistä on harrastettu jo pidempään kuin Suomessa. Euroopassa mäskiä hyödynnetään eniten eläinten rehuna tai vaihtoehtoisesti luokitellaan jätteeksi ja heitetään pois. Esimerkiksi Iso-Britanniassa isommat panimot toimittavat mäskin eläinrehutehtaille käsiteltäväksi, ei suoraan tiloille (Kerby & Vriesekoop 2017). Kuvassa 4 on esitetty hyötykäyttökohteita, joihin mäski soveltuu hyvin.



Kuva 4. Mäskin hyötykäyttökohteita ulkomailla (Jackowski, Niedźwiecki, Jagiełło, Uchańska & Trusek 2020)

Uusia hyötykäyttömahdollisuuksia tutkitaan kansainvälisesti koko ajan. Yksi esimerkki on Funbrew. Funbrew on kansainvälinen EU-rahoitteinen projekti, jossa pyritään löytämään vaihtoehtoja mäskin hyödyntämiseksi ihmisten ruoassa. Mäskiä hyödynnetään jo pienimuotoisesti ihmisravintona, mutta suurempia käyttökohteita ei ole viedä löydetty. Funbrew pyrkii löytämään ratkaisun päivittäisistä viljapohjaisista elintarvikkeista, kuten leivonnaisista, pastasta ja aamiaismuroista. (Funbrew julkaisuaika tuntematon; Kerby & Vriesekoop 2017.)

5 PILOTOINTI

Opinnäytetyön pilotointiosio koostui kahdesta osasta. Ensimmäisessä osassa testattiin mäskin säilyvyyttä erilaisilla säilöntäaineilla laboratorio-olosuhteissa. Laboratoriotestit suoritettiin Savonia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa. Toinen vaihe oli löytää maskille sopiva hyötykäyttövaihto ja testata vaihtoehdon toimivuus käytännössä.

5.1 Mäskin säilyvyyden pidentäminen laboratorio-olosuhteissa

Opinnäytetyön pilotoinnin ensimmäinen vaihe oli testata laboratorio-olosuhteissa, kuinka mäskin säilyvyyttä voidaan pidentää. Säilömistä haluttiin testata vastaavalla säilöntäaineella, jota käytetään myös säilörehun tekoon. Näin tiloilla voitaisi hyödyntää samaa säilöntäainetta sekä rehun että mäskin säilömiseen. AIV-säilöntäaineet koostuvat pääasiassa muurahaishaposta. Käytettäväksi säilöntäaineeksi valikoitui AIV2 Plus Na, joka sisältää muurahaishappoa 76 % ja natriumformiaattia 5,5 %. Toiseksi testattavaksi säilöntäaineeksi valikoitui SILA-BAC Stabilizer. SILA-BAC Stabilizer koostuu rekisteröidystä *Lactobacillus buchneri*-kannasta, joka vähentää säilöttävän tuotteen lämpenemistä ja näin estää hiivojen ja homeiden kasvua (Hankkija: hakusana SILA-BAC Stabilizer 11A44 50 TN. 2021).

Laboratoriokokeet aloitettiin 23.6.2021. Kokeet tehtiin lasisissa 5 litran lasireaktoreissa. Jokaisesta näytteestä tehtiin kaksi rinnakkaisnäytettä, paitsi nollanäytteitä, eli maski ilman säilöntäainetta, oli vain yksi. Näytteiden säilyvyys testattiin hapellisissa ja hapettomissa oloissa. Hapettomat olosuhteet saatiin poistamalla lasireaktorin ilmatilan happi typpikaasulla. Anaerobisiin pulloihin laitettiin ulkoiset kaasupussit, jotta mahdollisesti pullossa muodostuva kaasu pääsi poistumaan.

Jokaiseen näytteeseen mitattiin noin 1 kg maskiä. AIV2 Plus Na -säilöntäainetta annosteltiin laimentamattomana 4 ml/kg. SILA-BAC Stabilizer oli olomuodoltaan jauhemaista. Jauhe sekoitettiin ionivaihdettuun veteen annosteluohjeella 4 g / 50 ml. Tämän jälkeen liuosta annosteltiin mäskin joukkoon 0,237 ml/kg. Maski ja säilöntäaine sekoitettiin mahdollisimman hyvin erillisessä sekoitusastiasissa ennen näytteen pullottamista.

Näytteiden pH:n mittaus tehtiin Itävaaran, Vikmanin, Kapasen, Venelammen & Vuorisen (2006, 21–22) laatiman kompostin pH:n mittauksen menetelmäohjeen mukaisesti. pH:n määrittäminen on muunneltu standardeista SFS-EN 13037 ja SFS-EN 13038. Uute, eli mäskin ja ionivaihdetun veden sekoitus, valmistettiin tilavuussuhteessa 1 + 5. Uute tehtiin erlenmeyer-kolviin ja sitä sekoitettiin magneettisekoittimella yhden tunnin ajan. Tämän jälkeen uutteen pH mitattiin pH-mittarilla pH. Alkuvaiheessa pH mitattiin yhdestä nollanäytteestä, yhdestä näytteestä, johon oli lisätty AIV 2 PLUS:aa sekä yhdestä näytteestä, johon oli lisätty SILA-BAC Stabilizeria. Kuvassa 5 on pullotetut mäskinäytteet ja kuvassa 6 on uute sekoittumassa pH-mittauksia varten.



Kuva 5. Pullotetut näytteet (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)



Kuva 6. Uute pH-mittauksia varten (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)

Taulukossa 11 on esitetty laboratoriokokeiden lähtötiedot.

Taulukko 11. Laboratoriokokeiden lähtötiedot

Näyte	Säilöntä- aine	Anaero- binen	pH	Pullo (g)	Pullo+mäski (g)	Mäski (g)
1.1	-		4,27	1495,5	2486,4	990,9
1.2	-	x	ei mitattu	1414,3	2413,6	999,3
3.1	AIV2 Plus		4,66	1458,3	2432,8	974,5
3.2	AIV2 Plus		ei mitattu	1572,5	2574,0	1001,5
4.1	AIV2 Plus	x	ei mitattu	1551,9	2560,4	988,5
4.2	AIV2 Plus	x	ei mitattu	1547,5	2540,4	992,9
5.1	SILA-BAC Stabilizer		3,87	1558,1	2547,3	989,2
5.2	SILA-BAC Stabilizer		ei mitattu	1990,2	2979,7	989,5
6.1	SILA-BAC Stabilizer	x	ei mitattu	1853,8	2848,0	994,2
6.2	SILA-BAC Stabilizer	x	ei mitattu	1551,1	2535,4	984,3

Näytteet säilytettiin kuvan 7 mukaisessa pimeässä kaapissa luonnollisessa sisälämpötilassa. Kaapin lämpötilaa seurattiin päivittäin. Näytteet tarkastettiin kerran viikossa, jolloin ne valokuvattiin ja kirjattiin aistinvaraiset havainnot ylös.



Kuva 7. Näytteiden säilytyskaappi (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)

5.2 Mäskin hyötykäyttökohte – pohjoissavolainen maatala

Mäskin hyötykäyttökohteeksi valikoitui sen hyödyntäminen eläinrehuna. Mäskiä syntyy Iso-Kallan panimolla 0,5–3 tonnia viikossa ja hyötykäyttövaihtoehdon tuli olla sellainen, että kaikki mäski saadaan hyödynnettyä samassa paikassa. Tämä mahdollistaa sen, että mäski voidaan syöttää tuoreena, eikä sitä tarvitse säilöä. Mäskiä hyödynnetään Suomessa eläinrehuna, mutta se keskittyy lähinnä suurten panimoiden läheisyyteen. Mäski on kuitenkin ravintorikas ja maittava lisä eläinten ruokaan, joten oppinäytenäyte selvityksessä todettiin, että Pohjois-Savon alueelta kiinnostusta löytyisi.

Sopivaa tilaa lähdettiin etsimään ProAgrian kautta. Heidän ruokinta-asiantuntijansa osasivat heti kertoa, että kolme tonnia mäskiä viikossa saadaan syötettyä nautatilalla, jossa on vähintään 60–70 nautaa. He tiedustelivat paikallisilta tilallisilta kiinnostusta. Sopiva tila, jonne on kohtuullinen mäskin kuljetusmatka ja jossa mäskin hyödyntäminen on teknisiltä ratkaisuilta mahdollista, löytyi helposti.

Tilalle laadittavaa rehureseptiä varten tuoreesta mäskistä tehtiin rehuanalyysi. 2.6.2021 kerätty mäskinäyte lähetettiin analysoitavaksi Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:n laboratorioon Mikkeliin. Rehuanalyysin mukaan mäskissä on jäljellä tärkkelys, joka nostaa sulavuutta eli D-arvoa. Raakavalkuaispitoisuus ei puolestaan ole korkea. Mäski kuitenkin sopii sekoitettavaksi säilörehun sekaan (Korhonen, Pirkko 2021).

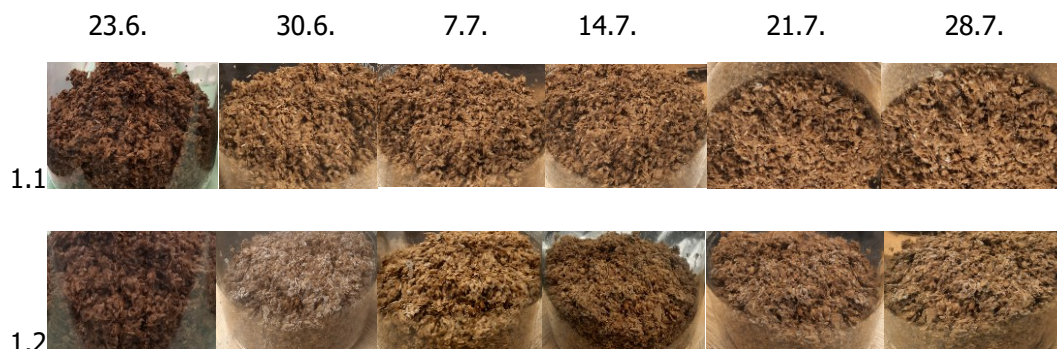
6 TULOKSET

6.1 Mäskin säilyvyyden pidentäminen laboratorio-olosuhteissa

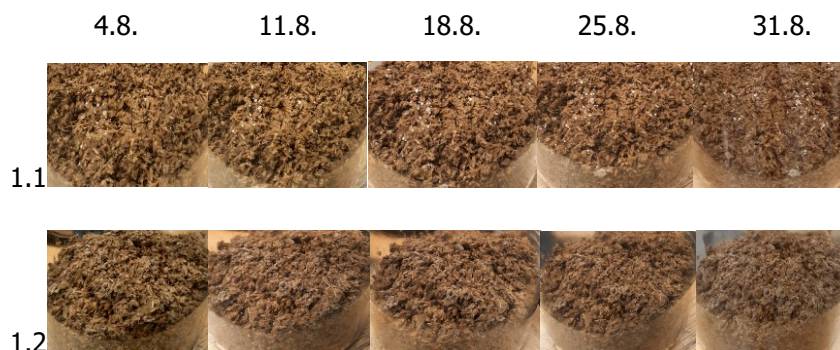
Mäskin säilyvyyskokeet toteutettiin ajalla 23.6.–31.8. Kokeen kesto oli 10 viikkoa eli 70 vuorokautta. Näytteet valokuvattiin ja aistinvaraiset havainnot kirjattiin ylös kerran viikossa keskiviikkoisin.

6.1.1 Nollanäyte

Nollanäytteitä oli kaksi kappaletta. Nollanäytteissä ei ollut säilöntäainetta. Näyte 1.1 oli aerobisissa oloissa ja 1.2 anaerobisissa oloissa. Kumpikin nollanäyte oli kokeiden aloituspäivänä hyvin tumma, mutta näytteet vaalenivat säilömisestä myötä. Näytteessä 1.2 havaittiin pientä valkoista kasvustoa jo viikon jälkeen eli 30.6. Näytteessä 1.1 kasvustoa havaittiin vasta neljän viikon jälkeen, eli 21.7. Kummassakin näytteessä kasvustot lisääntyivät ajan kuluessa ja kumpikin näyte haisi käyneelle. Kuviin 8 ja 9 on koottu näytteiden 1.1 ja 1.2 viikoittain otetut valokuvat.



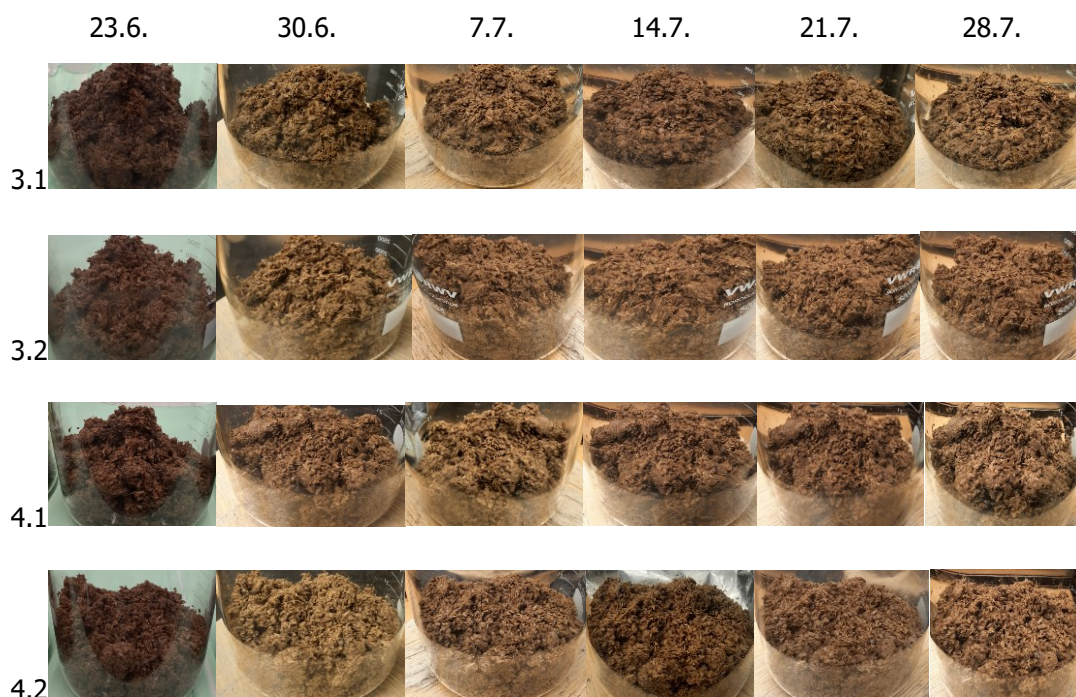
Kuva 8. Nollanäytteet aikavälillä 23.6.–28.7. Vaakarivillä päivämäärä, pystyrivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)



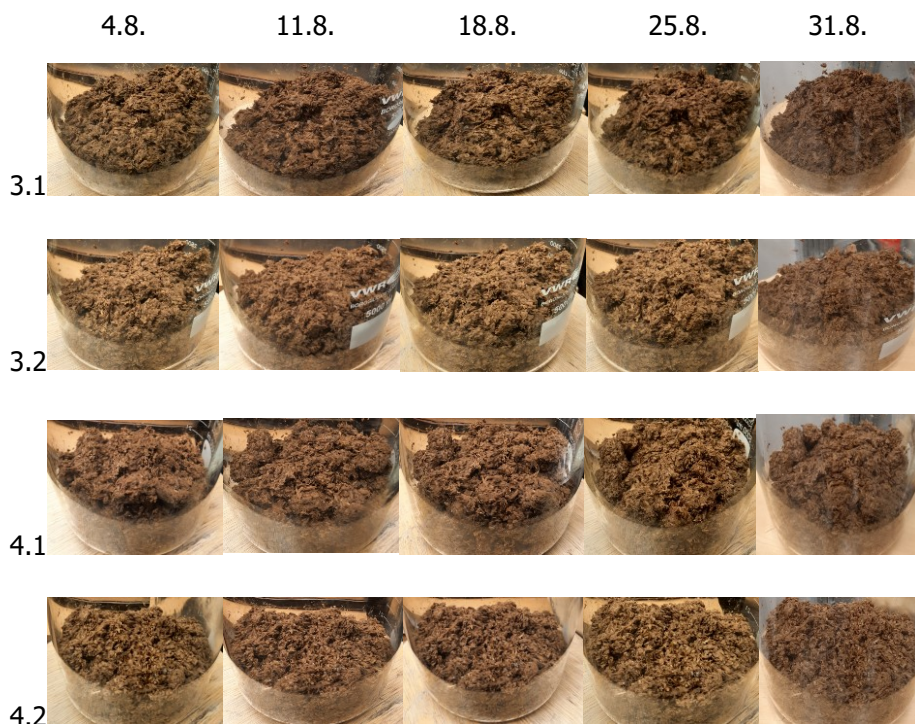
Kuva 9. Nollanäytteet aikavälillä 4.–31.8. Vaakarivillä päivämäärä, pystyrivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)

6.1.2 AIV 2 Plus

Neljässä näytteessä käytettiin säilöntäaineena AIV 2 Plus: aa. Näytteet 3.1 ja 3.1 säilöttiin aerobisissa oloissa ja näytteet 4.1 ja 4.2 säilöttiin anaerobisissa oloissa. Yhdessä näytteessä ei havaittu kasvustoa tai hometta säilönnän aikana. Yleisilmeeltään kaikki näytteet olivat tummempia kuin nollanäytteet tai SILA-BAC:lla säilötyt näytteet. Pienen tummumisen lisäksi kymmenen viikon aikana ei tapahtunut muuta silmin nähtävää muutosta. Kymmenen viikon jälkeen näytteissä 3.1 ja 3.2 oli pistävä hajua. Huomioitavaa oli myös näytteen 3.1 koostumus. Näyte oli koostumukseltaan hienojakoisempaa kuin yksikään muista näytteistä, eikä mäski ollut yhtään paakkuuntunut. Näytteet 4.1 ja 4.2 tuoksuvat tuoreelle. Erityisesti näyte 4.2 tuoksui tuoreelle maltaalle, joten se arvioitiin aistinvaraisesti parhaiten säilyneeksi. Kuvissa 10 ja 11 on esitetty näytteiden 3.2, 3.2, 4.1 ja 4,2 viikoittain otetut valokuvat.



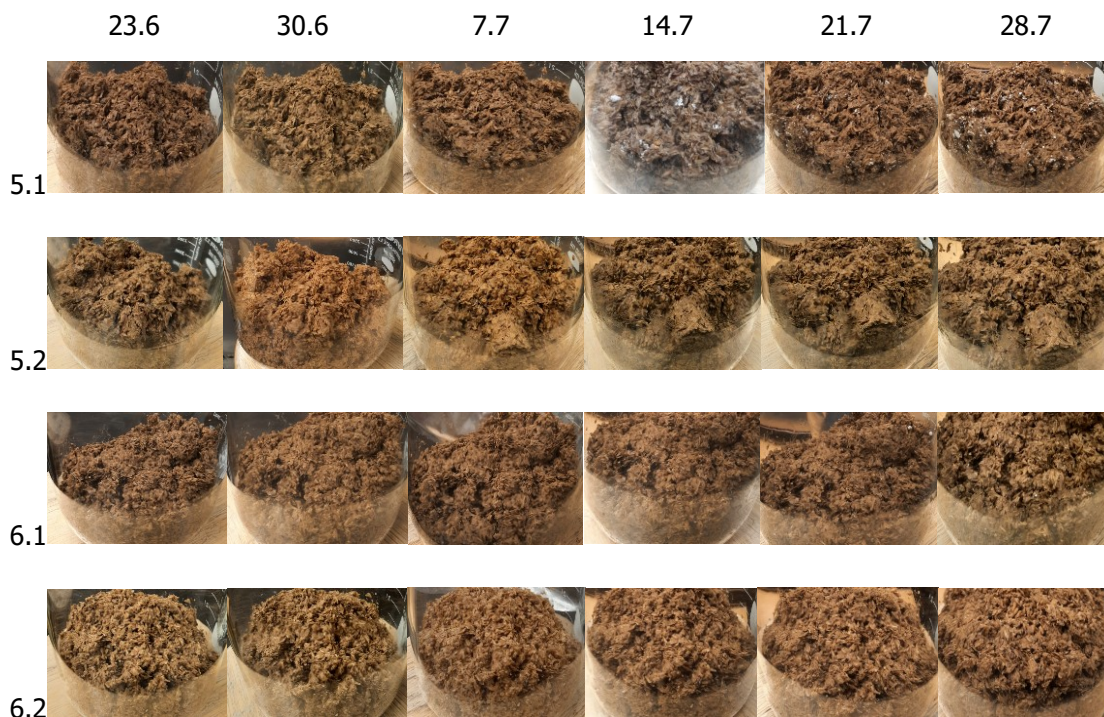
Kuva 10. Näytteet, joissa säilöntäaineena käytetty AIV 2 Plus. Aikaväli 23.6.–28.7. Vaakarivillä päivämäärä, pystyrivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)



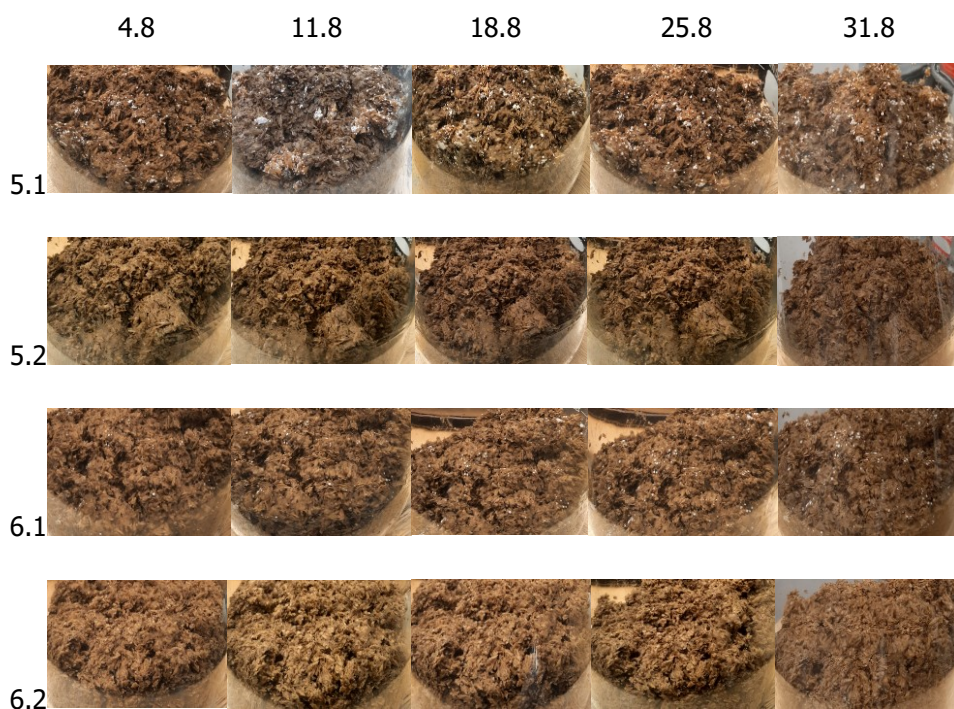
Kuva 11. Näytteet, joissa säilöntäaineena käytetty AIV 2 Plus. Aikaväli 4.8.–31.8. Vaakarivillä päivämäärä, pystyrivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)

6.1.3 SILA-BAC stabilizer

Neljässä näytteessä käytettiin säilöntäaineena SILA-BAC stabilizeria. Näytteet 5.1 ja 5.2 säilöttiin aerobisissa oloissa ja näytteet 6.1 ja 6.2 anaerobisissa oloissa. Rinnakkaisnäytteiden säilyvyys poikkesi toisistaan huomattavasti. Näytteissä 5.1 ja 6.1 todettiin kasvustoa ja aistinvaraisesti havainnoituna niissä oli pistävä haju. Näytteessä 5.1 kasvustoa todettiin jo kahden viikon jälkeen 7.7. ja näytteessä 6.1 kasvustoa todettiin neljän viikon jälkeen 21.7. Näyte 5.1 oli muutoin tumma, mutta valkoisten kasvustojen kohdalta mäski alkoi vaalenemaan. Näyte 6.2 puolestaan muodosti kaasua, joka kertyi pullossa kiinni olleeseen kaasupussiin. Kertyneen kaasun koostumus ja määrä analysoitiin. Kaasu koostui hiilidioksidista, hapesta ja muista tunnistamattomista kaasuista (BAL). Kaasun kokonaismäärästä hiilidioksidia oli 2,0 litraa, happea 0,1 litraa ja muita tunnistamattomia kaasuja 2,7 litraa. Näytteissä 5.2 ja 6.2 ei aistinvaraisesti todettu hajua. Kuvissa 12 ja 13 on esitetty näytteistä 5.1, 5.2, 6.1 ja 6.2 viikoittain otetut valokuvat.



Kuva 12. Näytteet, joissa säilöntäaineena käytetty SILA-BAC stabilizer. Aikaväli 23.6.–28.7. Vaakariivillä päivämäärä, pystyriivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)



Kuva 13. Näytteet, joissa säilöntäaineena käytetty SILA-BAC stabilizer. Aikaväli 4.8.–31.8. Vaakariivillä päivämäärä, pystyriivillä näytetunnus. (Korhonen, Iina 2021, CC BY-SA)

6.2 Mäskin hyötykäyttökohde – pohjoissavolainen maatila

Mäskin toimitus tilalle alkoi 24.9.2021. Toimitus tapahtuu kerran viikossa perjantaisin. Tämän opinnäytetyön aikarajojen puitteissa tilalle ennätti mennä ensimmäinen erä mäskiä. Mäskiä testataan aluksi tilalla muutaman kuukauden ajan, jotta nähdään millaisia vaikutuksia sillä on eläimiin ja niiden ruokahaluun. Mikäli vaikutukset ovat positiivisia, mäskin toimitus jatkuu toistaiseksi. Tähän opinnäytetyöhön ei sisälly analysointi siitä, miten mäski sopi tilalla eläinrehuksi.

6.3 Rehuanalyysi

Rehuanalyysi tehtiin kolmesta mäskinäytteestä Eurofins Viljavuuspalvelu Oy:n laboratoriossa Mikkelissä. Tuoreesta mäskistä lähetettiin analysoitavaksi 2.6.2021 kerätty näyte. Samasta mäskierästä tehtiin myös säilyvyyskokeet. Säilyvyyskokeiden jälkeen rehuanalyysiin lähetettiin näytteet 4.2 (anaerobinen AIV 2 Plus) ja 6.2 (anaerobinen SILA-BAC). Taulukossa 12 on esitetty kaikkien rehuanalyysien tulokset.

Taulukko 12. Mäskin rehuanalyysien tulokset tuoreesta mäskistä ja 10 viikon säilömissäilyksen jälkeen.

		Tuore mäski	AIV 2 Plus, säilötty 10 vko. Näyte 4.2.	SILA-BAC Stabilizer, säilötty 10 vko. Näyte 6.2.
Tuote	Ka	297	300	289
Kuiva-aine	D-arvo (g)	713	723	670
	ME (MJ)	10,2	10,2	10,2
	RY (/kg)	0,87	0,87	0,88
	OIV	102	108	107
	PVT	5	22	44
	NH ₃ -N (%RV)	3	2	2
	Raakavalkuai- nen	153	177	196
	Raakakuitu	126	144	160
	Raakarasva (hyd)	55	63	68
	Tuhka	39	43	45
	D-arvo (%org.a)	74,2	75,5	70,2
	Sokeri	89	73	27
	Tärkkelys	228	140	105
	NDF-kuitu	327	352	372

Rehuanalyysitulosten perusteella kaikki kolme mäskinäytettä sopivat eläinten ruokintaan. Rehuanalyysitulokset olivat melko linjassa toisiinsa nähden. Mäski on helppo yhdistää eläinten ruokintaan, sillä sen osuus ruokinnassa on pieni, joten muilla rehuilla voidaan kompensoida riittävien ravintoainesten saamista. Suositeltavaa kuitenkin vielä on, että säilötyistä mäskeistä analysoidaan käymislaatu ja pH. Näin voidaan varmistua, että säilöntä on onnistunut. Toisaalta onnistuneesta säilönnästä kertoo ammoniakkityypen (NH₃-N (%RV)) matala pitoisuus. (Korhonen, Pirkko 2021.)

Nautaeläinten ruokinnassa tärkein rehuanalyysin arvo on D-arvo, eli sulavan orgaanisen aineen määrä. Mäskinäytteissä D-arvo liikkuu välillä 670...723 g. Kyseisessä mäsissä on jäljellä tärkkelys, joka nostaa D-arvoa. Mitä enemmän mäsissä on tärkkelystä, sitä energiapitoisempaa se on. Tärkkelyksen määrä eri panimoiden mäskeissä vaihtelee. Toisissa mäskeissä tärkkelystä ei ole juuri lainkaan ja toisissa mäskeissä tärkkelys on vielä mukana. (Korhonen, Pirkko 2021.)

Rehuanalyysituloksissa huomio kiinnittyi lisäksi sokerin määrään. Tuoreessa mäsissä sokeria oli 89 g/kg ka, AIV 2 Plus:lla säilötyssä mäsissä 73 g/kg ka ja puolestaan SILA-BAC Stabilizerilla säilötyssä mäsissä 27 g/kg ka. Kaikki edellä mainitut sokeripitoisuudet ovat sopivia ruokinnan kannalta. Tuloksen perustella voidaan kuitenkin päätellä, että sokeria on kulunut maitohappokäymiseen SILA-BAC Stabilizerilla säilötyssä näytteessä. Muita hyvin poikkeavia arvoja rehuanalyysituloksissa ei havaittu, joilla olisi vaikutusta ruokintaan tai jotka kertoisivat säilönnän laadusta tai onnistumisesta. (Korhonen, Pirkko 2021.)

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mäski on oluen valmistuksessa syntyvä sivutuote. Mäskiiä syntyy mäsikäyksessä, kun nestemäinen vierre erotetaan kiintoaineesta. Vierre jatkaa matkaansa oluen valmistusprosessissa, mutta kiinteä mäski erotetaan pois prosessista. Mäski on erittäin ravintorikasta raaka-ainetta. Sen erilaisia hyötykäyttövaihtoehtoja tutkitaan ja kehitetään Suomessa ja ulkomailla. Pääosin mäski hyötykäytetään eläinrehuna. Mäskiiä pystyy kuitenkin myös hyödyntämään ihmisravintona esimerkiksi leivässä. Haasteita mäskien hyötykäyttöön tuo mäskien huono säilyvyys. Tuore mäski säilyy noin viikon, jonka jälkeen se alkaa homehtumaan. Mäskien käyttöajan pidentämiseksi on olemassa erilaisia keinoja. Mäskiiä voidaan säilöä pakastamalla tai eläinrehuksi menevää mäskiiä voidaan säilöä esimerkiksi erilaisilla säilöntäaineilla.

Kuopiossa Iso-Kallan panimolla syntyy mäskiiä 0,5–3 tonnia viikossa. Mäskiiä on käsitelty biojätteenä ja se on viety biokaasulaitokselle. Arvokkaan raaka-aineen käsittely jätteenä ei ole yritykselle ekologisesti tai taloudellisesti kannattavaa. Mäskien käsittely jätteenä luo jätemaksuja yritykselle, eikä se tue Suomen jätehuollon periaatteena olevaa jätteiden etusijajärjestystä. Etusijajärjestyksessä ensisijaisesti tulisi pyrkiä välttämään jätteen syntymistä. Jos jätettä kuitenkin syntyy, se tulee valmistella uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten. Mikäli uudelleenkäyttö ei ole mahdollista, jäte on ensisijaisesti kierrätettävä aineena ja toissijaisesti hyödynnettävä energiana.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli löytää sopiva hyötykäyttövaihtoehto Iso-Kallan panimon mäs-kille. Hyötykäyttövaihtoehdon tuli olla sellainen, että koko mäs-kierä saadaan hyödynnettyä kerralla. Tässä opinnäytetyössä päätettiin hyödyntää mäskiiä eläinrehuna. Mäskien heikon säilyvyyden vuoksi opinnäytetyössä päätettiin myös testata laboratorio-olosuhteissa mäskien säilömistä samoilla säilöntä-aineilla, joita käytetään säilörehun säilömiseen.

Mäskien säilyvyyttä testattiin laboratorio-olosuhteissa 10 viikkoa. Testissä oli kaksi nollanäytettä, neljä näytettä, joissa säilöntäaineena käytettiin muurahaishappopohjaista AIV 2 Plus:aa ja neljä näytettä, joissa säilöntäaineena käytettiin maitohappobakteeripohjaista SILA-BAC Stabilizeria. Puolet näyte-
teistä säilöttiin aerobisissa olosuhteissa ja puolet anaerobisissa. Laboratoriokokeiden tulokset mu-
kailivat ennalta hankittua tietoa koskien mäskien säilyvyyttä. Parhaiten säilyivät näytteet, joissa oli
säilöntäainetta, ja jotka säilöttiin anaerobisissa oloissa.

Nollanäytteet homehtuivat, joka oli ennalta odotettavaa. Mäskien säilyvyys on heikko ja panimolla
kerätty mäski on alkanut homehtumaan yleensä viikon jälkeen. Tämän vuoksi oli yllättävää, että ae-
robisissa oloissa säilötyssä nollanäytteessä havaittiin kasvustoa vasta neljän viikon jälkeen. Vastaa-
vasti anaerobisissa oloissa säilötyssä nollanäytteessä kasvustoa havaittiin jo viikon jälkeen.

Missään näytteissä, joissa säilöntäaineena käytettiin AIV 2 Plus:aa, ei havaittu valkoista kasvustoa. Silmämääräisesti kaikki näytteet vaikuttivat hyvin säilyneille, mutta aerobisissa oloissa säilötyissä
näytteissä oli pistävä haju. Tämän hajun perusteella voitiin todeta, että näytteet eivät ole säilyneet
riittävän hyvin. Puolestaan anaerobisissa oloissa säilötyissä näytteissä oli tuore tuoksu ja mäski oli
koostumukseltaan edelleen tuoreen oloista. Näyte 4.2 oli aistinvaraisesti kaikista näytteistä parhaiten
säilynyt ja siitä teetettiin rehuanalyysi. Rehuanalyysin perusteella näyte oli eläinrehuksi kelpaavaa.

Näiden perusteella voidaan todeta, että muurahaishappopohjainen säilöntäaine sopii mäskin anaerobiseen säilöntään. Tämä mahdollistaa sen, että myös suuret määrät maskiä voidaan hyötykäyttää eläinrehuna, kun ei ole tarve syöttää maskiä tuoreeltaan viikossa.

Suurimmat vaihtelut olivat näytteissä, joissa käytettiin säilöntäaineena SILA-BAC Stabilizeria. Toinen aerobisista näytteistä homehtui ja toinen muuttui tummaksi. Silmämääräisesti kumpikin näyte todettiin pilaantuneeksi. Näytteet 6.1 ja 6.2 säilöttiin anaerobisissa oloissa. Näyte 6.2 säilyi hyvin, mutta muodosti säilönnän aikana kaasua. Näyte 6.1 puolestaan homehtui noin kolmessa viikossa. Säilöntäainetta laitettiin maskin määrään nähden todella pieni määrä. On mahdollista, että säilöntäaine ei ole sekoittunut maskiin riittävän hyvin ja se aiheutti suurta vaihtelua näytteiden välillä. Säilöntäaine annosteltiin ohjeen mukaisesti, mutta hieman suurempi määrä säilöntäainetta voisi mahdollistaa taisaisemmat tulokset. Näytteestä 6.2 teetettiin rehuanalyysi ja sen perusteella säilötty maski on eläinrehuksi kelpaavaa. Näin ollen myös SILA-BAC Stabilizeria voidaan käyttää maskin säilömiseen.

Laboratoriokokeiden yhteenvetona voidaan todeta, että kumpikin testattu säilöntäaine sopii maskin säilöntään. SILA-BAC Stabilizeria käytettäessä tulee kiinnittää erityistä huomiota puhtaisiin välineisiin, riittävään sekoitukseen ja oikeanlaisiin säilömisoloihin. Tässä opinnäytetyössä paremmat ja taisaisemmat tulokset saavutettiin muurahaishappopohjaisella AIV 2 Plus -säilöntäaineella.

Tilalla päätettiin lähteä kokeilemaan ensin maskin syöttämistä tuoreeltaan. Mikäli maskimäärää ei saada syötettyä riittävän nopeasti ja homehtumista on havaittavissa, pohditaan maskin säilömistä siinä kohtaa. Maskin säilöminen tuo omat tekniset lisähaasteet mukaan. Säilöminen tulisi tapahtua mahdollisimman pian maskin synnyn jälkeen, mahdollisesti jo panimolla. Tässä opinnäytetyössä ei kehitetty teknistä ratkaisua, miten maski saataisi helposti säilöttyä jo Iso-Kallan panimolla.

Ensimmäinen maskierä toimitettiin tilalle 24.9.2021. Maskierä toimitetaan jatkossa tilalle perjantaisin toistaiseksi. Tämän opinnäytetyön aikarajojen puitteissa tilalle ennätti lähteä ensimmäinen erä maskiä. Erinäisten viivästyksien vuoksi ensimmäinen erä saatiin toimitettua vasta syyskuussa. Tästä johdun opinnäytetyössä ei analysoida tilan käyttökokemuksia uuden rehun osalta.

Opinnäytetyön osalta tärkein tavoite oli löytää Iso-Kallan panimon maskille hyötykäyttökohde. Ennalta asetettu tavoite toteutettiin tässä opinnäytetyössä. Maskin toimitus tilalle alkoi opinnäytetyön aikana. Lisäksi opinnäytetyössä tuotettiin lisätietoa maskin säilönnästä. Maskin säilönnästä maitohappobakteeripohjaisilla säilöntäaineilla ei löytynyt ennestään kirjallisuudesta tutkimustietoa. Muurahaishappopohjaisista säilöntäaineista puolestaan tiedettiin, että ne sopivat maskin säilöntään. Opinnäytetyössä saatiin selville, että sekä SILA-BAC Stabilizer ja AIV 2 Plus sopivat säilöntäaineeksi maskille. Lisäksi opinnäytetyöhön on koottu myös muita maskin hyötykäyttövaihtoehtoja ja pintapuolisesti käsitelty tuotantoeläinten ruokintaa.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää sopiva hyötykäyttövaihtoehto Iso-Kallan panimon mäskille. Mäskin säilyvyys on heikko ja se luo haasteen hyötykäyttöä ajatellen. Toisena tavoitteena opinnäytetyössä oli testata ja tuottaa tietoa mäskin säilömisestä laboratorio-olosuhteissa.

Mäskiä syntyy Iso-Kallan panimolla 0,5–3 tonnia viikossa. Määrä on kohtalaisen suuri ja hyötykäyttövaihtoehdon tuli olla sellainen, että koko mäskimäärä saadaan hyötykäytettyä kerralla. Suomalaisten panimoiden mäski menee pääasiassa eläinrehuksi, mutta joidenkin pienempien panimoiden mäskistä valmistetaan paikallisissa leipomoissa erilaisia mallasleipiä. Leipomossa mäskiä voidaan hyödyntää vain rajallinen määrä, sillä mäskin määrä per leipä on suhteellisen pieni. Tämän vuoksi päädyttiin etsimään sopiva tila, jossa mäski hyötykäytetään eläinrehuna.

Sopiva tila etsittiin yhteistyössä ProAgrian kanssa. Mäski on ravintorikasta ja viljan hinta on tällä hetkellä korkea, joten kiinnostusta mäskille löytyi. Mäskistä teetettiin rehuanalyysi, jotta ProAgria pystyi laatimaan tilalle sopivan rehureseptin. Ensimmäinen erä mäskiä toimitettiin tilalle 24.9.2021. Opinnäytetyö rajattiin ensimmäisen mäskierän toimitukseen. Silloin opinnäytetyölle ennalta asetettu tavoite saatiin täytettyä. Jatkoa ajatellen olisi hyvä analysoida tilan kokemuksia mäskin lisäämisestä ruokintaan.

Mäskin säilömisskokeet toteutettiin kesä-elokuun 2021 aikana Savonia-ammattikorkeakoulun laboratoriossa. Mäskiä säilöttiin muurahaishappopohjaisella AIV 2 Plus -säilöntäaineella, jota saatiin pieni erä tilalta. Kirjallisuudesta löytyi tietoa, että muurahaishappopohjaiset säilöntäaineet sopivat kostean mäskin säilöntään. Toiseksi säilöntäaineeksi haluttiin valita hyvin erityyppinen ja eri tavalla käytettyvä säilöntäaine. Toiseksi säilöntäaineeksi valikoitui maitohappobakteeripohjainen SILA-BAC Stabilizer. Maitohappobakteeripohjaisen säilöntäaineen soveltuvuudesta mäskin säilöntään ei juurikaan löytynyt ennalta tietoa. Muista hieman vastaavista rehuista löytyi käyttökokemuksia, joiden perusteella valinta tehtiin. Säilöntäkokeiden jälkeen tehtyjen aistinvaraisten havaintojen ja rehuanalyysitulosten perusteella voidaan todeta, että AIV 2 Plus ja SILA-BAC Stabilizer sopivat mäskin säilöntään. Tehty rehuanalyysi on riittävä, jotta voidaan todeta mäskin sopivan eläinten ruokintaan. Mäskin rehuanalyysia tehdessä mäski olisi kuitenkin hyvä tutkia mäskinä, eikä säilönrehuna. Lisäksi olisi suositeltavaa tehdä laaja rehuanalyysitutkimus, jotta saadaan tarkempaa tietoa säilönnällisestä laadusta.

LÄHTEET

- Funbrew julkaisuaika tuntematon. What?. Verkkojulkaisu. <https://www.funbrew.eu/#what>. Viitattu 11.5.2021.
- Enari, T-M & Mäkinen, V 1993. Panimotekniikka. Espoo: Oy Panimolaboratorio.
- Hankkija: hakusana SILA-BAC Stabilizer 11A44 50 TN. 2021. Verkkojulkaisu. https://www.hankkija.fi/Maatalous_ ja_metsa/nurmen-ja-viljanviljelytarvikkeet/sailontaaineet/sila-bac-stabilizer-11a44-50-tn/. Viitattu 29.7.2021.
- Hassinen, Kirsti 2014. Omat kanat, omat munat. Pihakanalan perustaminen. 1. painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Hevostietokeskus 2015a. Hevosen ruokinnan suunnittelu Hopti-ruokintalaskurilla. Video. YouTube-videopalvelu, julkaistu 16.12.2015. <https://www.youtube.com/watch?v=bf8GxL-tbrA&t=33s>. Viitattu 29.4.2021.
- Hevostietokeskus 2015b. Hevosten ruokintakoulu, osa 2: Ravintoaineet. Verkkojulkaisu. <https://hevostietokeskus.fi/i/ruokinta/hevosten-ruokintakoulu/osa-2-ravintoaineet>. Viitattu 29.4.2021.
- Hevostietokeskus 2015c. Hevosten ruokintakoulu, osa 3: Rehut. Verkkojulkaisu. <https://hevostietokeskus.fi/i/ruokinta/hevosten-ruokintakoulu/osa-3-rehut>. Viitattu 29.4.2021.
- Iso-Kallan panimo julkaisuaika tuntematon. Panimo. Verkkojulkaisu. <http://www.isokallanpanimo.fi/fi/Panimo.html>. Viitattu 4.4.2021.
- Itävaara, Merja, Vikman, Minna, Kapanen, Anu, Venelampi, Olli & Vuorinen, Arja 2006. Kompostin kypsyystestit -Menetelmäohjeet. VTT Tiedotteita 2351. Pdf-tiedosto. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2006/T2351.pdf>. Viitattu 1.8.2021.
- Jackowski, Mateusz, Niedźwiecki, Lukasz, Jagiełło, Kacper, Uchańska, Oliwia & Trusek Anna 2020. Brewer's Spent Grains—Valuable Beer Industry By-Product. <https://www.mdpi.com/2218-273X/10/12/1669/htm>. Viitattu 11.5.2021.
- Janhunen, Maarit 2021. Mäskin tietoja. Yksityinen sähköpostiviesti 1.4.2021. Viestin saaja: Iina Korhonen.
- Jormakka, Emilia 2020. Hukasta hyödyksi biojalostusteknologioilla. Vetovoimainen Pohjois-Savo 2020, 71. https://issuu.com/oodiamedia/docs/pohjois-savo_2020/71?fbclid=IwAR2BqrYlWdpUZS3wW9pmtQC8i4JH2hjAhU2DBoNjy6ej-vLhD6oynYe8mWLE. Viitattu 4.4.2021.
- Kallio, Helena 2018. Rehuna käytettyjen sivuvirtojen säilöntä vakumoimalla. Opinnäytetyö. Bio- ja elintarviketekniikka. Hämeen Ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2018103116425>. Viitattu 15.5.2021.
- Karlström Tiina, ProAgria 2016. Ruokinta on onnistumisen optimointia. Pdf-tiedosto. Julkaistu 5/2016. https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/n5-16_28-29.pdf. Viitattu 1.5.2021.
- Karppinen, Pekka 2020. Mäskistä saa vaikka mitä. Verkkojulkaisu. Uusiuutiset. Julkaistu 7.5.2020. <https://www.uusiuutiset.fi/maskista-saa-vaikka-mita/>. Viitattu 23.4.2021.
- Kerby, Clare & Vriesekoop, Frank 2017. An Overview of the Utilization of Brewery By-Products as Generated by British Craft Breweries. <https://www-proquest-com.ezproxy.savonia.fi/docview/2124720283?pq-origsite=primo>. Viitattu 15.5.2021.
- Korhonen, Iina 2021. Valokuva. 2021. Kuopio: Iina Korhosen kokoelmat.

Korhonen, Pirkko 2021. Valtakunnallinen Huippuosaja, ruokinta ja automaattilypsy. ProAgria Itä-Suomi. Yksityinen puhelinkeskustelu. 4.10.2021.

Korpinen, Santtu & Nikulainen, Hannu 2014. Suomalaiset pienpanimot. Saarijärvi: Kirjakaari.

Leipomo Raski 2019. Mitä syntyy, kun yhdistetään ihanan pähkinäinen Pyynikin Brewhouse:n - - . Facebook-päivitys 6.8.2019. <https://www.facebook.com/leipomoraski/posts/1398576920280081/>. Viitattu 15.5.2021.

Luonnonvarakeskus 2015. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Luonnonvarakeskuksen avoin julkaisupalvelu Jukuri. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-054-2>. Viitattu 29.4.2021.

Maanmittauslaitos. Karttapaikka. Verkkopalvelu. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/>. Viitattu 10.5.2021.

Malmi, Johanna 2017. Prosessi- ja kustannuskartoitus olutpanimon suunnittelun tueksi. Opinnäytetyö. Energia- ja ympäristötekniikan koulutusohjelma. Satakunnan ammattikorkeakoulu. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/125157/Malmi_Johanna.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Viitattu 5.4.2021.

Pietikäinen, Marko 2021. Iso-Kallan Panimo Oy. Haastattelu 27.4.2021.

Pulkkinen, Markku 2017. Yksinkertainen rehuresepti toimii: ”Mäskissä on paljon valkuaista ja se tekee appeesta maittavaa”. Verkkojulkaisu. Maaseudun tulevaisuus. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/suomalainen-maaseutu/yksinkertainen-rehuresepti-toimii-m%C3%A4skiss%C3%A4-on-paljon-valkuaista-ja-se-tekee-appeesta-maittavaa-1.206758>. Viitattu 1.5.2021.

Päijät-Hämeen Viljaklusteri julkaisuaika tuntematon. Kiertotalous ja ympäristö. Verkkojulkaisu. <https://viljaklusteri.fi/kiertotalous-ymparisto/>. Viitattu 23.4.2021.

Rasi, Henna 2019. Mallasleivän tuotekehitys. Opinnäytetyö. Bio- ja elintarviketekniikan tutkinto-ohjelma. Seinäjoen Ammattikorkeakoulu. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019063017600>. Viitattu 15.5.2021.

Saimaa Brewing Co 2016. Mallaspossu kasvaa mäskillä meheväksi. Julkaistu 23.11.2016. Verkkojulkaisu. <https://saimaabrewingco.fi/mallaspossu-kasvaa-maskilla-mehevaksi/>. Viitattu 5.5.2021.

Siljander-Rasi, Hilikka, Nopanen, Ari & Helin, Jukka 2006. Sian ruokinta ja hoito. 1. painos. Jyväskylä: ProAgria Maaseutukeskusten Liitto.

Sinebrychoff 2020. Karhu x Leipomo Väyrynen – olutmäskistä leipää, hukkaleivästä olutta. Verkkojulkaisu. <https://www.sinebrychoff.fi/newsroom/karhu-x-leipomo-vayrynen/>. Viitattu 15.5.2021.

Sinebrychoff julkaisuaika tuntematon. Oluen valmistus Sinebrychoffilla. Verkkojulkaisu. <https://www.sinebrychoff.fi/olut/oluen-valmistus-sinebrychoffilla/>. Viitattu 5.4.2021.

Sundström, Jonas 2018. Eettinen proteiinipommi – ja kolme muuta syytä syödä hyönteisiä. Verkkojulkaisu. YLE. Julkaistu 10.5.2018. <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2018/05/10/eettinen-proteiinipommi-ja-kolme-muuta-syyta-syoda-hyonteisia>. Viitattu 26.4.2021.

VTT 2016. Lehdistö tiedote: VTT kehitti olutmäskille uutta käyttöä. Julkaistu 27.1.2016. <https://news.cision.com/fi/vtt-info/r/lehdistotiedote--vtt-kehitti-olutmäskille-uutta-kayttoa,c9902854>. Viitattu 23.4.2021.

Ympäristöhallinto 2020. Jätteet ja jätehuolto. Verkkojulkaisu. Päivitetty 1.10.2020. https://www.ymparisto.fi/fi-fi/kulutus_ja_tuotanto/jatteet_ja_jatehuolto. Viitattu 12.4.2021.

LIITE 1: BIOSFÄÄRI POHJOIS-SAVO -ESITE

Biosfääri Pohjois-Savo: Biomassan ja biojalostusteknologioiden hyödyntäminen liiketoiminnan kasvattamisessa



Hankkeessa selvitetään ja demonstroidaan, miten Pohjois-Savossa syntyviä sivuvirtoja voidaan jatkojalostaa. Lisäksi luodaan valmiuksia sivuvirtojen kaupallistamiselle maanparannusaineiden ja kierrätyslannoitteiden raaka-aineina tai muissa sovelluksissa. Hanke toteutetaan tiiviissä yhteistyössä maakunnan keskeisten sivuvirtojen tuottajien, potentiaalisten kaupallistajien ja loppukäyttäjien kanssa.

Lisätietoja: Harri Auvinen, tutkimuspäällikkö, Savonia-amk, puh. 044 785 6923
Laura Tomppo, yliopistotutkija, Itä-Suomen yliopisto, puh. 040 355 2541
Mari Rätty, tutkija, Luonnonvarakeskus, puh. 029 532 6500

Toteutusaika: 1.4.2020 - 31.10.2022

Yrityskumppanit: DRAW Composites Oy



www.rakennerahastot.fi

Kestävää kasvua ja työtä -ohjelma

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

