

***Hevosten suolistoterveys ja hyvinvointi:
voidaanko tuoremäskistä kehittää hevosten suolistoterveyttä
ylläpitävä ja parantava tuote? -hanke***

Loppuraportti



Suomen Hevostietokeskus ry

31.12.2024

HEVOSTIETOKESKUS
NEUVONNAN JA KOULUTUKSEN KEHITTÄMISYKSIKKÖ



**Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus**



**Euroopan maaseudun
kehittämisen maatalousrahasto:
Eurooppa investoi maaseutualueisiin**



**TURUN
YLIOPISTO**



**HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI
ELÄNLÄÄKETIETEELLINEN TIEDEKUNTA
VETERINÄRMEDICINSKA FAKULTETEN
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE**



MAASEUTU 2020

Sisällys

1. Hankkeen toteuttaja	2
2. Hankkeen nimi ja hanketunnus	2
3. Yhteenveto hankkeesta	2
4. Raportti	3
4.1 Hankkeen tavoitteet	3
a. ylemmän tason tavoitteet, joiden osa hanke on	3
b. hankkeen tavoitteet	3
c. tausta	4
4.2 Toteutus.....	9
a. toimenpiteet.....	9
b. aikataulu.....	18
c. resurssit	19
d. toteutuksen organisaatio.....	19
e. kustannukset ja rahoitus	20
f. raportointi ja seuranta	21
g. toteutusoletukset ja riskit	21
h. hankkeesta tiedottaminen.....	22
4.3 Yhteistyökumppanit	24
4.4 Tulokset ja vaikutukset	24
5. Esitykset jatkotoimenpiteiksi	36
6. Allekirjoittajat ja päiväys	36
7. Lähteet	37
8. Liitteet	38

1. Hankkeen toteuttaja

Suomen Hevostietokeskus ry
Hingunniementie 98
74700 Kiuruvesi

2. Hankkeen nimi ja hanketunnus

Hankkeen nimi: Hevosten suolistoterveys ja hyvinvointi: voidaanko tuoremäskistä kehittää hevosten suolistoterveyttä ylläpitävä ja parantava tuote?

Hanketunnus: 183340

3. Yhteenveto hankkeesta

Hankkeessa selvitettiin oluen valmistuksen sivutuotteena syntyvän mäskin käyttöä hevosten ruokinnassa ruoansulatuskanavan toimintaa tukevana ravintolisänä (prebioottina).

Mäskistä tehtiin erillisiä kuivatuskokeita, joiden perusteella todettiin hygieenisen ja suuremman määrän kuivatuksen vaativan muita, kuin tutkimuksessa käytettyjä menetelmiä.

Mäskin syötöstä tehtiin yhteensä neljä ruokintakoetta; ensin kaksi suppeampaa koetta aikuisilla hevosilla, myöhemmin kaksi erillistä ruokintakoetta nuorilla pihatossa asuvilla hevosilla. Aikuisilla hevosilla tehdyissä tutkimuksissa seurattiin hevosten kliinistä vointia ja ulostemuutoksia ruokinnan seurauksena. Jälkimmäisissä tutkimuksissa keskityttiin ensin pelkän mäskiruokinnan vaikutukseen suoliston mikrobiomiin, toisessa kokeessa mäskin vaikutukseen loislääkityksen ja loisten poistumisen aiheuttamiin mikrobiomin muutoksiin.

Tuloksissa mäskin syöttö kahden viikon ajan väkirehun lisäksi vaikutti vuoden ikäisten hevosten suoliston mikrobiomin vaihteluun melko vähän; enemmän vaikutusta oli sukupuolella ja väkirehun (kauran) määrällä. Loislääkityksen yhteydessä annettu kahden viikon mäskilistä näytti muuttavan jonkin verran mikrobiomia, ja vähensi ruokitulla ryhmällä lääkeyksityksen jälkeistä muutosta.

Tämän tutkimuksen perusteella mäskin syöttö hevosten väkirehuna on turvallista. Varsinaista prebioottivaikutuksen aikaansaamaa muutosta bakteereissa ei nähty, mutta hevosten suoliston todellisten prebioottien tunnistaminen on edelleen vähäistä.

Summary in English

The project investigated the use of brewer's spent grain (BSG) as a concentrate source for horses and as a possible prebiotic supplement. It involved both trials of different drying methods of BSG, as well as feeding trials.

The hygienic level of dried BSG was not acceptable with none of the drying methods used, therefore other economical methods still need to be searched.

There were four different feeding trials of BSG: the first two were preliminary studies with adult horses; those concentrated on following the health of the horses and changes in the fecal consistency and pH during the feeding period. The latter studies were conducted during two consecutive years with yearling horses living in a loose-housing system. The third trial was to evaluate changes in fecal microbiome, when horses were fed BSG for two weeks. The fourth trial was to evaluate the microbiota changes when horses received anthelmintic medications while they were fed BSG.

The first two feeding trials showed no negative side effects in horses. In the third study the feeding of BSG changed the fecal microbiome of the yearlings very little; the gender and oat ratio explained more of the variation than BSG. The BSG supplementation during the last study changed the microbiome mildly and seemed to reduce the changes of anthelmintic medication. Even the anthelmintic did not greatly affect the microbiome.

Based on the trials it can be concluded that feeding BSG to horses is a safe practice. The project could not find any specific prebiotic benefit, but one must also remember that the knowledge of equine specific prebiotics is still vague.

4. Raportti

4.1 Hankkeen tavoitteet

a. ylemmän tason tavoitteet, joiden osa hanke on

Hanke on osallistunut maaseudun innovaatioryhmien valintajaksolle 7.9.-29.10.2021. Maa- ja metsätalousministeriö asettama EIP-valintaryhmä arvioi saapuneet hakemukset valintaperusteiden mukaisesti sekä teki maa- ja metsätalousministeriölle esityksen rahoitettavista innovaatioryhmistä. Hankkeen katsottiin edistävän maaseutuohjelman tavoitteiden toteutumista ja ympäristöystävällisten ratkaisujen syntymistä elpymisvarojen tavoitteiden mukaisesti.

b. hankkeen tavoitteet

Hankkeen tavoitteena oli kehittää uusi kotimainen hevosten suolistoterveyttä ylläpitävä ja parantava kaupallisesti hyödynnettävä tuote, jonka avulla talliyrittäjät ja hevosten omistajat edistivät hevosten terveyttä ja suorituskkyä. Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään muuttaako

mäskin syöttö väkirehuna hevosten suoliston mikrobiomijakaumaa, ja onko muutoksista oletettavasti lisähyötyä hevosille. Lisäksi pyrittiin selvittämään, voidaanko mäskin syötöllä estää lääkityksen (kuten loislääkitys) tai tulehdusreaktioiden (loiset ja niiden kuoleman aiheuttama reaktio) vaikutuksia suoliston mikrobeihin. Tavoitteena oli, että lopputuloksena juuri tallit, jotka tässä hankkeessa olivat myös alkutuottajia, tulevat hyötymään hankkeen kehitystyöstä.

Koska mäskin säilyvyys ilman käsittelyä on huono, pyrittiin myös kehittämään toimiva kuivausmenetelmä, jotta mäskiä voitaisiin jatkossa käyttää helpommin ja hygieenisesti hevosten rehuna.

c. tausta

Mikrobiomi eli mikrobiota

Hevonen on ns. takapään fermentoija, jonka umpi- ja paksusuolen mikrobit prosessoivat rehua saman tyyppisesti kuin märehitijöiden pötsin bakteerit, jolloin kasvien pitkäketjuiset hiilihydraatit saadaan hyödynnettyä paremmin. Mikrobiomi tai mikrobiota tarkoittavat tietyssä elinympäristössä tai elimessä olevaa mikrobistoa, tutkimustapauksessa ensisijaisesti paksusuolen. Hevosen suoliston mikrobiomi koostuu miljardeista mikrobeista, ja osalla niistä on elintärkeä rooli hevosen hyvinvoinnissa ja fysiologiassa. Mikrobiomia kartoitetaan ja sen muutoksia tutkitaan tällä hetkellä paljon PCR-tekniikan käytön yleistymisen myötä. Tutkimus on kuitenkin niin alkuvaiheessa, että aina muutosten määrästä ja merkityksestä ei voi vetää tarkkoja johtopäätöksiä.

Mikrobiomin yhteydessä puhutaan alfa- ja beta-diversiteetistä. Alfa-diversiteetti tarkoittaa monimuotoisuutta yhden mikrobiomin sisällä, beta- taas eri alueiden/biomien välillä. Pääsääntöisesti suurta diversiteettiä pidetään positiivisena asiana, jolloin yksittäisen mikrobin muutos jonhonkin suuntaan ei heilauta kokonaisuutta.

Koska suoraan paksusuolesta ei pystytä ottamaan näytteitä ilman invasiivisia toimenpiteitä, kuten umpisuolen punktointia tai pysyvää fisteliä, ulostenäytettä ja ulosteen mikrobiomia käytetään yleisesti paksusuolen sisällön korvaajana tutkimuksessa. Mikrobiomi ei ole stabiili, ja sen tiedetään muuttuvan esim. syödyn ravinnon ja hormonien mukaan. Mikrobiomin tasapaino voi heilahtaa nopeastikin esim. ruokinnan muutosten tai lääkitysten yhteydessä (esim. antibioottiripuli, tyypillisesti klostridien ylikasvuun liittyvää). Nykytutkimukset ovat osoittaneet ihmisten suoliston mikrobiomin olevan yhteydessä myös moniin muihin elimistön toimintoihin, kuten immuunivasteeseen. Hevosten osalta jatkotutkimus on vasta alkuvaiheessa.

Hevosen paksusuolen bakteeristo

Hevosen umpi- ja paksusuoli ovat anaerobinen ympäristö, jossa vallitsevia bakteerien pääjaksoja eli kaaria (bakteereiden taksonomian tarkempia tietoja voi hakea esim. laji.fi -sivustolta, joissa voi selata taksonomiaa) ovat *Firmicutes* ja *Bacteroidetes*, seuraavaksi yleisimpiä ovat *Proteobacteria* ja *Verrucomicrobia*, jotka kaikki yleensä lasketaan tärkeiksi suoliston terveydelle. Suuri *Proteobacteria*-määrä on kuitenkin yhdistetty myös suolen ongelmiin. *Lachnospiraceae*-heimo on yhdistetty toistuvasti terveyteen sekä hevosilla että muilla lajeilla. Sen muodostama butyraatti suojaa paksusuolen seinämän soluja (kolonosyyttejä). *Ruminococcaceae*-

heimo ja *Fibrobacter*-suku hajottavat kasvisolujen soluseinämää ja ovat tärkeitä homeostaa-
sissa (elimistön sisäinen tasapaino) (Boucher et al. 2024).

Mikrobiomissa on edelleen paljon bakteereita, ja todennäköisesti myös viruksia ja alkueläimiä, joita ei ole tunnistettu niiden luokkaa tai heimoa tarkemmin, ja yksittäisiä tärkeitä bakteereita saattaa nousta esiin myöhemmin. Ellei bakteeri ole määräävä ja runsaslukuinen kaarensaan, ei sillä kuitenkaan välttämättä ole merkitystä.

Muutama vuosikymmen sitten Suomessa puhuttiin vielä paljon hevosten “kolituksesta” ja suoliston kolibakteereiden määrän merkityksestä. Vaikka hevosia hoidettiin pitkään kolibakteerien antamisella, kolien positiivista merkitystä ei saatu tutkimuksissa esiin. Ainoastaan vuonna 1942 (Hedstöm & Ahlström) on ns. kolituksella saatu parannettua ihomuutoksia, suoliston epätasapainon korjaamisesta koleilla ei ole tieteellistä näyttöä. Yksittäisen bakteerin vaikutuksesta kertonee luokitteluportaiden määrä, kun seurataan sen taksonomiaa: *Escherichia coli* on *Escherichia*-sukuun kuuluva laji, joka kuuluu *Enterobacteriaceae* -heimon ja *Enterobacteriales* -lahkon kautta *Gammaproteobacteria* -luokkaan, joka on *Proteobacteria* -kaaren alla. Toki esim. patologisten bakteereiden yhteydessä yksittäisen bakteerin voimakas lisääntyminen on merkittävää, esim. *Clostridium difficile* liikakasvu ja sen tuottamat toksiniit yhdistetään antibioottiripuliin. Samoin *E. coli* on voimakkaan patogeenisia kantoja, jotka voivat aiheuttaa veriripulin tai varsojen sepsiksen, eli yleistyneen infektion. Toisaalta kolilla on myös hyödyllisiä kantoja, jotka estävät patogeenisten kantojen lisääntymistä. *Salmonella*-suvun bakteerit eivät kuulu normaaliin mikrobiomiin, mutta voivat olla osana oireettoman kantajan mikrobiflooraa vuosia, kunnes jokin aktivoi ne lisääntymään, ja joko sairastuttamaan kantajansa tai tarttumaan seuraavaan eläimen/ihmiseen ulostekontaminaation kautta.

Pelkän kolibakteerin sijaan koko ulosteen bakteerikannan siirrosta on sen sijaan paljon tutkittua tietoa varsinkin ihmisten akuutin *clostridium difficile* -ripulin yhteydessä. Ulosteesiirron hyödyt on todistettu, ja tutkimus keskittyy jo eri siirtometodien vertailuun (Pomares Bascuñana ym. 2021). Hevosten transfaunaation hyötyjä ei ole osoitettu yhtä selvästi, myöskään ihmisillä käytettyjä siirtomenetelmiä ei voida suoraan hyödyntää hevosilla (Smith & Mair 2024). Pakusuolen mikrobiomin tasapainon palauttaminen on kuitenkin olennaista ruoansulatuskanavan hoidossa lajista riippumatta, ja usein prebiootteja käytetään hoidon tukena.

Hevosten sisäloislääkitys

Kaikilla hevosilla on normaalisti jonkin verran sisäloisia (matoja), ja ne ovat oleellisia normaalin immuunijärjestelmän kehittämisessä. Loisten määrä ja lajit riippuvat hevosen iästä ja immuunitasosta. Niiden määrä pyritään pitämään hevoselle turvallisena tarvittaessa loishäädöillä. Tavallisimmat lääkkeet ovat fenbendatsoli, pyranteli, ivermektiini ja pratsikvanteeli. Suomessa moksidektiini pyritään pitämään vielä reservilääkkeenä, sillä loiset kehittävät jatkuvasti resistenttimä kantoja, esim. suolinkaisissa esiintyy jo vastustuskykyä pyrantelille ja ivermektiinille.

Sisäloisten ja niiden lääkeyksen vaikutusta mikrobiomiin on tutkittu jonkin verran. Osassa tutkimuksia lääkey on annettu hevosille, joilla on vain vähän tai ei ollenkaan sisäloisia, jotta

nähtiin lääkkeen vaikutus ilman loisten vaikuttamista asiaan. Kuntz ym. (2019) tutkivat moksidektiiniä ja pratsikvanteelia hevosilla, joilla oli vain vähän matoja; lääkityksen jälkeen otetussa näytteessä nähtiin alfa-divers

iteetin laskeminen beta-diversiteetin pysyessä muuttumattomana. Mikrobiomissa ei pääluokissa tapahtunut merkittäviä muutoksia, mutta *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Verrucomicrobia*, *Spirochaetes* ja *Cyanobacteria* -luokkien alalajeista osa oli matalampia kuin ennen lääkitystä.

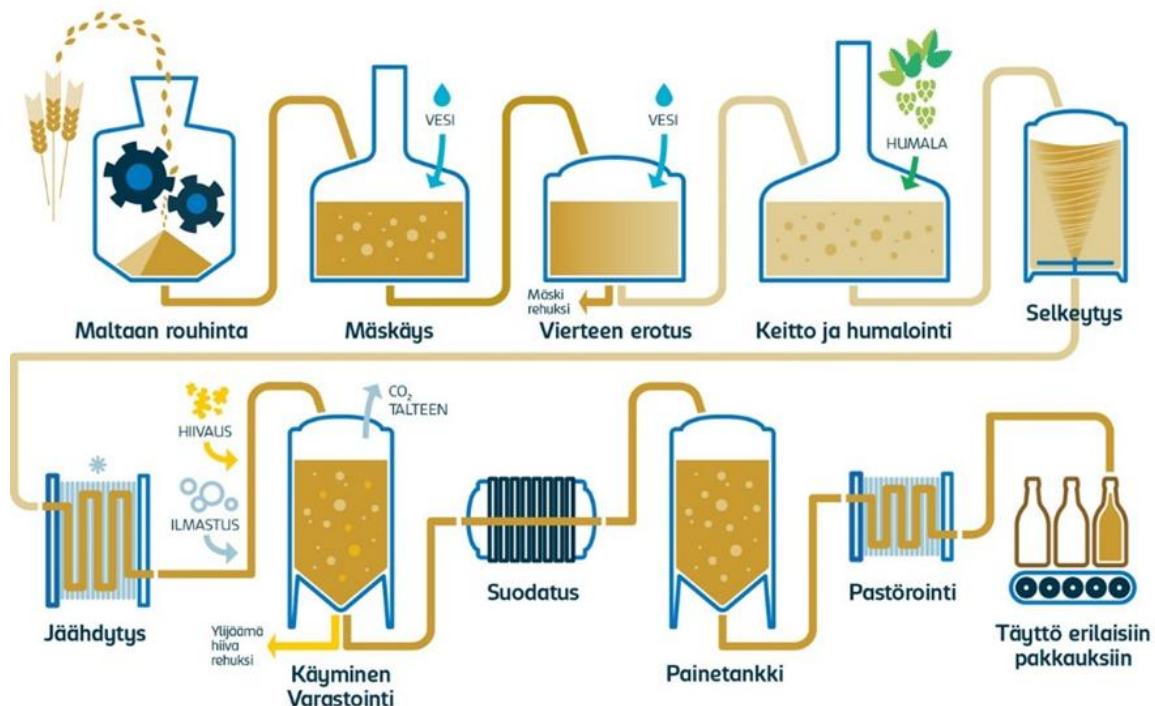
Kun lääkitys annettiin hevoselle, jolla oli paljon sisäloisia, johtui suurin osa mikrobiomissa havaituista muutoksista todennäköisesti loisten kuolemista ja siihen mahdollisesti liittyvästä tulehdusreaktiosta, ei lääkkeestä itsestään. Varsinkin nuorten hevosten akuutit *cyathostominae*- (pienet strongylukset) infektiot aiheuttivat dysbioosia (lajikirjon vähenemistä, immuunivasteeseen liittyvien lajien lisääntymistä), ja loishäätö poisti muutokset. Krooninen *cyathostoma*-infektio taas saattoi lisätä mikrobiomin lajikirjoa (Walshe 2020).

Mäski

Animot tuottavat mäskiä oluen sivutuotteena, kun mallastettu (idätetty ja kuivattu) vilja rouhitetaan ja mäskätään, jolloin sen tärkkelys pilkkoutuu sokereiksi. Tämän jälkeen oluen vierre erotetaan jatkoa varten, ja sivutuotteena syntynyt mäski siirretään jatkokäyttöön. Mäskiä syntyy noin 20 kg 100 valmista olutlitraa kohden. Maailmanlaajuisesti vuotuisesti karttuvan mäs-kimäärän on arvioitu olevan noin 39 miljoonaa tonnia, josta Euroopan unionin osuus on noin 3,4 miljoonaa tonnia. (Lynch ym. 2016.) Mäskin jatkokäyttö vaihtelee tarjonnan mukaan, käyttö voi olla esim. lähialueen karjatilojen ruokinnassa tai kuivaaminen biopolttoaineeksi.

Mäski on valmistusprosessin jäljiltä pastöroitua, mutta kosteana ja ravinteikkaana kasvualustana kontaminoituu nopeasti ympäristön (ilman) mikrobeilla (Lynch et al. 2016). Mäskin kuiva-ainepitoisuus on 20–25% (Negash 2021). Mäskirehun kuiva-ainepitoisuuden tulisi olla noin 90 %, jotta sen pidempiaikainen säilyvyys saataisiin varmistettua (Lynch ym. 2016). Mäskin huono säilyvyys rajoittaa sen laajempaa käyttöä; se tulee käyttää muutaman päivän sisällä. Yksittäiset hevosenomistajat ovat säilyttäneet mäskiä pakastettuna. Kuivattua mäskiä myydään hevosrehuna tällä hetkellä jonkin verran eri maissa.

OLUEN VALMISTUSPROSESSI



Kuva 1. Havaintokuva oluen valmistusprosessista, jonka sivutuotteena syntyy mm. mäskiä ja panimohiivaa (Oy Sinebrychoff Ab & Sinebrychoff Supply Company Oy)

Mäskin kuivatukseen on olemassa erilaisia teollisia menetelmiä, yleisimmin käytetty lienee puristamisen yhdistäminen kuivausrumpuun (direct rotary-drum driers), mutta menetelmä kuluttaa paljon energiaa (Aliyu & Bala, 2011). Pakastekuivaus tai uunikuivaus säilyttää koostumuksen, mutta ei ole taloudellista suurille määrittä, kun taas pelkkä pakastaminen vaikuttaa sokereihin, ja alentaa esim. arabinoksyalaanin määrää. Muita tutkittuja menetelmiä ovat ylikuumennettu höyry ja filttärointi (Aliyu & Bala 2011). Kaupallista kuivauskonttia myy esim. Stronga, joka hyödyntää ylijäämälämpöä muista prosesseista (<https://stronga.com/en/products/wet-materials-by-products>).

Energia-arvoltaan mäski (10,8 MJ/kg ka, Luken rehutaulukko) on hieman ohraa tai kauraa matalampi, sulavaa raakavalkuaista ja kuitua on kuitenkin reilusti enemmän viljoihin verrattuna. Mäskissä on vähän lysiiniä hevosen tarpeisiin, joten jos sillä täytetään yli 20 % energiantarpeesta, on ruokintaan lisättävä lysiiniä erikseen (Westendorf 2002). Hevosilla mäskiä on satunnaisesti käytetty sekä perusväkirehuna että herkkämahaisille hevosille muita väkirehuja korvaavana vaihtoehtona, mutta tutkimuksia mäskin käytön hyödyistä ei ole.

Probiootit - *Saccharomyces cerevisiae*

Probiootit ovat eläviä mikro-organismeja, joiden uskotaan tasapainottavan ruoansulatuskanavan mikrobistoa tai tuovan elimistölle terveydellistä hyötyä. Probiootti voi auttaa terveitä or-

ganismeja lisääntymään suolistossa ja estämään haitallisia taudinaiheuttajia. Ihmisillä *Saccharomyces boulardi* on tutkittu ja yleisesti käytössä oleva suoliston häiriöihin auttava probiootti. Oluthiivan (*Saccharomyces cerevisiae*) vaikutusta hevosien mikrobiomiin ja fermentaatioon on tutkittu jo pidempään, ja sen on todettu olevan hyödyllistä etenkin väkirehun negatiivisen vaikutuksen tasaamisessa (Medina ym. 2002). Oluthiiva lisätään vierteeseen vasta mäsäyksen jälkeen, joten on huomioitava, että mäsässä ei ole oluthiivaa.

Osa muiden lajien tunnetuista positiivisen vaikutuksen bakteeriryhmistä (kuten *Lactobacillus*) näyttäisi kuitenkin olevan eri kuin hevosella suoliston hyvinvoinnissa; maitohappobakteerivalmisteista ei ole aiemmissa tutkimuksissa todettu olevan hyötyä hevoselle. Osa hevosille kehitetyistä probiooteista on ollut jopa haitallisia ja aiheuttanut dysbioosin suolistoon (Shoster ym. 2014).

Prebiootit

Prebiootti on sulamaton ruoan komponentti, tavallisesti hiilihydraatti (oligo- tai polysakkaridi), joka edistää valikoivasti yhden tai useamman bakteerikannan kasvua tai aktiivisuutta paksusuolella. Prebioottien on eri lajeilla todettu tukevan useita hyviä suoliston bakteereita, joiden kautta ne edistävät paitsi suoliston toimintaa, myös parantavat immunitettia ja tasapainottavat glukoosi- ja lipidimetaboliaa. Parhaimmillaan ne jopa estävät patogeenisten bakteerien vaikutusta (esim. kanojen prebiootit estävät salmonellaa/haitallisia suolistobakteereita). Hevosilla hiekan poistoon käytettävä psyllium voidaan lukea prebiootiksi.

Ohran mäski sisältää arabinoksyalaaneja (ryhmä imeytymättömiä polysakkarideja), jotka toimivat elimistössä prebiootteina. Oluen valmistuksesta jäljelle jää n. 30-40 % arabinoksyalaaneista. Viljoissa on myös prebiootiksi laskettavaa beeta-glukoania, mutta sitä ei ole juuri jäljellä mäsäysprosessin jälkeen.

Ihmisillä arabinoksyalaania fermentoivat mm. bifidobakteerit ja laktobasillit, joita pidetään terveen suoliston merkkeinä. Bifidobakteerit tuottavat fermentaatioissa lyhytketjuisia rasvahappoja (SCFA), jotka voivat suojata patogeeneilta, parantaa immuunireaktioita, vähentää kolesterolin synteesiä, lisätä paksusuolen verenkiertoa ja suojata paksusuolen syövältä. Syöpäriskin alentamiseen voi myös vaikuttaa laboratoriokokeissa päätelty paksusuolen loppuosassa tapahtuva ravintoaineiden imeytyminen (Lynch ym. 2016). Arabinoksyalaani voi lisäksi alentaa glykeemistä vastetta ruokailun jälkeen (mahalaukku tyhjenee hitaammin, suoliston hitaampi liike) (Lynch ym. 2016).

Antioksidantti - fenolihappo

Joidenkin kasvien siemenissä ja lehdistä esiintyvät fenolihapot ovat antioksidantteja ja niillä on myös tulehduksia ehkäiseviä vaikutuksia. Vaaleiden oluiden mäski sisältää enemmän fenolihappoja kuin tummien. Tavallisimmat fenolihapot mäsässä ovat ferulahappo ja p-kumaarihappo (Lynch ym. 2016). Kuitenkaan, mäskiä valmistusvaiheessa ruokiin lisättäessä fenolihappomäärät eivät kohonneet suhteessa niin paljoa kuin niiden oletettiin mäskiannoksen perustella (Lynch ym. 2016). Fenoleiden paremman hyväksikäytön mahdollistamiseksi mäskiä on käsitelty mm. fermentoimalla ja ultraäänikäsittelyllä (Iadecola ym. 2022)

4.2 Toteutus

a. toimenpiteet

Hevosten ruokintakokeet

Eettinen lupa

Hankkeessa toteutettaville ruokintakokeille haettiin eettinen lausunto Helsingin yliopiston Eläimiin kohdistuvan tutkimuksen eettisen ennakkoarvioinnin toimikunnalta. Toimikunta antaa lausuntoja eläimiä koskevasta tieteellisiin tai opetustarkoituksiin käytettävien eläinten suojelua koskevan lain ulkopuolelle jäävästä tutkimuksesta, jolle tutkijat haluavat eettisen arvion. Toimikunta totesi lausunnossaan 14/2023, että tutkimus noudattaa tutkimuseettisiä periaatteita ja että tutkimus on eettisesti hyväksyttävä.

Ruokintakoe 1.

Mäskiruokinta aikuisille ratsuhevosille, Ylä-Savon ammattiopisto, Kiuruvesi

Ruokintakoe toteutettiin 9.-27.5.2022 Hingunniemen ratsutallissa Kiuruvedellä ja siihen osallistui yhteensä 6 opetushevosta (kevyt työ). Ennen kokeen alkamista hevoset punnittiin ja niiltä otettiin lantanäytteet madonmunien määrän selvittämiseksi ennen kokeen aloittamista ja lannan pH:n määrittystä varten. Hevosilta otettiin lisäksi lantanäytteet mikrobiologista määrittystä varten ruokintakokeen ensimmäisenä ja viimeisenä päivänä sekä laidunkauden aikana. Ruokintakokeen kesto oli 19 vuorokautta.

Ruokintakokeen aikana hevoset saivat 5 vuorokautta kestäneen totutusjakson jälkeen 500 g pakastettua tuoremäskiä kaksi kertaa vuorokaudessa yhteensä 14 vuorokauden ajan. Mäski annettiin hevosille aamu- ja iltarehujen yhteydessä. Hevosten karkearehuruokinta sisälsi esikuivattua säilöheinää ja kuivaa heinää. Lisäksi hevoset saivat 1 l kauraa vuorokaudessa. Kaikki hevoset saivat päivittäin myös kivennäisiä, suolaa ja vettä.

Ruokintakoe 2.

Mäskiruokinta aikuisille ratsuhevosille, Rauhalahden ratsastuskoulu, Kuopio

Ruokintakoe toteutettiin 9.-27.9.2022 Rauhalahden ratsastuskoululla Kuopiossa ja siihen osallistui yhteensä 12 ratsastuskouluhevosta (kohtalainen työ). Ennen kokeen alkamista hevoset punnittiin ja niiltä otettiin lantanäytteet madonmunien ja pH:n määrittystä varten. Hevosilta otettiin lisäksi lantanäytteet mikrobiologista määrittystä varten ruokintakokeen ensimmäisenä ja viimeisenä päivänä. Ruokintakokeen kesto oli 19 vuorokautta.

Ruokintakokeen aikana hevoset saivat 5 vuorokautta kestäneen totutusjakson jälkeen 500 g pakastettua tuoremäskiä kaksi kertaa vuorokaudessa yhteensä 14 vuorokauden ajan. Mäski annettiin hevosille aamu- ja iltarehujen yhteydessä. Hevosten karkearehuruokinta sisälsi kuivaa heinää ja viherjauhoa. Lisäksi hevoset saivat niiden koon mukaan 3–5 l kauraa vuorokaudessa. Kaikki hevoset saivat päivittäin myös kivennäisiä, suolaa ja vettä.

Ruokintakoe 3.

Mäskiruokinta terveille pihattovarsoille, Larva-Jussilan kasvatustalli, Ilmajoki; toukokuu 2023
Kokeessa käytetty ohramäski saatiin Pramian panimolta, ja se pakattiin ja pakastettiin panimolta haun jälkeen. Mäskistä teetettiin rehuanalyysi, sen tulokset verrattuna kauraan ja ohraan on esitetty taulukossa 1.

	Mäski (ruokintakoe 3.)	Mäski (ruokintakoe 4.)	Ohra	Kaura
Kuiva-aine (g/kg)	266	263	860	860
D-arvo (g/kg ka)	722	780	821	711
Muuntokelpoinen energia (MJ/kg ka)	10,2	10,2	13,2	12,1
Raakavalkuainen (g/kg ka)	178	165	115	127
Raakakuitu (g/kg ka)	148	129	48	109
Raakarasva (g/kg ka)	58	56	11	60
Tuhka (g/kg ka)	38	37	29	38
D-arvo (% org. aine)	75,1	81,0		
Sokeri (g/kg ka)	100	99	20	18
Tärkkelys (g/kg ka)	163	221	610	440
Neutr. detergentti kuitu (g/kg ka)	344	327	210	290

Taulukko 1. Mäskin rehuanalyysitulokset ruokintakokeissa 3. ja 4. (Eurofins Viljavuuspalvelu Oy), ohran ja kauran arvot otettu rehuarvotaulukoista (Luke 2024).

Tutkimukseen osallistui yhteensä 11 yksityisessä omistuksessa olevaa vuonna 2022 syntynyttä suomenhevosvarsaa. Varsat asuivat saman tilan pihatossa, mutta tammat (7 kpl) ja oriit (4 kpl) oli jaettu sukupuolittain kahteen eri osastoon. Viisi varsaa oli syntynyt tilalla ja kuusi varsaa oli muuttanut sinne joulukuussa 2022. Yksi varsa oli lääkitty antibiootilla syyskuussa 2022, mutta loislääkitysten ja rokotusten lisäksi ne eivät olleet saaneet muita lääkityksiä.

Kokeen aikana varsat saivat vapaasti korsirehua, väkirehuannokset (kaura) oli yksilöity kunto-
luokituksen mukaan. Ruokintajakso sisälsi 4 vrk mittaisen totutusjakson, jonka aikana varsoille annettavaa mäsimmääärää lisättiin vähitellen (1. vrk 250 g, 2. vrk 500 g, 3. vrk 750 g, 4. vrk 1000 g). Tämän jälkeen varsoille annettiin mäskiä vielä 10 vuorokauden ajan 1000 g/varsaa/vrk (n. 2 g/kg), kahdella eri ruokintakerralla (500 g/ruokintakerta). Varsat kytkettiin kiinni väkirehun (+mäskin) syöttämisen ajan. Ulostenäytteet otettiin tuoreesta lannasta ennen mäskiruokinnan aloittamista ja sen päätyttyä.



Kuvat 2 ja 3. Lantanäytteet kerättiin huolellisesti tuoreista lantakasoista

Ulostenäytteet pakastettiin tunnin sisällä -20°C , ja viimeistään vuorokauden sisällä -80°C pakasteeseen.

Ruokintakoe 4.

Mäskiruokinta sisäloislääkittäville pihattovarsuille, Larva-Jussilan kasvatustalli, Ilmajoki; helmi-toukokuu 2024

Tutkimukseen osallistui yhteensä 20 vuonna 2023 syntynyttä yksityisomistuksessa olevaa varsaa, 10 lämminveristä ravihevosta (5 oria, 5 tammaa) ja 10 suomenhevosta (5 oria, 5 tammaa). Varsat asuivat saman tilan pihatossa, mutta eläimet oli jaettu sukupuolittain kahteen eri osastoon. Kaikki varsat olivat syntyneet tilalla, eikä yksikään ollut saanut antibioottilääkitystä kahden kuukauteen ennen tutkimuksen aloittamista.

Varsoista joka toiselle syötettiin mäskiä sisäloishäädön yhteydessä. Lääkityskertoja oli 2, ja hevoset toimivat omana kontrollinaan, ollen toisella lääkityskerralla mäskilisällä, ja toisella

ilman. Korsirehuruokinta oli molemmille ryhmille sama, väkirehuannokset (kaura) oli yksi-
löity hevosen kuntoluokituksen mukaan.

Tutkimuksessa mäskiruokinta, näytteiden ottaminen ja loislääkityksen antaminen toteutettiin seuraavasti;

- Mäskiin totutus 4 vrk, kuten ensimmäinen koe; mäskiä annettiin 7 vrk ennen loislääkitystä, ja 7 vrk sen jälkeen.
- Ulostenäytteet päivinä -7, 0, 3, 7 ja 14.
- Ulosteen madonmunat ennen kokeen aloittamista (päivä -7), sekä päivänä 7.

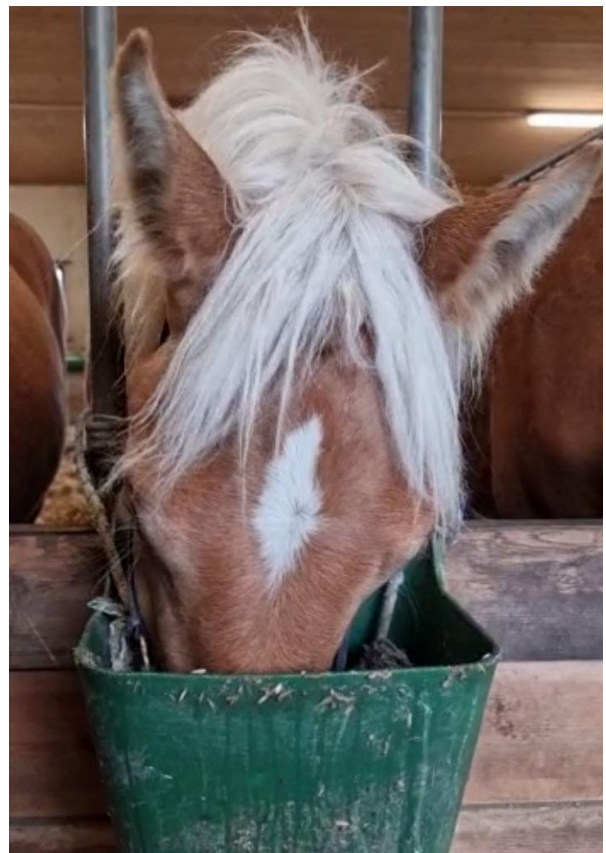
Loislääkkeeksi valittiin ulosteen madonmunatutkimuksen (Movet Oy) tuloksen perusteella joko ivermektini tai fenbendatsoli, jota annettiin varsan painon mukaisena annoksena (paino mitattu mittanauhalla).

Jälkimmäisessä kokeessa ulostenäytteiden lisäksi otettiin ns. valenäytteet (tyhjät putket; pidetty auki tallissa) PCR-laatukontrollin vuoksi.

Tutkimuskysymykset olivat:

1. Havaitaanko ulostenäytteiden mikrobiomissa eroa verrattaessa keskenään loislääkkeen saaneita varsoja ja loislääkkeen + mäskilisän saaneita varsoja keskenään?
2. Muuttuuko ulostenäytteen mikrobiomi jo pelkästä mäskistä (edelliseen kokeen toisto) ennen loislääkkeen antamista, loislääkkeen antamisen jälkeen tai mäskiruokinnan lopettamisen jälkeen?
3. Pienentääkö mäskiruokinta loislääkityksen vaikutusta mikrobiomiin?
4. Onko loismäärä tai sen poistuminen lääkityksessä yhteydessä mikrobiomiin?

Kuva 4. Tutkimukseen osallistuneet suomenhevosvarsat söivät mäskiä mielellään. Varsat pidettiin ruokinnan ajan kytkettyinä ruokarauhan varmistamiseksi.



Mikrobiomin tutkimiseksi DNA täytyi ensin eristää ulosteesta, sitten aineisto sekvensoida ja tehdä sille tilastokäsittelyt. Kolmannen ja neljännen ruokintakokeen ulostenäytteiden mikrobiomin sekvensoinnin teki Helsingin yliopiston eläinlääketieteellisen tiedekunnan biotieteen osasto, joka on aiemmin tutkinut mm. kasvavien varsojen mikrobiomia.

DNA eristettiin samoin kuin kuvattu aiemmin Husso ym. (2020) tutkimuksessa, käyttäen ZymoBIOMICS™ DNA Miniprep Kit (Zymo Research, Irvine, CA, USA) valmistajan ohjeiden mukaan, lukuun ottamatta solun hajotusta, joka tehtiin FastPrep® 24 Instrument (MP Bio-medicals, Inc., USA) kitillä. PCR ja sekvensointi tehtiin Viikin DNA-coressa (Liite 1). Mikrobiomin analysoinnin toteutti Aluke Oy (Liitteet 2 ja 3).

Tilastokäsittelyprosessin lyhennelmä kolmannessa ruokintakokeessa:

Bakteerien 16S rRNA geenisekvenssit esiprosessoitiin, jotta huonolaatuiset ja virheelliset (sekä muista kuin prokaryooteista tulevat) sekvenssit poistettiin. Jäljelle jäävistä hyvälaatuisista sekvensseistä johdettiin uniikit sekvenssit, ns. sekvenssivariantit (amplicon sequence variant, ASV), joiden niiden lukumäärät laskettiin ja taulukoitiin. Sekvenssivariantit myös tunnistettiin linjaamalla niiden DNA-sekvenssit 16S rRNA geenien referenssitietokantaa vastaan, jolloin saatiin tietää mitä bakteerisukuja sekvenssivariantit edustivat. Esiprosessoinnin jälkeen sekvenssilukumäärät normalisoitiin näytteiden välisten erojen tasaamiseksi ennen analyysia. Aineiston normalisointi tutkittiin useilla tilastotieteellisillä metodeilla ja tehtiin jatkonalyysina pääkomponentti- ja -pääkoordinaattianalyysit (Principal coordinate analysis (PCoA) ja principal component analysis (PCA) sekä distance-based Redundancy analysis (dbRDA).

Mikrobiomin bakteeriyhteisöjen koostumuksen erot hevosten välillä analysoitiin käyttäen Permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA)- ja distance-based redundancy analysis (dbRDA)-analyysijä. Lisäksi käytettiin LinDA -analyysiä (Linear Models for Differential Abundance Analysis of Microbiome Compositional Data), joka määrittä yksittäisten ASV:den sekä sukujen/heimojen runsauserot hevosten välillä. LinDA-analyysiin otettiin mukaan vain ne ASV:t sekä suvut/heimot, joiden suhteellinen osuus oli yli 0,1% ja prevalenssi alle 10 % (percentage of non-zeros). Hevosten mikrobiomille laskettiin alfa-diversiteetti Shannon ja Pieloun indeksia käyttäen, sekä laskettiin erilaisten ASV:den lukumäärä (bakteerien rikkaus). Indeksien erot hevosten välillä analysoitiin lineaarista sekamallia käyttäen.

Tilastokäsittelyn lyhennelmä neljännessä ruokintakokeessa:

ASV:t esikäsiteltiin kuten kolmannessa kokeessa. Lisäksi negatiivisten vertailunäytteiden perusteella poistettiin joitakin ASV:tä koko aineistosta. Nämä ASV:t eivät olleet peräisin hevosta vaan jostain näytteiden käsittelyn vaiheesta. ASV-aineisto normalisoitiin ennen jatkotilastokäsittelyä Cumulative Sum Scaling (CSS)- menetelmällä. Mikrobiomin koostumus analysoitiin tilastollisesti kuten kolmannessa ruokintakokeessa, mutta hevosten välillä ei havaittu eroja yksittäisten ASV:den runsauksissa. Neljännessä ruokintakokeessa mikrobiomikoostumuksen ero eri aikapisteiden välillä analysoitiin välillä parittaisilla PERMANOVA-testeillä sekä distance-based Redundancy (dbRDA) -analyysillä. Parittaisissa vertailuja laskettaessa laskettaessa P-arvo korjattiin. Alfa-diversiteetti laskettiin kuten kolmannessa tutkimuksessa, mutta Shannon-indeksiä ei voitu käyttää osan näytteistä ollessa tilastokäsittelyyn sopimattomia.

Mäskin kuivauskokeet:

Savonia-ammattikorkeakoulu

Savonian tiloissa Kuopiossa kuivattiin Olviltä saatua ohramäskiä +30 C°, +40 C° ja +50 C° lämpötiloissa 8 % kosteuspitoisuuteen maitohappobakteerien säilymiselle sopivan kuivauslämpötilan selvittämiseksi 5.–7.3.2022.

Mäskin kuiva- ainepitoisuus (23,9 %)	Astian massa (g)	Astia+mäski (g)	Mäskin massa märkänä (g)	Mäskin kuivapaino näyte-erässä (g)	Näyte-erän massa (g), silloin kun kosteutta on 8 %	Tavoitemassa 8 % kostea mäski + astia (g)	Kuivaus lämpötila (°C ± 2)	Punnitustulos 8 % kostea mäski+astia (g)	Tavoitemassa miinus punnitustulos; mäski 8 % kosteus + astia (g)	Kuivattua mäskiä pussissa (g)
0,239	25,8	513,3	487,5	116,5	126,6	152,4	30	139,9	12,5	113,7
0,239	25,8	521,9	496,1	118,6	128,9	154,7	30	154,8	-0,1	129,0
0,239	25,8	517,8	492,0	117,6	127,8	153,6	40	150,1	3,5	122,4
0,239	26,1	518,4	492,3	117,7	127,9	154,0	40	144,3	9,7	118,2
0,239	26,1	508,1	482,0	115,2	125,2	151,3	50	149,0	2,3	120,4
0,239	26,1	523,2	497,1	118,8	129,1	155,2	50	155,5	-0,3	129,2

Taulukko 2. Mäskin kuivaus kolmessa eri lämpötilassa +30 C°, +40 C° ja +50 C°

Kuivatut maskit laitettiin uudelleen pakastimeen ja ne lähetettiin Turun yliopiston funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämisskeskukselle (FFF). Mäskinäytteiden mikrobiologisissa kasvatuksissa käytettiin kolmenlaisia kasvatusmaljoja:

1. PCA – plate count agar (kokonaisbakteerit, aerobinen, +37°C, 2–3 vrk),
2. BL – agar (maitohappobakteerit, anaerobinen, +37°C, 2–3 vrk) ja
3. MRS – agar (maitohappobakteerit, aerobinen, +37°C, 2–3 vrk).

Tölppäänniemen tila

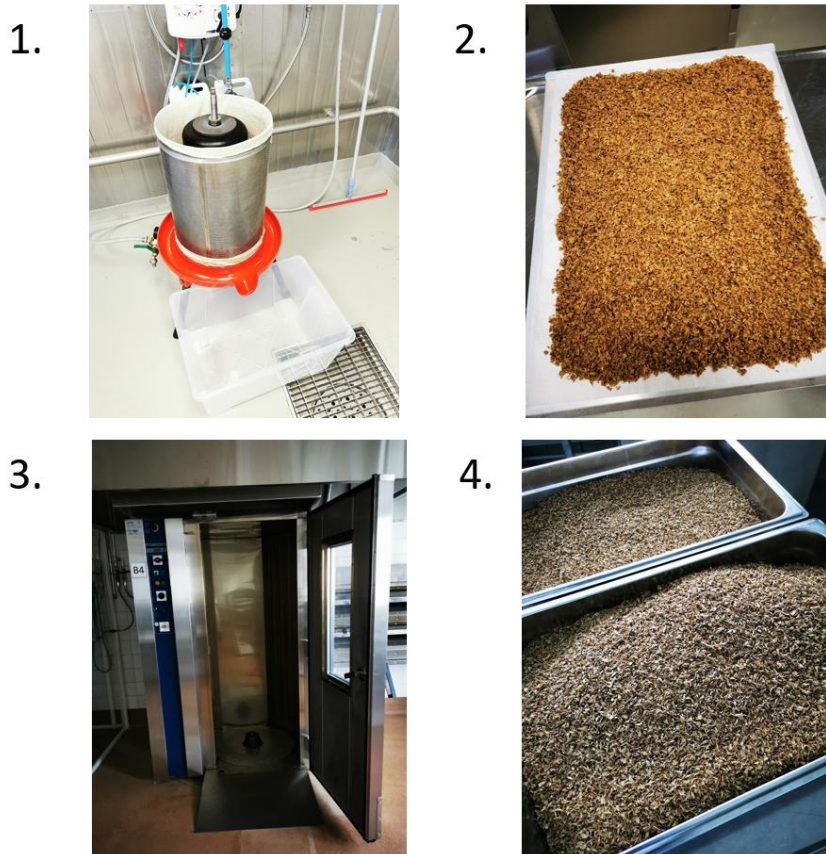
Sopivan kuivauslämpötilan ollessa tiedossa kuivaustyö jalkautettiin Tölppäänniemen kasvinviljelytilalle Iisalmeen, missä mäskin kuivaus aloitettiin 30.3.2022. Samasta Olviltä haetusta mäskierästä osa toimitettiin Hingunniemeen YSAO:n ratsutallille, missä mäski pakattiin samana päivänä 500 g annospusseihin pakastettaviksi ruokintakoetta varten. Tarkoituksena oli käyttää tilalla kuivattua mäskiä Kiuruveden Hingunniemeen suunnitellussa ruokintakokeessa siten, että kymmenen hevosta saisi ruokintakokeen aikana kuivattua mäskiä ja kymmenen hevosta pakastettua tuoremäskiä.

Mäskin kuivaaminen toteutettiin Tölppäänniemen tilalle rakennetun mallaskuivurin avulla. Tilalla oli jo aikaisemmin kokeiltu pienempien mäskierien kuivaamista. Kuivuri oli kooltaan noin 3 m x 2 m. Kuivurissa mäski laitettiin metallisen rutilän päälle ja mäskin kuivaamiseen käytettiin rutilän alta tulevaa lämmintä ilmaa. Mäskiä ei puristettu ennen kuivauksen aloittamista. Kuivauksen aikana mäskiä sekoitettiin manuaalisesti tasaisen kuivaustuloksen aikaansaamiseksi.

SavoGrow Oy

Koska kuivatun rehun haluttiin olevan laadultaan ensiluokkaista ja kuivausmenetelmän, lämpötilan ja lopputuotteen kuiva-ainepitoisuuden vakioitavissa, päädyttiin kuivausta jatkamaan SavoGrow Oy:n kehityskeittiön tiloissa Suonenjoella 26.4.-3.5.2022. Kuivauksessa käytettiin

maaliskuun lopussa Hingunniemen oppilaitoksella pakastettua tuoremäskiä. Mäskipusseja sulatettiin 8 h ajan huoneen lämmössä, jonka jälkeen vielä kohmeessa olevat mäskipussit siirrettiin kylmioon odottamaan puristusta. Kuivauksen tavoitteiksi asetettiin sopivan puristustelmän löytäminen mäskin kosteuspitoisuuden pienentämiseksi ja kuivausajan nopeuttamiseksi sekä mäskin hygieenisen laadun säilyminen. Näytteiden hygieeninen määritys (aerobiset mikro-organismit, hiivat, homeet, salmonella) toteutettiin Savo-Karjalan ympäristötutkimus Oy:ssä.



Kuvat 5–8 (kuvanumerot 1-4). Mäskin kuivauksen vaiheita: 1=puristus vesipainepuristimella, 2. puristetun mäskin levitys pelleille tasaiseksi kerrokseksi, 3. peltien siirtäminen lämminilma-kuivuriin, 4=lopputuotteena saatu kuivattu mäski

Etelä-Savon ammattiopisto

Hankkeessa toteutettiin kaksi mäskin kuivauskoetta Etelä-Savon ammattiopistossa Mikkelistä, KasvuEsedu Oy:n Leevi-tuotekehitystilassa. Kuivaukseen tarvittava mäski haettiin Saimaan Panimolta Mikkelistä. Panimon nykyinen nimi on Saimaa Brewing Company.

Pakastekuivausta varten haetun mäskin kosteusprosentti oli korkea, joten osa nesteestä puristettiin käsin pois. Puristeltu mäski laitettiin ensin pakastimeen jäätymään $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ asteeseen. Ennen pakastekuivuriin laittamista mäski pakastettiin pikapakastimessa (Porkka) – $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ asteen lämpötilassa. Pakastekuivurissa (Zirbus Sublimator 10 EKS) kuivattu mäskimäärä oli koko-

naisuudessaan noin 6 kg. Mäski laitettiin pakastekuivuriin pelleille 1–2 cm paksuksi kerrokseksi. Mäskin kuivauksessa käytetyn pakastekuivurin kuivausala oli 1,4 m² ja siinä oli GN1/1 jäähdytys. Pakastekuivaus tapahtui -50 C° lämpötilassa.

Lämminilma-kuivauksessa mäskiä ei pakastettu eikä kylmäsäilytetty ennen kuivausta energian ja työmäärän säästämiseksi. Mäskistä oli juuri siivilöity valmistusvaiheessa oleva olut, joten se oli panimolta haettaessa aivan tuoretta ja vielä lämmintä. Mäskiä oli kaikkiaan 19 kg. Siitä otettiin kaksi tuorenäytettä (á 418 g), joista toinen laitettiin kylmiöön ja toinen pakastimeen. Mäski jaettiin kuivurin levyille leivinpapereiden päälle, jotta mäski ei kuivauksen aikana valuisi levyiltä pois. Mäskikerroksen paksuus oli 0,5 cm. Kuivurin sähkön kulutus tarkistettiin energiankulutusmittarilla.

Kuivaukseen käytettiin Klarstein-kuivuria, jossa on kolme eri osastoa. Kaikkiin osastoihin saadaan eri lämpötila, ja mäski kuivattiin samanaikaisesti +40 C°, +50 C° ja +60 C° asteen lämpötiloissa. Kuivuri käynnistettiin 10.4.2024 klo 14:19. Kunkin osaston alkulämpötila oli +23,1 C° astetta. Kuivauksen aikana mäskiä ei sekoitettu, vaan mäski kuivui levyillä ilmavirran vaikutuksesta. Tuotteiden kuivauksen eteneminen tarkistettiin seuraavana aamuna 11.4.2024 klo 7:30. Osastossa, jonka lämpötila oli +60 C° astetta, mäski oli täysin kuivaa. Seuraava tarkistus tehtiin samana päivänä n. klo 10, jolloin myös +40 C° ja +50 C° asteessa kuivattu mäski oli kuivaa ja valmista pakattavaksi. Eri lämpötiloissa kuivattujen mäskinäytteiden ravitsemuksellinen laatu selvitettiin Eurofins Viljavuuspalveluissa.

Mäskin alkukuivaus lantaseparaattorilla

Hankkeessa kokeiltiin syyskuussa 2024 mäskin separointia lantaseparaattorilla yhteistyössä Ylä-Savon ammattiopiston (YSAO) Hingunniemen hevostalousyksikön ja isokyröläisen kasvinviljelytilan isännän, Kalevi Pakan, kanssa. Idea nesteen poistamisesta separaattorilla tuli Pakalta, joka oli hankkinut separaattorin kokeilumielessä omalle tilalleen. Separaattori saatiin häneltä lainaan ja mäski Olvin panimolta lisälmesta.

Separointilaite oli kotimainen ja Ekoerotus 120 -merkkinen. Mäski syötettiin separaattorin toisessa päässä olevaan säiliöön, mistä se siirtyi pyörivän siivellisen ruuvin avulla rumpuputkeen, jonka toisessa päässä oli tiukka kuminen rengas. Putken läpi kulkeva mäski puristui poistoaukon rengasta vasten ja puristuva neste valui rumpuputken päässä olevasta poistoputkesta.

Mäskistä otettiin näytteet ennen separointia sekä separaattoriajojen 1, 2 ja 3 jälkeen. Näytteet lähetettiin analysoitaviksi ilmatilviisti pakattuina Eurofins Viljavuuspalveluihin, missä niiden kuiva-ainepitoisuudet analysoitiin.

Mäskin säilyvyyskoe

Turun yliopiston funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskukselle (FFF) toimitettiin mäskinäytteitä kahdesta suuresta panimosta tuoremäskin säilyvyyden selvittämiseksi. Säilyvyyskokeessa mäski jaettiin kahteen osaan, joista toista säilytettiin huoneenlämmössä ja toista jääkaapissa (-4 C°). Näytteiden sisältämien bakteerien määrä analysoitiin vuorokausina 1, 3, 5 ja 7.

Raaka-aine- ja teknologiaselvitys

Vaikuttavuuskiihdyttämöön Hevostietokeskuksen kanssa osallistuneen Kogo Vision Oy:n kanssa päädyttiin selvittämään mahdollisuuksia mash- ja virikerehun tuotteistamiseen. Tämän vuoksi päätettiin vielä hankkeen loppuajaksi toteuttaa raaka-aine- ja teknologiaselvitys. Kilpailutuksen jälkeen selvitys tilattiin Macon Oy:ltä. Tehtävä sisälsi kasvipohjaisten sivuvirtojen kartoituksen arviolta 300 km säteellä Oulusta sekä katsauksen mahdollisiin valmistusteknologioihin. Sivuvirtojen kartoituksessa huomioitiin etenkin sellaiset materiaalit, jotka soveltuvat eläinten (hevosten käyttöön) maskin kanssa yhdistettynä.

Vaikuttavuuskiihdyttämö

Hevosten suolistoterveys ja hyvinvointi -hanke valittiin yhdessä oululaisen tallipalveluita ja hevosten hyvinvoinnin mittausteknologiaa tarjoavan Kogo Vision Oy:n kanssa mukaan EIP-hankkeille järjestettävään Vaikuttavuuskiihdyttämöön. Maaseutuverkoston ja valtion kestävä kehityksen yhtiö Motivan toteuttaman Vaikuttavuuskiihdyttämön tarkoituksena oli tukea maaseuturahoitusta saaneiden hankkeiden tuotosten käytäntöön vientiä ja skaalaamista.

Vaikuttavuuskiihdyttämö käynnistyi 19.9. ja päättyi 4.12.2024. Se sisälsi sekä hankekohtaista sparrausta että yhteisiä eri teemaisia tapaamisia:

- Tapaaminen 1, (Teams): Ratkaisun muotoilun tuki, to 19.9. klo 9–11.30
- Tapaaminen 2, (LIVE): Vaikuttavuuden polut ja toimintaympäristö, ke 16.10. klo 13–16 Pasila, Helsinki
- Tapaaminen 3, (Teams): Rahoitusvaihtoehdot, jatkohankkeiden yhteissuunnittelu ja toimenpidesuunnitelmat, to 7.11. klo 9–11.30
- Päätöstilaisuus (Teams), jossa osallistujat esittelevät hankkeensa tuotoksia yleisölle, ke 4.12. klo 9–11

Ajankohtaissivut

Hankeajaksi toteutettiin yhteensä kymmenen ajankohtaissivua. Sivujen tarkoituksena oli välittää tietoa hankkeesta toteutetuista toimenpiteistä. Ajankohtaissivut täydennettiin hankkeen verkkosivuille, Maaseutuverkoston hankekortille ja tämän lisäksi niistä tiedotettiin Hevostietokeskuksen sosiaalisen median kanavissa (Facebook, Insta, X).

- 7.4.2022. Maskille sopivan kuivausmenetelmän selvittäminen. **274 katselua.**
<https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voيداanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote/hankekuulumisia/maskille-sopivan-kuivausmenetelman-selvittaminen>
- 9.6.2023. Terveiden hevosten ruokinta maskilla. **1213 katselua.**
<https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voيداanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote/hankekuulumisia/terveiden-hevosten-ruokinta-maskilla>
- 23.8.2023. Tuoremäskin säilyvyydestä ja koostumuksesta. **221 katselua.**
<https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voيداanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote/hankekuulumisia/tuoremaskin-sailyvyydesta-ja-koostumuksesta>

- 30.8.2023. Talvikauden 2023–2024 tutkimussuunnitelmasta. **93 katselua.**
<https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voidaanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote/hankekuulumisia/talvikauden-2023%E2%80%932024-tutkimussuunnitelma>
- 16.1.2024. Hevosen suoliston mikrobiomista ja sen tutkimisesta. **1162 katselua.**
<https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voidaanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote/hankekuulumisia/hevosen-suoliston-mikrobiomista-ja-sen-tutkimisesta>
- 25.1.2024. Mäskiruokiruokinnan vaikutus hevosen suoliston mikrobistoon – Alustavia tuloksia. **1557 katselua.** <https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voidaanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote/hankekuulumisia/maskiruokiruokinnan-vaikutus-hevosen-suoliston-mikrobistoon-%E2%80%93-alustavia-tuloksia>
- 11.3.2024. Mäskilisan ja loislääkityksen vaikutus hevosten suoliston mikrobistoon. **200 katselua.** <https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voidaanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote/hankekuulumisia/maskilisan-ja-loislaakityksen-vaikutus-hevosten-suoliston-mikrobistoon>
- 28.5.2024. Raportti: Ohramäskin pakastekuivaus. **78 katselua.**
<https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voidaanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote/hankekuulumisia/raportti-ohramaskin-pakastekuivaus>
- 26.6.2024. Raportti: Ohramäskin kuivaus lämminilmakuivurissa eri lämpötiloissa. **62 katselua.** <https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voidaanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote/hankekuulumisia/raportti-ohramaskin-kuivaus-lamminilmakuivurissa-eri-lampotiloissa->
- 6.11.2024. Kosteuden poistaminen mäskistä separoinnin avulla. **71 katselua.**
<https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voidaanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote/hankekuulumisia/kosteuden-poistaminen-maskista-separoinnin-avulla>

b. aikataulu

Hevosten suolistoterveys ja hyvinvointi -hanke toteutettiin 1.1.2022 - 31.12.2024 välisenä aikana. Hankkeen alkuperäinen toteutusaika oli 1.1.2022 - 31.10.2024, mutta hanke sai lisäaikaa 31.12.2024 saakka ruokintakokeen tulosten analysoinnin valmiiksi saamista ja niistä raportointia varten.

Hankkeen aikana tehdyt toimenpiteet ajoittuivat seuraavasti:

- Mäskin kuivauskokeilut ja ensimmäinen syöttökokeilu: tammi-toukokuu 2022
- Mäskin säilyvyyskoe ja toinen syöttökokeilu: syyskuu 2022
- Mäskiruokinta terveille varsoille ja ulostenäytteiden keräys: huhti-toukokuu 2023

- Suunnitelman päivitys: antibioottiryhmän muutos loislääkitykseksi: syksy 2023
- Mikrobiomin analyysi: lokakuu 2023
- Mäskin pakaste- ja lämminilmakuivaus: tammi-huhtikuu 2024
- Mäskiruokinta sisäloislääkityksen yhteydessä: helmi-toukokuu 2024
- Mikrobiomin eristys: elokuu 2024
- Mikrobiomin analyysi: loka-marraskuu 2024
- Vaikuttavuuskiihdyttämö: syys-joulukuu 2024
- Raaka-aine- ja teknologiaselvitys: marras-joulukuu 2024
- Tulosten ja loppuraportin kirjoitus: syys-joulukuu 2024

c. resurssit

Hankkeelle valittiin innovaatioryhmä, jonka tehtävänä oli osallistua hankkeessa toteutettuihin toimenpiteisiin asiantuntijuutensa mukaan. Alkuperäisessä suunnitelmassa innovaatioryhmän jäseniksi sitoutettiin:

- Suomen Hevostietokeskus ry; ELL, AmO, eläinten kouluttaja (EAT) Anna-Mari Olbricht (eläinlääketieteen ja hevosten hyvinvoinnin osaaminen) ja MMM, agronomi Heli Suomala (hevosten ruokinnan osaaminen)
- Ravitsemus- ja ruokatutkimuskeskus (ent. Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskus, FFF); professori Seppo Salminen (mikrobiologinen osaaminen)
- Yliopistollinen eläinsairaala, eläinlääketieteellinen tiedekunta; ELT Kati Niinistö ja patologi, ELT Pernilla Syrjä (eläinlääketieteellinen osaaminen)
- Oulun Hevosklinikka Oy; Hevossairauksien erikoiseläinlääkäri Ritva Kaikkonen (eläinlääketieteellinen osaaminen)
- Tölppäänniemen tila Oy, Iisalmi; agrologi Jukka Ruotsalainen (mäskin kuivaaminen)
- Savon Malt Oy (sopimukset n. 20 viljatilalla kanssa, kiinnostunut kehittämään funktionaalisia elintarvikkeita ja rehuja)
- Hevosien omistajat/hevostilat n. 40 kpl, joiden hevosilla on suolistosairauksia; heidän edustajinaan talliyrittäjä Marjukka Sinioja-Korhonen, Korholan Talli (tilatunnus 297012784), Levälahti sekä agrologi, hevoskasvattaja-yrittäjä Perttu Puranen, Aron Tila, Tervo (844045496)
- Ylä-Savon ammattiopisto (YSAO), Kiuruvesi (hevosten ruokintakokeiden toteutus)
- Rauhalahden Ratsastuskoulu Oy (hevosten ruokintakokeiden toteutus)

d. toteutuksen organisaatio

Suomen Hevostietokeskus ry:n osa-aikainen hankehenkilöstö:

Projektipäällikkö, ELL Anna-Mari Olbricht (eläinlääketieteen ja eläinten hyvinvoinnin ja koulutuksen asiantuntija, toiminnanjohtaja 1.7.2022 alkaen); vastasi hankkeen toteutuksesta FT Minna-Liisa Heiskanen (hevostalouden asiantuntija, toiminnanjohtaja 30.6.2022 saakka); laati alustavan hankesuunnitelman, osallistui hankkeen käynnistämiseen, työskenteli hankkeessa 10.1.2022-30.6.2022

MMM Heli Suomala (ruokinnan ja hoidon asiantuntija); osallistui ruokintakokeiden sekä mäs-kin kuivauskokeiden toteuttamiseen, tietomateriaalien tuottamiseen ja tiedotukseen, raportointiin, aineiston keruuseen ja viestintään

Hallintotieteiden kandidaatti Lauri Heiskanen (hankehallinnon asiantuntija); osallistui hankkeen raportointiin, tiedotukseen ja hankehallintoon

Riikka Takaneva; osallistui osa-aikaisena työntekijänä ruokintakokeiden toteuttamiseen ja mahdollisti kokeiden suorittamisen Larva-Jussilan varsapihatossa.

e. kustannukset ja rahoitus

Hevosten suolistoterveys ja hyvinvointi -hankkeelle myönnetty tuki oli 255 592,40 euroa (Euroopan unionin osuus). Myönnetty tuki oli 100,0 prosenttia hankkeen tukikelpoisista kustannuksista ja se myönnettiin vuoden 2021 talousarvion myöntämisvaltuuskiintiöstä momentilta 30.10.64 EU:n osallistuminen maaseudun kehittämiseen. Hanke toteutui sille hyväksytyn kustannusarvion puitteissa.

Rahoitusmuutoshakemuksia tehtiin kaksi kappaletta, ja ne hyväksyttiin 2.12.2022 ja 5.9.2023. Muutokset koskivat rahoituksen jakautumista kustannuspaikoittain ja eri tuensaaajille. Kokonaisrahoitus pysyi samana. Tarkemmat tiedot tukipäätöksestä ja muutospäätöksistä löytyvät liitteistä 4–6.

Helsingin yliopistolle (Eläinlääketieteellinen tiedekunta) hyväksytyn tuen siirtoa osuus muuttui 53 200 eurosta 63 740 euroon. Turun yliopistolle (Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskus) hyväksytyn tuen siirron osuus muuttui 48 000 eurosta 19 996 euroon. Suomen Hevostietokeskuksen osuus muuttui 154 392,4 eurosta 171 816 euroon.

Kustannuslaji	Hyv. 31.12.202, €	Hyv. muu- tos 2.12.2022, €	Hyv. muu- tos 5.9.2023, €	Tähän mennessä haetut kustan- nukset, €	Vielä hakematto- mat kustannukset (1.10.-31.12.2024 ja lomapalkat), €
Palkat	179 510,00	158 510,00	165 975,00	130 745,20	35 229,80
Ostopalvelut (mkl. palkkiot)	33 000,00	59 000,00	49 743,40	32 587,14	17 156,26
Laskennalliset yleiskustannukset, 24 %	43 082,40	38 042,40	39 834,00	31 378,83	8455,17
Kustannukset yh- teensä	255 592,40	255 552,40	255 552,40	194 711,17	60841,23

Taulukko 3. Hevosten suolistoterveys ja hyvinvointi -hankkeen hyväksytty kustannusarvio (Flat rate 24 %), kustannuslajien jakautumiseen hyväksytyt muutokset, tähän mennessä haetut kustannukset ja vielä hakemattomat kustannukset ajalle 1.10.-31.12.2024.

f. raportointi ja seuranta

Hankkeelle asetettiin ohjausryhmä. Hämeen ELY-keskuksen edustaja hankkeen ohjausryhmässä oli Lassi Hurskainen ja varajäsenenä Kaisa Tolonen. Ohjausryhmän muut jäsenet olivat Kaisu Riihinen (VTT), Jarmo Valaja (Helsingin yliopisto), Henna Pekkarinen (Ruokavirasto), Anna Mykkänen (Helsingin yliopisto), Marjukka Sinioja-Korhonen (Korholan talli) ja Seppo Salminen (Turun yliopisto). Puheenjohtajana toimi koko hankkeen ajan Minna-Liisa Heiskanen ja sihteerinä Heli Suomala (Suomen Hevostietokeskus ry).

Ohjausryhmän kokouksia pidettiin hankeaikana yhteensä viisi kertaa: 5.4.2022, 22.10.2022, 19.4.2023, 8.9.2023, 4.9.2024. Hankkeen viimeinen ohjausryhmän kokous pidetään hankkeen päättymisen jälkeen 27.3.2025.

g. toteutusolehdut ja riskit

Hankesuunnitelman mukaan riskeinä pidettiin seuraavia asioita:

1. Mikäli kuivattu mäski ei toimi toteutettavassa tutkimuksessa, siirrytään karakterisoidun ja standardisoidun (mikrobiologinen ja kemiallinen koostumus) tuoremäskin käyttöön (pakastet-tuna).

Suuren mäskimäärän kuivaaminen osoittautui Tölppänniemen tilalla haastavaksi, joten ruo-kintakokeissa käytettiin pakastettua tuoremäskiä.

2. Alkuperäinen 3. osakoe/IBD tutkimus: Potilaiden ja verrokkihevosten rekrytointiongelmat. Todellista tulehduksellista suolistosairautta sairastavia hevosia, jotka täyttäsivät IBD-kriteerit, ei ole suuria määriä vuosittain, eikä niitä pysty ennakoimaan.

Alun perin saman ryhmän riskinä nähtiin, että jos verrokkihevosten omistajille ei korvata hevosten tutkimuksista aiheutuvia kustannuksia, he eivät tuo hevosiaan klinikalle tutkimuksiin. Tämän riskin minimoimiseksi ja verrokkihevosten saamiseksi suunniteltuna oli korvata niiden tutkimuskustannukset hankkeelta.

Todellisten IBD-potilaiden rekrytoiminen tutkimuksen aikataulussa osoittautui kuitenkin mahdolliseksi, joten sairaat hevoset korvattiin antibioottilääkitykselle joutuvilla hevosilla. Toisen kerran tutkimusta muutettiin, kun suunniteltuun irtopalaleikkauksen jälkeiseen antibioottilääkitykseen ei näyttänyt tulevan tarpeeksi hevosia, jotta tutkimusryhmät saataisiin muodostettua. Tutkimuksen muuttamisen tarpeessa näkyy, että siinä ei käytetty varsinaisia koe-eläimiä, vaan yksityisomistuksessa olevia hevosia, joille ei voi tehdä toimenpiteitä vain tutkimuksen takia. Antibioottilääkityksen antaminen ilman käyttötarvetta (kuten infektio) ei sovi vastuulliseen antibioottien käyttösuositukseen.

3. Ulosteen analyysi epäonnistuu/kontaminoituu

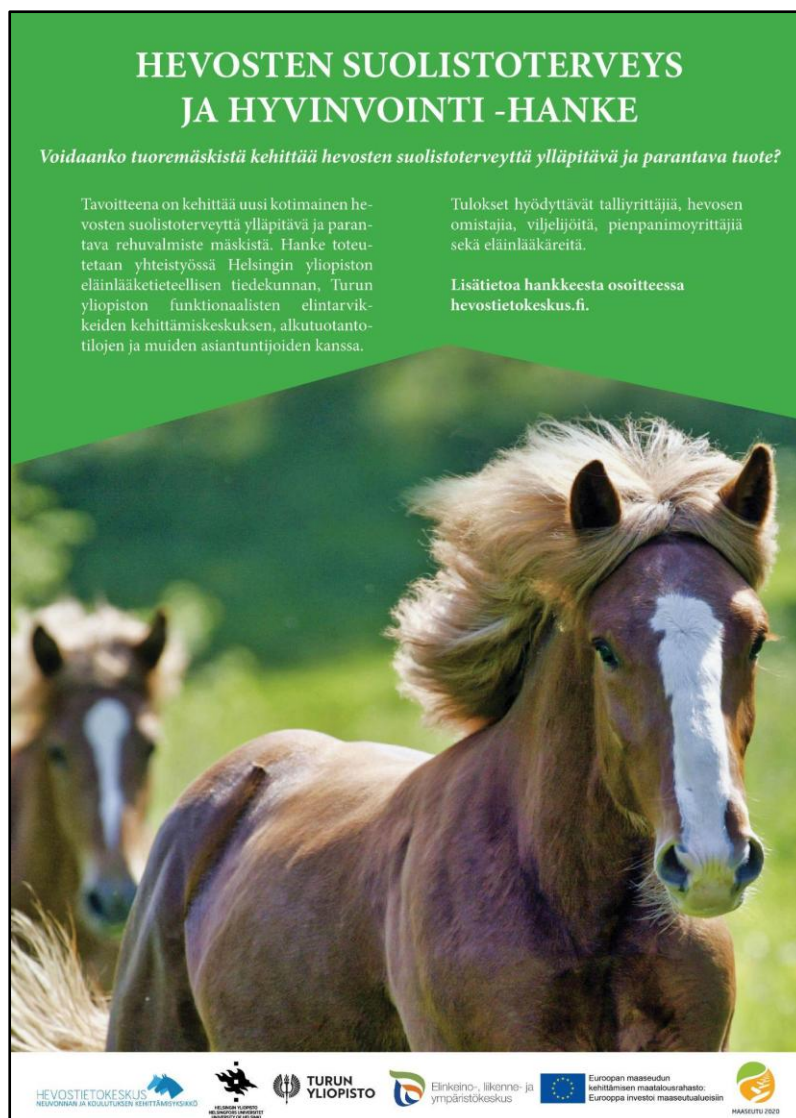
Tämä riski realisoitui ensimmäisten osakokeiden yhteydessä, joiden ulostenäytteiden tuloksista ei käytetyillä metodeilla saatu haluttuja tietoja.

h. hankkeesta tiedottaminen

Hevosten suolistoterveys ja hyvinvointi -hankkeen toteutuksesta ja tuotoksista tiedotettiin pääosin sähköisesti Suomen Hevostietokeskus ry:n verkkosivujen, Facebook-sivujen, X- (Twitter) ja Instagram-tilien sekä Maaseutuverkoston verkkosivujen kautta.

Hankkeen esittelysivu: <https://hevostietokeskus.fi/i/hankkeet/hevosten-suolistoterveys-ja-hyvinvointi-voidaanko-tuoremaskista-kehittaa-hevosten-suolistoterveytta-yllapitava-ja-parantava-tuote>

Hankkeen englanninkielinen tiedotuslomake: https://eu-cap-network.ec.europa.eu/projects/intestinal-health-and-welfare-horses-can-spent-grain-be-developed-feed-supplement_en



Kuva 9. Hankkeesta toteutettu tiedotusjuliste

Esiintyminen tiedotusvälineissä:

- 20.8.2023. MT Hevoset. Mäskissäkö suolistoterveiden salaisuus? – Hankkeessa kehitetään hevosen suolistoa hellivää rehuvalmistetta
- 29.11.2024. Iisalmen Sanomat. Mäski saattaa helpottaa osalla hevosista suolisto-oireita – Kiuruveden Hevostietokeskus ry teki kenttäkokeita Hingunniemessäkin
- 20.1.2025. Biotalous. [Vaikuttavuuskiihdyttämöstä pontta alkutuotannon uusille ratkaisuille ja palveluille - Biotalous - Bioeconomy](#)

Päätöswebinaari:

Hankkeen päätöswebinaari pidetään 16.4.2024 omakustanteisesti. Etäyhteyden avulla toteutettavassa webinaarissa esitellään hankkeen kulkua ja saatuja tuloksia. Lisäksi se sisältää hevosten suolistoterveyteen liittyviä asiantuntijapuheenvuoroja.

4.3 Yhteistyökumppanit

Hankkeelle nimetyn innovaatioryhmän lisäksi hankkeen aikana yhteistyöverkostoon karttui muitakin toimijoita:

- Larva-Jussilan tila/Riikka Takaneva: Omistajien rekrytointi, varsojen hoito, mäskin syöttö, näytteiden keräys ja pakastus
- Helsingin yliopisto/Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto: Ulosteen PCR-eristys ja tulosten analyysi, raportin/artikkelin kirjoitus näiden osalta
- Aluke Oy: Mikrobiomin kartoitus ja tulosten analyysi
- Olvi Oy, Pramia Oy, Sinebrychoff Oy, Saimaan Panimo/Saimaa Brewing Company: mäskin antaminen hankkeen tarpeisiin
- Kogo Vision Oy: mahdollinen mäskin tuotteistusta jatkossa toteuttava yritys, mukana Vaikuttavuuskiihdyttämössä
- Savonia-ammattikorkeakoulu, Etelä-Savon ammattiopisto, SavoGrow: Mäskin kuivauskokeiden toteuttaminen
- Kyrönmaan Mylly/Kalevi Pakka: Lantaseparaattorin lainaaminen mäskin kuivauskoetta varten
- Macon Oy: Raaka-aine- ja teknologiaselvityksen toteutus

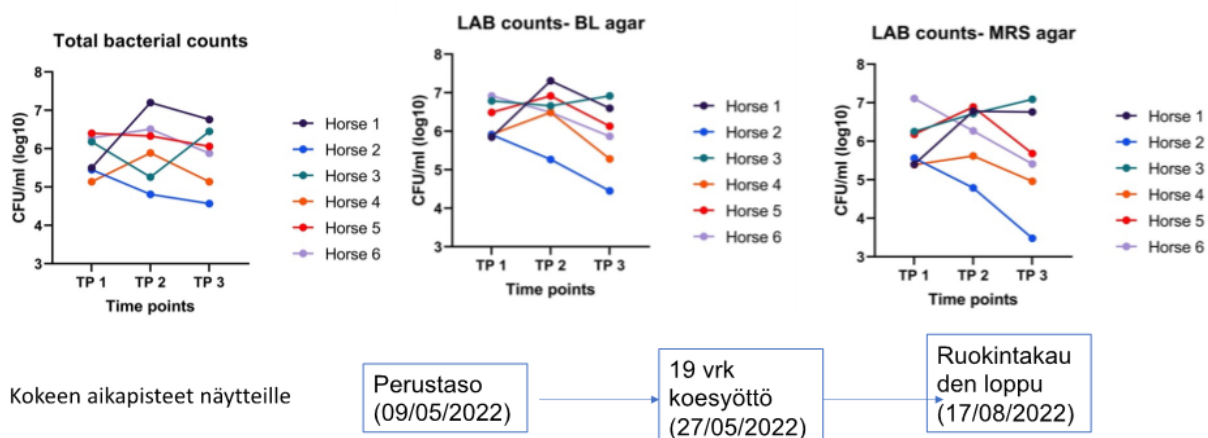
4.4 Tulokset ja vaikutukset

Hevosten ruokintakokeet

Ruokintakoe 1.

Mäskiruokinta aikuisille ratsuhevosille, Ylä-Savon ammattioppilaitos, Kiuruvesi

Ensimmäisessä ruokintakokeessa ei saatu aikaan merkittäviä eroja vaan vaihtelu kokonaisbakteerien määrässä samoin kuin aerobisessa ja anaerobisessa viljelyssä oli yksilökohtaisesti suuri ja vaihtelua esiintyi molempiin suuntiin (Kuvaaja 1). Hevosten vointi ja ulosteen koostumus pysyivät ruokintakokeen ajan muuttumattomana. Laboratoriotulokset lantanäytteiden madonmunamääristä (ennen kokeen alkua) ja pH:sta juuri ennen mäskiruokinnan aloittamista, mäskiruokinnan päättyessä ja laidunkauden aikana on esitetty taulukossa 4.



Kuvaaja 1. Hingunniemen tallin ruokintakoe/lannan bakteerit

Hevosien nimi	Madon munat kpl/g	Ulosteen pH (lähtötaso 9.5.2022)	Ulosteen pH (lopputaso 27.5.2022)	Ulosteen pH (laidun, elo2022)
Hinkula Dandy	0	6,9	7,2	6,7
Hinkula Hatrick	0	7,1	7,1	7,1
Onnin Nokipoika	0	6,2	6,2	7
Prestizs	75	6,6	6,6	6,6
L'Mariaci	0	6,2	6,5	6,7
Vevire	0	6,8	6,7	7,2

Taulukko 4. Hingunniemen hevosten lannan madonmunien määrä ja pH

Ensimmäisten tulosten perusteella esitettiin seuraavia huomioita tutkimuksen seuraavan osan suunnittelua varten: 1. Tuotteen spesifikaatiot kannattaa vahvistaa ja testata ennen ruokintatutkimusten aloittamista, 2. Mikrobistoanalyysiin olisi hyvä sijoittaa tutkimus monimuotoisuudesta (richness and diversity), 3. Tutkimuksen hevosilta voisi edellyttää kahta baseline määrittystä ennen tutkimusvalmisteen syöttöä, 4. Mahdollinen annos-vaste tutkimus tulee jossain vaiheessa ajankohtaiseksi.

Ruokintakoe 2.

Mäskiruokinta aikuisille ratsuhevosille, Rauhalahden ratsastuskoulu, Kuopio

Hevosten lannan mikrobistoprofiileista oli tarkoitus verrata Turun yliopiston/FFF kautta terveyteen eniten vaikuttavia komponentteja ja samalla laktobasillien diversiteetin eroja (laktobasillien lajit ja kannat) sekä vertaillaan lannan mikrobiston ja maitohappobakteerikoostumuksen runsautta, sillä mikrobistoprofiilit ja maitohappobakteerikasvatukset määrittävät muutoksia terveillä ja sairaila eläimillä.

Ruokintakokeen ulostenäytteitä ei kuitenkaan tutkittu funktionaalisten elintarvikkeiden tutkimuslaitoksessa laitoksen muuton vuoksi. Turussa tapahtuneiden muutosten vuoksi lantanäytteiden keräämiselle, säilytykselle, analysoinnille ja tulosten tulkinnalle laadittiin uusi suunnitelma ja lantanäytteiden tutkiminen mahdollistui jatkossa Helsingin yliopistossa.

Hevosten vointi ja ulosteen koostumus pysyivät ruokintakokeen ajan muuttumattomana. Laboratoriotulokset lantanäytteiden madonmunamääristä (ennen kokeen alkua) ja pH:sta juuri ennen mäskiruokinnan aloittamista ja sen päättyessä on esitetty taulukossa 5.

Hevonen	Madonmunat (kpl/g), 5.9.2022	pH, 5.9.2022	pH, 27.9.2022
Jytty	50	6,5	6,5
Vapper	250	6,6	6,1
Vili	75	6,7	6,9
Pilleri	0	6,3	6,4
Kingo	50	6,6	6,0
Banco	0	6,6	6,1
Cromi	0	6,5	6,5
Vertti	225	6,7	6,8
Retu	25	7,1	6,2
Ara	250	6,3	6,5
Simo	125	6,9	6,3
Roy	0	7,2	6,4

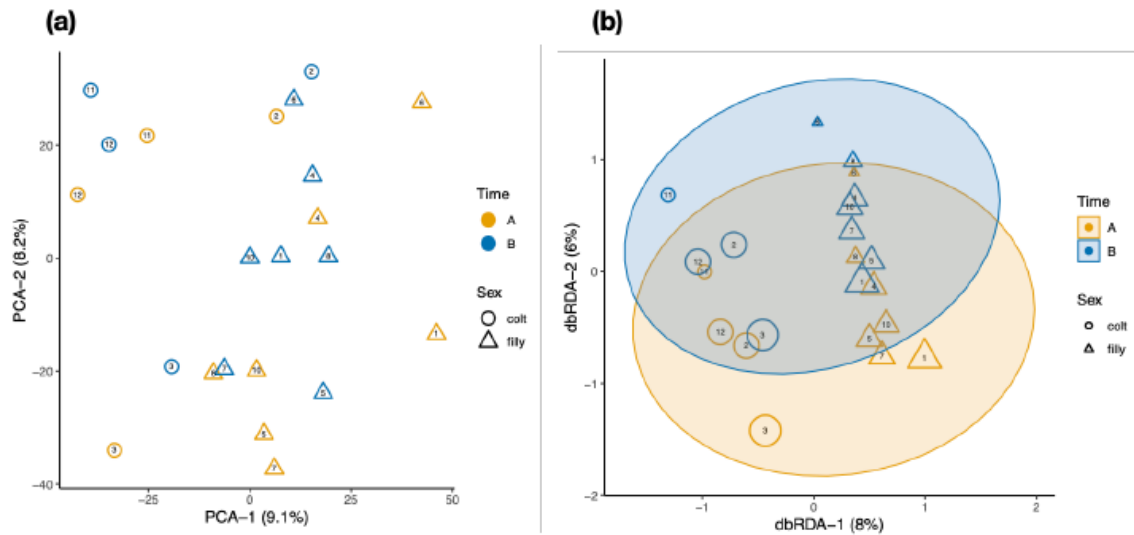
Taulukko 5. Rauhalahden ratsastuskoulun hevosten lannan madonmunien määrä ja pH.

Ruokintakoe 3: Mäskiruokinnan vaikutukset pihattovarsojen mikrobiomiin

Mäskilisä muutti mikrobiomin koostumusta tilastollisesti merkitsevästi ($P=0.049$) selittäen 5 % sen koostumuksen vaihtelusta. Mikrobiomin koostumuksen vaihtelua selitti kuitenkin enemmän hevosten sukupuoli (8 %) sukupuoli ja syötetyn kauran määrä (6 %) (Taulukko 6.). Kauran P-arvo ei kuitenkaan ollut merkittävä, mutta tämä johtui todennäköisesti siitä, että kauran vaikutus oli hieman päällekkäinen sukupuolen kanssa (kauraa oli syötetty eri määriä tamma- ja orivarsoille) (Kuva 10).

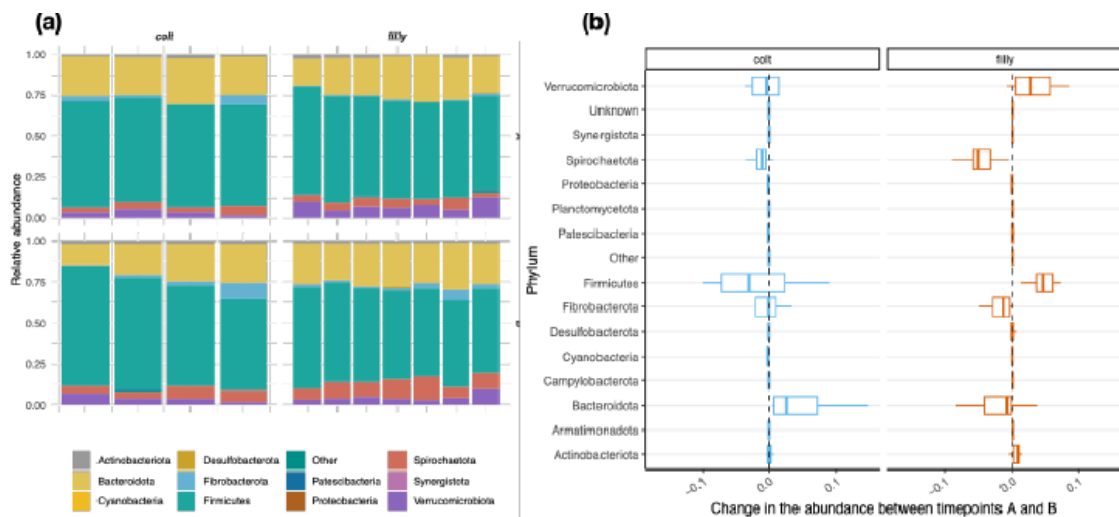
(a) Variables	Df	SumOfSqs	R ²	F	P
Sex	1	10680.79	0.08	1.70	0.0001
Crimped oats	1	7902.78	0.06	1.26	0.0259
Residual	19	119099.38	0.87		
Total	21	137682.94	1.00		
(b) Variables	Df	SumOfSqs	R ²	F	P
Timepoint	1	7564.31	0.05	1.18	0.049
Crimped oats	1	7824.43	0.06	1.22	0.156
Residual	19	122294.21	0.89		
Total	21	137682.94	1.00		

Taulukko 6. Näyteajan, sukupuolen ja kauran määrän vaikutus mikrobiotän vaihteluun. P arvot laskettiin ottamalla huomioon mikrobiomin muutoksen (a) ajansuhteen ja (b) sukupuolen suhteen. Timepoint = mäskiruokinnan vaikutus, Sex=sukupuoli ja Crimped oats=kaura.



Kuva 10. Mikrobiotan yleinen ja testitekijöistä johtuva vaihtelu. Tamma kolmio, ori ympyrä, suurempi merkki merkitsee suurempaa kauramäärää. Alkupiste kellertävä väri ja mäskin syötön jälkeinen sininen. Kaikki testatut muuttujat selittivät yhteensä 19 % mikrobiotan variaatiosta ($R^2=0.189$, $P=0.001$). Taulukossa 9 yksittäisten tekijöiden arvot.

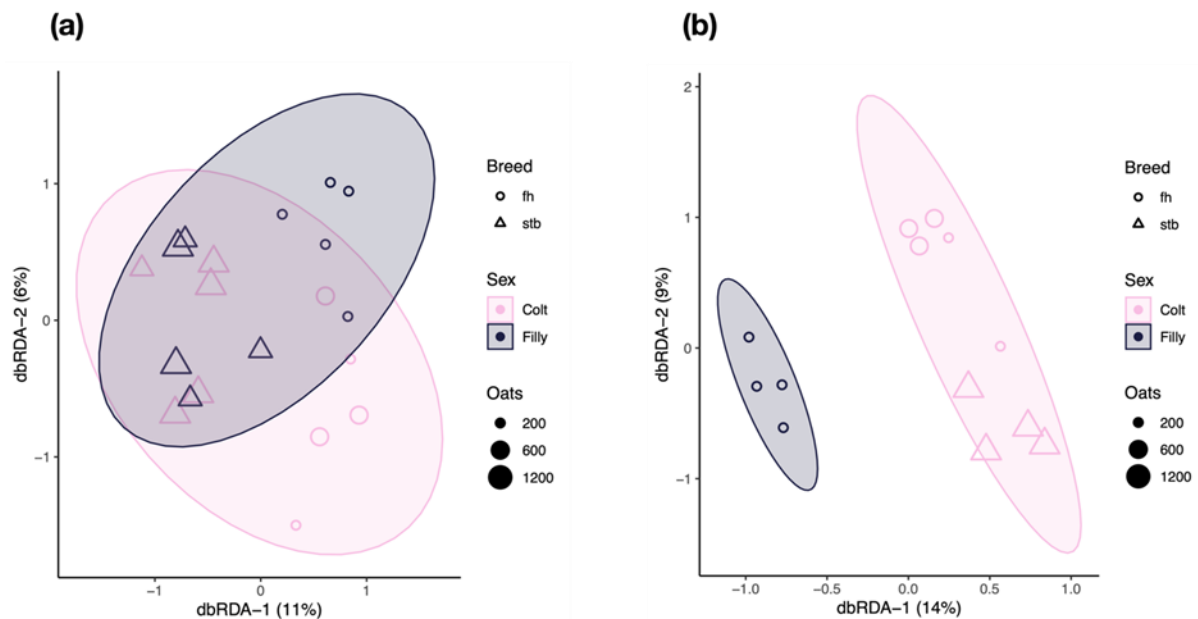
Suurin osa mikrobiotasta kuului pääjaksoihin *Bacteroidota* ja *Firmicutes* kaikissa näytteissä (Kuva 11). Pääjakso *Spirochaetota* oli hieman rikkaampi jälkimmäisessä näytteessä molemmilla sukupuolilla. Sukutasolla rikastumat jakautuivat tasaisesti, eikä yksittäistä dominoivaa sukua ollut. *Treponema* lisääntyi molemmilla sukupuolilla jälkimmäisessä näytteessä. *Treponema*-suku liitetään korsirehu-ruokintaan ja sitä tavataan vähemmän väkirehupainotteisessa ruokinnassa. Naudoilla *Treponema* vähäisyys yhdistetään pötsin happamuuteen (Chaucheyras-Durand 2022). Alfa-diversiteetti ei muuttunut näytteestä eri aikapisteiden välillä. Laajemmat tulokset löytyvät Aluke Oy:n liitteestä (Liite 2).



Kuva 11. Runsaimmat bakteerien pääjaksot varsojen ulosteessa ennen ja jälkeen mäskiruokinnan sukupuolittain jaoteltuna. Kuvassa a laskettu keskimääräiset runsaudet ei-normaalijakautuneista näytteistä. Kuvassa b katsottu 15 runsaimman pääjakson muuttuminen kokeen aikana. Positiivinen tarkoittaa runsauden lisääntymistä jälkimmäisessä näytteessä, negatiivinen vähentymistä.

Ruokintakoe 4: Sisäloisten, sisäloislääkityksen ja mäskin vaikutus varsojen mikrobiomiin

Tutkimuksessa oli kaksi osiota, joiden aloitusajankohtien mikrobiomien erot tarkistettiin ensin. Hevosten mikrobiota rotujen ja sukupuolten välillä vaihteli enemmän jälkimmäisessä kokeessa toukokuussa (Kuva 12). Seitsemän hevosista jäi pois ennen toista osiota, leikkauksen ja antibiootin vuoksi, joten ryhmät eivät olleet samankokoiset. Rotujen väliseen eroon vaikutti myös väkirehun määrä. Sisäloisten määrällä ei ollut yhteyttä mikrobiomiin tai lääkkityksen jälkeisiin muutoksiin.



Kuva 12. Bakteriyhteisön koostumuksen erot neljännen osakokeen helmikuun ja toukokuun kokeiden alussa. Merkki edustaa hevosen suoliston koko bakteriyhteisöä. Mitä lähempänä merkit ovat toisiaan, sen samankaltaisempia ovat vastaavien hevosten bakteriyhteisöt. Merkin vaaleanpunainen väri kuvaa tammoja, harmaa oreja, ympyrä suomenhevösia ja kolmio lämminverisiä ravihevösia. Merkin koko on suhteessa hevosen saamaan kauramäärään gramoissa. Tutkitut tekijät selittivät helmikuussa (a) 26 % ($P = 0.002$) ja toukokuussa (b) 37 % ($P = 0.1$) mikrobiotaa vaihtelusta.

Tälläkin kertaa pääosa ASV:stä kuului pääjaksoihin Bacteroidota ja Firmicutes kaikissa näyteajankohdissa. Sukutasolla suurin osa (52 %) ASV:stä oli tuntemattomia. Sukujen rikkaus oli tasaisesti jakautunut, eikä yksittäistä dominointia ollut.

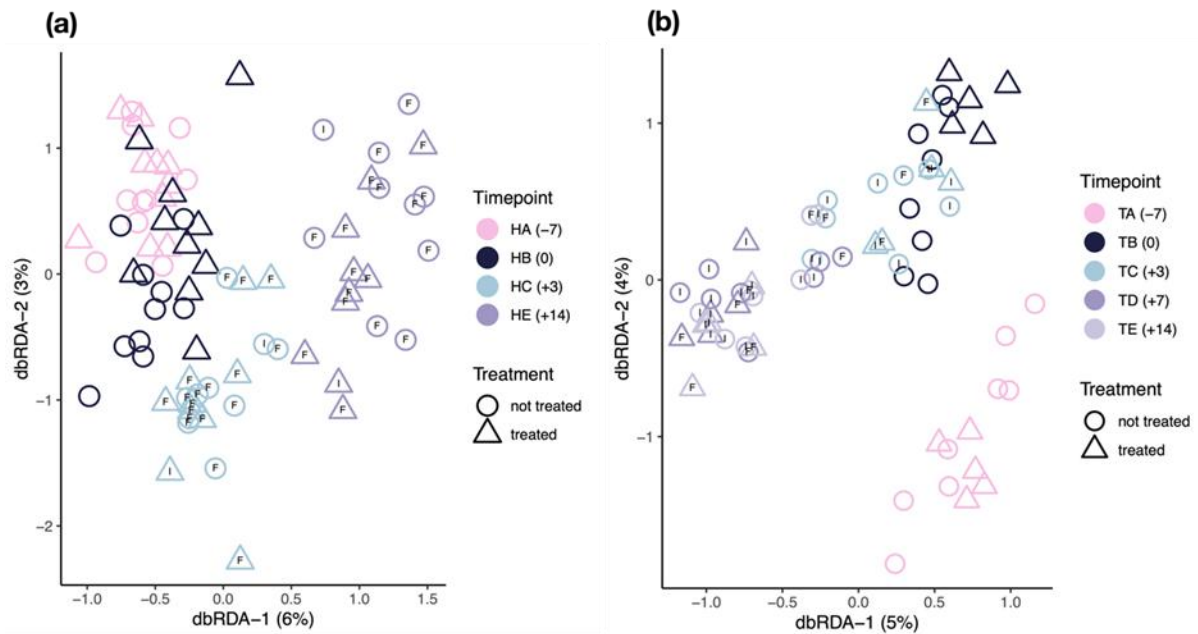
Mäski vaikutti mikrobiotaan sekä molemmissa osakokeissa erikseen testattuna (selitti muutoksesta 3–5 %) että niiden yhteiskäsittelyssä (2–3 %) (Taulukko 7.). Sisäloislääkitys selitti n. 2,5

% vaihtelusta. Kun yhdistettiin mäskin ja lääkityksen vaikutus, se selitti yli 4,5 % vaihtelusta, mutta myös eri lääkkeillä (ivermektini ja fenbendatsoli) oli vaikutusta. On muistettava kuitenkin, että mikrobiomi vaihtelee ajan myötä, vaikka mikään ei muuttuisi; eri näytteenotto-kerroilla selittyi 25–40 % vaihtelusta.

(c) Experiment HT	Df	SumOfSqs	R ²	F	P
Treatment	1	0.3238	0.0193	1.9462	0.0001
Medic	1	0.4349	0.026	2.6143	0.0001
Timepoint	3	0.6401	0.0382	1.2825	0.0001
Richness	1	0.744	0.0444	4.472	0.0001
Experiment	1	0.4556	0.0272	2.7387	0.0001
<u>Treatment:Medic</u>	1	0.7878	0.047	4.7354	0.0069
<u>Treatment:Timepoint</u>	3	0.4544	0.0271	0.9105	0.0835
<u>Medic:Timepoint</u>	3	0.4213	0.0252	0.8442	0.2823
<u>Treatment:Richness</u>	1	0.2236	0.0134	1.3442	0.0526
<u>Medic:Richness</u>	1	0.1849	0.011	1.1117	0.1549
<u>Timepoint:Richness</u>	3	0.6994	0.0418	1.4014	0.0003
<u>Treatment:Medic:Timepoint</u>	3	0.3618	0.0216	0.7249	0.9356
<u>Treatment:Medic:Richness</u>	1	0.2417	0.0144	1.4532	0.3521
<u>Treatment:Timepoint:Richness</u>	3	0.4492	0.0268	0.9001	0.7830
<u>Medic:Timepoint:Richness</u>	3	0.5006	0.0299	1.0031	0.4990
<u>Treatment:Medic:Timepoint:Richness</u>	3	0.5069	0.0303	1.0157	0.3541
Residual	56	9.3163	0.5563		
Total	88	16.7465	1		

Taulukko 7. Mikrobiotan vaihtelun yhteys mäskiin, matolääkitykseen ja eri näyteajankohtiin, kun kaksi eri koekertaa analysoitiin yhdistettynä. Treatment=mäski, Medic=sisäloislääkitys, Timepoint=Aikapiste. Taulukossa huomioitu helmikuun päivän 3 näytteiden matala sekvenssimäärä, joka laski ASV:den määrää ja siksi tuolloin myös bakteeriston rikkaus (richness) määritti tuloksia.

Eri ajankohtien näytteissä mikrobiomi muuttui vähitellen (kuva 13, joissa molemmat osakokeet erikseen). Mikrobiomi erosi hevosilla jo ennen matolääkityksen antoa (aikaväli A-B), jossa kontrollihevosten mikrobiomi ei juuri muuttunut. Loislääkitys muutti molempien ryhmien mikrobiomia, mäskiryhmän mikrobiomi muuttui jälleen mäskilisän lopettamisen jälkeen (aikaväli D-E), jossa kontrollien mikrobiomi oli tasaisempi.



Kuva 13. Bakteriyhteisön muutokset neljännen kokeen aikana. Mikrobiotan vaihtelu analysoitiin dbRDA- analyysillä, ja selittävinä muuttujina olivat mäski (treatment) ja aika; (a) helmikuu, (b) toukokuu. Muuttujat selittivät (a) 3.7 % ($P = 0.001$) ja (b) 5.1 % ($P = 0.002$) mikrobiotan vaihtelusta. Kolmiot saivat mäskilisän, ympyrät olivat kontrolleja matolääkitykseen yhdistetyssä ruokintakokeessa. Eri värit kuvaavat eri näytepäiviä. I ja F merkitsevät ivermektini- tai fenbendatsoli-lääkitystä päivänä 0. Yksilön vaihtelu selitti (a) 60.1 % ja (b) 56.9 % variaatiosta.

Mäskin kuivauskokeet

Savonia-ammattikorkeakoulu

Kuivauksessa kävi ilmi, että jokainen kuivattu mäskierä (astiallinen mäskiä) kuivui eri nopeudella. Mäskit olivat uunissa noin 2 vrk:ta, ja myös kahden yön yli, jolloin punnitukseen tuli pidempi väli. Tämän takia osa mäskieristä kuivui hieman tavoiteltua 8 % kosteuspitoisuutta kuivemmiksi.

Tulokseksi saatiin, että maitohappobakteerien säilymisen vuoksi kuivauslämpötila ei saa olla liian korkea, ja Turun yliopistolta esitettiin sopivaksi kuivauslämpötilaksi $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Kuvaaja 2. Kasvatusten tulokset; maitohappobakteerien säilymiselle sopivan kuivauslämpötilan määrittäminen.

Tölppäänniemen tila

Suuremman mäskierän (1000 l) kuivauksen haasteiksi tulivat tasaisen lämpötilan hallinta, kuivauksen pitkittyminen sen aikana tapahtuneiden keskeytysten vuoksi sekä kuivauksen toteutuksen todentaminen. Alhaisen kuivauslämpötilan takia mäskin kuivaaminen oli hidasta ja ruokintakokeeseen suunniteltu erä saatiin tilalla valmiiksi 1.4.2022. Kuivattua mäskiä ei kuitenkaan uskallettu syöttää hevosille mahdollisten laatuvirheiden vuoksi.

SavoGrow Oy

SavoGrown tiloissa tehdyissä kuivauksissa opittiin, että vesipainepuristimella kosteusprosentti pieneni noin 10 % (ka-pit. n. 67 %). Paseeripuristin ei toiminut mäskin puristamisessa, sillä mäski tukki paseeripuristimen siivilät. Mäskin kuivausajan on oltava riittävän lyhyt, jotta hygieeninen laatu saadaan pysymään moitteettomana (hiivat). Hygieenisissä tiloissa ja riittävän nopeasti toteutettuna kuivaus onnistuu tarvittaessa myös maitohappobakteereiden kasvulle sopivassa lämpötilassa (+35 C°), (Taulukko 8). Näytteissä tutkittiin ja niissä ei todettu olevan salmonellaa.

Määrittäminen	Yksikkö	Pitkä kuivausaika, paksu mäsikerros Kuivausaika 24 h, uunin loppulämpötila +34 C°, kosteuspit. 6 %	Pidempi säilytys puristettuna, ohut mäsikerros Säilytys 33 h + 6,5 C° +, kuivausaika 15,5 h, uunin loppulämpötila +35 C°, kosteuspit. 5,5 %	Puristus ja uuniin, ohut mäsikerros Uunin loppulämpötila +42 C°, kuivausaika 17,5 h, kosteuspit. 4,8 %	Puristus ja uuniin, ohut mäsikerros Uunin loppulämpötila +35 C°, kuivausaika 15,5 h, kosteuspit. 6 %
Aerobiset mikro-organismit	pmg/g	24 000 000	5 900 000	380 000	480 000
Homeet	pmg/g	100	<100	<100	<100
Hiivat	pmg/g	27 000 000	5 400 000	310 000	220 000

Taulukko 8. Kuivattujen mäsien kuivausaika ja -lämpötila ja hygieeninen laatu.

GMP+ Feed Certification scheme/Products intended for animal feed: Maximum levels CFU/g: Mould $\leq 10^6$ CFU/g, Feed materials ≥ 12 % moisture content aw-value needs to be checked, Yeast $\leq 10^6$ CFU/g, Feed materials ≤ 12 % moisture content or aw- value $\leq 0,95$ (Specific Feed Safety Limits (gmpplus.org))

Etelä-Savon ammattiopisto

Sähköä kului lämminilmauivauksen aikana yhteensä 23,33 kWh. Kaikkiaan märkää mäsikiä kuivattiin vajaa 14 kg. Eri lämpötiloissa kuivatun tuoreen mäsikin määrä oli noin 4,5 kg. Pani-molta haetusta mäsikistä jäi kuivaamatta 4,6 kg, sillä se ei mahtunut kuivuriin.

Eri tavoilla säilytetyn mäsikin (pakastettu/kylmiössä säilytetty/kuivattu) tarkkelyspitoisuus oli rehulaboratoriossa tehdyn analyysitiedon mukaan erilainen.

	Ka g/kg	ME MJ/kg ka	Srv g/kg ka	D-arvo g/kg ka	Rv g/kg ka	Rk g/kg ka	Kuitu g/kg ka	Tärk. g/kg ka	Sok. g/kg ka	Lys g/kg ka	Met g/kg ka
Pakastettu, tuoremäski*	213	10,9	--	690	179	157	--	106	53	5,4	2,6
Pakaste-kuivattu tuoremäski*	948	11,0	147	661	194	147	--	78	34	5,2	2,6
Mäski,märkä**	220	10,7	175	601	230	170	570	75	9	--	--
Mäskijauho**	920	10,0	170	566	230	170	570	50	10	--	--

*Kuivauskokeessa käytetyn mäsikin ravintoaineanalyysojen tulokset/Eurofins Oy

**Luke, Rehutaulukot ja ruokintasuositukset – hevonen

Taulukko 9. Mäsikin ravintoainepitoisuudet/Lämminilmauivauksee.

Analyysimenetelmänä oli rehuvilja-analyysi, NIR (standard). On mahdollista, että käyminen on jatkunut näytteissä. Pakastettu mäski olisi näin säilyttänyt arvonsa parhaiten, eikä käymisprosessi olisi päässyt hajottamaan sen sisältämää tärkkelystä. Käyminen saattaa kuluttaa myös sokereita, mutta saatujen tulosten mukaan näytteiden sokeripitoisuuksissa ei ole kovin suurta vaihtelua. Kaikki kyseiset näytteet käsiteltiin laboratoriossa samanaikaisesti ja samoilla työta-voilla, joten erot eivät voi johtua siitä. Mittausmenetelmänä ollut NIR-analysointi pitää sisäl-lään jonkinlaisen mittausepävarmuuden, jonka seurauksena tuloksiin voi tulla pientä vaihtelua.

	Ka g/kg	ME MJ/kg ka	Srv g/kg ka	D-arvo g/kg ka	Rv g/kg ka	Rk g/kg ka	NDF- kuitu g/kg ka	Tärk. g/kg ka	Sok. g/kg ka	Lys g/kg ka	Met g/kg ka
Mäski,pakast*	235	10,9	152	783	201	95	313	238	62	7,1	3,2
Mäski,kylmiö*	234	11,0	137	716	180	140	416	124	58	5,7	2,7
Kuivaus +40*	959	11,2	140	676	184	144	420	102	59	5,4	2,6
Kuivaus +50*	957	11,0	131	676	173	145	439	106	43	5,1	2,4
Kuivaus +60*	966	11,3	139	679	183	143	422	99	59	5,4	2,6
Mäski,märkä**	220	10,7	175	601	230	170	--	75	9	--	--
Mäskijauho**	920	10,0	170	566	230	170	--	50	10	--	--

*Kuivauskokeessa käytetyn mäskin ravintoaineanalyysien tulokset/Eurofins Oy

**Luke, Rehutaulukot ja ruokintasuositukset – hevonen

Taulukko 10. Mäskin ravintoainepitoisuudet/Pakastekuivauskoe

Mäskin alkukuivaus lantaseparaattorilla

Ensimmäinen separaattorin läpiajo sujui nopeasti, ja sen aikana mäskistä irtosi silminnähden runsaasti nestettä. Seuraavilla läpiajoilla mäskin kulku hidastui, eikä mäskistä havaittu enää lähtevän yhtä runsaasti nestettä ensimmäiseen ajokertaan verrattuna.

	kosteus-%	kuiva-aine-%	kosteuspitoisuuden muutos-%
Mäski; sellaisenaan	77,5	22,5	
Mäski; 1. ajo	67,6	32,4	-9,9
Mäski; 2. ajo	64,5	35,5	-3,1
Mäski; 3. ajo	63,4	36,6	-1,1

Taulukko 11. Separointikokeen tulokset mäskin kosteus- ja kuiva-ainepitoisuuksista

Separaattorin ensimmäisen läpiajon avulla mäskin kosteuspitoisuutta saatiin pienennettyä noin 10 %. Muilla läpiajokerroilla ei ollut kosteuden vähentämiseen juuri merkitystä. Separaattorin

kaltaista laitetta voitaisiin mahdollisesti käyttää maskin prosessoinnin alkuvaiheessa kuivausprosessin nopeuttamiseksi. Nesteen poiston jälkeen kuivausta voitaisiin jatkaa esimerkiksi lämpimän ilman avulla ennen sen mahdollista pelletöintiä.

Mäskin säilyvyyskoe

Ensimmäisen panimon mäski säilyi jääkaapissa (+4 C°) viikon, mutta huoneen lämmössä (+21–22 C°) säilytetyssä maskissa oli silmin nähtävää homekasvustoa jo vuorokauden kuluttua. Huoneen lämmössä säilytetyn maskin kokonaisbakteeripitoisuus (10^8 CFU/ml) oli tuhatkertainen jääkaapissa säilytettyyn maskiin verrattuna (10^5 CFU/ml). Toisen panimon näytteet oli saatu kerättyä suoraan linjalta hygieeniseen ja suljettavaan pussiin. Mäski ei homehtunut silmin nähtävästi huoneenlämpötilassa tai jääkaappisäilytyksessä. Ensimmäisenä vuorokautena maskista ei löydetty mikrobeja, kolmantena vuorokautena muutama näytteistä sisälsi mikrobeja, viidentenä vuorokautena kasvua alkoi tapahtua ja seitsemäntenä vuorokautena tapahtui jo reipasta mikrobikasvua.

Erot maskien säilyvyydessä voivat johtua maskin käsittelyjen erilaisuudessa panimoissa tai mahdollisesta ensimmäisen panimon maskin kontaminoitumisesta Hingunniemen oppilaitoksen pakkaamisen yhteydessä. Asian varmistaminen vaatisi kokeen uusimista siten, että molemmilta panimoilta otettaisiin näyte suoraan valmistusprosessista, jolloin maskin hakemisesta ei aiheutuisi kontaminaatiota. Tulee myös huomioida, että panimoiden oluenvalmistusprosessit voivat erota toisistaan. Lisäksi huonommin säilynyt mäski oli noin vuorokauden toisen panimon maskia vanhempaa pidemmän varastosäilytyksen takia. Säilyvyyskokeessa saatujen tulosten perusteella pakastettu mäski tulisi säilyttää jääkaapissa, missä se säilyy noin viikon.



Kuvat 14 ja 15: (Turun yliopisto/FFF): Hankkeessa tehdyssä säilyvyyskokeessa sulatettu tuoremäski homehtui silminnähtävästi huoneenlämmössä jo muutamassa vuorokaudessa. Pilaantuneen maskin syöttäminen on hevosille terveysriski.

Raaka-aine- ja teknologiaselvitys

Raaka-aineselvityksen perusteella mahdollisia kasvipohjaisia sivuvirtoja kaurankuori, mÄn-
nynneulas jauhe, perunan solunesteestä eristetty proteiini, perunan kuorijätteen tärkkelyspitoi-
nen jae (esim. virikepallojen pintakovetteeksi), porkkanan kuori, kakkoslaadun porkkana ja
mikrolevä.

Teknologiaselvityksestä kävi ilmi kolmen eri rehuvalmisteen (mäskipatukka, virikepallo ja
mäskirehu) valmistusvaiheet, raaka-aineet, tonnimääräiset tarpeet ja tuotteiden hinnanmuodos-
tus. Mäskipatukan valmistusvaiheet olivat raaka-aineen vastaanotto ja käsittely, sekoitus, muo-
toilu ekstruuderilla (suulakepuristus), kuumennus ja jäähditys, viimeistely (kovetus sumutta-
malla) ja pakkaus. Hevosten virikepallon valmistusvaiheet olivat raaka-aineiden vastaanotto ja
käsittely, sekoitus, muotoilu ekstruuderilla (suulakepuristus), kuumennus ja jäähditys, viimeis-
tely (kovetus sumuttamalla) ja pakkaus. Hevosen mäskirehun valmistusvaiheet olivat sekoitus,
hygienisointi (+175 C°) uunissa ja pelletöinti. Kaikkien rehuvalmisteiden raaka-aineet sisälsi-
vät mäskiä (maku, kuitu, valkuainen), kauran kuorta (kuitu, rakenne), tärkkelystä (maku, ra-
kenne, kovete) ja hampunsiemeniä tai kalaöljyä (rasvahapot).

Selvityksen kannattavuuslaskelmien mukaan kannattava tuotanto alkaa, jos esim. hevos-
herkuiksi myytävien mäskipatukoiden tuotanto ylittää 1030 tonnia vuodessa; yritys alkaa tuot-
taa voittoa. Tuotannon riskejä ovat kysynnän vaihtelut sekä raaka-ainekustannusten nousu,
joka voi siirtää break-even-pistettä (myyntitaso, jossa yritys ei tee voittoa eikä tappiota) korke-
ammalle tuotantomäärälle. Mahdollisia laitevaihtoehtoja ovat JPT Industria Oy (www.jpt.fi),
Darin (www.darin.cn) ja Kahl (www.akahl.com).

Ruokintatutkimuksen vaikutus

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan suositella mäskin olevan turvallista hevosten väkire-
huna eikä vaikuttavan negatiivisesti mikrobiomiin. Selkeää prebioottista vaikutusta ei voida
tässä vaiheessa todeta. Hevosryhmät olivat todennäköisesti liian pieniä, jotta selkeitä tuloksia
olisi saatu. Yksittäisiä hevosen prebioottisia mikrobeja juuri tunneta, vaan asiasta tarvitaan li-
sätutkimuksia.

Kuivausmenetelmien selvittämisen vaikutus

Mäskin kuivaaminen on sen säilyvyyden kannalta välttämätöntä, ellei mäskiä pakasteta. Mäs-
kin kuivaus on pienessä mittakaavassa mahdollista esim. uunissa, lämminilma kuivurissa tai
pakastekuivurissa. Mäskin hygieenisen laadun säilyminen edellyttää, että kuivaus toteutetaan
riittävän nopeasti. Lämminilma kuivaaminen vaikutti jonkin verran mäskin ravintoainepitoi-
suuksiin ja alensi mäskin sisältämän tärkkelyksen määrää.

Mäskin säilyvyyden tutkimisen vaikutus

Tuoremäskin säilyvyyden ja hygieenisyyden todentaminen oli tärkeää käytännön ruokkijoiden
(tallinpitäjät ja hevosenomistajat) neuvontaa varten, jotta voidaan varmistaa, että mäskiruo-
kinta toteutetaan turvallisesti ilman kohonnutta riskiä hevosten suoliston toimintahäiriöihin,
kuten ähkyyn tai ripuliin.

5. Esitykset jatkotoimenpiteiksi

Tiedon jakaminen

Tutkimuksen tulokset jaetaan vähintään Hevostietokeskuksen nettisivuilla ja tiedotuksissa, mutta niistä pyritään kirjoittamaan myös kansainvälinen tieteellinen vertaisarvioitu artikkeli.

Lisätutkimukset

Mäskin taloudellisen kuivatusmenetelmän kehittämistä voidaan jatkaa edelleen, jolloin jatkojalostus olisi realistisempaa.

Tutkittu ruokintakoe suoritettiin ohran mäskillä, pienpanimoita todennäköisesti hyödyttäisi, jos vastaava tehtäisiin esim. vehnän ja tarvittaessa rukiin mäskistä. Rukiin ja vehnän käyttö hevosien ruokinnassa on erittäin vähäistä, jolloin näistä voisi tulla vaihtoehtoinen väkirehu allergiasta tai yliherkkyydestä kärsiville hevosille.

Mäskin jatkojalostuksen pohdinta

Mäskiä voidaan syöttää hevosille tutkimuksen perusteella pelkästään, mutta tuotteelle toisi lisäarvoa kuivattamisen jälkeen tehty jatkojalostus esim. seosrehuissa, mash-juoman raaka-aineena tms.

Mäskin jatkojalostuksen seuraavana vaiheena olisi prototyypin valmistus, esim. mäskin virikepaloista noin 100–500 pallon kappalemäärällä ja toteuttaa tarkempi markkinakartoitus. Näiden vaiheiden onnistuttua voitaisiin siirtyä varsinaiseen tuotantovaiheeseen.

6. Allekirjoittajat ja päiväys

Anna-Mari Olbricht, toiminnanjohtaja
Suomen Hevostietokeskus ry

Tommi Tikka, hallituksen puheenjohtaja
Suomen Hevostietokeskus ry

7. Lähteet

Aliyu, S. ja Bala, M. 2011. Review Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. *African Journal of Biotechnology* 10:324–331. <https://doi.org/10.5897/AJB10.006>

Bartolomé, B. Santos, M. Jimenez, JJ. del Nozal, MJ. ja Gomez-Cordoves, C. 2002. Pentoses and hydroxycinnamic acids in brewers' spent grain. *Journal of Cereal Science* 36:51-58.

Boucher, L. Leduc, L. Leclère, M. ja Carvalho Costa, M. 2024. Current Understanding of Equine Gut Dysbiosis and Microbiota Manipulation Techniques: Comparison with Current Knowledge in Other Species. *Animals* 14:758. <https://doi.org/10.3390/ani14050758>

Hedström, H. ja Ahlström, I. 1942. Behandling med Kolicultur vid tvenne fall av koniskt förlöpande eksem hos häst. *Skandinaviska Veterinär Tidskrift* 32:18–23.

Husso, A. Jalanka, J. Alipour, M.J. ym. 2020. The composition of the perinatal intestinal microbiota in horse. *Scientific Reports* 10:441. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57003-8>

Iadecola, R., Ciccoritti, R., Ceccantoni, B., Bellincontro, A., & Amoriello, T. (2022). Optimization of Phenolic Compound Extraction from Brewers' Spent Grain Using Ultrasound Technologies Coupled with Response Surface Methodology. *Sustainability*, 14(6), 3309. <https://doi.org/10.3390/su14063309>

Kunz, IGZ. Reed, KJ. Metcalf, JL. Hassel, DM. Coleman, RJ. Hess, TM. ja Coleman, SJ. 2019. Equine Fecal Microbiota Changes Associated With Anthelmintic Administration. *Journal of Equine Veterinary Science* 77:98-106. <https://doi.org/10.1016/j.jevs.2019.01.018>

Lao, EJ. Dimoso, N. Jofrey, R. ja Mbega, ER. 2020. The prebiotic potential of brewers' spent grain on livestock's health: a review. *Tropical Animal Health and Production* 52:461–472. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02120-9>

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 40/2015 Rehutaulukot ja ruokintasuositukset: Märehtijät – Siat – Siipikarja – Hevoset

Lynch, K., Steffen, E. & Arendt. Brewers' spent grain: a review with an emphasis on food and health. *J. Inst. Brew.* 2016, 122: 553 – 568. <https://doi.org/10.1002/jib.363>

Medina, B. Girard, ID. Jacotot, E. ja Julliand, V. 2002. Effect of a preparation of *Saccharomyces cerevisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *Journal of Animal Science* 80:2600-2609.

Negash, D. Use of Brewery By-Products as Animal Feeds. *Journal of Nutrition & Food Sciences*. 2021, 4.

Pomares Bascuñana, A. Veses, C. Sheth, CC. 2021. Effectiveness of fecal microbiota transplant for the treatment of *Clostridioides difficile* diarrhea: a systematic review and meta-analysis, *Letters in Applied Microbiology* 73(2)149–158. <https://doi.org/10.1111/lam.13486>

Schoster, A. Weese, JS. ja Guardabassi, L. 2014. Probiotic Use in Horses – What is the Evidence for Their Clinical Efficacy?. *J Vet Intern Med*, 28: 1640-1652. <https://doi.org/10.1111/jvim.12451>

Smith, E. ja Mair, T.S. 2024. In adult horses with diarrhoea, does faecal microbiota transplantation in addition to standard treatments improve the outcomes compared to standard treatments alone? *Equine Veterinary Education*, 00, 1–6 (only online 2024). <https://doi.org/10.1111/eve.13991>

Walshe, N. Mulcahy, G. Hodgkinson, J. ja Peachey, L. 2020. No Worm Is an Island; The Influence of Commensal Gut Microbiota on Cyathostomin Infections (Commentary). *Animals* 10:2309. <https://doi.org/10.3390/ani10122309>

Westendorf, ML. ja Wohlt, JE. 2002. Brewing by-products: their use as animal feeds. *Veterinary Clinics of North America/Food Animals* 18:233–252. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(02\)00016-6](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00016-6)

8. Liitteet

Liite 1. HY DNA-core: PCR ja sekvensointi (englanniksi)

Liite 2. Aluke Oy: Analyysien ja metodien tarkempi kuvaus ruokintakokeessa 3 (englanniksi)

Liite 3. Aluke Oy: Analyysien ja metodien tarkempi kuvaus ruokintakokeessa 4 (englanniksi)

Liite 4. Tukipäätös (31.12.2021)

Liite 5. Muutospäätös (2.12.2022)

Liite 6. Muutospäätös (5.9.2023)