

HEVOSEN RUOKINTA, TERVEYS JA SUO- LISTOMIKROBISTO

Aune Huttunen

Opinnäytetyö

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala	
Koulutusohjelma Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Aune Huttunen	
Työn nimi Hevosen suolistomikrobisto, ruokinta ja terveys	
Päiväys 22.08.2013	Sivumäärä/Liitteet 97
Ohjaaja(t) Shea Beasley, Katriina Pylkkänen ja Pirjo Suhonen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Vetcare Oy	
Tiivistelmä Työn aihe on Hevosen suolistomikrobisto, ruokinta ja terveys. Työssä selvitetään hevosen suolistomikrobiston toimintaa, ravinnontarvetta, ruokintaa ja niiden vaikutuksia hevosen terveyteen. Työ on kirjallisuuskatsaus, joka tehtiin Vetcare Oy:n toimeksiannosta. Hevosen ravinto koostuu hiilihydraateista, rasvasta, valkuaisaineista, kivennäisaineista, vitamiineista ja vedestä. Ruokinnassa tärkeintä on hyvälaatuinen karkearehu. Täydennysrehujen valinnan tulisi perustua karkearehusta tehtyyn analyysiin, jolloin rehuiksi voidaan valita hevosen terveyden ja hyvinvoinnin kannalta optimaalisin vaihtoehto. On myös taloudellisesti järkevää ruokkia hevosta oikeanlaisilla rehuilla. Ruokinnallisia sairauksia voidaan välttää huolellisesti suunnitellulla ja toteutetulla ruokinnalla. Hevosta tulee ruokkia hygieeniseltä laadultaan ensiluokkaisilla rehuilla useita kertoja päivässä ja pienillä annoksilla kerrallaan. Hevosen ruoansulatuksen kannalta tärkeää on mikrobiston hyvinvointi, johon voidaan vaikuttaa oikeanlaisilla rehuvalinnoilla. Mikrobiston kehittyminen alkaa varsalla heti syntymän jälkeen. Varsa saa mikrobeja emän syljen, ulosteen, vaginan ja ravinnon kautta sekä ympäristössä olevista mikrobeista. Ruoansulatuskanava kehittyminen alkaa emän kohdussa ja jatkuu hevosen koko elin ajan. Ilman mikrobistoa hevonen ei voisi käyttää ravinnokseen kasvin soluseinämäaineita. Lisäksi mikrobisto suojaa elimistöä, vapauttaa kuollessaan hevosen käyttöön mikrobivalkuaista ja valmistaa B- ryhmän vitamiineja ja C- ja K-vitamiinia. Suoliston hyvinvointia voidaan tukea mikrobivalmisteilla. EU:ssa kuitenkin lainsäädäntö rajoittaa tuotteiden käyttöä, valmistusta, maahantuontia ja markkinointia. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> -hiivalla on tutkimusten mukaan havaittu olevan hyötyjä hevosen hyvinvoinnille. Myös bakteerivalmisteiden on todettu mm. lisäävän varsojen kasvua ja vähentävän ripulien esiintymistä. Toisaalta joidenkin valmisteiden on todettu päinvastoin aiheuttavan ripulia varsoille.	
Avainsanat Hevonen, ruoansulatuselimistö, mikrobit, varsa, ruokinta, mikrobivalmiste	

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and Rural Industries			
Author(s) Aune Huttunen			
Title of Thesis Intestinal microbiota, feeding and welfare of equine			
Date	22.08.2013	Pages/Appendices	97
Supervisor(s) Shea Beasley, Katriina Pylkkänen and Pirjo Suhonen			
Client Organisation /Partners Vetcare Oy			
<p>Abstract</p> <p>The topic of this thesis is intestinal microbiota, feeding and welfare of equine. Thesis is a review of literature and it was commissioned by Vetcare Oy.</p> <p>Horse feed consists of carbohydrates, fats, proteins, minerals, vitamins and water. Most important in horse feeding is roughage of good quality. Selecting of additional feed should be based on an analysis of roughage. With an analysis it is possible to choose the best feed for the horse's health and welfare. It is also economical to feed the horse with right feeds.</p> <p>Digestive disorders are possible to minimize with good feeding strategies. Horse should be fed with small quantities multiple times daily.</p> <p>The welfare of microbiota is important for the functioning of the horse's digestive system. The development of the foal's microbiota begins right after the birth. The foal gets microbes from dam's saliva, faeces, vagina, environment and feeds. The development of gastrointestinal tract starts in the uterus and continues throughout its life.</p> <p>Without intestinal microbiota horse could not use fibrous plant material as nutrition. Microbes protect the body against pathogens, synthesize amino acids and are themselves degraded to form a protein source. Microbes also create B- vitamins and K- and C-vitamin.</p> <p>Microbe's well-being can be supported with direct-fed microbials and yeasts. Under EU legislation only the registered culture strains are allowed to be used for live feeding of animals. Researchers have noticed that <i>Saccharomyces cerevisiae</i> has benefits for the welfare of horse. Feeding <i>S. cerevisiae</i> supplementation may allow horses to tolerate starch and improves dietary fibre fermentation. Probiotics may increase growth in foals and help reduce diarrhea. On the contrary some probiotic supplementation has been associated with diarrhea in foals.</p>			
Horse, digestive system, microbes, foal, feeding, direct-fed microbial			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	HEVOSEN RAVINNON JA RUOKINNAN VAIKUTUS HYVINVOINTIIN	8
2.1	Hevosen tarvitsemat ravintoaineet	8
2.2	Hevosen ruokinta.....	17
2.2.1	Rehuanalyysi	18
2.2.2	Karkearehut.....	19
2.2.3	Laidun.....	21
2.2.4	Väkirehut.....	22
2.3	Hevosen ruoansulatuselimistö ja sen toiminta	24
2.3.1	Suusta ruokatorveen	25
2.3.2	Mahalaukku	26
2.3.3	Ohutsuoli.....	28
2.3.4	Paksusuoli ja peräsuoli.....	29
2.4	Hevosen ruokinnallisia sairauksia	30
2.4.1	Ähky	31
2.4.2	Ripuli	32
2.4.3	Hevosen mahahaava	32
2.4.4	Kaviokuume.....	34
2.4.5	Metabolinen oireyhtymä.....	36
2.4.6	Lannehalvaus.....	36
2.4.7	Botulismi	37
3	SUOLISTOMIKROBISTON TOIMINTA JA TEHTÄVÄT	39
3.1	Hevosen mikrobisto ja kolonisaatioresistenssi.....	40
3.2	Mikrobit	41
3.2.1	Bakteerit	43
3.2.2	Virukset.....	49
3.2.3	Sienet	50
3.2.4	Alkueläimet.....	52
3.3	Varsan vasta-aineet, mikrobisto ja ruoansulatusjärjestelmän kehitys	56
3.3.1	Vasta-aineiden muodostuminen.....	57
3.3.2	Mikrobiston kehittyminen ja koostumus.....	58
3.3.3	Varsaripuli	60
3.3.4	Ruoansulatuskanavan kehittyminen	61
4	SUOLISTON HYVINVOINTIIN VAIKUTTAVAT VALMISTEET	64
4.1	Hiivat.....	65

4.2 Probiotit	67
4.3 Muille eläinryhmille ja ihmisille tarkoitetut valmisteet.....	70
4.4 Prebiotit	72
4.5 Synbiotit.....	73
4.6 Suomessa myytävät valmisteet.....	73
5 PÄÄTÄNTÄ.....	75
LÄHTEET	78

1 JOHDANTO

Hevosen hyvinvointiin vaikuttavat ruokinta, hoito, liikunta ja elinympäristö. Kaikilla näillä osa-alueilla on yhteys hevosen terveyteen. Toimiva ruoansulatus on hevosen terveyden perusta ja siihen voidaan vaikuttaa ruokinnalla. Tieto hevosen ravinnontarpeesta ja elimistön toiminnoista lisääntyy koko ajan, mutta silti yhä edelleen ähkyt ovat, McDonaladin, Edwardsin, Greenhalghin ja Morganin (2002) mukaan, hevosten yleisin kuolinsyy. Kaviokuumeen on arvioitu olevan hevosen toiseksi yleisin sairaus, joka voi johtaa hevosen lopettamiseen. (Andersson 2010, 8; Hyypä 2006, 23.) Useissa tapauksissa syy näiden edellä mainittujen sairauksien puhkeamiseen on ruokintavirhe.

Mikrobiston vaikutus hevosen hyvinvointiin on merkittävä. Mikrobiston työ on ihmisilmin näkymätöntä, mutta jos se voi huonosti, ovat seuraukset helposti havaittavissa. Mikrobiston dynamiikkaa ja vaikutusta isäntäeläimeen on hankala tutkia luotettavien menetelmien puuttuessa. Hevosen kannalta hyvien mikrobien tehtävänä on hajottaa ravintoa, vaikuttaa immuunivasteeseen sekä edistää kolonisaatioresistenssiä. Kolonisaatioresistenssi estää elimistölle vieraiden mikrobien asettumisen ruoansulatuskanavaan. (Eerola 2006, 2339; Kangas 2013, 5; Saxelin 2002, 604.)

Mikrobiston tasapainoa horjuttaa esimerkiksi antibioottikuuri, jolla voi olla kauaskantoiset seuraukset. Mikrobiston koostumukseen ja toimintaan vaikuttavat isännän lisäksi myös ympäristötekijät. Mikroobeiksi kutsutaan eliöitä, joita ihmissilmä ei voi ilman mikroskooppia erottaa. Nisäkkäiden suoliston mikrobistoon kuuluu alkueläimiä, hiivoja, homeita, viruksia ja bakteereita. (Jalava 2007, 4; Salkinoja-Salonen 2002, 8, 92.)

Tässä opinnäytetyössä keskitytään hevosen hyvinvointiin ravitsemuksen ja ruoansulatuskanavan näkökulmasta. Työssä selvitetään hevosen ravinnontarvevaatimuksia sekä edellytykset onnistuneelle ruokinnalle. Käyn pääpiirteittäin läpi hevosen tavallimmat ruokintavirheisiin liittyvät sairaudet ja selvitän miten niitä voidaan ennaltaehkäistä. Työssä selvitän kirjallisuuden ja tutkimustiedon avulla, mitä hevosen suolistomikrobisto sisältää ja miten sen toiminta vaikuttaa hevosen hyvinvointiin. Työhön on koottu tutkimustietoa mikrobivalmisteiden vaikutuksista hevosen terveyteen. Opinnäytetyöni toimeksiantaja on Vetcare Oy.

2 HEVOSEN RAVINNON JA RUOKINNAN VAIKUTUS HYVINVOINTIIN

Jokainen hevonen tarvitsee ravintoaineita elimistön rakennusaineiksi, liikkumiseen ja elintoimintojen ylläpitoon. Ravinnontarve vaihtelee yksilön iän, koon, rodun, sukupuolen, vilkkauden, käyttötarkoituksen ja lämpötilan mukaan. Hevosen tarvitsemat ravintoaineet ovat valkuainen eli proteiini, rasva, hiilihydraatit, kivennäisaineet, vitamiinit ja vesi. Hevonen saa energiaa hiilihydraateista, rasvoista ja valkuaisaineista. Hevosen energiantarve on muihin ravintoaineisiin verrattuna yleensä helppoa tyydyttää, sillä ruokinnan onnistumista voi seurata hevosen lihavuuskuntoa arvioimalla. (Lillkvist 2007, 22, 70; Saastamoinen 2007a, 13.)

TAULUKKO 1. Hevosen tarvitsemat ravintoaineet.

Hevosen tarvitsemat ravintoaineet:

- Hiilihydraatit
- Rasvat
- Valkuaisaineet
- Kivennäisaineet
- Vitamiinit
- Vesi

Hevosen elimistö on sopeutunut ottamaan suuren osan energiastaan paksusuolen pieneliöstön avulla hajoavista hiilihydraateista. Hevonen, joka tarvitsee energiaa vain elintoimintojensa ylläpitoon, saa tarvitsemansa energian paksusuolella hajotettavista hiilihydraateista, jotka koostuvat kasvinsoluseinämäaineista. Valmennettavalle ja kasvavalle hevoselle pelkkä karkearehu on riittämätön energian lähde, tällaisten hevosten ruokintaa täydennetään yleensä väkirehuruokinnalla. Suurin osa viljoista saatavasta energiasta saadaan tärkkelyksestä. (National research council 2007, 38.)

2.1 Hevosen tarvitsemat ravintoaineet

Hiilihydraatit ovat hevosen pääasiallinen energian lähde. Hevosen rehuissa hiilihydraatteja ovat sokerit, tärkkelys, selluloosa ja hemiselluloosa. Mitä pidempi ketjuinen hiilihydraatti on, sitä kauemmin sen hajoaminen hevosen elimistössä kestää. (Lillkvist 2007, 17–21; Saastamoinen 2007a, 14.)

Hiilihydraatit jaetaan kahteen pääryhmään eli yksinkertaisiin ja yhdistettyihin hiilihydraatteihin (taulukko 2.). Yksinkertaiset hiilihydraatit voivat imeytyä hevosen elimistöön ruoansulatuskanavan limakalvojen kautta, kuten glukoosi eli rypälesokeri ja fruktoosi eli hedelmäsokeri. Yksinkertaisessa muodossa olevia hiilihydraatteja on sellaisenaan pieniä määriä kasveissa sekä ns. energia boostereissa. Yhdistetyt hiilihydraatit jaetaan kahteen alaryhmään: disakkarideihin ja polysakkarideihin. Yhdistetyt hiilihydraatit hajoavat ruoansulatuskanavassa yksinkertaisiksi hiilihydraateiksi. Tutuin disakkariidi on sakkaroosi eli ruokosokeri, hevonen saa sakkaroosia esimerkiksi melassista ja melassileikkeestä. (Ellis & Hill 2005, 47; National research council 2007, 34; Lillkvist 2007, 17–19, 313–314.)

TAULUKKO 2. Hiilihydraattien jaottelu.

- Yksinkertaiset hiilihydraatit:
 - Glukoosi
 - Fruktoosi
- Yhdistetyt hiilihydraatit:
 - Disakkaridit
 - Ruokosokeri
 - Polysakkaridit
 - Tärkkelys
 - Selluloosa
 - Hemiselluloosa
 - Fruktaanit

Yhdistettyjen hiilihydraattien toiseen ryhmään eli polysakkarideihin kuuluvat tärkkelys ja kuidut, kuten selluloosa ja hemiselluloosa, vaikka niidenkin hajoamisnopeus eroaa toisistaan. Hemiselluloosaa ja selluloosaa on kuiduissa, kuten heinässä, laitumessa ja oljissa. Helppoliukoisista hiilihydraateista noin 65–75 % hajoaa ja imeytyy ohutsuolessa ja umpi- ja paksusuolessa noin 25–35 %. Kuiduista noin 75–85 % hajoaa ja imeytyy umpi- ja paksusuolessa. (Cuddeford 2003, 31; National research council 2007, 34; Lillkvist 2007, 17–19, 313–314.)

Tärkkelys koostuu rypälesokeriyksiköistä. Hevosen ruokinnassa tärkkelystä sisältävät viljat ja väkirehut. Viljoissa tärkkelystä on noin 50–60 % kokonaispainosta. Tärkkelys hajoaa hitaammin kuin tavallinen sokeri, mutta kuitenkin nopeampaa kuin sellu-

loosa, jonka hajoaminen tapahtuu suoliston pieneliöstön avulla. Täkkelys hajoaa amylaasientsyymien avulla, jota hevosen ohutsuoli tuottaa rajoitetusti. Ohutsuolessa hajoamaton täkkelys kulkeutuu hevosen paksusuoleen, jossa syntyy mikrobien täkkelyksen hajottamisen lopputuotteena maitohappoa. Suoliston hyödylliset ja aiemmin vallalla olleet bakteerit kuolevat happamassa ympäristössä ja selluloosan hajoaminen hidastuu, samalla maitohappo ärsyttää suolistoa. Bakteerien kuoleminen vapauttaa suoleen endotoksiineja, jotka imeytyvät vereen ja voivat aiheuttaa kaviokuumeen. Kauran sisältämä täkkelys hajoaa ohutsuolessa muiden viljojen täkkelystä paremmin. (Lillkvist 2007, 18–19; Pagan s.a. 32; Saastamoinen 2007a, 30.)

Hevosen ruokintaan vaikuttava oligo- ja polysakkaridi-ryhmä ovat **fruktaanit**. Kasvien fruktaanipitoisuudet ovat korkeimmillaan syksyllä kasvien valmistautuessa talvehtimiseen. Kasvien kaksivaiheisen karaistumisprosessin ensimmäisessä vaiheessa fruktaanipitoisuus nousee. Hevosen elimistön ruoansulatusentsyymit eivät pysty hajottamaan fruktaaneja, joten ne kulkeutuvat hajoamattomina paksusuoleen. Fruktaanien hajoaminen aiheuttaa nopeasti grampositiivisten bakteerien, kuten *Streptococcus bovis*, *Streptococcus equinus* ja *Lactobacillus spp.* nopean lisääntymisen. Paksusuoleessa bakteerien hajottaessa fruktaania syntyy maitohappoa ja suolen pH laskee ja tämän seurauksena hyödyllistä mikrobistoa kuolee. Fruktaanien hajoamisen yhteydessä syntyy myös amiineja, jotka Crawfordin, Sepulvedan, Elliotin, Harrisin ja Baileyn (2007) mukaan häiritsevät kavioiden verenkiertoa. Osa gramnegatiivisista mikrobeista erittää endotoksiineja, jotka vapautuvat mikrobisolun kuollessa ja hajotessa suolistossa. (Heikkinen 2009, 24; Lillkvist 2007, 19, 314; Loving 2006, 77; Väli-salo 2009, 29.)

Rehuanalyyseissä ei käytetä ilmaisua hiilihydraatit, vaan se on jaettu typpettömiin uuteaineisiin sekä raakakuituun. Raakakuituun kuuluvat kaikkein huonoiten sulavat hiilihydraatit kuten selluloosa ja ligniini. Sokerit ja täkkelys kuuluvat typpettömiin uuteaineisiin. (Lillkvist 2007, 20.)

Rasvat koostuvat glyseroli-osasta ja siihen liittyvistä kolmesta rasvahaposta. Rasvahappoja tarvitaan ihon ja karvan toimintaan. Muita rasvahappoja, linolihappoa lukuunottamatta, muodostuu hevosen elimistössä riittävästi. Linolihappoa sisältävät kasviöljyt, kuten auringonkukkaöljy, vehnänalkioöljy, soijaöljy, maissiöljy ja pellavansiemenöljy. Osa hevosen energiantarpeesta voidaan korvata kasviöljyllä, joka hajoaa ohutsuolessa sappinesteen avulla. Hevosen elimistö vaatii 4–5 viikon totutuksen, että se pystyy hyödyntämään rasvoista saatavan energian. Rasvaa hajottavat entsyymit ovat eri entsyymejä kuin täkkelystä hajottavat entsyymit, joten osa vilja-annoksesta

voidaan korvata rasvoilla ja näin estetään liiallisen tärkkelyksen joutuminen pakusuoleen. (Lillkvist 2007, 26; Saastamoinen 2007a, 14.)

Valkuaisaineet ovat hevosen elimistölle tärkeitä rakennusaineita, kaikki elimistön kudokset, entsyymit, hormonit ja vasta-aineet ovat rakentuneet valkuuaisaineista eli proteiineista. Valkuaisaineet koostuvat aminohapoista, joita on yhteensä noin 20. Hevonen tarvitsee valkuuaisaineita elimistön ylläpitoon, kasvuun, tiineyteen, maidontuotantoon, lihasten kasvuun sekä lihastyöhön. Hevosen pieneliöstö pystyy valmistamaan mikrobivalkuuaista, mutta esimerkiksi varsojen suolistossa mikrobivalkuuaista ei muodostu riittäviä määriä, joten niiden kohdalla tulee ruokinnassa huolehtia valkuuais-täydennyksestä. Myös suoritushevosten valkuuaistarve on kovan rasituksen myötä kohonnut. (Frape 2004, 39; Lillkvist 2007, 41, 287; National research council 2007, 54; Saastamoinen 2007a, 17.)

Runsaasti valkuuaista sisältäviä, hevoselle sopivia rehuja, ovat soija, sinimailanen, rypsirouhe ja maitojauhe sekä kaupalliset valkuuaistiivisteet. Karkearehujen valkuuaispitoisuus saadaan selville rehuanalyysin avulla. Puna-apila lisää heinän valkuuaispitoisuutta. Karkearehujen ihanteellinen valkuuaispitoisuus vaihtelee hevosen käyttötarkoituksen mukaan. Suurimmillaan valkuuaispitoisuuden tulisi olla varsojen ja siitoshevosten karkearehuissa, joiden raakavalkuaisen on oltava 12–15 %, kilpahevosille suositus on 10–12 % ja harrastehevosille 8–10 %. Mitä enemmän rehu sisältää välttämättömiä aminohappoja, sitä paremmin hevonen pystyy niitä hyväksikäyttämään. (Cuddeford 2003, 37–38; Saastamoinen 2007a, 17, 27.)

Argenzion (1993) mukaan valkuuaisaineiden pilkkoutuminen alkaa mahassa pepsiniin ja suolahapon avulla. Ohutsuolessa työtä jatkaa haimanesteen sisältämä proelastasi, trypsiini ja kymotrypsiini. Suolen epiteelisolujen pintakalvolla olevat peptidaasit saattavat työn loppuun. Aminohapot imeytyvät verenkiertoon ja kulkevat sen mukana paikkaan, jossa sitä tarvitaan, kuten lihaksiin. (Ellis & Hill 2005, 62.)

Hevoselle välttämättömiä aminohappoja on kymmenen: lysiini, metioniini, tryptofaani, fenylalaniini, treoniini, leusiini, isoleusiini, valiini, arginiini ja histidiini. Näitä aminohappoja elimistö ei pysty muodostamaan, vaan ne tulee saada rehuista. Jos yksi näistä tärkeistä aminohapoista puuttuu, kutsutaan sitä raja-aminohapoksi. Tämän puuttuvan aminohapon vuoksi valkuuaisainetta ei pysty muodostumaan. Hyvin usein puuttuva aminohappo hevoselle on lysiini, jonka vajaus rajoittaa varsojen kasvua. Valkuuaista hevoset saavat ravinnon mukana sekä kuolleista suolen pieneliöistä joiden, kudokset vapautuu hevosen käyttöön. Valkuaisaineet eivät varastoidu sellaisenaan

elimistöön, vaan ylimääräinen valkuaisaine muuttuu energiaksi. Lisäksi liika valkuaisen saanti rasittaa hevosen munuaisia ja voi aiheuttaa allergiaoireita. (Beasley 2013; Lillkvist 2007, 23; National research council, 54; Saastamoinen 2007a, 17.)

Kivennäisaineet ovat tärkeitä hevosen elintoiminnoissa, kuten happoemästasapainossa, luuston rakennusaineina, energian siirrossa ja entsyymitoiminnoissa kofaktoreina. Kofaktorilla tarkoitetaan entsyymin rakenteessa olevaa molekyyliosaa, joka on välttämätöntä entsyymin aktiivisuudelle. Jotkin kivennäisaineet ovat olennaisia vitamiinien, hormonien ja aminohappojen rakenneseosia. Kivennäisaineita ei muodostu hevosen elimistössä, vaan kaikki tulee saada ravinnon mukana. (National research council 2007, 69; Solunetti 2006.)

Hevonen saa suurimman osan välttämättömistä kivennäisaineista rehuistaan. Rehujen kivennäisainepitoisuus ja niiden saatavuus riippuvat maaperän kivennäisainekoostumuksesta, kasvilajeista, kypsyysasteesta ja korjuuajankohdasta. Rehujen kivennäisainepitoisuus tulisi selvittää rehuanalyysin avulla, jotta hevosen ruokinnan voi suunnitella mahdollisimman tarkoituksenmukaiseksi. Analyysin avulla pystyy arvioimaan ja valitsemaan hevosen ruokintaan parhaiten sopivat täydennysrehut. Täysrehujen ja tiivisteiden kivennäisainepitoisuus selviää valmisteen tuoteselosteesta. Vertaamalla hevosen ravintoainesuosituksia ja valmisteen tuotesisältöä, ottaen huomioon rehun todellinen päiväannos, voidaan selvittää ruokinnan sopivuus ja taloudellisuus hevoselle. (Lillkvist 2007, 198; National research council 2007, 69.)

Lewisin (1995) mukaan myös verinäytteen avulla pystytään selvittämään, jos hevosen kärsii puutostilasta tai saa jotain kivennäisainetta liikaa. Verinäyte kertoo parhaiten hevosen fosforin, magnesiumin, kaliumin, natriumin, kloridin, kuparin, mangaanin, seleenin ja sinkin saannista, muttei niinkään kalsiumin-, jodin- ja koboltintasosta. (National research council 2007, 70.)

Liian vähäinen kivennäisaineiden saanti aiheuttaa puutosoireita, mutta toisaalta myös yliannostus rasittaa elimistöä. Osa kivennäisaineista, kuten kupari ja seleeni, ovat yliannostuksena myrkyllisiä. Kivennäisaineiden vääränlaiset keskinäiset suhteet haittaavat niiden imeytymistä. Seuraukset vääränlaisesta kivennäisruokinnasta ovat vakavampia kasvavalla varsalla, jolloin esimerkiksi luuhun voi tulla epämuodostumia. Ruokinnassa hevosen tulisi saada yhtä aikaa kivennäisaineet sekä vitamiinit, jotta ne tehostaisivat toistensa imeytymistä. (Cuddeford 2003, 40–41; Lillkvist 2007, 114, 140.)

Makrokivennäisiä eli arkikielessä kivennäisiä hevonen tarvitsee grammoja, kun taas mikrokivennäisiä eli hivenaineita milligrammoja tai vähemmän. Makrokivennäisiin kuuluvat kalsium, fosfori, natriumkloridi, magnesium ja kalium. Kaikkein tärkeintä on huolehtia kivennäisten keskinäisestä tasapainosta ja ennen kaikkea kalsiumin ja fosforin oikeasta suhteesta, joka on 1,5-2/1. Vääränlainen kalsiumin ja fosforin suhde, tai suuresti virheellinen annostus, voivat aiheuttaa hevoselle vakaviakin luustohäiriöitä. Natriumkloridin tarve voidaan tyydyttää suolalla. Magnesiumin tehtävät elimistössä liittyvät luustoon, hermostoon ja lihaksistoon. Kalsiumin ja magnesiumin suhteen tulisi olla 2,5/1. Näiden kivennäisaineiden tehtävät liittyvät paljon toisiinsa, joten elimistön oikeanlaisen toiminnan vuoksi tulee suhdeluvun olla kunnossa. Kasvikunnan tuotteet sisältävät hyvin kaliumia. Kaliumin tehtävät elimistössä liittyvät happo-emäs-tasapainoon sekä lihasten toimintaan, hermoimpulssien siirtoon ja energian tuotantoon. (Lillkvist 2007, 114–119.)

Mikrokivennäisiin kuuluvat rauta, kupari, sinkki, mangaani, seleeni, jodi, koboltti, pii ja rikki. Rauta on tärkeä hemoglobiinin ja monien entsyymien muodostumisessa. Kupari liittyy myös hemoglobiinin muodostukseen sekä ihoon, pigmenttiin, luustoon ja hermostoon. Sinkki vaikuttaa entsyymi- ja hormonitoimintaan, energia-aineenvaihduntaan, luustoon, immuunijärjestelmään ja ihoon. Mangaani on entsyymien osa sekä hermoston ja lihaksiston toiminnassa mukana. Puute voi aiheuttaa vikoja luustossa ja nivelissä. Seleenin puute on nykyään harvinaisempaa, sillä lannoitteisiin lisätään seleeniä. On hyvä kuitenkin huomioida, että luomuheinä ja luomukaura sisältävät niukasti seleeniä, koska viljelyssä ei käytetä kivennäislannoitteita ja Suomen maaperän seleenipitoisuus on niukka. E-vitamiini ja seleeni toimivat elimistössä vuorovaikutuksessa ja voivat jopa korvata toisiaan. Seleenin puutos aiheuttaa lihasrappeumaa ja lihasten väsymistä lisäksi sen on todettu vaikuttavan immuunijärjestelmään eläimillä. Jodin tärkein tehtävä on tyroksiinihormonin valmistuksessa ja sen puute aiheuttaa ongelmia kilpirauhasessa. Tyroksiini vaikuttaa aineenvaihduntaan ja energian tuotantoon. Koboltti on B₁₂-vitamiinin ainesosa ja se on mukana hemoglobiinin valmistuksessa. Puutoksesta voi seurata anemiaa, kasvun hidastumista ja yleiskunnon laskua. Piin uskotaan vaikuttavan rustoihin ja jänteisiin. Rikki on aineosana kysteiinissä ja metioniinissä sekä B-ryhmän vitamiineissa tiamiinissa ja biotiinissa. Kysteiini ja metioniini ovat mukana lähes kaikissa elimistön proteiineissa ja entsyymeissä. (Coenen 2010, 99; Farmit.net s.a.; Hietaniemi ym. 2001; Lillkvist 2007,142; National research council 2007, 87–98.)

Hevonen käyttää **vitamiineja** normaaleihin elimistön toimintoihin. McDowellin (2000) mukaan vitamiinit ovat tärkeitä aineenvaihdunnalle ja niiden puute voi aiheuttaa sai-

rauksia. Hevonen tarvitsee vitamiineja ravintoaineista määrällisesti vähän. Tarvemäärien erot vitamiinien välillä ovat suuria, esimerkiksi E-vitamiinin tarve on ainakin 1000 kertaa suurempi kuin vaikkapa B₁₂-vitamiinin. Hevosen vitamiinien tarve pystytään tyydyttämään rehuissa luonnollisesti esiintyvien vitamiinien avulla, vitamiinivalmisteilla, kudosten synteessin avulla sekä mikrobien avulla ruoansulatuskanavassa. (Cuddeford 2003, 48; Frape 2004, 88; National research council 2007, 109.)

Kasveissa vitamiinit esiintyvät esiasteina, jotka hevosen elimistö pystyy muuttamaan vitamiineiksi. Vitamiinien tarve vaihtelee hevosen iän, terveyden, ympäristön olosuhteiden, kuten ilmaston sekä käyttötarkoituksen mukaan. Vitamiinit jaotellaan rasvaliukoisiin ja vesiliukoisiin vitamiineihin. Rasvaliukoisia vitamiineja hevonen pystyy varastoimaan elimistönsä 2–3 kuukauden tarpeisiin. Rasvaliukoiset vitamiinit varastoituvat hevosen rasvakudokseen ja elimiin, kuten maksaan ja munuaisiin. Jos vesiliukoisia vitamiineja on elimistön tarpeeseen nähden liikaa, poistuvat ne virtsan mukana. Vesiliukoisista vitamiineista ei siis voi tulla yliannostusta. Vitamiinit imeytyvät ohutsuolessa. (Cuddeford 2003, 48; Ellis & Hill 241; Frape 2004, 88; Saastamoinen 2007a, 18.)

Rasvaliukoisiin kuuluvan A-vitamiinin esiasteita eli karotenoideja esiintyy kasvikkunan tuotteissa. Elimistö valmistaa karotenoideista maksassa A-vitamiinia. A-vitamiini on tärkeää elimistön vastustuskyvylle sekä limakalvoille ja silmille. Erityisesti vuoden vaihteen jälkeen tulee huolehtia hevosen riittävästä A-vitamiinin saannista, koska karotenoidit tuhoutuvat rehuista helposti. D-vitamiini syntyy iholla auringonvalon vaikutuksesta, tuoreet kasvit sisältävät sitä vähän. D-vitamiini varastoituu A-vitamiinin tavoin maksaan. D-vitamiinin tehtävät liittyvät luustoon ja sen tärkein tehtävä on turvata kalsiumin ja fosforin imeytyminen. Valmennuksen alussa nuorilla hevosilla kasvaa D-vitamiinin tarve. D-vitamiinin puutosoireita pahentaa liiallinen kalkin saanti. (Lillkvist 2007, 92; National research council 2007, 117; Saastamoinen 2007a, 18–19.)

E-vitamiinin saanti on erityisen tärkeää kilpa- ja siitoshevosille. E-vitamiinin puutos voi aiheuttaa lihasten toimintahäiriöitä ja ongelmia hedelmällisyydessä ja lisääntymisessä sekä heikentää immuunipuolustusta. Tuore ruoho ja säilörehu sisältävät E-vitamiinia. Kilpahevosen tulisi saada E-vitamiinilisää rehuissaan koko sisäruokintakauden ajan. Ruokinnan rasvalisä nostaa E-vitamiinin tarvetta. Hevosen tulisi saada jokaista öljydesilitraa kohti 200 mg E-vitamiinia normaalin tarpeen lisäksi. Neljäs rasvaliukoinen vitamiini on K-vitamiini. Suolistobakteerit valmistavat menakinoneja, joista yhdessä kasveista saatavan fyllokinonin kanssa muodostuu K-vitamiinia. K-vitamiinin tärkein

tehtävä on veren hyytyminen. Pitkä antibioottikuuri voi lisätä hevosen K-vitamiinin tarvetta. Kaikki vihreät kasvit sisältävät fylokinonia, mutta viljoissa sitä on vähän. (Coenen 2010, 99; Lillkvist 2007, 92; National research council 2007, 117; Saastamoinen 2007a, 18–19.)

Vesiliukoisista vitamiineista hevosen suolistomikrobisto valmistaa B-ryhmän vitamiineja. Pieneliöstön toiminnan häiriintyessä, heikkenee myös vitamiinien tuotanto. B₁-vitamiinia eli tiamiinia hevonen tarvitsee hiilihydraateista saatavan energian hyväksikäyttöön. Puutosoireet ovat lihaskipuja, hermosto-oireita ja laihtumista. Yleisintä B₁-vitamiinin puutos on kilpahevosilla. B₂-vitamiini eli riboflaviini on tärkeää solujen aineenvaihdunnassa, karvapeitteen hyvinvoinnille, limakalvojen toiminnalle ja silmien sekä kavioiden hyvinvoinnille. B₂-vitamiinin puute voi aiheuttaa kasvuhäiriöitä, huonoa peitinkarvaa ja lihasten toimintahäiriöitä. B₃-vitamiini eli niasiini on tärkeää hiilihydraattien ja valkuaisaineiden aineenvaihdunnalle. Puutosoireita ovat lihasjäykkyys, anemia ja huonosti paranevat haavat. B₆-vitamiini eli pyridoksiinin puutosoireet ovat hermostohäiriöt, lihasjäykkyys, anemia ja ihoreaktiot. B₆-vitamiinin tarve nousee jos ruokintaan lisätään rasvaa. B₁₂-vitamiini eli kobalamiini on tärkeässä osassa punaisten verisolujen valmistumisessa. Puutosoireita ovat anemia, kasvun hidastuminen, huono yleiskunto ja hermostohäiriöt. Foolihapon puute aiheuttaa anemiaa ja häiriöitä valkosolujen muodostumisessa. Koliini on tärkeää rasva-aineenvaihdunnalle, ja rasvaliukoisten vitamiinien imeytymiselle. Puutteesta on mahdollista seurata maksan toimintahäiriöitä, myös kasvu voi heiketä. (Ellis & Hill 2005, 248; Lillkvist 2007, 105–113.)

Biotiinin eli H-vitamiinin puute voi aiheuttaa kavioiden ja ihon hyvinvoinnin heikkene- mistä. Biotiini on mukana elimistön hiilihydraattien, valkuaisaineiden ja rasvojen toiminnassa. B₅-vitamiini eli kalsiumpangamaatti on myös mukana hiilihydraattien, rasvojen ja proteiinien toiminnassa. Carrollin, Gossin ja Howellin (1949) mukaan B₅-vitamiinia syntetisoidaan hevosen ruoansulatuksen pieneliöstön avulla. B₅-vitamiinin puutos voi aiheuttaa ihoreaktioita, suolistotulehdusta ja hermotulehdusta. Betaiini on aminohappoa muistuttava molekyyli, jota on mm. sokerijuurikkaassa. Sen on tiedetty liittyvän elimistön koliiniaineenvaihduntaan. Betaiini estää maksan rasvoittumisen ja sen vuoksi sitä kutsutaan lipotroopiksi. C-vitamiinia muodostuu hevosen elimistössä. Puutosoireet ovat heikentynyt vastustuskyky, ruokahaluttomuus, huono peitinkarva sekä huonosti paranevat haavat. (Ellis & Hill 2005, 248; Junnila 2000; Lillkvist 2007, 105–113.)

Vesi on yksi tärkeimmistä asioista hevosen ruokinnassa. Nestetasapainonsäätelyn ja ruoansulatuksen kannalta veden saanti on elintärkeää. Hevosen elimistön vesipitoisuus on noin 65 % ja varsoilla vielä korkeampi, minkä vuoksi varsat ovat erityisen herkkiä nestehukalle ja sen seurauksille. Hevonen saa vettä elimistöönsä juomalla ja rehuista. Rehujen vesipitoisuus vaihtelee suuresti, tuore ruoho sisältää vettä 75–80 %, kun taas säilöheinän kosteuspitoisuus on 30–50 %. Muhosen ym. (2008) mukaan kuivaheinällä ruokittavat hevoset juovat enemmän kuin säilöheinää saavat. (Andersson 2010, 6; Frape 2004, 109; Hevostietokeskus 2009; Saastamoinen 2007a, 27.)

Hevonen juo vettä normaalisti 30–40 litraa/vrk, mutta esimerkiksi kova valmennus ja maidontuotanto voivat lisätä veden kulutusta huomattavasti. Hikoillessa vettä haihtuu ihon kautta runsaasti. Hikoilu ei aiheuta hevoselle kovinkaan tehokkaasti janon tunnetta, joten hevosen riittävästä nesteestä ja suolan saannista on huolehdittava. Kuumissa lämpötiloissa runsaasti hikoileva hevonen menettää runsaasti nesteitä sekä elektrolyyttejä ja uhkana on elimistön kuivuminen. Yli 10 %:n nestehukka voi uhata hevosen henkeä. Kovan harjoituksen tai kilpailun jälkeen tarjottava suuri määrä kylmää vettä voi altistaa hevosen ähkylle tai kaviokuumeelle. Imettäville tammoilla nestettä poistuu elimistöstä maidon mukana. (Frape 2004, 109–110; Hevostietokeskus Tietoportti s.a.; Lillkvist 2007, 241.)

Kylmissä olosuhteissa veden lämpötilan tulisi olla 7–18° celsiusastetta, jolloin hevoset juovat sitä paremmin. Hevoselle tarjottavan veden tulee olla aina puhdasta, raikasta ja täyttää juomaveden vaatimukset. Pilaantunut vesi voi aiheuttaa hevosen suolistoon mikrobihäiriöitä. (Frape 2004, 109–110; Saastamoinen 2007a, 13.)

Vesikupin virtaamisnopeuden pitäisi olla 5–10 litraa minuutissa. Vesikuppien toimivuutta ja puhtautta pitää seurata. Laitumille vietävä vesi täytyy vaihtaa usein, sillä auringon lämmössä veden laatu heikkenee äkkiä. (Lillkvist 2007, 242.) Tulee myös huolehtia, että kaikki hevoset osaavat käyttää juomakuppeja ja mahdollisesti tilanteen vaatiessa tarjota ämpärijuotto mahdollisuus.

Veren natrium pitoisuus säätelee hevosen janontunnetta ja antidiureettihormonin vapautumista. Hikoillessa hevonen menettää elektrolyyttejä kuten natriumia, kloridia ja kaliumia. Voimakkaan hikoilun seurauksena hevosen nestetasapaino voi häiriintyä ja tämän vuoksi raskasta työtä tekeville hevosille ei riitä suolan saannin turvaamiseen pelkkä suolakivi. Kilpahevonen voi tarvita jopa 100g suolaa harjoituksen tai kilpailun jälkeen saadakseen suolatason elimistössään riittäväksi. Hevoselle voidaan juottaa

rasituksen jälkeen vettä, johon on lisätty suolaa 9g/l. Veden voi maustaa esimerkiksi melassilla. (Hevostietokeskus Tietoportti s.a.)

Hevosen elimistön kuivuminen voidaan havaita hevosen ruokahalun huonontumisena, ulostamisen vähenemisenä, hevosen väsyneenä olemuksena ja lanta voi olla koostumukseltaan normaalia kuivempaa, lisäksi nestehukka heikentää hevosen suorituskykyä. Ihotestin avulla voidaan arvioida nestehukkaa ja kapillaarien täyttymisen kestona, nestehukasta kärsivän hevosen suu on kuivempi kuin tavanomaisesti. (Hevostietokeskus Tietoportti s.a.)

2.2 Hevosen ruokinta

Voidaan perustellusti todeta, että hevosen ruokinnan kulmakivi on mahdollisimman hyvälaatuinen heinä. Planckin ja Rundgrenin (2005) mukaan hevosen suoliston toiminta huononee ja hidastuu, jos se saa liikaa väkirehuja ja liian vähän karkearehuja. Medinan, Girardin, Jacototin ja Julliandin (2002) tutkimuksen mukaan hevosten, joita ruokitaan suurilla tärkkelysmäärillä, suoliston pH arvo oli pienempi kuin hevosilla, joiden ruokinta sisälsi paljon kuituja. Meyerin (1987) mielestä karkearehu on tärkein tekijä ruoansulatusjärjestelmän toimimisessa ja se tyydyttää myös hevosen pureskelun tarpeen. Väkirehuksi valitaan yleisimmin kaura, joita täydennetään sopivilla lisärehuilla, tai valmis täysrehu, joka sisältää hevosen tarvitsemat ravintoaineet. (Elander & Hellström 2009, 5; Saastamoinen 2007a, 24–25; Ringmark 2008, 14.)

TAULUKKO 3. Hevosen ruokinnassa käytettävät rehut.

Karkearehut:

- Laidun
- Heinä
- Säilöheinä- ja rehu
- Viher- ja heinäjauhopelletit
- Olki

Väkirehut:

- Viljat
- Teolliset rehut (Täysrehut, tiivisteet, sokeriteollisuuden sivutuotteet, kivennäis- ja vitamiinirehut, valkuaisrehut, pellavansiemenet, pellavansiemenrouhe, öljyt)

Hevosen ruokinnassa tulee laadukkaiden rehujen lisäksi osata oikea ruokintatekniikka. Ruokinnan tulisi pysyä mahdollisimman samanlaisena ja jos muutoksia joudutaan tekemään, tulee ne tehdä 1–2 viikon ajan jaksolla. Minimimäärä päivittäisiin ruokintakertoihin on kolme. Mitä voimakkaampaa ja suurempia hevosen saamat rehuannokset ovat, sitä useampia ruokintakertoja hevonen tarvitsee. Ennen ja jälkeen rasiituksen hevonen tarvitsee noin tunnin välin ruokintaan. (Saastamoinen 2007a, 34.)

2.2.1 Rehuanalyysi

Hevosen ruokinnan tulisi perustua rehuanalyysiin. Rehuanalyysin avulla voidaan selvittää rehun laatu ja ravintosisältö. Kaupallisissa valmisteissa rehun koostumuksen ja ravintoarvojen tiedot löytyvät pakkauksesta. Tiloilla tuotetuista rehuista vain rehuanalyysi voi kertoa totuuden rehun ravintoarvillisesta sisällöstä. Väkirehujen, kuten viljojen osalta vaihtelu koostumuksessa on suhteellisen pientä, joten tarvittavat tiedot löytyvät esimerkiksi MTT:n rehutaulukoista. Karkearehujen osalta tilanne on toinen. Hevosen ruokintaa täydentävien lisärehujen tarvetta on miltei mahdotonta arvioida ilman karkearehuista tehtävää rehuanalyysiä. (Hellämäki 2009, 39; Hevostietokeskus Tietoportti 2013; MTT s.a.)

Rehun laatuun vaikuttaa hygieeninen ja ravitsemuksellinen laatu. Hygieeniseltä laadultaan huono rehu voi sisältää homeita, hiivoja, pölyä, multaa ja bakteereja, joista voi aiheutua suoliston sairauksia, hengitystieongelmia ja allergioita. Kantaville tammoille rehujen homeet voivat aiheuttaa kohtutulehduksia ja luomisia. Rehujen ja veden hyvällä hygieenisellä laadulla voidaan ennaltaehkäistä hengitysteiden ja suoliston sairauksia, allergioita sekä kasvun ja suorituskyvyn heikkenemistä. (MTT s.a.; Saastamoinen 2007a, 25; Saastamoinen 2006, 2–4.)

Ravitsemukselliseen laatuun vaikuttaa rehun viljely- ja korjuutekniikka, varastoinnin ja säilönnän onnistuminen sekä käytettävä raaka-aine. Rehun ollessa huonoa ravintoarvoiltaan kasvaa riski ravintoaineiden puutoksesta, toisaalta analyysin avulla voidaan myös välttyä jonkin ravintoaineen liiallisesta saannista. Ravintoaineiden puutokset rehuissa heikentävät varsojen kasvua ja kehitystä, tammojen maidontuotantoa ja kilpahevosten suorituskykyä. Huonolaatuiset rehut aiheuttavat myös ongelmia suolistoon ja nivelten täyttymistä. (MTT s.a.; Saastamoinen 2007a, 25; Saastamoinen 2006, 2–4.)

Ravitsemuksellisen laadun mittareita ovat rehun koostumus, rehuarvot ja sulavuus. Jos ravinto on laadultaan huonoa, seuraa siitä ravintoaineiden puutostiloja, josta voi seurata kasvun heikkenemistä ja suorituskyvyn laskua. Laadullisesti huono ravinto heikentää myös siitostammojen maidontuotantoa. (Elander & Hellström 2009, 4; Saastamoinen. 2007a, 24–25.)

Jokaisesta rehuerästä tulisi tehdä oma analyysinsä, sillä kasvustossa tapahtuvat muutokset ovat suuria kasvun ja korjuun edetessä. Analyysissä selvitetään rehun säilönnällinen laatu, jonka tunnuslukuja ovat pH, ammoniakkityppi, maito- ja muura-haishappo, haihtuvat rasvahapot, liukoinen typpi sekä sokeri. Koostumuksen säilörehun ja heinän osalta kertovat D-arvo, kuiva-aine pitoisuus, tuhkapitoisuus, raakavalkuainen sekä kuitu. D-arvo kertoo sulavan orgaanisen aineen määrän rehun kuiva-aineessa. Mitä korkeampi D-arvo rehulla on, sitä paremmin se sulaa hevosen ruoansulatuskanavassa. Tavoiteltava D-arvo riippuu eläimen käyttötarkoituksesta. Rehuarvoista kertovat ME-arvo sekä SRV, eli sulava raakavalkuainen. Edellisten lisäksi karkearehusta voidaan teettää myös laaja tai suppea kivennäisanalyysi. Rehuanalyysijä tekevät esimerkiksi Valio, Viljavuuspalvelu, Suomen ympäristöpalvelu sekä Novalab. (Hevostietokeskus Tietoportti 2013; MTT s.a.; Rinne & Sairanen 2010, 17; Saastamoinen 2007a, 26.)

2.2.2 Karkearehut

Karkearehu on hevosen ruokinnan perusta. Hyvä heinä tuoksuu miellyttävälle, on lehtevää, vähäkortista ja pölytöntä. Kortinen heinä sisältää paljon kuituja, mikä laskee heinän sulavuutta ja heikentää valkuaisaineiden ja kivennäisten hyväksikäyttöä. Huonosti sulava rehu heikentää rehuannoksen sulavuutta kokonaisuudessaan, eivätkä ravintoaineet imeydy. Hevonen ei välttämättä saa korsiintuneesta heinästä riittävästi energiaa, sillä se ei pysty syömään täyttävää rehua riittävä määrä. Heinää ostettaessa tärkeintä on heinän laatu, sillä täydennysrehulla ruokinnan täydentäminen tulee kalliiksi. (Lillkvist 2007, 146–154; Saastamoinen 2006, 2–4.)

Parhaiten hevoselle sopii timoteiheinä, jossa on esimerkiksi nurmi- ja ruokonataa. Heinän ravintoainesisältöä ei kuitenkaan pysty silmämääräisesti arvioimaan, vaan ainoan luotettavan tuloksen saa rehuanalyysin avulla. Ainoastaan kuivaheinän A-vitamiini pitoisuutta voidaan arvioida heinän vihreyden perusteella. Mitä vihreämpää heinä on sitä enemmän siinä on karoteenia. Paras mahdollinen vaihtoehto hevoselle on laidun. On hyvä muistaa, että ennen laidun- tai sisäruokintakauden alkua hevonen

tulee totuttaa tulevaan ruokinnan muutokseen. Suoliston pieneliöt ovat erityisen herkkiä rehun valkuaisen ja sokerin muutoksille. (Lillkvist 2007, 146–154; Saastamoinen 2006, 2–4.)

Lähteiden mukaan hevoselle tulisi antaa kuivaa heinää vähintään 1,5 kg KA/ 100 elopaino kiloa kohti tai vähintään 6–7 kiloa päivässä. Heinän päiväannos ei saa olla liian alhainen, sillä siitä seuraa hevoselle suoliston toimintahäiriöitä. Saastamoisen mukaan hevosen suoliston hyvinvoinnin kannalta vähintään puolet rehunannoksesta on oltava karkearehua. Vähällä käytöllä olevan hevosen energiantarve on mahdollista tyydyttää pelkällä karkearehulla. Laadultaan hyvässä karkearehussa on sokereita 5–150 g/kg KA. Niittoajalla voidaan vaikuttaa heinän sokeripitoisuuteen, puolenpäivän jälkeen niitetyssä heinässä on korkeampi sokeripitoisuus kuin aamulla niitetyssä. (Lillkvist 2007, 159, 171; Saastamoinen 2007a, 27, 29–33.)

Hevosen ruokinnan heinäpitoisuuden osuus voi vaihdella käyttötarkoituksen mukaan 60–90 %:in välillä, jolloin väkirehun osuus ruokinnasta on 10–40 %. Jos hevosta ruokitetaan väkirehuvoittoisesti, saa se suurimman osan energiastaan glukoosina. Karkearehua suurimmaksi osaksi sisältävässä ruokinnassa iso osa energiasta saadaan haihtuvista rasvahapoista. (Cuddeford 2003, 31; National research council 2007, 37; Saastamoinen 2007a, 14, 33.)

Karkearehu kannattaa antaa hevosille ennen väkirehujä. Ranskalaiset ja saksalaiset tutkimukset (Frape 2004, 30.) ovat osoittaneet, että jos väkirehut annetaan kaksi tuntia karkearehujen jälkeen, ovat plasman ureapitoisuudet matalammat. Cabrera, Juliand, Faurie ja Tisserand (1992) havaitsivat myös plasman aminohappopitoisuuksien olevan korkeammalla syömisen aikana, verrattuna tilanteeseen, jossa väki- ja karkearehut annettiin yhtä aikaa. Nämä tutkimukset osoittavat Frapen (2004, 30–31.) mukaan sitä, että ruokintajärjestys vaikuttaa rehuista hyödynnettävien proteiinien määrään.

Laadukkaan **säilörehun- ja heinän valmistukseen** vaikuttavat monet tekijät heinän korjuusta sen oikeanlaiseen säilöntään. Viljelijä tekee jo paljon ennen heinän korjuuta tärkeitä valintoja, jotka vaikuttavat nurmisadon onnistumiseen. Nurmi tulee perustaa oikealla tavalla, näin turvataan tulevien vuosien sato. Viljavuusnäytteet antavat osviittaa oikeanlaisten lannoitteiden valintaan nurmen perustamisvaiheessa. Tarvittaessa nurmi tulee täydennyskylvää ja myös rikkakasvien torjunnasta kannattaa huolehtia. (ProAgria 2010, 31–70.)

Karkearehujen säilönnän tarkoituksena on pysäyttää kasveissa olevien entsyymien toiminnan jatkuminen, sekä estää haitallisten mikrobin kasvaminen, mutta samalla edistää hyödyllisten mikrobin toimintaa. Elinympäristön sopivuuteen mikrobin osalta vaikuttavat vesi, pH, happipitoisuus, lämpötila ja ravintoaineet. (Jaakkola, Sairanen, Nousiainen & Rinne 2010, 87.)

Rehut sisältävät maitohappobakteereita luonnostaan ja ne parantavat rehun säilymistä. Maitohappokäymisestä johtuen sokeri muuttuu maitohapoksi ja samalla pH-arvo laskee. Säilönnän alussa mahdollisesti tapahtuva lämpeneminen johtuu kasvien entsyymien ylläpitämästä hengitystoiminnasta. Lämpeneminen aiheuttaa ravintoaineiden menetystä sekä parantaa pilaantumiseen johtavien mikrobin kasvuympäristöä. Myös kasvien valkuaisarvo heikkenee ja lämpenemisessä muodostuva ammoniakki nostaa rehun pH-arvoa. Säilönnässä tulisi saavuttaa mahdollisimman nopeasti hapettomat olosuhteet ja alhainen pH. Rehun kosteus vaikuttaa haluttuun happamuuteen, mitä kuivempaa rehu on, sitä korkeampi pH saa olla. (Jaakkola ym. 2010 87–90.)

Rehujen sisältämät haittamikrobit voivat aiheuttaa ravintoainetappioiden lisäksi eläimelle myös terveydellistä haittaa. Mikrobit voivat muuttaa rehuissa olevan sokerin ja maitohapon etanoliksi sekä voi- ja etikkahapoksi. Aerobiset mikrobit kuten jotkin hiivät, homeet, bacillukset ja listeria, aiheuttavat ongelmia, ellei rehusta saada nopeasti happea pois. Anaerobisissa olosuhteissa viihtyvien haitallisten mikrobin, kuten maitohappobakteerin ja kolibakteeriin, kasvumahdollisuuksia voidaan heikentää pH:ta lasquemalla, rehun riittävällä kuiva-ainepitoisuuden ja säilöntäaineiden antimikrobiaalisilla ominaisuuksilla. (Jaakkola ym. 2010, 88.)

Lisäksi hevosen karkearehun tarvetta voidaan ainakin osittain tyydyttää myös **kauran- ja vehnänojella**. Myöhäisestä korjuuajankohdasta johtuen laadukasta kauranolkea on vaikeaa saada. Oljen ravintosisältö on niukka ja sillä on ummettava vaikutus. Korrenvahvistajalla käsitellyn viljan olkea ei saa käyttää hevoselle. Hevosille voidaan antaa myös myös viherrehua eli viher- ja heinäjauhopellettejä. (Lillkvist 2007, 165–167; Saastamoinen 2007a, 25–28.)

2.2.3 Laidun

Laiduntaminen tuo hevosen elämään vaihtelua. Laitumella hevonen saa toteuttaa lajinmukaista käyttäytymistä. Laidunnurmen pölyttömyys on ihanteellinen vaihtoehto hengitystiesairauksista kärsiville hevosille. Laitumen kunto ja hevosen käyttötarkoitus

vaikuttavat siihen, tarvitaanko laitumelle rehutäydennystä. Vähintäänkin nuolukivi ja puhdas ja raikas vesi ovat minimivaatimuksia. Laidunkauden aikana hevosen ruokintakulutkin pienenevät, joten hyötyjä on paljon. (Lillkvist 2007, 146–147.)

Hevosta kohti laidunalaan tarvitaan noin 0,25–0,5 ha. Loppukesällä laidunalan tarve on suurempi kuin alkukesällä. Ihanteellisimmassa tilanteessa laidun on pinnanmuodoltaan vaihteleva. Keski- ja Pohjois-Suomessa laitumille sopivin siemenseos koostuu timoteista ja nurminadasta. Etelä-Suomessa laitumien siemenseoksessa voidaan käyttää lisänä myös englanninraiheinää. Hevoselle laidunkasvuston ihanteellinen korkeus on 15–20 cm. (Saastamoinen 2007a, 27.)

Laidun kannattaa uusua 3–5 vuoden välein, näin rikkakasvit eivät valtaa alaa. Puhdistusniitto vähentää siementen välityksellä leviävien rikkakasvien esiintymistä ja ylikasvanut hevosilta syömättä jäänyt kasvusto saadaan pois. Hevoset eivät yleensä syö myrkyllisiä kasveja, jos sillä on tarpeeksi ravintoa tarjolla. Suolaheinät, leinikit ja kankaali ovat hevoselle haitallisia kasveja. Suokorte ja tyräkki ovat hevoselle myrkyllisiä kasveja. (Saastamoinen 2007b.)

2.2.4 Väkirehut

Väkirehujen tarkoituksena on tuoda hevosen ruokintaan lisää energiaa. Väkirehuksi voidaan valita vilja, jota täydennetään sopivilla lisärehuilla, tai valmis täysrehu, joka sisältää hevosen tarvitsemat ravintoaineet. Kannattaa muistaa että tärkkelyspitoisuuden noustessa hevosen ruokinnassa, kasvavat myös terveysriskit. Voimakkaalla väkirehuruokinnalla on Murrayn, Schusserin, Pipersin ja Grossin (1996) ja Nadeaun, Andrewsien, Mathewin, Argenzion ja Blackfordin (1998) mukaan yhteys mahahaavaan sairastumiseen ja Baileyen, Rycroftin ja Elliotin (2002) ja Baileyen, Baillonin, Rycroftin, Harrisin ja Elliotin (2003) mukaan myös kaviokuumeeseen sairastumiseen. (Ellis & Hill, 49; Lillkvist 2007, 20; Saastamoinen 2007a, 14; Saastamoinen 2006, 4.)

Yleisin ruokinnassa käytetty väkirehu on kaura, jonka sisältämä tärkkelys sulaa hevosen elimistössä muita viljoja paremmin. Kaura sisältää rasvaa enemmän kuin muut viljat. Saastamoisen mukaan kauraa ei tulisi antaa 4–5 kg enempää päivässä. On myös muita viljoja, joita voidaan käyttää hevosen ruokinnassa kuten: ohra, vehnä, ruis ja maissi. Ohra tulee hauduttaa ennen ruokintaa kuumassa vedessä tai vaihtoehtoisesti jyvät voidaan murskata. Myös vehnä kannattaa hauduttaa tai murskata ennen ruokintaa. Ruistakin voidaan käyttää ruokinnassa, mutta yleensä hevoset eivät pidä

rukiin mausta. Ulkomailla hevosen ruokinnassa käytetään paljon myös maissia, mutta sen tärkkelys hajoaa hevosen elimistössä huonosti. Potterin, Arnoldin, Householderin, Hansenin ja Brownin (1992) mukaan tärkkelyksen enimmäismäärä ruokintaa kohti on noin 0.35–0.4 % hevosen kokonaispainosta. (Lillkvist 2007, 168; Pagan s.a. 33; Saastamoinen 2007a, 17, 30; Saastamoinen 2006, 7.)

Viljan laatuun ja turvallisuuteen vaikuttavat kuivatus, korjuuolosuhteet, varastointi ja torjunta-aineiden oikeanlainen käyttö. Terveysongelmia voivat aiheuttaa myös viljan seassa olevat rikkakasvien siemenet ja haittaeläinten ulosteet. Homeiden kasvamista ehkäisee huolellisuus varastoinnissa ja kuljetuksissa sekä viljojen huolellinen kuivaaminen. (Saastamoinen 2006, 9.)

Viljaruokinnan yhteyttä hevosen käyttäytymiseen on spekuloitu ja tutkittu jonkin verran. Vilja-annoksella ruokitun hevosen veren glukoosipitoisuus nousee. Verenglukosiin vaihteluun vaikuttaa ruokinnan sisältö sekä yksilölliset erot. Ihmisillä on Holdenin (1995) mukaan todettu skitsofrenian, manian ja depression olevan seurausta aivojen glukoosipitoisuuksista ja insuliini resistenssistä. Nämä tekijät vaikuttavat serotoniinin tuotantoon. Manialla tarkoitetaan mentaalista ja fyysistä hyperaktiivisuutta sekä käyttäytymisen epäjärjestelmällisyyttä. Mania on ihmisillä yhdistetty hyperglykemiaan, jolla tarkoitetaan veren korkeaa sokeripitoisuutta sekä hyperserotonergiaan, joka merkitsee liiallista serotoniinin määrää. Tällainen käyttäytyminen voi olla tuttua joidenkin hevosten kohdalta ja Paganin mukaan ainakin teoriassa mahdollista. (Pagan s.a. 39.)

Täysrehut ja tiivisteet ovat hevoselle tarkoitettuja teollisesti valmistettuja rehuja. Täysrehut tulee annostella hevoselle energiantarpeen mukaan, jolloin täysrehun sisältämät vitamiini- ja kivennäispitoisuudet voivat jäädä liian pieniksi. Tiivisteet ovat tarkoitettu korvaamaan osaa hevosen väkirehuannoksesta. Hevonen ei tule toimeen ilman kivennäis- ja vitamiinirehuja ja niiden valinta tulee tehdä karkearehusta tehdyn rehuanalyysin perusteella. (Lillkvist 2007, 168; Saastamoinen 2007a, 30–31.)

Kasviöljyjen avulla hevosen ruokintaan voidaan tuoda turvallisesti lisää energiaa. Öljyjen avulla voidaan pienentää väkirehuannosta ja näin turvata hevosen riittävä energian saanti ilman tärkkelyksen mahdollisesti aiheuttamia ongelmia. Suositeltu rasvamäärä kerrallaan on noin 3–4 dl. Yhden öljy desilitran energiamäärä vastaa noin 300 g kauraa. (Lillkvist 2007, 197; Saastamoinen 2006, 9.)

Melassilla ja melassileikkeellä voidaan myös nostaa rehun energiapitoisuutta. Melassileike sisältää sokerin lisäksi pektiiniä ja hemiselluloosaa. Hevonen saa melassileikkeestä siis nopeaa ja hidasta energiaa ja tämän vuoksi se sopii erityisen hyvin kilpahevosille. Melassileike sopii hyvin huonosti juoville hevosille, sillä rehu imee itseensä runsaasti vettä. Melassileikettä tulee turvottaa vähintään 20 minuttia ennen hevosen ruokintaa. (Lillkvist 2007, 181–182.)

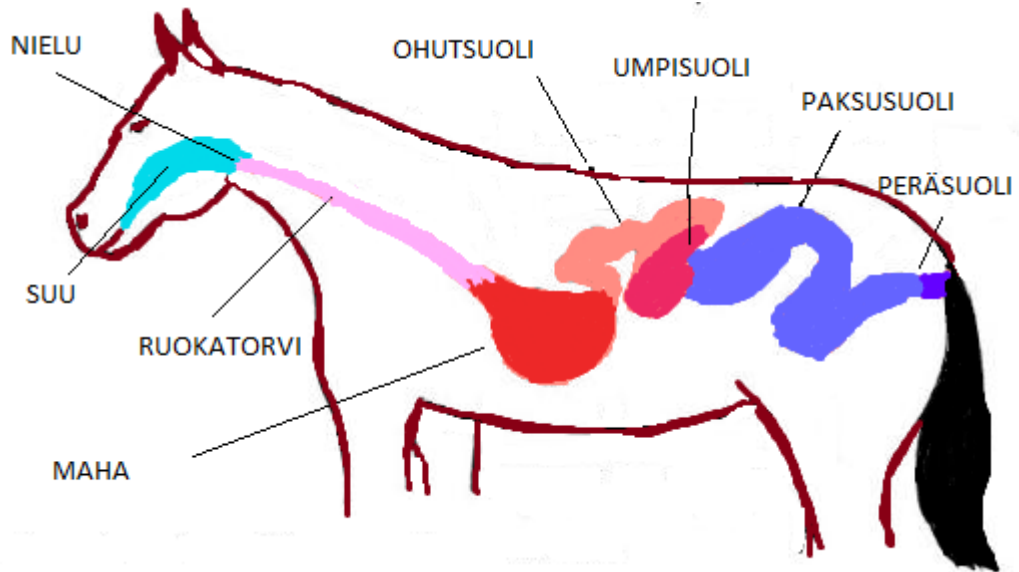
Hevonen ei välttämättä tarvitse sokerirehuja. Ne kuitenkin lisäävät rehujen maittavuutta ja lisäksi melassileikkeen kuitu on hyvää ravintoa paksusuolen pieneliöille. Käyttömääräksi suositellaan molemmille tuotteille 200–300 g päivässä, mutta paljon energiaa tarvitsevalle hevoselle seosmelassia voidaan antaa suurempiakin määriä aina kiloon asti. Liian suurina annoksina melassituotteet voivat aiheuttaa ripulia runsaasta sokeri- ja kaliumsisällöstä johtuen. Melassileikettä ja seosmelassia käyttämällä voidaan rajoittaa hevoselle syötettävän tärkkelyksen määrää. (Lillkvist 2007, 181–182; Saastamoinen 2007a, 31.)

Pellavansiemenistä ja pellavarouheesta on todettu olevan hyötyä suolistongelmallisille ja mahahaavaumista kärsiville hevosille. Lima-aine eli musiini suojaa suoliston ja mahan limakalvoja. Pellavansiementen alfa-linoleeni- ja linolihappo kohentavat hevosen karvan laatua. Pellavansiemeniä ei saa antaa hevosille sellaisenaan vaan ne tulee keittää. Helpointa ruokinnassa on käyttää pellavarouhetta, joka tulee kostuttaa ennen syöttämistä. (Lillkvist 2007, 188–189; Saastamoinen 2007a, 31.)

2.3 Hevosen ruoansulatuselimistö ja sen toiminta

Ymmärtääkseen hevosen ruokintaa ja ravintovaatimuksia hyvin, on tunnettava ruoansulatuselimistön rakennetta ja toimintaa. Kaikilla osa-alueilla on oma tärkeä tehtävänsä ja mahdollinen häiriö tai ruokintavirhe vaikuttaa ruoansulatuskanavan jokaisessa osassa. (Frape 2004, 1; Lillkvist 2007, 32.)

Hevonen on yksimahainen kasvissyöjä. Hevosen ruoansulatuselimistön pääosat ovat suu, nielu, ruokatorvi, mahalaukku, ohutsuoli ja paksusuoli (kuva 1). Toimiva ruoansulatus pilkkoo ravinnon ja mahdollistaa ravintoaineiden imeytymisen verenkiertoon. Rehun matka hevosen ruoansulatuskanavan läpi kestää 2–3 vuorokautta. Pilkkoutumaton ravinto poistuu elimistöstä sonnan mukana. (Lillkvist 2007, 32.)



KUVA 1. Hevosen ruoansulatuselimistö pääpiirteittäin. Piirros Aune Huttunen 2013. (Saastamoinen 2007, 6.)

2.3.1 Suusta ruokatorveen

Hevonen valikoi rehun huultensa avulla. Hevosen huulet ovat voimakkait, mutta samalla hyvin herkkät. Hevosen suussa hampaat jauhavat rehun hienommaksi ja rehuun sekoittuu sylkeä. Mitä prosessoidumpaa rehu on, sitä lyhyemmän aikaa pureskelu kestää. Etuhampaita hevosella on 12 kpl ja ne mahdollistavat hevosen laiduntamisen lyhyelläkin nurmella. Rehua hienontavia poskihampaita on 24 kpl. Epämuodostumat tai sairaudet hevosen hampaissa voivat aiheuttaa ruoansulatushäiriöitä. Hampaiden epätasaista kulumista hoidetaan raspauksella. Sylki tekee rehuun helpommin nieltävää ja sen sisältämät bikarbonaatit neutraloivat maha-happoja. Sylkeä muodostuu rehun kosteudesta riippuen noin 10–25 litraa/vrk. Sylki koostuu natriumista, kaliumista, bikarbonaatista ja kloridi-ioneista. Syljen muodostuminen tulee turvata riittävällä karkearehujen määrällä ja välttämällä märkien puurojen syöttämistä. (Cuddeford 2003, 19; Frappe 2010, 1; Frappe 2004, 1–3, 8; Lillkvist 2007, 32–33; Saastamoinen 2007a, 6–7; Saastamoinen 2005.)

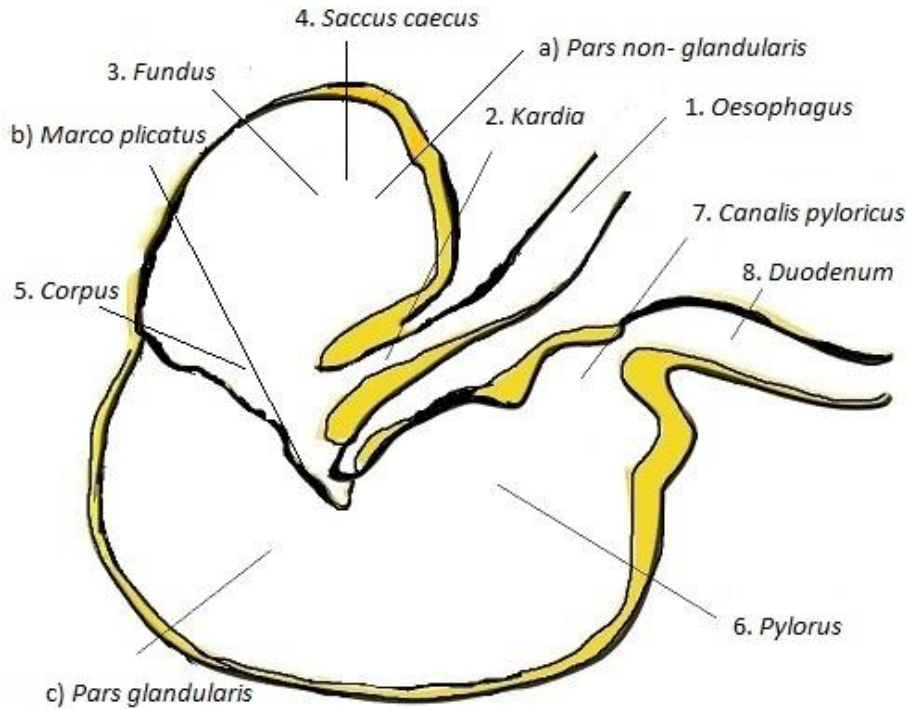
Hevosen nielu on ahdas ja sen kautta rehuun voi mennä ainoastaan yhteen suuntaan. Ruokatorvi eli *oesophagus* (1.) johdattaa rehun mahalaukkuun. Lihasten supistuminen saa aikaan rehun etenemisen kohti mahaa. Ruokatorven alaosassa on läppä josta rehu siirtyy mahalaukkuun. Rehu ei voi palata takaisin ruokatorveen, sillä läppä aukeaa vain yhteen suuntaan. (Lillkvist 2007, 35–36.)

2.3.2 Mahalaukku

Hevosien mahalaukku on kooltaan pieni, noin 15 litran vetoinen, J-kirjainta muistuttava pussi, joka sijaitsee ruokatorven ja ohutsuolen välissä. Rehumassa viipyy mahalaukussa noin 2–6 tuntia. Liian harvoilla karkearehuannoksilla on yhteys mahahaavan muodostumiseen hevosella. Luonnon olosuhteissa hevosen mahalaukku ei ole koskaan tyhjä. Hevosien mahalaukku erittävät ruoansulatusnesteitä jatkuvasti ja liian harvat ruokintakerrat altistavat mahalaukun seinämät happohyökkäyksen kohteeksi. Mahanesteiden tarkoitus on tuhota rehuista haitallisia bakteereja. Hevosien juodessa, suurin osa vedestä ohittaa mahalaukun sisällön niin, etteivät rehumassa ja vesi pääse sekoittumaan, ja samalla välttyy ruoansulatusnesteiden laimentuminen. (Frape 2010, 5; Frape 2004, 6–10; Elander & Hellström 2009, 5; Ellis & Hill 2005, 30–32; Lillkvist 2007, 34–37; Saastamoinen 2005, 311.)

Königin, Sautetin ja Liebichin (2004) mukaan mahalaukku jaotellaan rakenteellisesti neljään osaan: *kardia*-, *fundus*-, *corpus*- ja *pylorus* -osiin (kuva 2.). Ruokatorvi kiinnittyy mahalaukun *kardia* -osaan (2.) ja sen täyttymistä säätelee mahansuun sulkieläin. *Fundus* (3.) on mahalaukun alku- ja yläosa, joka hevosella laajenee niin kutsuttuun *saccus caecus* -osioon (4.). Tämän jälkeen alkaa kapea ja pitkäosa, jossa on *kardia*- ja *pylorus*-rauhasia. Myös *fundus* -osan alaosassa on rauhasia. Rauhaset tuottavat ruoansulatusnesteitä. Mahalaukun keskiosa eli *corpus* (5.), johon kuuluu pieni osa rauhasettomasta osasta sekä osa väliosasta ja osa *fundus*-rauhasia sisältävästä alueesta. *Pylorus* (6.) on mahalaukun loppuosa. Pyloruksen kanava eli *canalis pyloricus* (7.) yhdistyy *duodenum* -osaan (8.). (Rantasila 2011, 6–8.)

Helppoin tapa hahmottaa mahalaukun toimintaa on jaotella se Königiä, Sautetia ja Liebichiä (2004) sekä Radostitsiä, Gaytä, Hinchcliffiä ja Constablea (2007) mukaillen rauhasettomaan yläosaan eli *pars non-glandularis* (a) ja rauhasia sisältävään alaosaan eli *pars glandularis* (c). Ylä- ja alaosan välissä on väliosa eli *marco plicatus* (b). Sjaastadin, Hoven ja Sandin (2004) mukaan mahalaukun rauhaset tuottavat limaa, joka suojaa limakalvoja ja sisältää bikarbonaattia. Bikarbonaatti neutraloi mahalappoja. *Fundus* -rauhaset tuottavat limaa, pääsolut tuottavat pepsinogeeniä ja parietaalisolut vapauttavat vetyioneja ja kloridi-ioneja sekä nk. sisäistä tekijää, joka liittyy B₁₂-vitamiinin imeytymiseen (Rantasila 2011, 11). Mahalaukun *pylorus* -osassa erittyy suolahappoa, joka laskee pH:ta. (Larsson 2013, 2).



KUVA 2. Hevosen mahalaukku. Piirros Aune Huttunen 2013. (Rantasila 2011, 6–7; Vetcare Oy 2013.)

Rehujen sulatus alkaa bakteeritoiminnan vaikutuksesta mahalaukun alkuosassa, erityisesti mahalaukun *saccus caecus* -osassa, joka on siis mahalaukun yläosan pyöreää laajentuma. Vaikka mahalaukussa on selluloosaa hajottavia bakteereja vähän, löytyy mahasta suhteellisen paljon laktobasilleja, streptokokkeja ja maitohappoa ravinnokseen käyttäviä bakteereja. Mahalaukussa hajoaa pääasiassa valkuaista, sen sijaan hiilihyaattien ja rasvojen hajoaminen on vähäistä. Selluloosan ja joidenkin proteiiniin hajoaminen maitohapoksi, haihtuviksi rasvahapoiksi ja aminohapoiksi, tuottaa Meyerin (1995) mukaan hiilihappoa, vetyä ja mahdollisesti metaania. (Ellis & Hill 2006, 31; Frappe 2004, 8; Rantasila 2011, 10; Saastamoinen 2007a, 8.)

Rasvat ja kasviperäiset hiilihyaatit eivät juuri hajoa mahalaukussa. Suolahaposta johtuen rehumassan pH-arvo laskee sen saapuessa mahan loppuosaan, jolloin bakteerihajoaminen loppuu ja pepsiini-entsyymi aktivoituu hajottaen valkuaisaineita. Mahalaukun happamuus vaihtelee merkittävästi sen eri osissa, yläosan 5,4: stä alaosan 2,6:een. Mahalaukkuun erittyy mahanestettä vuorokaudessa noin 10–30 litraa ja sen erittymistä stimuloi gastriini-hormoni. Eniten gastriini -hormonia erittyy hevosilla, joilla on mahdollisuus vapaaseen heinäruokintaan. (Ellis & Hill 2006, 31; Frappe 2004, 8; Pagan s. a. 29; Rantasila 2011, 10; Saastamoinen 2007a, 8.)

2.3.3 Ohutsuoli

Hevosien ohutsuoli alkaa mahalaukun *pylorus* -osasta ja on 21–25 metriä pitkä ja tilavuudeltaan noin 60 litraa. Ohutsuolessa rasvat hajoavat rasvahapoiksi, proteiinit aminohapoiksi ja hiilihydraatit sokereiksi, kuten glukoosiksi ja fruktoosiksi. Ohutsuoli voidaan jakaa kolmeen osaan: pohjukaissuoli eli *duodenum*, tyhjäsuoli eli *jejunum* ja sykkyräsuoli eli *ileum*. Sappi- ja haimanesteet erittyvät *duodenum* -osaan. Suolen seinämän liikkeet kuljettavat ja sekoittavat rehumassaa. Suolen liikkumista kontrolloivat hermostolliset ja hormonaaliset tekijät. (Ellis & Hill 2006, 34; Frape 2004, 10–11; Henriksson & Pryssander 2010, 8; Saastamoinen 2007a, 8.)

Rehumassan eteneminen ohutsuolessa on nopeaa ja tehokasta, siihen nähden hajoamista ja imeytymistä tapahtuu hämmästyttävän paljon. Rehumassa voi edetä ohutsuoletta paksusuoleen alle tunnissa. Rehumassan pH:ksi arvioidaan ohutsuoletta saavuttaessa noin 2,5–3 mutta sapen toiminta nostaa pH:n 7–7,5. Haima, maksa ja suolirauhaset erittävät ohutsuoletta entsyymejä, jotka hajottavat rehumassaa. Amylaasi- ja lipaasientsyymien toiminta sekä ravinteiden imeytyminen limakalvojen läpi, on tehokkainta neutraalissa tai hieman emäksisessä ympäristössä. Amylaasientsyymi hajottaa viljan tärkkelystä. Amylaasientsyymien pitoisuus haimanesteessä on hevosella ainoastaan 5–6 % sian vastaavasta pitoisuudesta. Ohutsuolen *jejunum* -osassa hajonneet ravintoaineet imeytyvät suolenseinämän läpi ja verenkierron kautta muualle elimistöön. *Ileum* -osassa imeytyvät kalsium ja fosfori. (Cuddeford 2003, 23–24; Frape 2004, 10–11; Frape 2010, 9; Ellis & Hill 2005, 34–35; Henriksson & Pryssander 2010, 8; Saastamoinen 2005, 313.)

Ohutsuolessa sokerin hajoaminen on tehokkaampaa kuin tärkkelyksen hajoaminen. Proteiinin hydrolyysi on ohutsuolessa kolme kertaa tehokkaampaa kuin mahalaukussa. Rasvojen hajoaminen ohutsuolessa tapahtuu sappinesteen ja lipaasientsyymien avulla. Happoja neutraloiva natriumkarbonaattia erittyy ohutsuolen loppuosassa ja se pitää suolensisällön paksusuolen mikrobistolle sopivana. (Bolze & Holst 2004, 3; Cuddeford 2003, 23–24; Frape 2004, 10–11; Frape 2010, 11; Ellis & Hill 2005, 34–35; Saastamoinen 2005, 313; Saastamoinen 2007a, 9.)

2.3.4 Paksusuoli ja peräsuoli

Kotieläimistä hevosen paksusuoli on kaikkein suurin ja monimutkaisin. Kirjallisuudessa paksusuoli tunnetaan nimellä *colon*. Sijaintinsa mukaan paksusuoli jaotellaan viiteen osaan: umpisuoli, ventraalinen ja dorsaalinen lynkkysuoli, pieni lynkkysuoli ja peräsuoli. Vetoisuudeltaan tämä on 50–60 litraa. Paksusuolen alkuosaa on nimeltään umpisuoli eli *caecum*. Umpisuoli on kooltaan noin 25–30 litran vetoinen ja pituudeltaan noin 1,25 metriä. Rehu viipyy umpisuolessa noin 20 tunnin ajan. Toisin kuin ohutsuolen seinämien rauhaset, paksusuolen seinämät eivät eritä ruoansulatusentsyymejä. (Ellis & Hill 2005, 37; Frandson, Lee Wilke & Dee Fails 2003, 324; 37; Frape 2004, 18; Frape 2010, 14; Lillkvist 2007, 40; Saastamoinen 2007a, 10.)

Pääosa selluloosan ja hemiselluloosan hajoamisesta tapahtuu hevosen umpi- ja paksusuolessa. Rehumassan tulee viipyä paksusuolessa riittävän kauan, jotta mikrobit ehtivät tehdä hajotustyönsä. McDonaldin, Edwardsin, Greenhalghin ja Morganin (2011) arvion mukaan hevosen paksusuolessa hajoaa 30 % rehujen valkuaisaineista, 15–30 % helppoliukoisista hiilihydraateista ja 75–85 % kasvien soluseinämäaineista. Mikrobin ravinnontarve on erilainen eri mikrobiryhmien välillä, jotkin mikrobit ovat erikoistuneet esimerkiksi heinän hajottamiseen ja toiset kauran. Tämän vuoksi hevosen ruokinnan muutokset tulee tehdä hitaasti asteittain, jotta ruoansulatuksen toiminta jatkuisi häiriöttömästi ja mikrobit ehtisivät tottua muutoksiin. Lynkkysuolessa imeytyvät mikrobin hajoamistuotteet ja vesi. (Cuddeford 2003, 24–27; Larsson 2013, 2; Lillkvist 2007, 41; Saastamoinen 2007a, 10.)

Suoliston mikrobit ovat hevoselle elintärkeitä, sillä ne hajottavat selluloosaa, jota hevonen ei muuten voisi käyttää ravinnokseen. Mikrobin hajottaessa rehumassaa syntyy myös mikrobivalkuaista, B- ja C-ryhmän vitamiineja ja K-vitamiinia. Jos suoliston toiminnassa on häiriöitä, heikkenee myös hevosen vitamiinien saanti. Mikrobin hajottamistyön sivutuotteena hevonen saa myös energiaa haihtuvista rasvahapoista eli voi-, etikka- ja propionihapoista. Noin 20–30 % hevosen energiantarpeesta tyydytetään haihtuvilla rasvahapoilla, mutta luku voi olla myös suurempi, jos karkearehuruokinnan osuus on suuri suhteessa väkirehuruokintaan. Mikrobitoiminnan seurauksena syntyy myös kaasuja, jotka poistuvat suolistosta peräsuolen kautta. Jos kaasuja muodostuu paljon, voi seurauksena olla kaasuähky. Paksusuolessa veden imeytymisen lisäksi tapahtuu myös kivennäisaineiden imeytymistä. Peräsuolessa ei tapahdu enää ravintoaineiden imeytymistä. Sulamaton aines sekä ruoansulatusrauhasten eritteet ja kuolleet solut poistuvat peräsuolen kautta. Yli puolet sonnan kuiva-aineesta

on bakteereja. (Cudderord 2003, 24–27; Frape 2010, 13; Lillkvist 2007, 41; Saastamoinen 2007a, 10.)

Aikuisella hevosella ruoansulatuskanavan paino vaihtelee hevosen aktiivisuuden mukaan. Harjoituksen aikana tai sen jälkeen painoa on vähemmän, koska veri on keittänyt lihaksiin. Myös maksan paino vaihtelee, syönnin jälkeen sen paino on suurimmillaan, todennäköisesti glykogeenin varastoinnista johtuen. (Fraper 2010, 4.)

2.4 Hevosen ruokinnallisia sairauksia

Seuraavissa kappaleissa käsitellään hevosen yleisimpiä ruokinnallisia sairauksia: lannehalvausta, kaviokuumetta, ähkyä, ripulia, mahahaavaa ja harvinaisempaa, mutta kohtalokasta botulismia. Näiden kaikkien sairauksien ennaltaehkäisyyn, paitsi botulismiin, voidaan vaikuttaa oikeanlaisilla ruokintarutiineilla, valitsemalla hevoselle sopivat rehut, välttämällä hevosen turhaa lihomista ja ennen kaikkea huolehtimalla hevosen riittävästä karkearehun saannista. Siitä huolimatta hevonen voi sairastua, mutta riski on pienempi.

TAULUKKO 4. Hevosen ruokinnallisten ongelmien välttäminen.

Ruokinnallisten ongelmien välttäminen:

- Hevosta tulisi ruokkia usein, säännöllisesti ja pienillä annoksilla kerrallaan. Suuria väkirehuannoksia tulee välttää
- Muutokset ruokintaan kannattaa tehdä asteittain totuttamalla
- Hevoselle tulisi suoda ruokarauha ja aikaa ruokinnan jälkeen ennen valmennusta. Hevosen tulisi antaa palautua valmennuksesta ennen ruokintaa
- Ruokintavirheitä pitäisi välttää ja estää hevosen pääsy rehuvarastoon
- Valmennuksesta ja kilpailusta huolimatta kannattaa pyrkiä tekemään hevosen elämästä mahdollisimman stressaamatonta
- Huolehdi että hevosella on aina raikasta ja puhdasta vettä saatavilla
- Hevosen lihavuuskunto kannattaa pitää sopivana

Hevosen hyvinvointi kulminoituu suoliston ja sen mikrobiston toimintaan, Al Jassim ja Andrews (2009) mukaan ruoansulatuskanavan sairaudet ovat yleisin syy hevosen

kuolemaan. Ruokinnan nopealla muutoksella, voi olla hevosen kannalta kohtalokkaat seuraukset. Ruokinnan yhdenmukaisuus on suotuisaa ruoansulatuselimistölle ja suoliston pieneliöstön tasapainolle. Myös isot väkirehuannokset vaarantavat hevosen suoliston terveyden, liian pienistä karkearehuannoksista johtuen suolistomikrobien määrä laskee. Tällöin seurauksena voi olla ähky, ripuli, hevosen laihtuminen, iho-oireet, heikentynyt suorituskyky, lihasongelmat tai kaviokuume. Suoliston mikrobihäiriöiden aiheuttajia ovat liian harvat ruokintakerrat, pilaantuneet rehut ja rehujen liallinen valkuais- tai sokeripitoisuus. (Durham 2010, 155; Al Jassim & Andrews 2009; Lillkvist 2007, 308; Saastamoinen 2007a, 67.)

2.4.1 Ähky

Ähky tarkoittaa hevosen vatsaontelon alueella olevaa häiriötä ja tästä aiheutuvaa kipua. McDonaldin ym. (2002) mukaan ähky on yleisin syy hevosen kuolemaan. Tavallisin ähky on kaasuhäky, jonka aiheuttaa suoliston mikrobiston häiriöt, joiden seurauksena käyminen on virheellistä ja kaasun muodostus runsasta. Syytä virheelliseen käymiseen voivat olla pilaantuneet sekä homeiset rehut, jäätynyt ruoho ja liian nopeasti tapahtuvat ruokinnan muutokset. Muita hevosella esiintyviä ähkyjä ovat ummetusähky, hiekkaähky sekä suoliston asentovirheistä johtuvat ähkyn. Kaasu- ja ummetusähkyn seurauksena hevonen voi saada suoliston asentovirheen, joten epäiltäessä hevosen sairastavan ähkyä, tulee hoito aloittaa mahdollisimman nopeasti. Myös stressi, liikunnan puute, sisäloiset, liian lähellä ruokintaa tapahtuva liikunta, ruokintavirhe ja kylmettyminen voivat aiheuttaa hevoselle ähkyn. (Andersson 2010, 8; Holst & Bolze 2004, 8–9; Hyyppä 2007, 68; Lillkvist 2007, 308–311.)

Tinkerin ym. (1997) tutkimuksen mukaan hevosilla joiden väkirehu annos on 2,5–5 kg/vrk on viisi kertaa isompimpi riski sairastua ähkyyn kuin laiduntavilla hevosilla. Yli 5 kg/vrk väkirehua saavien hevosten ähkyriski on yli kuusinkertainen laiduntaviin hevosiin verrattuna. Hudsonin, Cohenin, Gibbsin ja Thompsonin (2001) mukaan karkearehun muutos ruokinnassa kaksinkertaistaa ähkyyn sairastumisen riskin verrattuna muutokseen väkirehuuokinnassa. (Durham 2010, 146–149.)

Ähkyjen ennaltaehkäisyyn kannattaa kiinnittää huomiota, sillä sairauden seuraukset voivat olla kalliit ja kohtalokkaat. Hevosen hampaat kannattaa raspata säännöllisesti. Suuret väkirehuannokset nostavat ähkyriskiä, kuten myös rehujen runsaat valkuais- ja sokeripitoisuudet. Pilaantunut ja huonolaatuinen vesi tai liian vähäinen veden juonti aiheuttavat ähkyjä ja suoliston pieneliöstön häiriöitä. Erityisen ähkyherkille hevosille

jopa uusi kaura- tai heinäerä voivat aiheuttaa riskin. (Cuddeford 2003, 146; Frappe 2004, 453; Hyyppä 2007, 68; Rastas 2007.)

2.4.2 Ripuli

Ripulia hevosille aiheuttavat stressi, suolistomikrobiston häiriöt, salmonella, hiekan syönte, pilaantunut rehu tai vesi, huono hammashuolto, suolistotulehdus, liian nopeat ruokinnan muutokset sekä lääkekuurit. Sisäloisista *Strongyloides westerii*, *Parascaris equorum* ja *Strongylus vulgaris* voivat aiheuttaa hevoselle ripulia. Cohenin (2002) mukaan myrkylliset kasvit ja kemikaalit aiheuttavat hevoselle ripulia. Rowen, Leesin ja Pethickin (1994) sekä Van Epsin ja Polletin (2006) mukaan voidaan myös olettaa, että ripulin syntyyn vaikuttavat samat tekijät kuin kaviokuumeen syntyyn eli korkea väkirehumäärä tai laidun ruohon korkea fruktaanipitoisuus. Harvinaisempia syitä ripuliin ovat maksasairaudet, kasvaimet, sydänsairaudet, lääkkeiden aiheuttamat myrkytykset, kasvit ja raskasmetallit. Bakteerit kuten *Salmonella* -lajit., *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli* ja *Actinobacillus* spp. voivat olla syynä hevosen ripuliin. Tällöin ripuli on voimakasta ja uloste haisee pahalta, lisäksi hevosella voi olla myös kuumetta. Alkueläimistä *Cryptosporidium* spp. ja *Isopora* sp. voivat aiheuttaa ripulia. (Durham 2010, 150–151; Hyyppä 2007, 68; Lillkvist 2007, 310; Loving 2006, 293–294; Rosenlew s.a.; McAuliffe & Slovis 2008, 102.)

Ripuli voi johtaa laihtumiseen ja ähkyyn. Jos ripuli jatkuu useamman päivän ajan, kannattaa ottaa yhteyttä eläinlääkäriin. Mikäli ripuliin liittyy kuumetta, tulee eläinlääkäriin ottaa välittömästi yhteyttä. Varsalle ripulilla voi olla vakavat seuraukset, sillä se kuivuu nopeasti. Ripulia sairastava hevonen menettää nesteen lisäksi kaliumia, natriumia ja klooria. Emän tullessa varsakiimaan saavat useimmat varsat ripulin, joka menee yleensä itsestään ohi ja on kestoltaan noin 1–7 päivää. Varsoille ripulia voivat aiheuttaa myös laktoosi-intoleranssi, mahahaava sekä corona- ja rotavirus ja kampylobakteeri. (Durham 2010, 150–151; Frappe 2004, 457; Hyyppä 2007, 68; Lillkvist 2007, 310; Loving 2006, 293–294; McAuliffe & Slovis 2008, 102; Rosenlew s.a.)

2.4.3 Hevosen mahahaava

Mahahaava on yleinen vaiva suoritushivosilla, sillä arviolta siitä kärsii 50–90 % kilpailuvista hevosista. Mahahaavan oireita voivat olla huono karvapeite, heikentynyt suorituskyky, toistuvat ähkyt, epänormaali makailu, laihtuminen, huono ruokahalu,

muutokset käyttäytymisessä ja ripuli. Varsoilla mahahaavan oireita ovat ripuli, vatsakivut, levottomuus, piehtarointi, selällään makailu, hampaiden narskuttelu ja huono ruokahalu. Nadeaun ja Andrewsin (2003) mukaan mahahaava voi olla myös oireeton. Diagnoosi voidaan varmentaa mahalaukun tähytyksellä. (Buchanan & Andrews 2003, 577–578; Niinistö & Tulamo 2012; Pitkänen 2009, 15; Saastamoinen 2007a, 67; Tuomola 2009.)

Mahahaavan syntymiseen vaikuttavat tekijät ovat moninaisia, mutta stressi, epä säännölliset ruokinta-ajat, liian pienet karkearehuannokset ja valmennus voivat aiheuttaa epätasapainon mahan happamuuden ja puolustusmekanismin välillä. Lutherssonin, Nielsenin, Harrisin ja Parkin (2009) mukaan oljella ruokituilla hevosilla on jopa yli neljä kertaa suurempi riski sairastua mahahaavaan kuin säilöheinällä ruokittujen hevosten. Syyksi he epäilivät oljen korkeaa ligniinipitoisuutta ja silikaattimaista rakennetta, joka mahdollisesti ärsyttää mahan limakalvoja. (Buchanan & Andrews 2003, 577; Durham 2010, 153; Lillkvist 2007, 37, 312; Niinistö & Tulamo 2012; Rantasila 2011, 6; Saastamoinen 2007a, 67; Tuomola 2009.)

Mahalaukku tuottaa mahanestettä, vaikka hevonen ei söisi mitään. Tätä seikkaa pidetään tärkeänä tekijänä mahahaavan syntymiseen. Nadeaun ym. (2003) mukaan suolahappo yksin ja yhdessä haihtuvien rasvahappojen kanssa estää solujen natriumin kuljetusta, jonka takia solut turpoavat ja näin syntyy mahdollisesti haavaumia. Berschneiderin, Blikslagerin ja Robertsin (1999) mukaan sappihapot lisäävät rauhasosan solujen vetyionien läpäisevyyttä, josta voi seurata mahahaavan muodostuminen. Myös pepsiinillä voi olla yhdessä suolahapon kanssa vaikutuksia mahahaavan syntyyn. (Buchanan & Andrews 2003, 577; Loving 2006, 318; Lillkvist 2007, 37, 312; Niinistö & Tulamo 2012, Pitkänen 2009, 15; Rantasila 2011, 6; Saastamoinen 2007a, 67; Tuomola 2009.)

Mahalaukun ollessa tyhjä tai lähes tyhjä, joutuvat sen seinämät hapon aiheuttaman ärsytyksen kohteeksi. Rehumassa sisältää bikarbonaatteja, jotka puskuroivat hapon vaikutuksia. Sylkeä erittyy karkearehun joukkoon tehokkaammin kuin väkirehuun, joten ruokinta tulisi aloittaa heinällä. Syljessä olevan bikarbonaatin- ja natriumkloridin määrä on suoraan verrannollinen erityksen määrään ja se nousee syönnin aikana. (Buchanan & Andrews 2003, 577; Frappe 2004, 3; Lillkvist 2007, 37, 312; Niinistö & Tulamo 2012; Rantasila 2011, 6.)

Rankka liikunta, kuten ravikilpailut, lisäävät vatsaonteloon kohdistuvaa painetta. Tällöin maha supistuu ja mahanesteet sekoittuvat, josta seuraa pH-arvon lasku. Happa-

mat rauhasmahan nesteet roiskuvat mahan yläosaan ja aiheuttavat haavaumia. Kova rasitus myös vähentää mahalaukun verenkiertoa. (Eskonen 2013.)

Mahahaavalääkkeillä on tarkoituksena parantaa mahan haavaumat nopeammin ja helpommin kuin ilman lääkitystä. Hoidon tavoitteena on estää pH:n laskeminen alle neljän tai suojata limakalvoa mekaanisella tavalla. Gastrogard on tällä hetkellä ainoa hevosille rekisteröity mahahaavalääke, jossa vaikuttavana aineena toimii omepratsoli, ja se estää suolahapon eritystä. Ranitidiinin on myös todettu vaikuttavan parantavalla tavalla mahahaavoihin, mutta yksilöllisiä eroja on esiintynyt. Ranitidiinin vaikutus ei ole yhtä tehokas kuin Gastrogardin. Hevosille käytetään myös Antepsiniä, jonka sukralfaatin tarkoitus on suojata limakalvoja. Antepsin tulisi antaa 2–3 kertaa päivässä tyhjään mahaan, jolloin tullaan ristiriitaiseen tilanteeseen, koska mahahaava hevosen tulisi saada karkearehua mahdollisimman tiheään. Antasidit kuten magnesiamaito puskuroivat myös mahanesteen happoja, mutta nekin tulisi annostella tyhjään mahaan. (Durham 2010, 153; Eskonen 2013; Hyyppä 2006, 17.)

Tukihoitoina säännöllisen karkearehun saannin lisäksi mahahaavasta kärsivälle hevoselle voidaan syöttää pellavansiemenlimaa, lisätä ruokintaan öljyä tuomaan energiaa ja näin vähentää väkirehuannosta sekä huolehtia riittävästä kalsiumin saannista. Myös sinimailasen on todettu estävän mahahaavamuutoksia. Nadeaun ym. (2000) mukaan korkean kalsium- ja proteiinipitoisuuden rehussa on todettu puskuroivan happoja. Myös melassileikkeellä on todettu olevan lievä paksusuolen happamoitumista estävä vaikutus. Runsasta elektrolyyttien käyttöä tulisi välttää mahahaavasta kärsivillä hevosilla heti rasituksen jälkeen. (Durham 2010, 153; Eskonen 2013; Hyyppä 2006, 17; Särkijärvi 2011, 17.)

Laukkahevosilla on saatu hyviä käytännön tuloksia Aloe Veran käytöstä mahahaavan hoidossa. Tieteellisiä tutkimuksia aiheesta ei ollut saatavilla hevosten osalta, mutta esimerkiksi Brasiliassa on hyväksytty Aloe Veran käyttö julkisessa terveydenhuollossa ihmisillä mahahaavan ja mahakatarrin hoidossa. (Beasley 2013; Zetterström 2009, 33.)

2.4.4 Kaviokuume

Kaviokuumeen syntymiseen aiheuttavia tekijöitä on tutkittu paljon, mutta ne ovat silti vielä melko epäselviä. Sairaus aiheuttaa hevoselle ontumista ja liikevaikeuksia. Kerran kaviokuumeeseen sairastunut hevonen saa sen helposti uudelleen ja se onkin

ähkyn jälkeen toiseksi yleisin syy hevosen lopettamiseen. Ruokinnalliset syyt, jotka voivat johtaa kaviokuumeen syntymiseen ovat liiallinen sokeri- ja valkuaisruokinta, pilaantuneet rehut ja liian nopeat muutokset hevosen ruokinnassa. Lisäksi ylipaino ja metabolinen oireyhtymä altistavat hevosen sairastumaan kaviokuumeeseen. Siitostammoilla jälkeisten jääminen varsomisen jälkeen voi olla syy kaviokuumeen syntyyn. (Frape 2004, 47; Harris & Geor 2010, 223; Heikkinen 2009, 24; Hyyppä 2007, 74–75; Hyyppä 2006, 23; Lillkvist, 2007, 314.) Uusimpien tutkimusten mukaan hormonaaliset tekijät ovat yleinen syy kaviokuumeen syntyyn (Beasley 2013).

Joskus hevonen on voinut karata karsinastaan tai tarhastaan ja päästä vilja-astialle omin luvun, jolloin se saa tärkkelystä suuren määrän kerrallaan. Ohutsuolessa hajoamaton tärkkelys siirtyy paksusuooleen. Paksusuolessa tapahtuu virhekyämistä ja suolen happamoitumista, jolloin suoliston hyödyllisen mikrobiston elinotolot muuttuvat ja osa niistä tuottaa kuollessaan endotoksiinia. Endotoksiinin ja happamoitumisen seurauksena syntyvä maitohappo siirtyvät suolen seinämän läpi verenkiertoon ja sitä kautta martokavioon. (Heikkinen 2009, 24; Lillkvist, 2007, 314.)

Hajoamattoman tärkkelyksen lisäksi myös fruktaanit aiheuttavat häiriöitä suolen mikroitoiminnassa. Longlandin ja Byrdin (2006) mukaan fruktaanit horjuttavat suoliston mikrobistoa. Fruktaanit eivät hajoa hevosen ohutsuolessa, vaan niiden hajoaminen tapahtuu paksusuolessa. Paksusuolen mikrobien hajottaessa fruktaaneja muodostuu maitohappoja, jolloin suolen pH laskee. Paksusuolessa muodostuu fruktaanien hajoatessa myös amiineja, jotka aiheuttavat kavioon verenkiertohäiriöitä. Happamissa olosuhteissa viihtyvät *Streptococcus bovis* -lajin bakteerit valmistavat endotoksiinia. Polittin (2004) mukaan endotoksiini aktivoi entsyymejä, jotka hajottavat kollageeneja, jolloin kavion seinämää ja kavioluuta yhdistävä kudus vaurioituu. Tällöin hevosen paino ja syvän koukistajajänteen veto kääntävät kavioluun kärkeä alaspäin. Tapahumasarja aiheuttaa kavion verisuoniston ja kavion pohjan vahingoittumista ja tästä seuraa hevoselle voimakasta kipua ja vammautumista. Jotkin tutkimukset antavat viitteitä, että kaviokuumeelle herkillä hevosilla on kroonisesti häiriintynyt paksusuolen mikrobisto. (Durham 2010, 150; Heikkinen 2009, 24; Hyyppä 2007, 74–75; Lillkvist, 2007, 314.)

Kuivuus ja kylmyys aiheuttavat kasvien fruktaanipitoisuuden nousua. Aurinkoisena päivänä fruktaanipitoisuus on alimmillaan myöhään yöllä ja aikaisin aamulla, kun taas pilvisenä ja sateisena päivänä fruktaanipitoisuus on alimmillaan keskipäivällä. Kukkinneen kasvin fruktaanipitoisuus on yleensä alhainen. Tarkkaan syöty laidun sisältää enemmän fruktaaneja, kuin pidempi laidunruoho, sillä fruktaania on enemmän kasvin

varressa kuin lehdisissä. Tutkijat ovat havainneet, että alkukehityksen aikainen typenpuute lisää kasvuston sokerien ja fruktaanien määrää. (Välisalo 2009, 30; King & Mansmann 2004.)

Kaviokuumetta voidaan ehkäistä välttämällä suuria vilja-annoksia, suunnittelemalla ja tekemällä ruokinnan muutokset tarkkaan, ruokkimalla hevosta mahdollisimman tasalaatuisilla rehuilla ja välttämällä muutoksia sokeri- ja valkuaispitoisuuksissa. Ruokinta kannattaa pitää mahdollisimman kuitupitoisena, fruktaaneja välttäen. Myös ylipainon muodostumista tulisi pyrkiä estämään, sillä lieväkin ylipaino voi altistaa hevosen kaviokuumeelle. (Lillkvist 2007, 315; Tuomola 2011.)

2.4.5 Metabolinen oireyhtymä

Metabolista oireyhtymää sairastavat hevoset ovat yleensä lihavia ja niiden glukoosin käyttöönotto on epänormaalia, sairautta verrataan yleensä ihmisten kakkostyyppin diabetekseen. Metabolista oireyhtymää sairastavilla hevosilla esiintyy kaviokuumeita ja epätavallisia rasvakertymiä ympäri kehoa. Sairauden syynä on insuliiniresistenssi ja hevosten insuliinin lepotaso on normaalia korkeampi. Rasitustesteissä havaitaan että hevonen ei pysty poistamaan veren glukoosia. Sairastuneilta hevosilta poistetaan ruokinnasta kaikki väkirehut ja laidun. (Hevostietokeskus Tietoportti s.a.; Sykes s.a.)

2.4.6 Lannehalvaus

Nykyisin lannehalvaukset jaetaan kahteen eri pääryhmään: sporadinen rasiukseen liittyvä lannehalvaus ja toiseen ryhmään liittyvät krooniset lannehalvauksen muodot PSSM ja RER. PSSM tarkoittaa polysakkaridien kertymäsairautta ja RER toistuvaa rasiusperäistä lannehalvausta ja (Kirstinä 2009, 9–12.)

PSSM johtuu häiriintyneestä hiilihydraattimetaboliasta lihassoluissa ja on perinnöllinen sairaus. PSSM hevosella lannehalvausoireet johtuvat hiilihydraateista, jotka kertyvät lihassoluihin. PSSM hevoset vaikuttavat kärsivän energian puutteesta, vaikka lihaksissa on runsaasti glykogeeniä. RER on yleinen kilpahevosilla ja hoitamattomana siitä voi tulla krooninen. Tutkimukset ovat osoittaneet, että RER:n taustalla voi olla periytyvä kalsiumin säätely häiriö lihassoluissa. Lannehalvaustapaukset, joissa ei löydetä viitteitä RER:stä tai PSSM:stä, luokitellaan kuuluvaksi sporadiseen rasiuspe-

räiseen lannehalvaukseen. Williamin (2003) mukaan sporadisen lannehalvauksen yleisin syy on liian voimakas harjoittelu hevosen kuntoon nähden. (Kirstinä 2009, 13,40–42, 57.)

Lannehalvaus liittyy yleensä liian voimakkaaseen ravinnon saantiin liikuntaan nähden, yli neljän kg:n päivittäiset väkirehuannokset ovat yhdistetty sairauden riskitekijäksi muiden syiden, kuten kuuman luonteen ja harjoitusten välissä olevien useampien vapaapäivien ohella. Kirjallisuudessa kerrotaan, että lepopäivien aikana hevosten lihasten glykogeenivarastot täyttyvät ja seuraavalla harjoituskerralla energiaksi purkautuva glykogeeni aiheuttaisi ongelmia, mutta teoriaa ei ole voitu osoittaa todeksi. (Kirstinä 2009, 19; Rantakallio s.a.)

McLeayn ym. (2000) kokeessa havaittiin, että veren CK eli kreatiinikinaasipitoisuus ei noussut rasituksessa, jos osa rehujen tärkkelyksestä korvattiin rasvoilla. CK-pitoisuuden nousu kertoo yleensä lihasvaurioista. Pelkällä tärkkelyspitoisella rehulla ruokittujen hevosten CK-arvo nousi huomattavasti. Lannehalvauksista kärsivien hevosten väkirehuista osa kannattaa korvata kasviöljyllä ja samalla ruokintaan tulee lisätä myös E-vitamiinia 100–150 IU/100 ml öljyä. Valentinen ym. (1998) mukaan rasvaa tulee syöttää ainakin kolmen kuukauden ajan, että elimistö tottuu sen käyttöön. Myös pelkällä E-vitamiinilisällä on saatu helpotusta lihasongelmiin, kilpahevonen tarvitsee E-vitamiinia jopa kymmenen kertaa enemmän tavalliseen harrastehevoseen nähden. (Kirstinä 2009, 9–20, 55; Rantakallio s.a.)

Lihasongelmaiselle hevoselle vapaapäivät ovat ”myrkyä” ja liikuntaa tulisi tarjota päivittäin esimerkiksi kävelykoneessa tai ympärivuorokautisella tarhauksella. Asianmukaisesta loimituksesta tulee huolehtia, sillä joidenkin hevosten kohdalla viileät olosuhteet ovat oireille altistava tekijä. (Rantakallio s.a.)

2.4.7 Botulismi

Vakavin, mutta harvinainen hevosen ruokintaan liittyvä terveysriski on botulismi. Hevonen on muita eläimiä herkempi botulismille, joka on *Clostridium botulinum* -bakteerin aiheuttama myrkytys. (Frape 2004, 456. MTT s.a.)

Aikuiset hevoset voivat saada bakteerin rehun mukana, mutta nuorille varsoille bakteeri voi kehittyä suolistoon. Botulisimia aiheuttavia bakteereja on kaikkialla hapettomissa ja viileissä vesistöissä ja maaperässä. Bakteeri voi joutua rehun joukkoon

maa-aineksen tai eläimen raadon mukana. Bakteerit muodostavat itiöitä ja olosuhteiden ollessa suotuisia ne muuttuvat soluiksi ja alkavat tuottaa toksiineja. Itiömuodossaan bakteeri on erittäin kestävä kuivuuden, ravinnon puutteen ja lämpötilan suhteen. (Evira 2011; Frapé 2004, 456; Hyyppä 2006, 22–23; Lindström 2010, 37; National research council 2007, 156; Rosenlew s.a.)

Bakteerin tuottamat toksiinit ovat hermomyrkyjä, jotka pahimmillaan aiheuttavat halvaantumisen ja tukehtumisesta johtuvan kuoleman, lievimmillään oireet ilmenevät heikkona suorituskykynä. Yleensä sairauden esiintyminen hevosella yhdistetään säilöheinän syömiseen, vaikka sairastapauksia esiintynyt myös ilman tätä yhteyttä. Rehusta ei voi havaita ulkoisesti sen sisältävän bakteereja, sillä haju ja maku voivat olla aivan normaaleja. Pahimmillaan yhden rehupaalin sisältämä myrkkymäärä pystyy tappamaan useita hevosia. Rehun pH:n ollessa alle 4,5 *Clostridium botulinium* -bakteeri ei pysty kasvamaan, myös korkea kuiva-ainepitoisuus vähentää botulismin riskiä. Parhaiten botulismia voi välttää käyttämällä säilöntäainetta rehun säilönnässä. Kosteasta rehusta laadun voi tarkistaa pH:n mittauksella. (Evira 2011; Hyyppä 2006, 22–23; MTT s.a.; Rosenlew s.a.; Sykes & Jokisalo s.a.)

3 SUOLISTOMIKROBISTON TOIMINTA JA TEHTÄVÄT

Hevosen suolisto sisältää monipuolisen ja suuren määrän pieneliöitä, joilla on tärkeä rooli terveyden ylläpidossa. Suoliston pieneliöt suojelevat elimistöä ja häiriöt mikrobistossa voivat johtaa sairastumiseen, joka ilmenee yleisimmin heikkona vastustuskykynä oireillen esimerkiksi ripulina ja tulehduksina. (Weese 2002.)

TAULUKKO 5. Mikrobiston pääasialliset tehtävät hevosen elimistössä.

Mikrobiston pääasialliset tehtävät hevosen elimistössä:

- Hajottavat selluloosaa, hemiselluloosaa ja pektiiniä
- Tuottavat mikrobivalkuaista hevosen käyttöön
- Tuottavat B- ja C-ryhmän vitamiineja ja K-vitamiinia
- Toimivat osana puolustuskykyä ja suojaavat elimistöä taudinaiheuttajilta

Kasvinosat, joita hevosen karkearehu sisältää koostuvat pääasiassa selluloosasta, hemiselluloosasta ja pektiinistä, joita ei voida hajottaa hevosen oman entsyymitoiminnan avulla. Suolistonpieneliöiden tärkein tehtävä on hajottaa nämä kuidut paksusuolella. Kasvisolujen seinämäaineksen hajoamisen ensimmäinen ja tärkein vaihe on pieneliöstön kiinnittyminen kasvinosien pintaan. Bonhomme-Florentin (1985) mikroskooppihavainnot osoittivat, että umpisuolen ripsieläimet valloittavat nopeasti kasvin solukon. (Cuddeford 2003, 25–27; Julliand & Sadet-Bourgeteau 2010, 174.)

Pieneliöstön hajottamasta kuidusta syntyy haihtuvia rasvahappoja eli voi-, etikka- ja propionihappoja. Haihtuvat rasvahapot imeytyvät suoliston kautta hevosen elimistöön ja toimivat energian lähteenä hevoselle. Fermentaatiota eli orgaanisen aineen pilkkoutumista ja haihtuvien rasvahappojen imeytymistä paksusuolella helpottaa anaerobinen ympäristö sekä ohutsuolen bikarbonaatti ja natrium, joilla on puskuroiva vaikutus. Mikrobien ja haihtuvien rasvahappojen kannalta suoliston optimaalisin pH-arvo on 6,5. (Cuddeford 2003, 27; Frappe 2004, 23–26; Ringmark 2008, 13; Saastamoinen 2007a, 14.)

Mikrobisto on osallisena myös sokerien ja tärkkelyksen sekä mahdollisesti myös rasvojen, glykolipidien, fosfolipidien ja triglyseridien hydrolyysissä. Rasvojen osalta asiaa on vähemmän dokumentoitu. (Sadet-Bourgeteau & Julliand 2010, 173.) Hydrolyysillä tarkoitetaan aineen hajoamista takaisin lähtöaineeksi. (Ojanen 2012, 13.)

Angiogeneesillä tarkoitetaan uusien verisuonten muodostumista. Stappenbeckin, Hooperin ja Gordonin (2002) ja Hooperin (2004) mukaan jyrksijöillä on havaittu, että bakteereja tarvitaan suoliston verisuonten muodostumiseen. Sadet-Bourgeteaun ja Julliandin (2010, 172.) mukaan tutkimus pätee myös hevosiin.

Pieneliöiden kuollessa vapautuu hevosen käyttöön proteiineja ja aminohappoja. Fräpen mukaan 1–12 % plasman aminohapoista voisi olla peräisin paksusuolen mikrobeista. Suoliston pieneliöstö valmistaa hevoselle B-ryhmän vitamiineja sekä K- ja C-vitamiinia. (Cuddeford 2003, 25; Fräpe 2004, 26.)

Ruokinnan hiilihydraattien laatu vaikuttaa pieneliöitten esiintymiseen sekä haihtuvien rasvahappojen muodostumiseen. Voimakas viljaruokinta laskee Medinan, Girardin, Jacototin ja Julliandin (2002) mukaan sellulolyyttisten bakteerien määrää, mutta lisää anaerobisten, maitohappobakteerien, laktobasillien ja streptokokkien määrää umpisuolella. Hintzin, Argenzion ja Schryverin (1971) tutkimusten mukaan poneilla, joita ruokittiin aikaisempaa suuremmilla maissi määrillä, nousi umpisuolen propionihapon tuotanto, mutta umpisuolen etikkahapon tuotanto laski. (National research council 2007, 37.)

3.1 Hevosen mikrobisto ja kolonisaatioresistenssi

Mikrobisto hyödyttää isäntäänsä muutenkin kuin tekemällä ravinnosta imeytymiskelpoista ja energiana hyödynnettävää. Ihon ja limakalvojen lisäksi suojaavana tekijänä elimistöllä toimii mikrobisto, joka estää haitallisten mikrobien tarttumisen limakalvoille ja pääsyn elimistöön. Crossin (2002) mukaan suoliston mikrobisto on vuorovaikutuksessa suoliston immuunijärjestelmän kanssa. Mikrobit tuottavat aineenvaihdunnassa yhdisteitä, jotka estävät normaalimikrobistoon kuulumattomien tekijöiden kasvua sekä suojaavat suoliston mikrobistoa. Mikrobisto on siis tärkeä aineenvaihdunnallisten tekijöiden lisäksi myös puolustuskyvyn kannalta ja toimii suojana infektioita vastaan. (Hatakka, Pitkäranta & Valtonen 2007; Mäkelä 2002, 501; Salmiinen 2006, 6.)

Limakalvojen puolustusjärjestelmä reagoi tautia aiheuttaviin mikrobeihin ja tuhoaa ne sitä nopeammin, mitä paremmin immuunijärjestelmä toimii. Immuunijärjestelmä ei reagoi hyökkäämällä mikrobistoon kuuluvia mikrobeja vastaan, sillä niitä kohtaan on syntynyt toleranssi eli sietokyky. Tasapainon kehittymisen ja pysymisen kannalta mik-

robistolla on merkittävä vaikutus, ilman sitä elimistöllä ei ole sietokykyä esimerkiksi ruoan tai rehun antigeenejä kohtaan. Cebran (1999) sekä Umesakin ja Setoyaman (2000) mukaan bakteerittomille koe-eläimille ei kehity toleranssia ravintoaineiden antigeenejä kohtaan ja niiden immuunivasteen kehitys on puutteellista. (Eerola 2009; Vaarala 2006, 10.)

Kolonisaatioresistenssi estää suolistolle vieraiden mikrobien asettumista ruoansulatuskanavaan. Kemialliset kolonisaatioresistenssin tekijät ovat esimerkiksi vatsahapot, sappihapot ja entsyymit. fysikaalis-biologisiksi kolonisaatioresistenssin tekijöiksi luetaan esimerkiksi haittabakteerien eliminointi. Lisäksi on myös immunologisia tekijöitä. Antibioottihoito voi murtaa resistenssin ja seurauksena on vatsavaivoja kuten ripulia. Probiotit tuottavat antimikrobisia yhdisteitä, kuten maitohappoa ja etikkahappoa ja tätä kautta parantavat kolonisaatioresistenssiä. (Saxelin 2002, 604.)

Mikrobilääkkeillä tarkoitetaan mikrobin kasvua estävää tai niitä tuhoavaa ainetta. Osa mikrobilääkkeistä on toisten mikrobien tuottamia antibiootteja. Mikrobilääkkeiden haittoja ovat resistenssien mikrobien kehittyminen sekä normaalimikrobiston heikentyminen. Resistenssien mikrobien kehittyessä joudutaan kehittämään yhä uusia mikrobilääkkeitä. Normaalimikrobiston heikentyminen taas saa aikaan kolonisaatioresistenssin huonontumisen ja tätä kautta suolistoinfektion. (Mäkelä 2002, 511.) Näiden mikrobilääkkeiden käyttöön liittyvien ongelmien vuoksi eläinlääkärit ovat yhä tarkempia määrätessään hevosille mikrobilääkekuureja. Esimerkiksi harmittomien ja pienten haavavammojen hoitoon hevosilla ei ole aina järkevää käyttää mikrobilääkkeitä.

Cleggin (2006) mukaan antibiootteja tulisi käyttää vain todelliseen tarpeeseen ja hoitoa määrätessä tulisi tehdä viljely- ja herkkyysmäärityksiä. Hänen mukaansa monet yskät ja haavat voitaisiin parantaa ilman mikrobilääkkeitä. Cleggin mukaan antibiootteja käytettäessä lääkekuuri tulee syöttää hevoselle loppuun asti. (Hevostietokeskus Tietoportti s.a.)

3.2 Mikrobit

Mikrobeja on elinympäristössämme kaikkialla. Useat mikrobit ovat nisäkkäiden elämän kannalta välttämättömiä ja ne elävätkin eläimen tai ihmisen elimistössä symbioosissa. Mikrobeilla on taipumus pyrkiä leviämään yksilöstä toiseen. Tartuntatapoja ovat: pisaratartunta, kosketustartunta, suun kautta tapahtuva tartunta ja sukupuolitar-
tunta. (Hooper 2004, 129; Mäkelä 2002, 501, 507–508.)

Osa mikrobeista voi aiheuttaa infektioitauteja. Taudinaiheuttajamikrobin tulee välttää normaalimikrobiston puolustusmekanismit saavuttaakseen haluamansa kohteen elimistössä. Taudinaiheuttamiskykyä kutsutaan virulenssiksi. Mitä virulentimpi mikrobi, sitä herkemmin se aiheuttaa tauteja. Suolistomikrobin tulee selvittää tiensä mahan happaman ympäristön läpi. (Seppälä 2011, 210; Mäkelä 2002, 506.)

Hevosen mikrobisto muodostuu emältä saatujen lajien lisäksi ympäristöstä tulleista mikrobeista. Tehokkaan ruoansulatusentsyymien puute nisäkkäillä on johtanut van Soestin (1994) mukaan molemminpuoliseen yhteistyöhön mikro-organismien ja eläimen välillä. Hevonen on yksimahainen kasvissyöjä ja voimakkaasti riippuvainen sellulolyttisten bakteerien aktiivisuudesta umpi- ja paksusuoleissa, jossa tapahtuu kuituaineksen fermentaatio haihtuviksi rasvahapoiksi. Näin hevonen voi käyttää ravinnokseen selluloosaa, hemiselluloosaa, pektiiniä sekä frukto- ja galakto-oligosakkarideja. (Ellis & Hill 2005, 55; Frapce 2004, 18; Naeset & Austbo 2010, 123.)

Castillon ym. (2006) mukaan suolistossa elää vähintään viisisataa eri pieneliölajia ja paksusuoleissa on noin 10^{12} elävää mikrobia jokaista rehumassa-grammaa kohti. Julliandin, de Fombellen, Drogoulin ja Jacototin (2001) mukaan bakteerilajien määrä voi vaihdella yhden vuorokauden sisällä satakertaisesti saatavilla olevista ravintoaineista riippuen, erityisesti valkuaisaineet ja tärkkelys vaikuttavat mikrobistoon sekä pH-arvoon. Stewartin (1996) mukaan pieneliöstön kirjoon ja niiden elinolosuhteisiin vaikuttaa ennen kaikkea niiden limakalvoihin kiinnittymismahdollisuudet, kasvuolosuhteet, suoliston tuottama materiaali, pH-taso, E_h -toleranssi eli kyky antaa ja ottaa vastaan elektroneja, resistenssiys sappinestettä ja mahdollisia myrkyjä sekä antibiootteja vastaan. (Ringmark 2008, 12.)

E_h -potentiaali on korkein ensimmäisissä ruoansulatuskanavan osissa ja pienenee mitä lähemmäs peräsuolta edetään. Sitä mukaan kun E_h -potentiaali laskee, lisääntyy suolistossa anaerobisten bakteerien määrä. Suolistossa selviävät anaerobiset bakteerit, vaikka olosuhteet eivät ole koskaan täysin anaerobiset. (Ringmark 2008, 13.)

Hevosen suolistossa elävät pieneliöt eli mikrobit ovat sieniä, viruksia, bakteereja ja alkueläimiä. Cannin (2004) tutkimuksen mukaan hevosen uloste sisältää eniten eli 63 % viruksia, 20 % bakteereja, 7 % arkkeja ja 6 % alkueläimiä ja hiivoja ja loput liikkuvia geneettisiä elementtejä. (Cann, Fandrich & Heaphy 2004; Sadet-Bourgeteau & Jullian 2010, 161.)

Pieneliöt voivat kulkeutua hevosen suolistoon ravinnon mukana, jolloin ne myös tavallisesti poistuvat ravinnon mukana tai ne voivat kiinnittyä kokonaan tai väliaikaisesti suolen pintaan. Eri pieneliöt ovat erikoistuneet erilaisen materiaalin hajotukseen, jonka vuoksi voidaan jälleen kerran korostaa, että ruokinnan muutokset tulee tehdä varovasti, jotta suoliston pieneliöstö ehtii sopeutua muutokseen. (Cuddeford 2003, 25; Jullian & Sadet-Bourgeteau 2010, 162; Saastamoinen 2007a, 11.) Hevosen suolistossa on satoja eri lajeja mikrobeja, joista enemmän kuin 99 % on anaerobeja. (Jones 2000; Gronvold ym. 2010, 366.)

Hevosen suun ja sierainten limakalvoilla esiintyvistä mikrobeista jo vuonna 1918 tehdyssä tutkimuksessa löydettiin 53 erilaista mikrobia. Tuolloin kartoitetuista mikrobeista jäi 12 tunnistamatta. (Boyer 1918, 62–63.)

3.2.1 Bakteerit

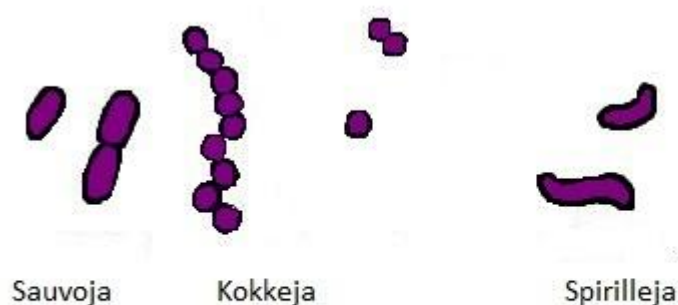
Bakteereita esiintyy kaikkialla luonnossa, osa niistä selviytyy tulivuorien katveessa todella kuumissa olosuhteissa ja osa kestää meren pohjan kovaa painetta. Osa bakteereista kestää todella happamia olosuhteita ja jotkin viihtyvät emäksisessä ympäristössä, toiset bakteerit sietävät myös radioaktiivista säteilyä. Luonnossa bakteerit ovat välttämättömiä, jotta ravinteiden kiertokulku jatkuu. On suhteellisen vähän bakteereja, jotka ovat erikoistuneet tautien aiheuttamiseen. (Vaara, Skurnik & Sarvas 2010.)

Bakteerit voivat kuitenkin aiheuttaa esimerkiksi hengitystieinfektioita ja niistä hevosilla pahamaineisin on varmasti pänttauti, jonka aiheuttaa *Streptococcus equi*. Bakteerinfektiota sairastava hevonen on selvästi kipeämpi, kuin virusinfektiosta kärsivä. (Sykes s.a.)

Toinen esimerkki bakteerien aiheuttamasta sairaudesta on ihon mikrobistoon kuuluvan *Stafylococcus* -suvun bakteerien aiheuttama rivi ja dermatofiloosi eli kurarupi. Helpoimmin bakteeri tulehduttaa vaurioituneen ihon. Rivin vakavuus vaihtelee, joskus se häviää ihon rasvaamisella ja hyvällä hygienialla, mutta joskus joudutaan turvautumaan yleis- tai paikallisantibioottiin. Taudin aste riippuu iholla olevasta mikrobimäärästä, bakteerikantojen ominaisuuksista ja ihon kyvystä vastustaa haitallisten mikrobin hyökkäystä. Myös dermatofiloosi saa usein alkunsa hiertymästä tai haavasta. Yleensä hoidoksi riittää pesu desinfioivalla aineella, mutta joskus joudutaan käyttämään antibiootteja. (Beasley 2013; Niinistö s.a.)

Bakteerit ovat esitumallisia eliöitä eli prokaryootteja ja niillä on vain yksi solu. Jakautuminen on bakteerien lisääntymistapa. Bakteereja luokitellaan niiden ominaisuuksien perusteella, kuten elintavat, biokemialliset ominaisuudet, gram-värijäytyvyys sekä DNA:n emäskoostumuksen mukaan. Bakteeriryhmiä voidaan erotella toisistaan katalaasitestin avulla. Testissä katalaasiaktiivisuus todetaan lisäämällä bakteerikasvustoon vetyperoksidia. Katalaasia sisältävä bakteerikasvusto saa aikaan vetyperoksidin kuplimisen. Kuplat osoittavat positiivisen katalaasin, kuplien puuttuminen merkitsee negatiivista katalaasitestistä. (Puhakka & Salkinoja-Salonen 2002, 92–98; Salkinoja-Salonen 2002, 206.)

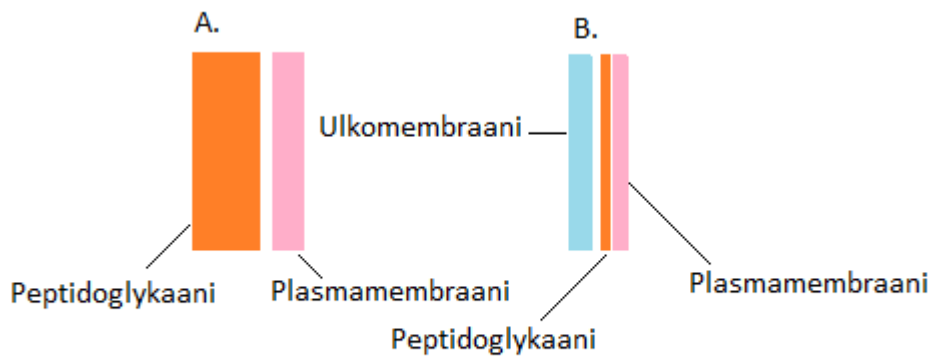
Bakteereilla on erilaisia solumuotoja (kuva 3.) esimerkiksi kokit, jotka ovat pyöreitä, sauvat, joiden rakenne on sylinterinmuotoinen sekä spirilli, joka on kiertynyt yhden tai useamman kerran. Bakteerien muoto eli morfologia vaikuttaa sen selviytymiseen erilaisissa olosuhteissa. (Puhakka & Salkinoja-Salonen 2002, 92–98.)



KUVA 3. Esimerkkejä bakteerien erilaisista solumuodoista. Piirros Aune Huttunen 2013. (Puhakka & Salkinoja-Salonen 2002, 97; Solunetti 2006.)

Gramnegatiivisten bakteerien soluseinän rakenne on monimutkaisempi kuin gramposiitivisten bakteerien (kuva 4.). Plasmamembraanin ja ohuen peptidoglykaanikerroksen ulkopuolella on ulkomembraani. Gramnegatiivisten bakteerien (B.) soluseinässä on ns. ulkomembraani ja sen perusrakenne on lipidi-kaksoiskalvo. Ulkomembraani suojaa bakteeria ulkoa tulevilta haitallisilta aineilta ja tämän vuoksi ne ovat resistenssejä monille bakteerilääkkeille, jotka vaikuttavat gramposiitisiin bakteereihin. Grampositiivisten bakteerien (A.) soluseinä on huomattavasti paksumpi kuin gramnegatiivisten, minkä vuoksi ne ovat herkempiä lysotsyymeille, penisiliinille ja sen johdannaisille. Lysotsyymi voi tehdä bakteerin seinän peptidoglykaaniin reiän ja näin tuhota bakteerin. Esimerkiksi kudosteneste sisältää lysotsyymiä. Grampositiivisten bakteerien

seinässä peptidoglykaanikerroksia voi olla päällekkäin useita kymmeniä, mutta gram-negatiivisilla bakteereilla on vain 1–3 kerrosta. (Vaara ym. 2010.)



Kuva 4. Kaavakuva grampositiivisten (A.) ja gramnegatiivisten (B.) bakteerien soluseinästä. Piirros Aune Huttunen 2013. (Vaara, Skurnik & Sarvas 2010.)

Bakteerit jaetaan hapentarpeen mukaan neljään ryhmään, joita ovat ehdottomat aerobit, ehdottomat anaerobit, valinnaisesti aerobit sekä aerotolerantit eli happea sietävät bakteerit. Ehdottomat aerobit ovat riippuvaisia hapesta, eivätkä voi kasvaa ilman sitä. Tähän ryhmään kuuluvia bakteereja ovat mm. etikkahappobakteerit ja kemolitotrofit. Ehdottomille anaerobeille happi on vahingollista. Nämä ottavat energiansa käymisestä ja auringonvalosta. Klostridit, propionihappobakteerit ja fotosynteesittiset bakteerit ovat esimerkkejä ehdottomista anaerobeista. Valinnaisesti aerobit bakteerit eivät ole riippuvaisia hapesta. Ne pystyvät muuntamaan energian saantiaan hapen tarjonnan mukaan. Hapen puuttuessa ne saavat energiaa käymisen avulla, kun taas hapen läsnä ollessa ne saavat energiaa orgaanisen aineen hapettumisesta ja hengittävät. Tähän ryhmään kuuluvia bakteereja ovat esimerkiksi *E. coli* ja *Salmonella* sekä leiviniiva eli *Saccharomyces cerevisiae*. Aerotolerantit anaerobit eivät hengitä happea eli eivät käytä sitä energiantuotantoon, mutta happi ei kuitenkaan ole niille haitallista. Jotkin tähän ryhmään kuuluvista bakteereista kuitenkin käyttävät happea tehdäkseen siitä yhdessä veden kanssa vetyperoksidia, näin ne myrkyttävät elintilasta kilpailevat mikrobit. Käyminen on aerotoleranttien bakteerien tapa ottaa energiaa. Useat maitohappobakteerit kuuluvat tähän ryhmään. (Salkinoja-Salonen 2002, 196–197.)

Bakteerien luokittelussa käytetään apuna käymismekanismien tutkimusta. Käymisen eli fermentaation lopputuotteena syntyy yhdisteitä, joita bakteeri erittää kasvualustansa esimerkiksi maitohappoa, etanolia ja etikkahappoa. Käymisen mahdollistaa

orgaaninen aine, joka sisältää happea ja vetyä, kuten aminohappo tai hiilihydaatti. (Salkinoja-Salonen 2002, 210.) Hevosen suolistossa tapahtumasarja etenee niin, että ruoansulatuskanavan mikrobit fermentoivat selluloosaa ja hemiselluloosaa, jolloin syntyy haihtuvia rasvahappoja, jotka hevosen elimistö käyttää energian lähteenä.

Aitobakteereihin kuuluvat esimerkiksi *Firmicutes* -bakteerit. Firmikuutit ovat grampositiivisia sauvoja sekä bakteereita, joilta puuttuu koko soluseinä. Suoliston ravintoainesten metaboliassa suurin osa on firmikuutteja. Merkittävä eläintensuoliston bakteeriryhmä ovat *Fibrobacteres*. Fibrobakteerit hajottavat selluloosaa. *Bacteroidetes* ovat gramnegatiivisia sauvoja, jotka elävät anaerobisesti maaperässä ja vesistöissä. Ne ovat tärkeä normaalimikrobistoon kuuluva bakteeriryhmä suolistossa ja suussa. Fusobakteerit ovat gramnegatiivisia sauvoja, jotka ovat anaerobisia ja limakalvojen normaalimikrobistoon kuuluvia. *Verrucomicrobia* kuuluu jaksoon B22 ja ovat yleisiä maaperässä, vesissä ja ihmisen suolistossa. (Lindholm & Eerola 2010.)

Maitohappobakteerit ovat ryhmä grampositiivisia bakteereita, joilla on samanlaiset morfologiset, fysiologiset ja metaboliset ominaisuudet. Ne eivät itiöi ja ovat katalaasinegatiivisia anaerobisia sauvoja ja kokkeja. Niiden sokerikatabolian lopputuote on pääasiassa maitohappo. Maitohappobakteerien sukuun kuuluvat: *Aerococcus*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ja *Weisella*. (Bohlin 2006, 2; Palva 2002, 593.) Axelssonin (2004), Rafatin ym. (2005) sekä Stilesin ja Holzapfelin (1997) mukaan yleisin hevosen ruoansulatuskanavassa esiintyvä maitohappobakteeriryhmä kuuluu sukuun *Lactobacillus*. (Bohlin 2006, 2.)

Maitohappobakteeri on esimerkki ruoansulatuskanavassa ja limakalvoilla esiintyvistä bakteerista, joka on yleisesti turvallisena pidetty ja josta isäntä hyötyy. Maitohappobakteerit vaikuttavat isäntänsä fysiologiaan, ravitsemukseen, immunologisen järjestelmän kypsymiseen ja kolonisaatioresistenssin ylläpitoon ja muodostumiseen. (Palva 2002, 595.)

Hevosen suoliston mikrobeista arkikielessä puhuttaessa käytetään ilmaisua kolibakteerit tai kolit. Kuitenkin vain vähemmistö hevosen suoliston mikrobeista on kolibakteereja. Kolibakteerilla tarkoitetaan *Escherichia coli* -lajeja. Osa kolibakteereista on harmittomia suoliston mikrobistoon kuuluvia, mutta on myös koleja, jotka aiheuttavat elintarvikkeiden ja rehujen saastumista ja sitä kautta ripulia. Osa koleista aiheuttaa ihmisille tulehduksia ruoansulatuselimistössä, virtsateissä, aivokalvoissa, vatsakalvoissa ja keuhkoissa. (Lillkvist 2007, 42–44; Peltonen 2007; Siitonen 2002, 619.)

Eräässä tutkimuksessa vertailtiin kolibakteerien esiintymistä ihmisillä, nautakarjalla ja hevosilla. Vertailussa havaittiin että hevosilla kolien monimuotoisuus oli kaikkein laajinta (Anderson, Whitlock & Harwood 2006).

Bakteerit, jotka hajottavat tärkkelystä ja helposti fermentoitavia hiilihyaatteja, kuten glukoosia, ovat Varloudin, Fontyn, Rousselin, Guyonvarchin ja Julliandin (2007) mukaan *Lactobacillus*- ja *Streptococcus* -lajeja. Vallitsevin laji mahalaukussa ovat *Lactobacillus* -suvun bakteerit. Mahalaukun seinämällä eläviä bakteereja ovat Yukin ym. (2000) molekyylibiologian tutkimuksen mukaan *Lactobacillus crispatus*, *Lactobacillus reuteri* ja *Lactobacillus agilis*. Mahanesteestä on löydetty Al Jassimin, Scottin, Trebbin, Trottin ja Pollitin (2005) mukaan *Lactobacillus mucosae*- ja *Lactobacillus delbrueckii* -bakteereja. Mahalaukun limakalvolta on havainnoitu Yukin (2000) ym. sekä Al Jassimin ym. (2005) mukaan *Lactobacillus salivarius* -bakteeri. Kernin, Slyterin, Leffelin, Weaverin ja Oltjen (1974) ja de Fombellen ym. (2003) mukaan sellulolyyttisiä bakteereja on mahassa erittäin vähän. (Julliand & Sadet-Bourgeteau 2010, 165–166; Vörös 2008, 11.) Frapen (2010, 15.) mukaan mahalaukussa esiintyy myös *Veillonella gazogenes* -bakteeri.

Ohutsuolen mikrobisto koostuu pääasiallisesti seuraavista bakteereista: *Lactobacilli*, *Enterobacteria*, *Enterococci*, *Streptococci* ja laktaattia hajottavista bakteereista. De Fombellen ym. (2003) mukaan *Streptococci* on vallitsevin laji ohutsuolessa. (Ellis & Hill 2005, 34–35; Vörös 2008, 11.)

Ohutsuo-lesta Kollarczikin, Endersin, Friedrichin ja Gedekin (1992) mukaan havaitut bakteerit ovat: *Clostridium sp.*, *Proteus sp.*, *Staphylococcus sp.* ja *Pseudomonas sp.* Tärkkelyksen hajottamisessa mukana olevat bakteerit ovat Alexanderin ja Daviesin (1963), sekä Kollarczikin ym. (1992) ja de Fombellen ym. (2003) mukaan: *Lactobacillus*, *Enterobacteria*, *Enterococcus* ja *Streptococcus*. Julliand (2005) raportoi ohutsuo-lesta myös *Candida sp.* -hiivan. (Julliand & Sadet-Bourgeteau 2010, 166; Vörös 2008, 11.)

Hevosen paksusuolella vallitsevat Dalyn, Stewartin, Flintin ja Shirazi-Beecheyn (2001) sekä Dalyn ja Shirazi-Beecheyn (2003) mukaan *Firmicutes* -ryhmän bakteerit. *Firmicutes* -ryhmän bakteerit ovat heidän mukaansa myös vallitsevin laji koko ruoansulatuskanavassa. Tähän ryhmään kuuluvia bakteereja ovat *Clostridium spp.*, *Ruminococcus spp.*, *Butyrivibrio spp.* ja *Eubacteria*. Toiseksi yleisin paksusuolen bakteeriryhmä heidän mukaansa on *Bacteroidetes*. Muita paksusuolesta havainnoituja

bakteeriryhmiä Dalyn ja Shirazi-Beecheyn (2003) mukaan ovat: *Spirochetaceae*, *Verucomicrobiales* ja *Proteobacteria*. (Julliand & Sadet-Bourgeteau 2010, 167.)

Paksusuolen maitohappoa tuottavat bakteerit ovat Julliandin ja Goachetin (2005) sekä Al Jassimin ym. (2005) mukaan *Streptococcus bovis*, *S. quines*, *Lactobacillus salivarius*, *L. mucosae*, *L. delbrueckii* ja *Mitsuokelal jalaludinii*. Dalyn ym. (2001) tutkimusten mukaan *Streptococcus bovis* -bakteeria esiintyy vähän lynkkysuolessa, mutta Bailey'n ym. (2003) mukaan tämä bakteeri on vallitseva umpisuoleessa. Barucin, Dawsonin ja Bakerin (1983) sekä Maczulakin, Dawsonin ja Bakerin (1985) mielestä tärkeimmät laktaattia hajottavat bakteerit paksusuoleessa ovat *Veillonella sp.* ja *Megasphaera*. Selluloosaa hajottavia bakteereja on Julliandin, de Vauxin, Villardin ja Richardin (1999) ja Dalyn ym. (2001) mukaan tunnistettu umpisuoleesta: *Ruminococcus flavefaciens*, *Ruminococcus albus*, *Fibrobacter succinogenes*, *Clostridium spp.*, *Butyrivibrio spp.* ja *Eubacterium spp.* Selluloosaa hajottavista bakteereista paksu- ja umpisuoleessa vallitsevin Julliandin ym. (1999), Dalyn ym. (2001), sekä Hastien, Mitchellin ja Murrayn (2008) mukaan on *Ruminococcus flavefaciens*. (Julliand & Sadet-Bourgeteau 2010, 167–168.)

Hevosen umpisuoleesta on löydetty Kernin ym. (1973) ja Mackien ja Wilkinsin (1988) mukaan suuria määriä proteolyttisiä bakteereja (Vörös 2008, 11). Kernin ym. (1973) ja Julliandin ym. (2001) mukaan hevosen umpisuoleessa on enemmän sellulolyttisiä bakteereja kuin paksusuoleessa ja tämä viittaa siihen, että umpisuoli on tärkein kuidun hajotus paikka. (Julliand & Sadet-Bourgeteau 2010, 168.)

Eräässä tutkimuksessa verrattiin terveiden hevosten ja suolistotulehdusta sairastavien hevosten ulosteen mikrobisisältöä. Firmikuutteja oli terveiden hevosten ulosteessa selvästi eniten (68 %), seuraavaksi eniten esiintyi bakteroideja ja proteobakteereja. Sairailta hevosilla esiintyi eniten bakteroideja (40 %) ja seuraavaksi eniten firmikuutteja ja proteobakteereja. Terveillä hevosilla oli suhteellisesti enemmän aktinobakteereja ja spirokeettoja. Fusobakteerit olivat harvinaisia terveillä hevosilla, mutta suolistotulehdusta sairastavilla hevosilla niitä esiintyi runsaammin. *Lachnospiraceae* -ryhmän bakteereja ja klostrideja esiintyi eniten terveillä hevosilla. Tutkijoiden mukaan klostridien vallitsevuus terveiden hevosten ulosteessa kertoo klostridien tärkeydestä. (Costa ym. 2012.)

Eräässä kokeessa tutkittiin laktobasillien, streptokokkien ja bifidobakteerien esiintymistä kuuden aktiivisesti kilpailevan täysverisen hevosen ulosteessa. Laktobasilleja havaittiin eniten ja bifidobakteereja vähiten. Laktobasilleista eniten havaittiin *Lactoba-*

cillus equi, *Lactobacillus johnsonii*, *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus gastricus* ja *Weisella confusa*. Streptokokeista yleisimmäksi ulosteessa havaittiin *Streptococcus bovis* tai *Streptococcus equinus*, käytetyllä menetelmällä on vaikeaa erottaa näitä kahta bakteeria toisistaan, joten tulos esitettiin tutkimuksessa noin. Bifidobakteereista *Parascardovia dentocolens* oli yleisin bakteeri. (Endo, Okada & Morita 2007, 191–196.)

Endon & Futagawa-Endon (2009) tutkimuksessa löydettiin afrikkalaisilta hevosilta myös *Lactobacillus hayakitensis* -bakteeri. Näillä 12 hevosilla bifidobakteerien ryhmään kuuluvia bakteereja oli ainoastaan yhdellä, nämä tunnistettiin *Parascardovia denticolens* -bakteereiksi. Otetuissa näytteissä havaittiin, että kaikilla hevosilla oli *L. equi*, *L. hayakitensis* ja *W. confusa/cibaria* -bakteereja. Vähemmän havaittiin *P. denticolens*-, *Bifidobacterium pseudolongum*- ja *Alloscardovia omnicolens* -bakteereja. Japanissa hevosilla yleisimmin esiintyvää *L. equigenersi* -bakteeri havaittiin tutkimuksen afrikkalaisilla hevosilla vain yhdellä. (Endo & Endo 2009.)

Vörös vertaili toisistaan eroavien ruokintojen vaikutusta hevosen ulosteessa esiintyviin mikrobeihin. Tutkimuksessa havaittiin että streptokokkien ja laktobasillien määrät yli kymmenkertaistuivat hevosilla, joita ruokittiin sekä säilöheinällä että täysrehulla, verrattuna hevosiiin joita ruokittiin vain säilöheinällä. Kernin ym. (1973), Goodsonin, Tyznikin, Clinen ja Dehorityn (1988), de Fombellen ym. (2001), Baileyn ym. (2003a), de Fombelle ym. (2003) sekä Varloudin, Fontyn, Rousselin, Guyonvarchin ja Jullian-din (2007) tutkimukset tukevat Vörösin päätelmiä. Vörös havaitsi tuolloin myös *Lactobacillus ruminis* -bakteerin. Kyseistä bakteeria ei esiintynyt pelkkää säilöheinää syövien hevosten ulosteessa. (Vörös 2008, 25.)

3.2.2 Virukset

Virukset ovat mikrobeja, joiden koko vaihtelee 25–400 nm välillä. Virukset eivät selviä ilman isäntäsolua, vaan ne tarvitsevat toimiakseen esimerkiksi eläin-, kasvi- tai bakteerisolun. Viruksilla ei ole omaa aineenvaihduntaa. Kaikissa viruksissa on nukleiinihappoa eli RNA:ta tai DNA:ta. Virukset ovat muodoltaan pallomaisia, sauvamaisia tai ne voivat olla rakenteeltaan monimutkaisempia. Virusten geenien määrä vaihtelee muutamasta useisiin satoihin. Perintöaineksen ympärillä on suojaava kapsidi, joka koostuu proteiineista. Monilla viruksilla on kapsidin päällä solukalvo eli ns. vaippa, joka koostuu lipideistä ja proteiineista, joillakin lajeilla vaippa voi olla myös kapsidin

sisällä. Virusten rakenne mahdollistaa sen tunkeutumisen isäntäsoluun ja lisääntymisen siellä. (Bamford, Hyypiä & Saksela 2010; Kääriäinen 2002, 561.)

Virukset voivat elää isäntäsolussaan harmittomina, mutta ne voivat aiheuttaa myös infektioita. Immuunijärjestelmälle virukset ovat vaikeammin havaittavissa kuin bakteerit ja ne kykenevät manipuloimaan immuunivastetta omaksi edukseen. Virusinfektio voi levitä kantajassaan salakavalasti. (Arstila, Silvennoinen & Hedman 2011, 243–247.)

Tavallisimmat hevosella esiintyvät viruksen aiheuttamat sairaudet ovat herpesvirus ja hevosinfulenssa. Hevonen sairastuu hevosinfulenssassa yleensä korkeaan kuumeseen ja saa useimmiten yskän. Antibioottihoidosta ei ole apua viruksen aiheuttamaan infektiin. Virukset lisääntyvät solun sisällä ja on vaikeaa kehittää viruslääkettä, jolla ei olisi sivuvaikutuksena solutoksisuutta. Herpesviruksen oireet ovat samankaltaiset kuin hevosinfulenssassa. Molempia viruksia voidaan vähentää rokotusten avulla. Rokottaminen onkin tärkein keino vastustaa virustauteja. (Meurman 2005, 57–58; Sykes s.a.)

Bakteerien viruksia eli bakteriofageja on kuvailtu hevosen paksusuolella ensimmäisen kerran Alexanderin, Daviesin ja Muirin (1970) mukaan jo vuonna 1970. Lukumäärältään bakteriofagi hiukkasia on arvioitu olevan Cannin ym. (2004) mukaan grammassa ulostetta noin 10^{10} – 10^{11} . Heidän tutkimuksen mukaan hevosen ulosteesta näyttäisi olevan eniten nimenomaan viruksia ja vasta toiseksi eniten bakteereja. Virukset, joita tutkimuksessa löydettiin hevosen ulosteesta, ovat Cannin ym. (2004) mukaan *Siphoviridae*, *Myoviridae*, *Podoviridae* ja *Ortopoxvirus*. (Bamford, Hyypiä & Saksela 2010; Julliard & Sadet-Bourgeteau 2010, 162–163.)

3.2.3 Sienet

Sienet ovat monimuotoinen ja hyvin sopeutuvainen eliöryhmä ja niitä esiintyy kaikkialla luonnossa. Sienet lisääntyvät itiöiden ja rihmaston kautta. Baconin ja Whiten (2000) mukaan rehut voivat sisältää sieniä vääränlaisesta korjuusta, säilönnästä tai varastoinnista johtuen, mutta myös rehukasvissa itsessään voi olla jo ennen sadonkorjuuta sienitartunta, joka on mahdollista saada esimerkiksi laitumella. Hevonen voi kärsiä myös sienten aiheuttamasta ihotulehduksesta, jonka merkkinä yleensä ovat pyöreät ja karvattomat alueet ympäri kehoa. Hoitovälineiden, varusteiden ja suoran kontaktin kautta tulehdus voi levitä hevosesta toiseen. Homeet ja hiivat kuuluvat sie-

niin. (Kokki, Kuusela & Richardson 2010; Maijala 2002, 168, 177; National research council, 157; Vainio s.a.)

Homeet ovat sieniryhmä, johon kuuluu erilaisia kasvustoja muodostavia sieniä. Monisoluinen rihmasto on homeiden tapa kasvaa. Homeet lisääntyvät rihmastojen ja itiöiden avulla, eivätkä ne ole vaativaisia kasvuympäristönsä suhteen. Jotkin homeet tuottavat mykotoksiineja eli homemyrkkyjä. (Evira 2013; Solunetti 2006)

Elintarvikkeissa tai rehuissa olevat homeet pilaavat ravinnon makua ja tuoksua sekä voivat tuottaa myrkkyjä eli mykotoksiineja. Mykotoksiinit ovat ihmisille ja eläimille vaarallisia. Mykotoksiineille voi altistua ravinnon lisäksi myös ilman kautta saadun kontaktin kautta esimerkiksi homeisia rehuja käsiteltäessä. Viljassa on sieniä ennen korjuuta, mutta kuivaamalla näiden sienten kasvu pysähtyy. Liian kosteassa viljassa voi muodostua mykotoksiineja, samoin liian kosteat varastointiolosuhteet altistavat viljan homevaurioille. Optimaalisin olosuhde viljan säilömiseen on +10° astetta ja ilman suhteellinen kosteus alle 85 %. (Salkinoja-Salonen 2002, 550, 668–671.)

Hevoselle homeinen ravinto aiheuttaa ripulia, ruoansulatushäiriöitä, yskää sekä herkimmille hevosille astman tyyppisiä oireita. Hevosen suorituskyky ja kunto heikkenevät. Homeita hevonen voi saada elimistönsä rehuista ja huonosta talli-ilmasta. (Cuddeford 2003, 102; MTT 2013; Tuomola s.a.)

Hiivat ovat muodoltaan yleensä pyöreitä ja yksisoluisia. Hiivat lisääntyvät tekemällä kylkeensä uuden solun. Ketjuuntuneiden solujen muodostelma voi muistuttaa rihmarakennetta. (Kokki ym. 2010)

Hiiva, jota hevosen ruoansulatusjärjestelmässä esiintyy, on Batistan, Chavesin, Cte de Vasconcelosin, Fismanin ja da Sylva Floran (1961) mukaan *Geotrichum candidum*, joka eristettiin paksusuolesta. Toinen hevoselta löydetty anaerobinen sieni Orpin (1981) mukaan kuuluu ryhmään *Phycomycetes*. Pääosa umpisuolella esiintyvistä sienistä kuuluu *Piromyces* -ryhmään. Osa on luokiteltu Goldin, Heatin ja Bauchopin (1988) mukaan *Caecomyces equi* -sieniin. Muita paksusuolesta tunnistettuja sieniä ovat Liebetanzin (1910) mukaan *Sphaeromonas communi* ja *Piromonas communis* sekä Vavran ja Joyon (1966) tiedon mukaan *Neocallimastix equi*. Julliandin, Riondetin, de Vauxin, Alcarzin ja Fontyn (1998) mukaan paksuolella esiintyy myös *Piromyces citronii* -hiiva. (Julliand & Sadet-Bourgeteau 2010, 164.)

Eräässä tutkimuksessa kartoitettiin sienikasvustojen esiintymistä 60 hevosen ulostenäytteiden avulla. Mukana kokeessa oli ratsu-, ravi- ja työhevosia. Tutkimuksessa löydettiin 82 eri lajia sienikasvustoa, joissa oli 53 eri sukua. Näistä 7 oli *Zygomycetes*, 18 *Ascomycetes*, 1 *Basidiomycetes*, 2 *Myxomycetes* ja 25 *Fungi imperfecti* -sukuun kuuluvia. (Piontelli, Alicia Toro Santa-Maria & Caretta 1981.)

3.2.4 Alkueläimet

Alkueläimet ovat yksisoluisia mikro-organismeja, jotka kuuluvat eukaryooteihin eli aitotumallisiin. Alkueläimiä elää kaikkialla maapallolla. Alkueläimet voivat elää anaerobisissa olosuhteissa. Alkueläimet luokitellaan niiden liikkumistavan mukaan, esimerkiksi flagellaatit eli siimaeliöt ja ciliaatit eli ripsieläimet. Useat alkueläimet elävät muiden eläinten loisina, mutta ne voivat elää isännän kanssa myös symbioosissa. Osa alkueläimistä voi aiheuttaa sairauksia. (Saari & Nikander 2006, 9; Salkinoja-Salonen 2002, 197; Solunetti 2006.)

Hevosella esiintyvä *Tritrichomonas equi* elää hevosen umpi- ja paksusuoleissa, yleensä tästä alkueläimistä ei ole haittaa hevoselle, mutta toisinaan sen on todettu aiheuttaneen ripulia. Hevosen suun limakalvoilla elää *Trichomonas equibucallis* kommensaalina, eli se saa ravinnon kantajaltaan, mutta ei aiheuta sille haittaa. (Saari & Nikander 2006, 16.)

Eimeria leuckarti elää hevosen ohutsuolen epiteelisoluissa ja voi aiheuttaa sinne soluvaurioita sekä hypertrofiaa eli solun liikakasvua. *Eimeria* -alkueläimen haitallisuudesta hevoselle on useita eri mielipiteitä, mutta varsoille ja nuorille hevosille se voi aiheuttaa vakavaa ripulia, alkueläintä on kuitenkin tavattu myös oireettomilla hevosilla. Eläinlääketiedekunnan materiaalien mukaan alkueläintä ei esiinny Suomessa, mutta tulokseen voi vaikuttaa myös ulostenäytteiden tutkinnassa käytettyjen menetelmien huono soveltuvuus *E. leuckarti* -alkueläimen havaitsemiseen. (Saari & Nikander 2006, 17–18; Solunetti 2006.)

Cryptosporidium siirtyy hevoseen suun kautta ookystana. Ookysta on alkueläimen hedelmöittyneen munasolun kestomuoto, joka kestää kuumuutta, kuivuutta ja kemiallisia desinfiointiaineita. Ookystan sisällä kehittyä jakautumisen eli sporulaation seurauksena uusia alkueläimen alkuja eli sporotsoiitteja. Sporotsoiitit ovat ookystasta vapautuessaan heti valmiita tunkeutumaan suolen epiteelisolujen pintaan. Kliinisesti alkueläin aiheuttaa hevoselle voimakasta ripulia, josta seuraa imeytymis- ja ruoansu-

latushäiriöitä. Alkueläin on yleinen hevosilla, mutta haitallisia oireita esiintyy yleensä vain varsoilla. Suomessa alkueläin on todennäköisesti alidiagnosoitu varsojen ripulin aiheuttaja. (Infektioneuvonta s.a.; Lappalainen, Ristola & Meri 2010; Saari & Nikander 2006, 18–19.)

Trypanosoma equiperdum on alkueläin, joka tarttuu hevoseen astutuksen yhteydessä. Alkueläimen aiheuttama sairaus puhkeaa yleensä 1–4 viikon kuluessa tartunnasta. Yleisimmän ensimmäinen oire on sukuelinten alueen turvotus. Alkueläimen aiheuttamaa sairautta kutsutaan dourineksi ja se voi johtaa jopa halvaantumiseen. Dourinea esiintyy Aasiassa ja Lähi-idässä. Euroopassa sairautta on havaittu Italiassa. (Copas 2012, 4; Saari & Nikander 2006, 15.)

Hevosella voi elää ohutsuolen epiteelisolujen pinnalla *Giardia* -alkueläin, joka siirtyy elimistöön rehun tai veden mukana kystamuotona. Kystamuoto muuttuu hevosen elimistössä kahdeksi pisaran muotoiseksi trofotsoittimuodoksi, joka liikkuu siimaisten flagellojen avulla. Elämänkierron lopussa trofotsoittimuoto muuttuu jälleen kystamuodoksi ja poistuu ulosteen mukana, jolloin se on jälleen ympäristössään valmis siirtymään uuteen hevosityksilöön. *Giardia* voi aiheuttaa ravintoaineiden pilkkoutumisen ja imeytymisen häiriöitä ja ripulia. *Giardia* voi tarttua ihmiseen ja useisiin muihin nisäkkäsiin kuten koiraan, kissaan, nautaan ja rottaan sekä matelijoihin, lintuihin ja sammakoihin. *Giardia* -alkueläimen esiintymisestä suomalaisilla hevosilla ei ole tietoa saatavilla. Hörmanin ym. (2004) mukaan *Giardia* -kystat ovat Suomen pintavesissä yleisiä. (Kamu s.a. ;Saari & Nikander 2006, 16.)

Toksoplasma gondii alkueläimen levittäjänä toimii kissa, jonka suolistossa se lisääntyy suvullisesti ja leviää ympäristöön kissan ulosteiden mukana. Hevonen voi saada tartunnan ookystana laitumen, rehujen tai veden kautta. Hevosen elimistössä ookystoista sporotsoitteja, jotka vaeltavat suolen seinämän kautta veren- ja imunestekierron kautta kaikkialle elimistöön. Elimistössä vaeltavia *Toksoplasma* -alkueläimiä kutsutaan takytsoiiteiksi. Takytsoiitit tunkeutuvat soluihin jakaantuakseen niissä ja siirtyvät sen jälkeen uusiin soluihin. Hevosen elimistön immuniteetin kehittyessä takytsoiitteja vastaan, niiden soluihin tunkeutumiskyky heikkenee. Tästä johtuen takytsoiitit muuttuvat hidasliikkeisiksi bradytsoiiteiksi ja ne taas muodostavat suurikokoisia tuhansista bradytsoiiteista koostuvia kystoja, jotka voivat säilyä elimistössä tartuntakykyisinä useita vuosia. Hevonen voi saada tartunnan myös rehuun jauhautuneen bradytsoiittikystöjä sisältävän raadon kautta. Hevosten on todettu altistuneen *Toksoplasma gondii* alkueläimelle usein, mutta sen ei ole todettu olevan hevoselle merkittävä sairauksien aiheuttaja. (Saari & Nikander, 2006, 19.)

Neospora alkueläinten elinkierto on samantyyppinen kuin *Tokoplasma gondiin*, mutta suvullinen lisääntyminen tapahtuu koiraeläinten suolistossa. *Neospora hughesi* voi aiheuttaa tiineille tammoille abortteja ja vastasyntyneen varsan heikkoutta ja halvausoireita. Alkueläin tunkeutuu istukan kautta sikiöön. Aikuisella hevosella *Neospora* tartunta on oireeton ja Ranskassa ja Yhdysvalloissa tehtyjen tutkimusten mukaan jopa yli 20 % hevosista olisi kantajia. Naudoilla *Neospora caninum* on merkittävä luomisten aiheuttaja myös Suoemessa. Nauta voi saada tartunnan rehuun tai veteen joutuneen tartunnan saaneen koiran ulosteen kautta. Tartunnan voi saada myös lammas, vuohi tai peura. Taudin ennaltaehkäisyn kannalta on tärkeää, ettei sikiöitä ja jälkeisiä anneta lihansyöjien, koirien tai kettujen syötäviksi. (Evira 2011; Saari & Nikander 2006, 19.)

Sarcocystis equicanis, *Sarcocystis fayeri* ja *Sarcocystis bertrami* ovat koiran suoliston loisia. Hevonen voi saada tartunnan rehujen, laitumen tai veden kautta. *Sarcocystis* lisääntyy hevosen elimistössä suvuttomasti muodostaen poikkijuovaisiin lihaksiin kystia, jotka ovat suurimmillaan noin senttimetrin pituisia. Kystista ei ole todettu olevan hevoselle muuta haittaa, kuin infektiovaiheen lämmönnousua ja anemiaa. Suomessa ei ole havaittu hevoseen tarttuvia muotoja. (Saari & Nikander 2006, 20.)

Sarcocystis neurona alkueläin voi aiheuttaa hevoselle EPM sairautta, joka aiheuttaa aivojen ja selkäytimen tulehduksen. Hevonen saa tartunnan rehuissa, laitumessa tai vedessä olevan opossumin eli pussirotan ulosteen kautta. Ulostessa olevasta sporokystasta vapautuu hevosen elimistössä merotsoitteja, jotka tunkeutuvat hevosen hermokudokseen. Arvioiden mukaan puolet USA:n hevosista altistuu *Sarcocystis neurona* tartunnalle, mutta vain osalla esiintyy oireita. Itämisajan on todettu olevan vuosia ja stressin on epäilty olevan syy sairauden puhkeamiseen. Sairauden oireet ovat moninaiset heikkoudesta ja ontumisesta näköhäiriöihin ja epänormaaliin hikoi luun. Aikaisessa vaiheessa aloitettu ponatsuriili -hoito lieventää oireita ja voi parantaa osan sairastuneista hevosista, ellei hermokudos ole ehtinyt vaurioitua. Tautia vastaan on rokotteita. Alkueläintä ei esiinny Euroopassa, mutta EPM -tartuntoja on esiintynyt tuontihevosilla ympäri Eurooppaa. (Saari & Nikander 2006, 20.)

Klossiella equi on alkueläin, joka elää hevosen munuaisissa. Hevonen saa tartunnan todennäköisesti suun kautta. Munuaisten epiteelisolvauriot sekä tulehdusreaktio, joka koostuu lymfosyyteistä ja plasmasoluista, ovat merkkejä voimakkaasta tartunnasta. Tartunta ei kuitenkaan aiheuta hevoselle sairauden oireita, vaan yleensä tar-

tunta havaitaan munuaiskudoksen patologisessa tutkimuksessa. (Saari & Nikander 2006, 21.)

Besnoitia benettii on alkueläin, jonka suvullinen lisääntyminen tapahtuu lihansyöjän suolistossa, ja sitä esiintyy hevosilla ja aaseilla. Hevonen voi saada tartunnan veden, laitumen tai rehujen kautta, joiden joukkoon on joutunut lihansyöjän ulostetta. Alkueläimen aiheuttaa ihon ja ihonalaiskudoksen sidekudosta muodostaviin soluihin bradytsoiitti kystoja. Tartunnan oireita ovat yleisimmin kaulalla, vatsapinnalla ja sään alueella esiintyvä ihotulehdus. Suomessa sairautta ei esiinny hevosilla, mutta poroilla on oma *Besnoitia* laji ja sairaus on niillä melko yleinen. (Saari & Nikander 2006, 21.)

Babesia equi ja *Babesia caballi* voivat aiheuttaa hevosella puutiaisen välityksellä pu-natautia. Verta imiessään puutiaisessa olevat alkueläimet siirtyvät sen sylkirauhasiin ja muuttuvat sporotsoiitti muotoon ja siirtyvät puutiaisen syljen mukana hevosen verenkiertoon. Hevosen elimistössä sporotsoiitti lisääntyy punasolujen sisällä samalla rikkoen sen. Punasolujen hajoamisesta seuraa hemolyyttinen anemia. Vakavissa oireissa nousee kuume ja hevonen lopettaa syömisen sekä limakalvot muuttuvat keltäviksi. Pahimmassa tapauksessa verenpaineen romahtaminen aiheuttaa shokki-vaurioita elimiin ja hevonen menehtyy muutamassa vuorokaudessa. Kroonisesti sairaus voi jatkua useita vuosia aiheuttaen kuumeilua, laihtumista ja väsymystä. Osa voi olla myös oireettomia. Tautia on esiintynyt Suomessa tuontihevosilla, mutta alkueläin-tä kantava puutiainen elää myös Suomessa, joten periaatteessa sairauden esiintymi-nen on mahdollista. (Saari & Nikander 2006, 23.)

Umpisuolesta on löydetty Adamin (1953) mukaan *in vivo* -tutkimuksessa *Blepharoco-rys* ja *Cycloposthium* -alkueläimiä. Yleisimmät alkueläinlajit umpisuoleessa Ozekin, Imain ja Katsunon (1973) teoksen mukaan ovat *Paraisotricha*, *Ambullaculla*, *Blepha-ro-sphaera*, *Ditoxum*, *Prorodonopsis*, *Spridinium*, *Tetratoxum*, *Triadinium* ja *Trpalma-ria* elää Ozekin ym. (1973) mukaan lynkkysuolessa, mutta ei umpisuoleessa. Moore ja Dehority (1993) täydensivät tietoa määrittelemällä lisää paksu- ja umpisuolen al-kueläimiä: *Buetschlia*, *Didesmis* ja *Blepharoprosthium* sp. Ulostessa yleisimpiä laje-ja ovat Imain, Inamin, Moritan, Iken ja Iton (1999) mukaan *Bundleia*, *Holophryoides* ja *Cycloposthium*. Masri, Merritt, Gronwall ja Burrows (1986) ovat havainneet hevosilla *Blepharoprosthiumin*, *Blepharosphaerae* ja *Cycloposthium* -suvun alkueläimiä. (Julliand & Sadet-Bourgeteau 2010, 165, 170.)

TAULUKKO 6. Hevosen suolistossa esiintyvät alkueläimet (Julliand & Sadet-Bourgeteau 2010, 165.)

Laji	Umpi suoli	Lynkkysuoli	Uloste
<i>Allantosoma, Alloiozona, Blepharoconus, Blepharoprosthium, Bundleia, Cycloposthium, Didesmis, Holophryoides, Paraisotricha</i>	x	x	x
<i>Ampullacula, Blepharosphaera, Ditoxum, Prorodonopsis, Spirodinium, Tetratoxum, Triadinium, Tripalmaria</i>		x	x
<i>Chlamydobundleia, Charonina, Circodinium, Cochliatoxum, Hemiprorodon, Ochoterenaia, Paraisotrichopsis, Polymorphella, Walskana</i>			x

3.3 Varsan vasta-aineet, mikrobisto ja ruoansulatusjärjestelmän kehitys

Sikiö kehittyy steriilissä ympäristössä ja sen ruoansulatuskanavassa ei ole mikroorganismeja ennen syntymää. Syntymän aikana ja sen jälkeen varsa altistuu bakteereille emän vaginan, syljen ja ulosteen kautta (Sadet-Bourgeteau & Julliand 2010, 162.)

Mikrobistolla on tärkeä rooli koko hevosen elämän ajan. Jotta hevosen elimistö ja sen mikrobisto pystyisi käyttämään ravinnokseen hemiselluloosaa ja selluloosaa alkaa suoliston mikrobiston kehittyminen heti varsan syntymän jälkeen. Aikuisen hevosen hyvinvoinnin kannalta optimaalinen mikrobisto rakentuu jo varsana. Mikrobit valloittavat uuden yksilön nopeasti, mutta kehitys jatkuu vieroituskäynnin saakka (Sadet-Bourgeteau & Julliand 2010, 162.)

Varsan kehittymisen ja tulevaisuuden kannalta yksi tärkeimmistä hetkistä koetaan heti syntymän jälkeen. Ternimaidon saaminen mahdollisimman pian syntymän jäl-

keen vähentää varsan riskiä sairastua. Vasta-aineet ovat varsalle elintärkeitä kamppailussa taudinaiheuttajia vastaan (Holmstedt, Magnusson Falk & Peterson-Brodde 1991, 64.)

3.3.1 Vasta-aineiden muodostuminen

Emä tulisi siirtää varsomispaikkaan mieluiten viimeistään neljä viikkoa ennen varsoimista. Näin tamma ehtii muodostaa immuniteetin varsomispaikan sairauksia aiheuttavia mikro-organismeja vastaan. Giguèren ja Polkesin (2005) mukaan ternimaito muodostuu tamman elimistössä tiineyden viimeisen 2–3 viikon aikana. Ternimaidossa on proteiineja kuten immunoglobuliineja eli vasta-aineita sekä kuiva-ainetta ja A-vitamiinia. Ouseyn, Ghatein, Rossdalen ja Bloomin (1995) mukaan ternimaito koostuu hormoneista, kasvutekijöistä, entsyymeistä ja bioaktiivisista tekijöistä. Kortisoli, insuliini, kilpirauhashormoni, insuliininkaltainen kasvutekijä (IGF), epidermaalinen kasvutekijä, lysotsyymi ja laktoferrini vaikuttavat suoliston kehittymiseen ja tarjoavat suojaavan mekanismin infektioita, sairauksia ja mahahaavaa vastaan. (Doose 2013, 6; Frape 2004, 250; Lawrence & Lawrence 2007, 2; Sadet-Bourgeteau & Jullian 2010, 161; Sellon 2006, 31.)

Syntyessään varsalla ei ole vasta-aineita, lukuun ottamatta pientä määrää immunoglobuliini M eli IgM. Varsa tarvitsee immunologista suojaa, kunnes se on tuottanut riittävästi vasta-aineita suojaamaan itseään. Varsa imee ensimmäisen kerran noin 30–180 minuuttia syntymän jälkeen. Elämänsä ensimmäiset 4–8 viikkoa varsaa infektioilta suojaavat emän ternimaidosta saadut vasta-aineet. Hevosen ternimaidon vasta-aineita ovat Tizardin (1987) mukaan IgG, IgG (T), IgM ja IgA. McGuiren ja Crawfordin (1973) mukaan ternimaidossa vallitsevin vasta-aine on IgG. Vasta-ainemäärät varsalla nousevat samalle tasolle aikuisen hevosen kanssa vasta, kun varsan oma vasta-aineiden tuotanto alkaa. (Drogoul, Clément, Ventorp & Orlandi 2006, 203; Frape 2004, 250; Morel 2003, 213; Sellon 2006, 33.)

Vasta-aineet imeytyvät tehokkaasti varsan suoliston seinämän läpi ainoastaan ensimmäisten 12–24 elintuntien ajan. Vasta-aineiden imeytyminen on tehokkainta välittömästi syntymän jälkeen, jo kolmen tunnin kuluttua imeytymisen teho on laskenut 22 %:iin alkuperäisestä. Syntyessään varsan seerumin vasta-ainepitoisuus on vähäinen, mutta huippuarvot saavutetaan muutaman tunnin kuluttua ternimaidon nauttimisesta. Tamman ternimaidon vasta-ainepitoisuudet laskevat 12–15 tuntia varsomisen jälkeen 10–20 %:iin alkuperäisestä määrästä. Neljän kuukauden ikään saakka varsa

on alttiimpi sairastumaan infekioon, kuin vanhempi hevonen samassa ympäristössä, etenkin jos ternimaitoa on saatu syntymän jälkeen riittämättömästi tai liian myöhään. Jos tamma valuttaa ternimaitoa paljon ennen varsomista, kannattaa varsalle antaa lisäksi toisen tammamaitoa. Vasta-aineiden imeytymisen testaamiseen on olemassa testejä, samoin kuin ternimaidon vasta-ainepitoisuuden mittaamiseen. (Frape 2004, 250; Jeffcott 1972; Sadet-Bourgeteau & Julliand 2010, 161.)

3.3.2 Mikrobiston kehittyminen ja koostumus

Varsan ensimmäinen uloste eli ns. varsapiki ts. varsapihka ei sisällä Sakaitanin ym. (1999) tutkimuksen mukaan pieneliöitä. Varsapihka koostuu tiineysaikana kertyneistä kuona-aineista kuten sappinesteestä, sikiövedestä ja suoliston eritteistä. Varsa ulostaa ensimmäisen kerran noin 3–4 tunnin kuluttua syntymästä. Yleensä ternimaidon juominen käynnistää varsapihkan poistumisen elimistöstä. Ternimaito on laksatiivista eli ruoansulatuskanavan toimintaa stimuloivaa. Syntymän jälkeen varsan ruoansulatuskanavan valloittavat mikro-organismit. Varsalla on taipumus syödä emänsä ulostetta ja kehittää näin mikrobistoaan. Marinierin ja Alexanderin (1995) mukaan ulostetta syömällä varsa kehittää samalla syömismieltymyksiä. (Barton 2006, 202; Chartand 2001; National Research 2007, 220; Sadet-Bourgeteau & Julliand 2010, 161; Tuomola 2008.)

Teorioita varsojen taipumukseen syödä ulostetta on monia. Crowell-Davisin ja Houptin (1985) mukaan ulosteen sisältämät feromonit aiheuttavat ulosteen syömistä, Francis-Smithin ja Wood-Gushin (1977) mukaan varsa saa ulostetta syömällä mikrobeja ja vitamiineja. Emän ulosteen on todettu toimivan deoksikoolihapon lähteenä varsoille. Deoksikoolihappo myötävaikuttaa suoliston immunitetin muodostukseen ja hermojärjestelmän myelinisoitumiseen ja voi suojata varsaa suolistosairauksiin sairastumiselta. (Buechner-Maxwell & Thatcher 2006, 53.)

Orpovarsojen kohdalla tulee mahdollistaa mikrobiston kehittyminen tarjoamalla varsan saataville tuoretta terveeseen aikuisen hevosen ulostetta (Warren-Smith 2012). Käytännössä terveeseen hevosen ulostetta voi myös liuottaa veteen tai tammamaidon korvikkeeseen ja tarjota orpovarsalle muun ruokinnan yhteydessä, mutta kirjallisuusuviitettä aiheesta ei ollut saatavilla.

Ihmisillä on havaittu, että keisarinleikkauksella syntyvien lasten oman bakteeriston kehitys viivästyy ja esimerkiksi maitohappobakteerien osuus on alhainen. Lapsilla

kolmea ensimmäistä kuukautta pidetään suolistonmikrobiston kehityksen kannalta kriittisimpänä aikana. On havaittu, että allergiaan sairastuvien lasten suolisto mikrobistosta löytyy haitallisia klostridi- ja stafylokokkibakteereja. Terveillä lapsilla bifidobakteerit tarttuvat suolen limakalvolvojen epiteelisoluihin, muodostaen muurin haitallisia bakteereja vastaan, mutta allergisilla lapsilla ne lisäävät tulehdusta lisäävien sytokiinien eritystä. Sytokiinit ovat välittäjäaineita, jotka säätelevät immuunijärjestelmää. (Kekkonen 2006, 8; Ruukki 2004.)

Kentuckyn yliopiston tutkimusten mukaan mikrobien DNA:n samankaltaisuus emän ja muutaman päivän ikäisen varsan ulosteen välillä oli vähäinen. Yhtäläisyys kuitenkin nousi lyhyen ajan sisällä huomattavasti ja jo noin kahden viikon ikäisen varsan ulosteessa oli samanlainen mikrobisto kuin emällä. (Earing, During, Gellin, Lawrence and Flythe 2012.)

Eadien ja Mannin (1970) mukaan vastasyntyneiden kotieläinten suolistossa laktobasillit ovat yleisimpiä maitohappobakteereja. Smithin (1965) mukaan ensimmäisten viikkojen aikainen mikrobien uuden yksilön valloitus on hyvin samanlaista ihmisten ja kaikkien kotieläinten välillä, vaikka eläimet altistuvat paljon suuremmalle määrälle bakteereja. Muutaman päivän sisällä syntymästä Mackien, Abdelghanin ja Gaskinsin (1999) mukaan koliformit ja streptokokit hallitsevat monien nisäkkäiden mikrobista elinympäristöä. Yukikikon ym. (1999) mukaan jotkin bakteerit käyvät varsan suolistossa, mutta eivät kolonisoi suolistoa, tällaisia ovat mm. *Clostridium perfringens* ja *Escherichia coli*. (Frape 2004, 250; Jeffcott 2008; Lawrence & Lawrence 2007, 5–6.)

Julliand, de Vaux, Villard ja Richard (1996) havaitsivat vastasyntyneellä varsalla klostridiaa, enterokokkeja, enterobakteereja, laktobasilleja, streptokokkia ja stafylokokkeja. Sakaitan ym. (1999) löydökset olivat samankaltaisia, he havaitsivat kolmen päivän ikäisillä varsoilla bakterioideja, klostridiaa, enterobakteereja, enterokokkeja, laktobasilleja, *Bacillus sp.* ja stafylokokkeja. Baverud, Gustafsson, Franklin, Aspan ja Gunnarson (2003) havaitsivat että 30 % tutkimuksen terveistä varsoista oli *Clostridium difficile* -bakteeri 13 päivän sisällä syntymästä, mutta kaikilta 1–6 kuukauden ikäisiltä varsoilta bakteeri puuttui. (Sadet-Bourgeteau & Julliand 2010, 171.)

Varsa saa elimistönsä mikro-organismeja ympäristön ja emältä saatujen lisäksi myös ravinnon kautta. Moughanin, Birtiesin, Cranwellin, Smithin ja Pedrazan (1995) mukaan maito sisältää 10^9 mikrobia/litra. Maito sisältää eniten stafylokokkeja, streptokokkeja, corynebakteeria, laktobasilleja, propionibakteeria ja bifidobakteereja. Mackien ym. (1999) mukaan nämä bakteerit ovat peräisin nänneistä ja sitä ympäröi-

västä ihosta sekä maitokanavista. Ulkoiset tekijät jotka vaikuttavat varsan mikrobiston kehittymiseen, ovat ympäristön mikrobit, rehut ja ruokintatavat sekä emän mikrobiston koostumus. (Lawrence & Lawrence 2007, 6.)

Norikatsu ym. (2000) löysivät tutkimuksissaan mahan rauhasettomasta osasta laktobasilli kerrostumia ja vastaavia löydöksiä on löydetty 1–23 vuotiailta eläimiltä. Heidän tutkimuksissa on havaittu laktobasilleja mahan limakalvoilta pian syntymän jälkeen ja ne elävät siellä läpi hevosen koko elämän. Laktobasillit ehkäisevät patogeenisten mikro-organismien pääsemistä suoliston limakalvoille. (Lawrence & Lawrence 2007, 6.)

Erään tutkimuksen mukaan kolmen päivän ikäisen varsan uloste sisälsi keskimäärin noin 110 organismia grammaa kohti. Varsojen ulosteesta löydettiin bakteroideja, enterobakteereja, enterokokkeja ja lesitinaasia ravinnokseen käytäviä klostrideja. Tutkimuksessa oli 27 varsaa neljältä eri kasvatusfarmilta Hokkaidosta. (Yukiko, Norikatsu, Fumihiko, Shingo, Hidetoshi, Ryuichiro & Masami 1999.)

Julliandin ym. (1996) mukaan varsojen ulosteessa on vakiintunutta sienikasvustoa reilun viikon ikäisestä lähtien. Masrin, Merrittin, Gronwallin ja Burrowsin (1986) mukaan ennen varsakiimaa varsojen ulosteessa ei ole alkueläimiä. Toinen tutkimus, jonka tekivät Ike, Mai ja Ishii (1985) vahvisti että ripsieläimet valloittavat varsan ruoansulatuskanavan hieman alle kahden viikon ikäisenä, määrät ovat tuolloin kuitenkin pieniä. Ensimmäisenä ripsieläimistä suolistoon saapuvat Iken ym. (1985) mukaan *Buetschiilidae* ja *Cycloposthiidae*, mutta *Paraisotrichidae* esiintyy vasta kuukauden ikäisellä varsalla. Heidän mukaansa alkueläinten määrä saavuttaa emän tason reilun kuukauden ikäisellä varsalla. (Sadet-Bourgeteau & Julliard 2010, 170.)

3.3.3 Varsaripuli

Noin 7–10 päivää varsomisen jälkeen noin 75–80 % varsoista saa ripulin. Todennäköisimpiä syitä ripulin esiintymiseen ovat Magdesian (2005) mukaan ohutsuolen limakalvojen liikaeritys, jonka seurauksena kehittymätön suoli ei pysty lisäämään nesteen ja elektrolyyttien imeytymistä. Masrin ym. (1986) sekä Magdesian (2005) mukaan syy varsan ripuliin on suoliston normaalin pieneliöstön muodostuminen ja sitä kautta ruoansulatoiminnan lisääntyminen sekä taipumus ulosteen syömiseen. Myös paksusuolen kehitymisellä uskotaan olevan yhteyttä varsojen ripuliin. Emän kiimalla ja maidon koostumuksella ei näytä olevan vaikutusta ripuliin, vaikka usein

niin oletetaankin. Emän kiima osuu yleensä samaan ajankohtaan varsaripulin kanssa, mutta ripulia esiintyy myös orpovarsoilla. (Cable 2002; Cuddeford 2003, 119; Frape 2004, 251; McAuliffe & Slovis 2008, 103; Sgorbini, Nardoni, Mancianti, Rota & Corazza 2008.)

Hoitokeinona ripulista kärsivälle varsalle voidaan syöttää säännöllisesti madotetun terveen hevosen tuoretta lantaa, tämä mahdollistaa suotuisan bakteerikannan muodostumista varsan ruoansulatuskanavaan. Jotkin siittolat antavat rutiininomaisesti mikrobivalmisteita alle vuorokauden ikäisille vastasyntyneille varsoille ja uudestaan muutaman päivän kuluttua. Joidenkin eläinlääkäreiden mukaan varsan ensimmäinen ripuli (foal-heat diarrhea) ei ole varsinainen sairaus, jota tulisi lääkittää, vaan se johtuu mikrobiston muutoksista varsan suolistossa, eikä patogeenin aiheuttamasta tulehduksesta. Jos ripulin yhteydessä on kuumetta, varsa ei syö tai on muuten sairaanoloisen, tulee ottaa yhteyttä eläinlääkäriin. (Cable 2002; Cuddeford 2003, 119; Frape 2004, 251; Saastamoinen 2007a, 38; Sgorbini ym. 2008.)

3.3.4 Ruoansulatuskanavan kehittyminen

Varsan ruoansulatuskanavan kehitys alkaa jo emän kohdussa ja jatkuu koko hevosen elämän ajan. Lebenthalien (1999) mukaan ruoansulatuskanavan kypsymiseen vaikuttavat geneettiset tekijät, biologinen kello, sisäiset tekijät ja ympäristön vaikutus. Hormonit vaikuttavat Trahairin ja Sangildin (1997) mukaan kehityksen etenemiseen ja ruoansulatuskanavan osalta kortisoli vaikuttaa tiineyden aikaisen mahahapon, gastriinin sekä kymosiinin, pepsiinin, amylaasin, laktaasin ja aminopeptidaasien eritykseen. Lisäksi uskotaan, että niellyn sikiöveden ja ternimaidon kasvutekijät, hormonit ja ravintoaineet voisivat vaikuttaa ruoansulatuskanavan kehitykseen. (Lawrence & Lawrence 2007, 1.)

Heti syntymän jälkeinen aika on varsalle hyvin kriittistä aikaa. Ruoansulatuselimistön toiminta ja ravinnon imeytyminen suoliston kautta alkavat varsalla ensimmäistä kertaa. Trahairin ja Sangildin (1997) sekä Xun (1996) mukaan varsan ruoansulatuskanavan pituus ja koko muuttuvat huomattavasti. Mellorin (1993) ja Xun (1996) mukaan eläimillä joille, on jouduttu käyttämään emänmaidon sijasta keinotekoisia korvikkeita, ruoansulatuskanavan kehittyminen on vähäisempää, kuin niillä jotka ovat saaneet ravinnokseen ternimaitoa tai maitoa. (Ousey 2006, 193.) Emänmaidolla on siis vaikutusta ruoansulatuskanavan kehittymiseen.

Ensimmäisten elinviikkojen aikana varsa syö päivittäin maitoa noin 20–28 % verran painostaan ja imee maitoa yli sata kertaa päivässä. Ensimmäisen kuukauden aikana varsa kasvaa voimakkaasti ja esimerkiksi täysiverisen varsan paino nousee 1–2 kg/pvä. Jo muutaman päivän ikäisenä varsa alkaa maistella emänsä rehuja, mutta varsa syö 3–4 kuukauden ikään saakka kuitenkin pääasiassa emän maitoa. Reilun kahden kuukauden ikäinen varsa imee enää noin 35 kertaa päivässä. Alle kolmen kuukauden ikäisen varsan ruoansulatus tapahtuu pääasiassa ohutsuolessa. Parasta olisi, että varsa pääsisi laitumelle suhteellisen pian varsomisen jälkeen. (Coumbe 2012, 288; Frape 2004, 250–252; Saastamoinen 2007a, 38.)

Ruoansulatuskanava painaa varsan syntyessä 35g/kg elopainoa kohti eli 50 kg syntyessään painavan varsan ruoansulatuskanavan paino on alle kaksi kilogrammaa. Maksa on lähes saman painoinen ja toimii varsan ravintoaine varastona ensimmäisten ratkaisevien päivien aikana. Kuudessa kuukaudessa ruoansulatuskanava on kasvanut vastaamaan 60g/kg elopainoa, kun maksan koko on tuolloin 12–14g/ kg elopainoa. (Frape 2010, 4.)

Smythin (1988) tutkimus käsitti 130 eri rotuista hevosta, joiden ikä vaihteli 150 päivän ikäisestä sikiöstä 35 vuoden ikäiseen hevoseen. Hevosen ruoansulatuskanava kokonaisuudessaan kasvaa 150 vuorokauden sikiön 2.5 metrin mitasta 16 vuotiaan lähes 30 metrin mittaan. Ohutsuoli kasvaa eniten ensimmäisen ja neljännen elinviikon aikana ja se on seurausta maidon lisääntyneestä kulutuksesta. Umpisuolen suurin kasvu tapahtuu varsalla ensimmäisen ja kuudennen kuukauden iän välisenä aikana. (Lawrence & Lawrence 2007, 4.)

Turcottin, Nielsenin, O' Connorin, Skellyn, Rosensteinin ja Herdtin (2003) mukaan vieroituksen aikoihin ja sen jälkeen varsan paksusuoli kasvaa nopeammin kuin ruoansulatuskanavan muut osat, jotta se olisi valmis ottamaan vastaan enemmän kuituja ja rehua. Neljän viikon ikäisenä varsan ohutsuoli on saavuttanut lopullisen pituutensa. Smythin (1988) mukaan noin viiden kuuden kuukauden iässä varsa alkaa kopioida emänsä laidunkäyttäytymistä ja se saa aikaan paksusuolen ja umpisuolen kehittymisen. (Buechner-Maxwell & Thatcher 2006, 53; Frape 2004; 5. 18; Lawrence & Lawrence 2007, 5.) Käytännössä varsa alkaa syödä tuoretta ruohoa jo huomattavasti aikaisemmin.

Paksusuolen pituuden kasvaminen on hevosella suhteellisesti suurinta 1–6 kuukauden iässä. Tuona aikana varsan syöminen lisääntyy voimakkaasti ja varsan ravintoon sisältyy yhä enemmän viljaa. Noin vuoden ikäisellä varsalla ruoansulatuskanava pai-

naa 45–50g/ kg elopainoa kohti ja maksan paino on 10g/kg elopaino. (Frape 2010, 4; Lawrence & Lawrence 2007, 5.)

4 SUOLISTON HYVINVOINTIIN VAIKUTTAVAT VALMISTEET

Suoliston mikrobiston terveyteen pyritään vaikuttamaan probiooteilla, prebiooteilla ja synbiooteilla yhä enenevässä määrin. Suolistoon vaikuttavien valmisteiden käyttöä rajoittaa luotettavien tutkimusten puute sekä lainsäädäntö. Suolistoon vaikuttavissa valmisteissa ongelmallista on myös, että valmisteiden tuotesisällöt eivät useinkaan ole paikkansa pitäviä. Eräässä tutkimuksessa havaittiin että valmisteiden tuotesisällöt vastasivat huonosti todellisuutta. Jotkin valmisteet sisälsivät bakteerien kasvun sivutuotteita, joiden väitettiin olevan hyödyllisiä, mutta elävien organismien puuttuessa tällaisia valmisteita ei voida pitää probiootteina. (Weese 2002, 357–360.)

Weesen ja Harleyn (2011) tuoreemmassa tutkimuksessa havaittiin samansuuntaisia tuloksia, kuin Weesen 2002 tekemässä selvityksessä. Tutkijat selvittivät 25 probiootiseksi väitettyjen valmisteiden tuotesisältöjä ja pakkausmerkintöjä. Valmisteista kahden sisältö vastasi pakkausmerkintöjä. Tuotteista 32 % ei sisältänyt lainkaan yhtä tai useampaa organismia, joita siinä väitettiin olevan. Tutkituista tuotteista ainoastaan 27 % sisälsi sen määrän eläviä organismeja kun pakkauksessa annettiin olettaa.

Hevosen suoliston hyvinvointiin vaikuttaa minkälaista ravintoa se syö, usein hevosen energiantarve on niin korkea, että sille joudutaan antamaan runsaasti tärkkelystä sisältävää rehua. Julliandin, De Fombellen ja Varloudin (2006) sekä Zeynerin (2008) mukaan paksusuoleen joutunut tärkkelys vaikuttaa negatiivisesti mikrobien kuidun hajottamiseen. Eläintekniset lisäaineet kuten probiootit voivat auttaa vähentämään tämän tyyppisen ruokinnan aiheuttamia haitallisia vaikutuksia ja tasapainottamaan suolisto mikrobiston tasapainoa. (Faubladier, Jacotot, Berger & Julliand 2010, 288.)

TAULUKKO 7. Suoliston hyvinvointia tukevat valmisteet.

Suoliston hyvinvointia tukevat kaupalliset valmisteet:

- Hiivavalmisteet
- Probiootit
- Prebiootit
- Synbiootit

4.1 Hiivat

Hevosilla ruokinnassa käytettävät hiivavalmisteet ovat pääasiassa *Saccharomyces* -suvun hiivoja, yleensä *Saccharomyces cerevisiae* tai *Aspergillus oryzae*. Myös *Torulopsis* -suvun hiivat mainitaan kirjallisuudessa. Hiivat kasvavat kasvimateriaalissa ja kestävät hyvin kuivatusta ja pH:n laskua. Hiivojen käyttö perustuu enemmän vanhoihin käytäntöihin kuin tieteelliseen tutkimukseen. Kun rehuista on löydetty erityyppisiä villihiivoja, on niiden ominaisuuksia tutkittu ja otettu osaksi hevosen ruokintaa. Hiivavalmisteissa käytetään kuivattua hiivaa, hiivaviljelmää tai hiivauutetta. Hiivaviljelämä sisältää eläviä hiivasoluja sekä niiden kasvualustan. Hiivauute on kuivattu tai konsentroitunut valmiste mekaanisesti jauhetun *Saccharomyces cerevisiae* -hiivan soluista. Elävän hiivan tulee sisältää vähintään 15 biljoonaa elävää hiivasolua grammassa. (Beasley 2013; Frapé 2004, 162; National research council 2007, 196.) Kaikissa tutkimuksissa tai niiden tiivistelmissä ei ole mainittu onko kyseessä elävä vai kuollut hiiva.

Jos hevosen rehun laadusta on jouduttu tinkimään, voidaan ruokintaan lisätä hiivavalmistetta, jolloin kuidun sulavuus paranee. Hiivatuotteiden uskotaan helpottavan kuitujen sulamista ja stimuloivan bakteerien kasvua, jolloin rehun hajotus tehostuu. (Morgan, Coverdale, Froetschel & Yoon 2007; National research council 2007, 196–197.) Hiivojen toimimista probiootteina on tutkittu, mutta Weesen mukaan useimmat niistä toimivat ravintolisinä, mutta eivät probiootteina. Probiotin tulee sisältää eläviä organismeja. (Weese 2002, 357.)

Saccharomyces cerevisiae -hiivan on todettu stimuloivan paksusuolen mikrobien lisääntymistä ja edistävän kuitujen hajotusta. Gladen ja Sistin (1990) *in vitro* kokeessa lisättiin *A. oryzae* -hiivaa hevosen umpisuolen bakteeriviljelmään, tulokset viittaisivat siihen ettei hiiva vaikuttanut käymistuotteisiin tai pH-arvoon. Gladen ja Sistin (1990) mukaan elävä *Saccharomyces cerevisiae* -hiiva 10–20 g/ pvä (10^9 PMY/g) annostuksella ruokittaessa vähentää ulosteen typen menetystä sekä varsoilla kasvaa plasmassa arginiini, glutamiini, isoleusiini, leusiini, metioniini ja valiniini pitoisuudet. Samalla todettiin plasman ammoniakkin, hydroksiproliinin ja 3-metyylihistidiinin pitoisuuksien laskevan. Päivittäinen 10 gramman annos kuivattua elävää hiivaa parantaa Hillin ja Gutsellin (1998) mukaan kalsiumin ja fosforin imeytymistä, johtuen todennäköisesti paksusuolen fytaasiaktiivisuuden lisääntymisestä ja parantaa kuidun hajoamista. Fytaasi on entsyymi, joka vapauttaa kasviperäisten rehujen fytiinihappoon sitoutunutta fosforia. Fytaasiaktiivisuudella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon fytaasista vapautuu epäorgaanista fosfaattia fytaasientsyymin vaikutuksesta minuuttia kohden. Medinan,

Jacototin ja Julliandin (2001) mukaan hiiva parantaa hemiselluloosan hajoamista stimuloimalla sellulolyyttisten bakteerien lisääntymistä. Yocum ja Alston-Mill (2002) havaitsivat, että jos emälle annetaan 14 päivää ennen varsomista päivittäin seuraavat 42 päivää joko *Saccharomyces cerevisiae*- tai *Kluyveromyces marxianus* -hiivaa laskee maidon laktoosipitoisuus. (Frape 2004, 162–163; MTT s.a.)

Lisäämällä voimakkaasti tärkkelyspitoisilla rehuilla ruokittavan hevosen ruokintaan *Saccharomyces cerevisiae* -hiivaa voidaan vähentää suoliston pH:n laskua, sekä maitohappo pitoisuuden vaihtelua. *Saccharomyces cerevisiae* -hiivan avulla hevonen sietää paremmin tärkkelyspitoista ruokintaa, ilman että sille kehittyy ruokinnallista häiriötä elimistöön, sillä hiiva hyödyntää osan tärkkelyksestä omaan kasvuunsa. Hiivavalmistetta tulisi antaa hevoselle jokaisen ruokintakerran yhteydessä. (Beasley 2013; Medina, Girard, Jacotot & Julliand 2002.)

Erään tutkimuksen mukaan *Saccharomyces cerevisiae* -hiivan lisääminen hevosen ruokintaan vähensi aerobisten bakteerien määrää, Greissin ym. (1996) mukaan näiden bakteerien korkea määrä on liitetty ruoansulatuskanavan häiriötiloihin. Hiivailisän jälkeen on havaittu myös enterobakteerien määrän lisääntyminen. Wierupin (1973) mukaan enterobakteerien suuri määrä lisää suoliston terveyttä. Enterobakteereista on kuitenkin myös päinvastaista näyttöä. Enterobakteerien on havaittu kykenevän muokkaamaan perimäänsä ja ottamaan esimerkiksi antibioottiresistenttiyogenejä itseensä muuttuen antibioottiresistensseiksi. Enterobakteerit ovat suolistossa yleisiä. Hiivavalmisteen lisääminen kasvatti myös *Bacteroides prevotella* -bakteerien määrää sekä vähensi ulosteessa olevien etikka- ja maitohapon määrää ja lisäsi propionihapon esiintymistä. (Särkijärvi, Kivinen, Saastamoinen & Vuorenmaa 2008, 365–366.)

Toisen tutkimuksen mukaan hevosen ruokintaan lisätty hiivavalmiste lisää jossain määrin hevosen ravinteiden imeytymistä ja jopa parantaisi imettävien tammojen, varsojen ja vuosikkaiden hyvinvointia. Saman tutkimuksen mukaan *Saccharomyces cerevisiae* -hiiva ruokinnassa rajoittaa haitallisia muutoksia hevosen ruoansulatuksessa. Hiivailisä voi parantaa hevosen suoliston pieneliöstössä, lisätä kuitua hajottavien bakteerien määrää ja aktiivisuutta. (Pickard & Stevenson 2008, 359.)

Kluyveromyces fragilis/marxianus -hiivaa käytetään hevosten valmisteissa ja sen väitetään selviytyvän hevosen mahalaukun läpi ja omaavan lukuisia vaikutuksia hevosen ruoansulatuselmistöön. *In vivo* -tutkimukset ovat kuitenkin riittämättömiä. (Weese 2002.) Hevosen tervehtymiseen suolistotulehduksesta on havaittu Des-

rochersin, Dolenten, Royn, Bostonin ja Carlislen (2005) mukaan vaikuttavan positiivisesti hiiva *S. Boulardii*. (McKenzie & Mair s.a. 180.)

4.2 Probiotit

Guarnerin ja Schaafsman (1998) mukaan probiootti on elävä mikro-organismi, jolla voi ravinnon kautta olla terveysvaikutuksia. Ensimmäisenä probioottien käsitettä tarkasteli yli sata vuotta sitten Elie Metchnikoff. Hänen mukaansa tiettyjen etnistenryhmien pitkäikäisyys liittyi heidän käyttämiinsä hapanmaito valmisteisiin. Nämä tuotteet manipuloivat suoliston mikrobistoa säilyttämään tasapainon patogeenisten ja ei-patogeenisten mikrobien välillä. Fullerin (1991) mukaan erilaisia mikro-organismeja kuten maitohappobakteereja, bifidobakteereja ja enterokokkeja pidetään probiootteina. (Weese, Anderson, Lowe & Monteith 2003.)

Probiotit ovat yleisesti suositeltuja käytettäväksi tasapainottamaan hevosen terveyttä ja hyvinvointia (Särkijärvi, Kivinen, Saastamoinen & Vuorenmaa 2008, 365.) Probioottien tulee olla turvalliseksi hyväksytyjä ja niillä tulee olla tietellisesti todennettu eläimen terveyttä edistävä teho. Euroopan unionissa probioottien turvallisuutta ja terveysväittämiä valvoo European Food Safety Authority (EFSA) ja USA:ssa Food and Drug Administration (FDA). Probiotiksi hyväksytty mikrobi saa Euroopassa QPS-statusen (Qualified Presumption of Safety). USA:n viranomaiset myöntävät GRAS-statusen (Generally Regared As Safe) (Beasley 2013).

Probiotit ovat terveyttä edistäviä eläviä mikrobeja, jotka suojaavat suolistoa haitallisilta mikrobeilta. Probiotit voivat vaikuttaa immuunijärjestelmään suoraan tai muuttamalla suoliston mikrobistoa. De Vresen ja Marteaun (2007) mukaan suolisto on elimistön suurin immunologisesti aktiivinen elin ja suoliston mikrobistolla on luultavasti vaikutusta immuunivasteen kehittymiseen. Probioottien vaikutuksen uskotaan perustuvan vuorovaikutukseen probioottien ja suoliston imusuoniston välillä. Suoliston lymfaattista kudosta stimuloi probioottien soluseinän komponentit ja lymfosyyttien määrä lisääntyy ja tästä seuraa sytokiiniintuotanto. Probiotit voivat siis vaikuttaa systeemiseen immuunijärjestelmään. Probioottien väitetään moduloivan pro- ja anti-inflammatoristen sytokiinien tasapainoa. Probiootteja on bakteerivalmisteina ja elintarvikkeina. Ihmisten ravinnossa tutuimpia ovat meijerituotteet, jotka sisältävät probiootteja. (Hatakka, Pitkäranta & Valtonen 2007; Kekkonen 2006, 8; Kuitunen 2006, 16; Puhakka 2009; Saxelin 2002, 601.)

Maailmalla hevoselle terveysvaikutteisina mikrobeina pidetään hiivoja. Hyvän probiootin ominaisuuksia ovat mm. laji, joka on isäntäspesifinen eli eristettävissä samasta eläinlajista, jolle niitä on tarkoitus käyttää. Probiootin tulee olla ei-patogeeninen ja toksineja tuottamaton, siinä tulee olla mahdollisimman paljon elinkelpoisia soluja sekä sen tulee selviytyä ruoansulatuskanavasta kestävästi sapen, alhaisen pH:n ja happojen vaikutukset. Lisäksi probiootin tulee säilyä varasto- ja käyttöympäristössään muuttumattomana. Probiootin tulee myös kestää tuotteen valmistusprosessi ja säilytettävä elävänä tuotteen koko myyntiajan. Tärkeä ominaisuus probiootille on, että se tarttuu limakalvoille ja mahdollisesti myös suolilimaan. Tarttuminen edesauttaa probioottia pysymään suolistossa ja kilpailemaan muun mikrobiston sekä patogeenien kanssa ja näin edistää immunologisia vaikutuksia. (Beasley 2013; Saxelin 2002, 603; Singh, Kallali, Kumar & Thaker 2011, 288.)

Probiootteihin yhdistettyjä terveysväittämiä ovat kolonisaatioresistenssin parantaminen, immuunijärjestelmän stimulointi, suoliston mikrobiston metabolisen aktiivisuuden muuttaminen, kyky tuottaa isännältä puuttuvia entsyymejä jotka hajottavat ravintoaineita sekä vaikutus antituumoriaktiivisuuteen eli vaikuttaa ehkäisevästi syöpään. Eläimillä probiootit voivat vaikuttaa kasvunopeuden lisääntymiseen ja rehujen hyväksikäytön paranemiseen. Kanoilla on havaittu munantuotannon paranemista sekä lehmillä pötsikäymisen tehostumista ja maidotuotannon kasvua. (Palva 2002, 595–596.)

Probiootteja voidaan antaa hevoselle ennaltaehkäisevästi tilanteissa jolloin sillä on tavallista suurempi riski sairastua ripuliin. Tällöin probioottien antaminen tulisi aloittaa noin kolmea päivää ennen tulevaa riskijaksoa. (Weese 2002.)

Kaupallisesti helppoiten saatavissa olevat probiootit sisältävät laktobasilleja, bifidobakteereja sekä enterokokkeja. Basillien, kuten *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* ja *Bacillus toyoi*, on todettu muodostavan kestäviä itiöitä ja näin kestävästi paremmin käsittelyä ja säilytystä. Basilleja on kuitenkin tutkittu vähemmän ja niitä on huonommin saatavilla. Lisäksi niillä on patogeenisiä ominaisuuksia. *B. licheniformis* -kantojen on huomattu olevan elintarvikevälitteinen patogeeni ja esimerkiksi aiheuttavan vauvojen kuolemista (Salkinoja-Salonen 1999). *E. coli* -bakteeria sisältäviä probiootteja ei ole hevosille saatavilla ja ne eivät ole todennäköisesti käyttökelpoisia, sillä *E. coli* -bakteerin yhteys hevosen ruoansulatuselimistön sairauksiin on epäselvä. (Weese 2002.) Suomessa mikrobivalmisteiden käyttöä rajoittaa EU:n rehulainsäädäntö, joten vaikka muualla maailmalla on saatavilla hevosille tarkoitettuja probiootteja, on tilanne Suomessa toinen.

Eräässä kokeessa havaittiin Yuyaman ym. (2004) mukaan, että probiootit lisäsivät vastasyntyneiden varsojen kasvua, sekä antoivat paremman suoliston terveyden ja vähensivät ripulien esiintymistä. Probiootti sisälsi viisi eri *Lactobacillus* -bakteeri lajia: *L. Salivarus*, *L. reuteri*, *L. crispatus*, *L. johnsonii* ja *L. equi*. (Bohlin 2006, 5.) Toisessa tutkimuksessa testattiin psylliumin, prebioottien ja probioottien yhteisvaikutusta hiekan poistossa suolistosta. Probiootteina toimivat bakteerit: *Lactobacillus acidophilus*, *Enterococcus faecium* ja hiiva *Saccharomyces cerevisiae*, joita annosteltiin rehujen sekaan kahdesti päivässä. Hiekan poistuminen suolistosta lisääntyi yli kaksinkertaiseksi aiempaan verrattuna. Tutkimuksen mukaan probioottien antaminen hevosille voi vähentää suoliston haavaumien esiintymistä ja lisätä suoliston motiliteettia. (Crandell 2012; Landes, Hassel, Funk and Hill 2008, 83.)

Parragan, Spierin, Thurmondin ja Hirshin (1997) tutkimuksessa kahden kaupallisen probioottisen valmisteen vaikutuksia ähkyä sairastavien hevosten Salmonellaan. Toinen valmiste sisälsi *L. plantarum*, *L. casei*, *L. acidophilus* ja *Enterococcus faecium* -bakteereja ja toinen tuote *L. acidophilus*, *S. faecium*, *B. thermophilum* sekä *B. longum* -bakteereja. Kummankaan valmisteen ei todettu estävän leikkauksen jälkeistä ripulia, eivätkä ne vähentäneet eläinsairaalassa vietettyjä hoitopäiviä, eivätkä autta- neet vähentämään antibioottihoidon kestoa. Kimin, Morleyn, Traub-Dargatsin, Sal- man ja Gentry-Weeksin (2001) tutkimuksessa ei pystytty näyttämään, että probiootit tehoaisivat Salmonella-eritteitä tai kuumetta, ripulia ja leukopeniaa vähentäen. Tutki- muksessa testattiin *Lactococcus lactis*- ja *Enterococcus faecium* -bakteereja sekä hiivasoluja ja vitamiineja sisältävän tuotteen vaikutuksia. (Bohlin 2006,5.)

Faubladierin, Jacototin, Bergerin ja Julliandin tutkimuksessa selvitettiin kahden eri probioottisen valmisteen vaikutuksia hevosiin. Toinen tuote sisälsi eläviä maitohap- pobakteereja: *Propionibacteria* ja *Lactobacillus plantarum* ja toinen lämmöllä inakti- voituja *Lactobacillus rhamnos*- ja *Lactobacillus farciminis* -bakteereja. Ensin mainitun valmisteen käytön hyödyiksi havaittiin fibrolyyttisten mikrobien määrän ja aktiivisuu- den lisääntyminen hevosten ulosteessa. *L. rhamnosus* ja *L. farciminis* -bakteereja sisältänyt valmiste paransi mikrobien amylolyyttistä aktiivisuutta. Tutkijoiden mukaan näistä probioottisista valmisteista on hyötyä ja niitä voi käyttää hevosilla, etenkin jos ruokintaan kuuluu runsaasti tärkkelystä. (Faubladier, Jacotot, Berger & Julliand 2010, 288, 291.)

Eräässä tutkimuksessa tarkasteltiin probioottien vaikutuksia sulavuuteen ja happa- moitumiseen, kun hevosten ruokinnan tärkkelysmäärää nostettiin. Kokeessa vertail-

tiin kahden erilaisen mikrobivalmisteen vaikutuksia. Ensimmäinen valmiste sisälsi pelkkää *Lactobacillus acidophilus* -bakteeria ja toinen *L. acidophilus*-, *Lactobacillus casei*-, *Bifidobacterium bifidum*- ja *Enterococcus faecium* -bakteereja. Valmisteiden ei havaittu vaikuttavan paksusuolen happamoitumiseen, mutta molempien havaittiin parantavan rasvojen, kuparin ja raudan imeytymistä sekä niillä oli positiivista vaikutusta sinkin imeytymiseen. (Swyers, Burk, Hartsock, Ungerfeld & Shelton 2008.)

4.3 Muille eläinryhmille ja ihmisille tarkoitetut valmisteet

Ihmisillä probioottien terveyttä ylläpitävä vaikutus on havaittu ripulien hoidossa ja ennaltaehkäisyssä. Ihmisillä tiettyjen probioottien on todettu tehostavan suun kautta otettavien rokotteiden immuunivastetta. *Lactobacillus rhamnosus* tehosti rotavirusrokotteen vasta-aineen muodostusta ja *Lactobacillus johnsonii* toimi samoin *Salmonella* -bakteeria vastaan. (Saxelin 2002, 606–608.)

Lactobacillus rhamnosus -bakteerin on osoitettu selviytyvän hapon ja sapen vaikutuksista saavuttaen ihmisen ruoansulatuskanavan. Gorbachin (2000) mukaan *Lactobacillus rhamnosus* omaa myös voimakkaat kiinnittymisominaisuudet sekä pystyy nujertamaan bakteerien entsyymiaktiivisuuden. Se voi myös syrjäyttää tai poistaa tiettyjä komponentteja normaalista suolistomikromistosta ja tuottaa antimikrobisia aineita bakteereja kuten *Escherichia coli* -kantoja, *Salmonella spp.*, *Clostridium spp.*, *Streptococcus spp.* sekä *Bacteroides spp.* vastaan. Useiden lähteiden, kuten Gorbachin (2000) mukaan, *Lactobacillus rhamnosus* on ihmisillä tehokas useita eri ripuleita vastaan. Weesen ym. (2003) tutkimuksen mukaan *Lactobacillus rhamnosus* ei kuitenkaan toimi hevosten probioottina, koska se ei kolonisoi hevosen ruoansulatuselimistöä. Varsoilla *Lactobacillus rhamnosus* toimii paremmin. Weesen (2002) mukaan se voi ehkäistä tai hoitaa varsojen ripulia. On kuitenkin huomioitava että, Gorbachin (2000) mukaan *Lactobacillus rhamnosus* pystyy vaikuttamaan antigeenien kulkeutumiseen sulkemalla molekyylien imeytymisreitit suolistossa. Ei ole selvää vaikuttaako tämä emältä saatujen vasta-aineiden imeytymisessä varsaan, mutta Gorbachin (2000) mukaan voi olla viisasta välttää *Lactobacillus rhamnosus* tuotteiden käyttämistä alle 24 h ikäisten varsojen kohdalla. (Weese ym. 2003.)

Vastasyntyneille varsoille on todettu olevan haittaa myös *Lactobacillus pentosus* -bakteeria sisältävästä valmisteesta. Tutkimuksessa selvitettiin voisiko bakteeri ehkäistä vastasyntyneiden varsojen ripulia, mutta tulokset olivat päinvastaisia, varsoille oli haittaa bakteerin käytöstä. Tutkimuksessa oli mukana 153 varsaa. Bakteerin käyt-

tö aiheutti varsoille ripulia ja sen pitkittymistä sekä muita eläinlääkärin hoitoa vaativia oireita. (Weese & Rosseau 2005.)

Useimmat jogurtit sisältävät *Sterptococcus thermophilus*- ja *Lactobacillus bulgaricus* -bakteereja, joita ei yleensä pidetä probiootteina, koska ne ovat teknologisten ominaisuuksiensa vuoksi valittuja tuotteeseen ja tuhoutuvat matkatessaan läpi ruoansulatuselmistön. Jotkin jogurtit sisältävät myös probiootteja, mutta niiden alhainen bakteerien määrä rajoittaa tehoa. Hevosten hyötymistä jogurtista on vaikea arvioida, mutta todennäköisesti määrien tulisi olla suuria. Joissakin tapauksissa pienemmätkin annokset voivat auttaa, mutta on parempi käyttää kaupallisia probioottivalmisteita, joissa on suurempi määrä bakteereja. (Weese 2002, 358.)

Enterococcus sp -bakteerin on havaittu pystyvän ottamaan toisilta mikrobeilta mm antibioottiresistenssigeenejä. Tämä ominaisuus tekee lajista hyvän selviytyjän, mutta myös aiheuttavan antibioottiresistenssiyden lisääntymistä eläinlääkinnässä. Damborg, Top, Hendrickx, Dawson, Williams ja Guardabassi (2009) raportoivat koirien antibioottilääkityksen aiheuttaneen eräiden *E.faecium* -kantojen antibioottiresistenttiyden lisääntymistä ja näiden kantojen siirtymistä koiralta omistajilleen ja sitä kautta aiheuttaneet sairaalamikrobiepidemioita Hollannissa. (Damborg, Top, Hendrickx, Dawson, Williams & Guardabassi 2009; Weese 2002, 359.)

Madden ym. (2005) mukaan *Lactobacillus acidophilus*- ja *Lactobacillus bifidobacterium bifidum* -bakteerivalmisteet tasapainottavat ihmisillä vatsan mikrobiston toimintaa antibioottikuurien yhteydessä. Westonin, Halbertin, Richmondin ja Prescottin (2005) mukaan ruokavalioon lisätty *Lactobacillus fermentum* -bakteeri vähentää atooppisen ihottuma leviämistä ja astetta keskivaikeissa ja vaikeissa sairauksissa. Bin-Nunin ym. (2005) mukaan probiootit jotka koostuvat *B. infantis*-, *B. bifidus*- ja *Staphylococcus thermophilus* -bakteereista vähentävät keskosilla nekrotisoivaa enterokoliittia. Montessin, Baylessin, Saavedran ja Permanin (1995) mukaan laktoosi-intoleranssin oireita lapsilla vähentävät bakteerit *Lactobacillus acidophilus* ja *Lactobacillus lactis* sekä *Staphylococcus thermophilus*. (Bohlin 2006, 4.)

Ohlson, Mahlapuu ja Svensson (2008) väittävät tutkimuksessaan, että probiooteilla olisi rasvan elimistöön kertymistä pienentävä vaikutus ja sitä kautta probiootit voisivat vähentää ylipainoriskiä. Heidän tutkimuksensa mukaan probiootteja sisältävien meijerituotteiden nauttiminen pitää kylläisyyden tunteen ihmisellä kauemmin, kuin tavallinen meijerituote. Ohlson ym (2008) ovat tehneet kokeen myös hiirillä, jossa hiirien ravintoon on lisätty probiootteja. Kokeen mukaan hiiret saivat vähemmän energiaa,

niiden vartaloon muodostui vähemmän rasvaa ja kokonaispaino pieneni. (Eriksson 2012, 11.)

4.4 Prebiootit

Bengmarkin (2001) mukaan prebioottien tarkoituksena on stimuloida suoliston hyödyllisen mikrobiston kasvua ja muuttaa sitä ”isännän” kannalta terveempään suuntaan. Prebiootit voivat olla sellaisia että hevosen elimistö ei itsessään pysty niitä hyväksikäyttämään. (McKenzie & Mair s.a. 180; Hevostietokeskus Tietoportti 2013.)

Gibsonin ja Roberfroidin (1995) mukaan prebiootit ovat pitkäketjuisia hiilihydraatteja, jotka toimivat ravintona paksusuolen mikrobistolle. Prebiootit vaikuttavat positiivisesti probiootteihin, sillä ne pidentävät niiden elinaikaa sekä parantavat probioottien vaikutusta. (Eriksson 2012, 11.)

Prebiootit eivät imeydy eivätkä hajoa ohutsuolessa, joten ne ovat hyvä kasvualusta suoliston pieneliöille. Useat ainesosat voivat toimia prebiootteina, mutta yleisimmin käytetään valmisteita jotka stimuloivat maitohappobakteereja. Nämä koostuvat yleensä sulamattomista frukto-oligosakkarideista, muilla lajeilla ne lisäävät bifidobakteerien määrää. Ähkyn ja kaviokuumeen syntyyn on yhdistetty frukto-oligosakkaridit (fruktaanit), joten mahdollisten riskien selvittäminen, etenkin suurissa annoksissa, vaatii lisää arviointia. (Weese 2002, 360.)

Respondekin, Goachetin ja Julliandin (2008) kokeessa havaittiin, että frukto-oligosakkaridien avulla hevosen suolistonmikrobisto kesti äkillisen ruokinnan muutoksen paremmin, kuin toinen koeryhmä, joka ei saanut prebiootteja. (Henriksson & Pryssander 2010, 9.) Kokeessa, joka tehtiin yksivuotiaille varsoille, Berg, Fu, Porter ja Kerley (2005, 1552.) havaitsivat, että frukto-oligosakkaridilisä nosti ulosteessa esiintyneiden *Escherichia coli* -bakteerien määrää, haihtuvien rasvahappojen tuotanto lisääntyi, laktaatin pitoisuus nousi ja ulosteen pH-arvo laski. Kokeessa ei kuitenkaan voitu todistaa, että frukto-oligosakkarideista olisi suoranaista hyötyä suoliston terveydelle vaan aiheesta tarvitaan lisätutkimuksia.

National research councilin (2007) mukaan mannoosin on uskottu vähentävän patogeenisten bakteerien kiinnittymistä enterosyytteihin ja Raymondin, Smithin ja Swamyn (2003, 2005) mukaan nämä oligosakkaridit voivat vähentää mykotoksiinien imeytymistä hevoseen. (Frape 2010, 120.)

Kantaville tammoille annettuna mannanoligosakkaridin on havaittu, Spearmanin, Ottin ja Kivipellon (2003) mukaan, lisäävän ternimaidon IgG, IgM ja IgA pitoisuuksia. (Frape 2010, 120.) Mannanoligosakkaridi myös sitoo ruoansulatuskanavan patogeenisiä bakteereja ja heikentää niiden kiinnitysmahdollisuuksia suolen seinämään ja näin vähentää sairastumisen mahdollisuutta. Ottin (2005) mukaan ripulien esiintyminen väheni varsoilla, joiden emät saivat ruokinnassaan mannanioligosakkarideja. (Dunnet & Vervuert 2010, 245–246.) Ottin (2002, 2.) mukaan mannanoligosakkaridia ruokinnassa saaneiden tammojen varsat olivat syntyessään pienempiä verrattuna verrokki ryhmiin.

4.5 Synbiootit

Synbiootit ovat probioottien ja prebioottien yhdistelmiä. Sopiva prebioottilisä voi parantaa probiootin selviytymistä tarjoamalla helposti saatavaa ravinnon lähdettä, jota kilpaileva pieneliö ei voi käyttää. Hevosille synbiootteja ei kuitenkaan vielä voida suositella, sillä sopivia probioottien ja prebioottien yhdistelmiä ei tunneta. Markkinoilla on kuitenkin useita hevosille tarkoitettuja valmisteita. (Weese 2002.)

Tutkimuksen mukaan olisi mahdollista käyttää hevosilla suoliston hiekan poistamisessa probiootteja, prebiootteja ja psylliumia, koska näiden tekijöiden kombinaatio voisi lisätä suoliston terveyttä lisäämällä suoliston motiliteettia ja samalla puhdistaa hiekkakertymiä sekä vähentää hiekan aiheuttamia tulehduksia. (Landes, Hassel, Funk and Hill 2008, 83.)

4.6 Suomessa myytävät valmisteet

Euroopan Unionin tarkoituksena on varmistaa elintarvikkeiden turvallisuus. Suomessa noudatetaan EU-lainsäädäntöä ja kansallista lainsäädäntöä. Rehujen käyttöä, valmistusta, markkinointia ja maahantuontia säätelee rehulaki. Rehulakia (L 86/2008) sovelletaan kaikilla osa-alueilla rehujen valmistus-, tuotanto- ja jakeluvaiheessa. (Evi-ra 2012; L 86/ 2008, § 2).

Rehujen sallitua sisältöä säätelee Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1831/2003. EU:ssa saa tuoda markkinoille, käyttää tai prosessoida ainoastaan EU:ssa hyväksytyjä rehun lisäaineita. Edellä mainitun asetuksen 2 artiklan 2 koh-

dassa määritellään mitä rehun lisäaineilla tarkoitetaan. Lisäaineilla voidaan tarkoittaa kemiallisia yhdisteitä, mikro-organismeja, aineita tai valmisteita. Rehun lisäainerekisterissä luetellaan EU:ssa hyväksytyt rehujen lisäaineet. Rehujen lisäainerekisteri löytyy osoitteesta:

http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/registeradditives_en.htm

(Epira 2012; Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1831/2003.)

Rehun lisäaineelle voi hakea hyväksyntää Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1831/2003 7 artiklan täytäntöönpanotoimenpiteiden mukaisesti. Rehun lisäaineen tulee täyttää 5 artiklan 2 kohdan vaatimukset ja sillä tulee olla vähintään yksi kohdassa 3 mainituista ominaisuuksista. Asetus löytyy osoitteesta:

<http://eur->

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:FI:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:FI:PDF) (Eu-

roopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1831/2003.)

Hevosille Euroopan Unionissa hyväksytyjä mikro-organismivalmisteita on tällä hetkellä ainoastaan kolme: Actisaf, Yea-Sacc ja Levucell SC, nämä kaikki sisältävät *Saccharomyces cerevisiae* -hiivaa. Edellämainituista tuotteista Actisafin tarkoitus on stabiloida suoliston mikrobiflooraa ja Yea-Saccin sekä Levucell SC tarkoituksina on edistää ruoansulatuksen toimintaa. Mikro-organismeista peräisin olevat proteiinit, kuten kuolleet hiivat esimerkiksi panimohiivat ovat rehuaineita, eivätkä kuulu lisäainesaadoksen piiriin. (Epira 2013.)

Suomessa on markkinoilla useita *Saccharomyces cerevisiae* -hiivaa sisältävää hevosille tarkoitettua lisärehua. Markkinoilla on myös maitohappobakteereja sisältäviä tuotteita, joita mainostetaan hevosille, mutta jotka ovat rekisteröityjä virallisesti esimerkiksi vasikoille tai lemmikkieläimille. Tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi eQ- Maitohappobakteeri, joka sisältää *Lactobasillus rhamosus*- ja *Enterococcus faecium* -bakteereja. Hevosille käytetään suolistohäiriöihin myös Tehopaktia, joka sisältää *Enterococcus faecium* -maitohappobakteeria. (eQkemppi; Yliopiston verkkoapteekki s.a.)

5 PÄÄTÄNTÄ

Hevosen terveyden perusta on toimiva ruoansulatusjärjestelmä, jonka ehtona ovat hevosen käyttötarkoitukseen sopivat ja hygieeniset rehut sekä järkevät ruokintarutiinit. Hevosen terveys voidaan romahduttaa tietämättömyydestä tai välinpitämättömyydestä johtuvista virheistä hevosen ruokinnassa tai ruokintarutiineissa. Pahimmillaan myös rehun valmistuksessa tapahtunut virhe voi aiheuttaa hevoselle vakavan sairastumisen, kuten botulismiin.

Ruokinnassa tärkeää on kaikkien ravintoaineiden saanti suositusten mukaisesti. Yleensä hevosen ruokinnassa on helpointa turvata riittävä energian saanti, sillä sen osalta ruokinnan onnistumista on silmämääräisesti mahdollista arvioida. Siitäkin huolimatta ylipaino ja sen aiheuttamat seuraukset ovat yhä yleisempi terveysongelma hevosilla. Vitamiinien ja kivennäisaineiden oikeanlainen saanti on turvattava ruokinnassa, sillä niissä puutoksen tai yliannostuksen aiheuttamat oireet tulevat viivellä esiin ja seuraukset voivat heikentää hevosen hyvinvointia ja terveyttä. Suoritushevosilla ruokintavirheet voivat huonontaa suorituskykyä, varsoilla seurauksena voivat olla kasvuhäiriöt sekä siitostammoilla voi esiintyä ongelmia esimerkiksi tiineeksi tulemisessa. Karkearehun lisäksi syötettävien rehujen valinnan tulisi perustua rehu-analyysiin. Ilman karkearehusta tehtyä rehuanalyysiä hevosen ruokinta perustuu ai-noastaan olettamuksiin.

Mikrobiston kehittyminen alkaa heti syntymän jälkeen ja ilman sitä yksilöstä ei tulisi elinkelpoinen. Mikrobiston avulla hevonen pystyy saamaan karkearehuista energiaa ja käyttöönsä mikrobivalkuaista, K-vitamiinia ja C- ja B-vitamiineja. Lisäksi mikrobit suojaavat elimistöä taudin aiheuttajilta. Mitä paremmin hevosen mikrobisto voi, sitä paremmin hevonen pystyy puolustautumaan taudinaiheuttajia vastaan ja hyödyntämään rehuja. On myös paljon tutkimattomia puolia mikrobien vaikutuksista terveyteen.

Yleisimmät bakteerit hevosen ruoansulatuskanavassa näyttäisi nykyisten tutkimusten valossa kuuluvan *Firmicutes* -ryhmään. Tämä ryhmä sisältää suurimman osa sellulolyttisistä ja kuitua hajottavista organismeista. Tällaisia bakteereja ovat *Clostridium spp.*, *Ruminococcus spp.* ja *Eubacteria spp.*

Hevosen terveyttä edistävistä valmisteista tutkimustietoa löytyi runsaimmin *Saccharomyces cerevisiae* -hiivan osalta. Valmisteen käytöstä oli saatu tutkimustiedon mu-

kaan hyötyjä, sen lisäämisen ruokintaan oli havaittu muun muassa stimuloivan mikrobeja, edistävän kuidun hajotusta, parantavan varsojen aminohappojen saantia, vähentävän suolistossa tapahtuvaa pH:n laskua ja parantavan ravinteiden imeytymistä. Kaikki edellä mainitut hyödyt lienevät tervetulleita etenkin suoritushevosille.

Tutkimuksissa *Lactobacillus salivarius*, *L. reuteri*, *L. crispatus*, *L. johnsonii* ja *L. equi* -bakteereja sisältävän valmisteiden oli havaittu vähentävän varsojen ripulia ja parantavan niiden kasvua. Hiekanpoistoon suolistosta käytettiin probiootteja, prebiootteja ja psylliumia sisältävää kombinaatiota. Tutkijat olivat havainneet, että suoliston haavaumat vähenivät, motiliteetti lisääntyi ja valmiste edisti hiekan poistumista suolistosta. *Propionibacteria*- ja *Lactobacillus plantarum* -bakteereja sisältänyt ruokinta lisäsi tutkijoiden mukaan mikrobien määrää ja aktiivisuutta.

Prebioottisista valmisteista frukto-oligosakkarideilla oli havaittu tutkimusten mukaan positiivisia vaikutuksia, ne muun muassa paransivat mikrobiston kestävyyttä ruokinnan muutoksia kohtaan ja lisäsivät haihtuvien rasvahappojen muodostumista. Mannosin oli todettu vähentävän patogeenisten bakteerien kiinnittymistä enterosyytteihin. Mannan oligosakkaridi oli todettu lisäävän ternimaidon vasta-ainepitoisuuksia ja vähentäväni varsojen ripulien esiintymistä, mutta alentavan varsojen syntymäpainoa. Mannan oligosakkaridin hyödyt ovat tavoiteltavia, mutta varsojen syntymäpainon lasku arvelluttaa. Toisaalta voidaan ajatella, että varsan terveys on kaiken etusijalla ja niiden turvaamiseen valmisteesta oli havaittu hyötyjä.

Tutkimusten perusteella kaikkein kielteisimmän kuvan antoi *Lactobacillus pentosus* -bakteeri, joka ei tutkijoiden mukaan kolonisoanut aikuisen hevosen suolistoa. Aivan pienillä varsoilla oli havaittu bakteerin mahdollisesti vaikuttavan negatiivisesti vasta-aineiden imeytymiseen. Myös *Lactobacillus rhamnosus* -bakteerin käytöstä oli todettu olevan haittaa varsoille, se aiheutti niille ripulia. Näiden kummankaan bakteerin käyttöä ei voida saatavilla olleiden tutkimusten valossa suositella. Enterobakteereista saamani tiedot olivat ristiriitaista, vanhemmissa tutkimuksissa sen esiintyminen yhdistettiin suoliston hyvinvointiin, mutta tuoreempien kokemusten valossa enterobakteerit ovat huonossa maineessa. Enterobakteerien on havaittu kykenevän muokkaamaan perimäänsä ja ottamaan esimerkiksi antibioottiresistenttiysgeenejä itseensä muuttuen antibioottiresistensseiksi.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa saatavilla olleen tiedon perusteella mikrobivalmisteilla hevosille saadut hyödyt ovat melko vähäisiä. Moniin saavutettuihin hyötyihin voidaan vaikuttaa muilla tavoin. Joissakin tapauksissa valmisteiden avulla pyrittiin nostamaan

hevosen kestoä tärkkelyspitoista rehua kohtaan. Hiivavalmisteilla saatiin sen suuntaisia tuloksia, koska hiivat itsessään käyttävät tärkkelystä ravinnokseen. On kuitenkin mahdollista turvata hevosen energian saanti hyvälaatuisella karkearehulla, kohtuullisilla väkirehuannoksilla ja rasvalisällä. Henkilökohtaisesti kiinnostavimmalta vaihtoehdolta hevosten ruokinnan tukena vaikutti *Saccharomyces cerevisiae* -hiiva. Hiivalla saadut hyödyt olivat mielenkiintoisia. On kuitenkin selvää, että hevosen perusruokinnan tulee olla kunnossa ja suositusten mukainen. Ei ole olemassa lisärehuja, joilla voitaisiin paikata ruokinnassa mahdollisesti tapahtuvia virheitä.

LÄHTEET

Adam, K. 1953. In vivo observations on the ciliate protozoa inhabiting the large intestine of the horse. *Journal of general microbiology* 9: 876–884.

Alexander, F. & Davies, E. 1963. Production and fermentation of lactate by bacteria in the alimentary canal of the horse and pig. *J. Comp. Path.* 73: 1–8.

Alexander, F., Davies, E. & Muir, A. 1970. Bacteriophage- like particles in the large intestine of the horse. *Research in veterinary science*.

Al Jassim, R. & Andrews, F. 2009. *The bacterial community of the horse gastrointestinal tract and its relation to fermentative acidosis, laminitis, colic and stomach ulcers*. Vet. Clin. North. Am. Equine Pract.

Al Jassim, R., Scott, P., Trebbin, A., Trott, D. & Pollitt, C. 2005. *The genetic diversity of lactic acid producing bacteria in the equine gastrointestinal tract*. FEMS Microbiology letters.

Anderson, M., Whitlock, J. & Harwood, V. 2006. *Diversity and distribution of escheria coli genotypes and antibiotic resistance phenotypes in feces of humans, cattle and horses*. [verkkojulkaisu] Applied and environmental microbiology [viitattu 19.8.2013] Saatavissa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1636188/>

Andersson, C. 2010. *Utfodringens betydelse för hastens hälsa*. [verkkojulkaisu] Examensarbete. Swedish university of agricultural science. [viitattu 14.5.2013] Saatavissa: http://stud.epsilon.slu.se/1374/2/andersson_c_100615.pdf

Argenzio, R. 1993. *Digestion and absorption of carbohydrate, fat and protein*. In: *Duke's Physiology of domestic animals*. Eleventh edition. USA: CRC press.

Arstila, P., Silvennoinen, O. & Hedman, K. 2011. Virusinfektioiden immunologia. Teoksessa Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.). *Immunologia, Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet*. Porvoo: Bookwell Oy, 243–249.

Austbo, D. 1990. *Høy, rundballesurfor og surfor fra plansilo til hest. Fordøyelseforsøk, vannopptak og test på rullende matte*. Norway: Husdyrforsoksmotet, aktuelt fra statens fagteneste for lantbruket.

Axelsson, L. 2004. Lactic acid bacteria: classification and physiology. *I: Lactic acid bacteria- microbiology and functional aspects*. 3. ed. 1–66. New York: Marcel Dekker, Inc.

Bacon, C. & White, J. 2000. *Microbial endophytes*. New York: Marcel Dekker.

Bailey, S. R. , Baillon M.-L., Rycroft, A. N., Harris, P.A. & Elliot, J. 2003. *Identification of equine cecal bacteria producing amines in an in vitro model of carbohydrate overload*. Appl. Environ. Microbiol.

Bailey, S., Rycroft, A. & Elliot, J. 2002. Production of amines in equine cecal contents in an in vitro modeö of carbohydrate overload. *Journal of animal science*.

Bamford, D.; Hyypiä, T. & Saksela, K.2010. Virusten rakenne. *Mikrobiologia*. [verkko-kirja] [viitattu 17.2 2013] Saatavissa: http://www terveysportti.fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/dtk/oppi/koti?p_artikkeli=inf04495&p_aineisto=15355&p_haku=virukset

- Barton, M. 2006. Gastrointestinal disease. Teoksessa Paradis, M. (toim.) *Equine neonatal medicine*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Baruc, C., Dawson, K. & Baker, J. P. 1983. *The characterization on nitrogen metabolism of equine caecal bacteria*. 8th ENPS, University of Kentucky.
- Batista, A., Chaves, U., Vasconcelos de Cte, Fishman, O. & Sylva da J. O. 1961. *Flora micoteca intestinal de equinos e asininos no recife*. Inst. Micol. Univ. Recife.
- Baverud, V., Gustafsson, A., Franklin, A., Aspan, A. & Gunnarson, A. 2003. *Clostridium difficile*: prevalence in horses and environment and antimicrobial susceptibility. *Equine veterinary journal*.
- Beasley, S. 2013. Mikrobiologi. Henkilökohtainen tiedonanto.
- Bengmark, S. 2001. *Pre-, pro- and synbiotics*. Curr. opin. clin. nutr. metab. care.
- Berg, E., Fu, C., Porter, C. & Kerley, M. 2005. Fructooligosaccharide supplementation in the yearling horse: Effects on fecal pH, microbial content, and volatile fatty acid concentrations. *Journal of animal science*.
- Berschneider, H., Bliklager, A. & Roberts, M. 1999. Role of duodenal reflux in nonglandular gastric ulcer disease of the mature horse. *Equine vet J suppl*.
- Bin-Nun, A., Bromiker, R., Wilschanski, M., Kaplan, M., Rudensky, B., Caplan, M. & Hammerman, C. 2005. *Oral probiotics prevent necrotizing enterocolitis in very low birth weight neonates*. J Pediatr.
- Bohlin, M. 2006. *Undersökning av potentiella probiotiska organismer i tarmmikroflora hos häst med speciell hänsyn till Lactobacillus spp*. Uppsala: Sveriges lantbruk-suniversitet.
- Bolze, D. & Holst, A. 2004. *Ähky, syyt, ennaltaehkäisy ja hoito*. Saksankielinen alku-teos Kolik. Saarijärvi: Offset Oy.
- Bonhomme- Florentin, A. 1985. *Attachement des ciliès du caecum de cheval aux fragments végétaux- Dègradation des chloroplasts- Attachement des bactèries aux ciliès du caecum*. Reprod. Nutri. Dèvelop.
- Boyer, E. 1918. *Studies on the bacterial flora of the mouth and nose of the normal horse*. [verkkojulkaisu] [viitattu 2.4.2013] Saatavissa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC378793/pdf/jbacter01078-0072.pdf>
- Buchanan, B. & Andrews, F. 2003. *Treatment and prevention of equine gastric ulcer syndrome*. Department of large animal clinical sciences. The University of Tennessee college of veterinary medicine.
- Buechner- Maxwell, V. & Thatcher, C. 2006. Neonatal Nutrition. Teoksessa Paradis, M. (toim.) *Equine neonatal medicine*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Cable, C. 2002. *Foal heat diarrhea*. [verkkojulkaisu] American association of equine practitioners. [viitattu 2.4.2013] Saatavissa: http://www.aaep.org/health_articles_view.php?id=62
- Cabrera, L., Julliand, V., Faurie, F. & Tisserand, J. 1992. *Influence of feeding rough-age and concentrate (soybean meal) simultaneously or consecutively on levels of*

plasma free amino acids and plasma urea in the equine. First Europäische konferenz über die Ernährung des Pferdes. Institut für Tierernährung. Tierärztliche Hochschule. Hannover.

Cann, A., Fandrich, S. & Heaphy, S. 2004. *Analysis of the virus population present in equine faeces indicates the presence of hundreds of uncharacterized virus genomes*.

Carroll, C. L. & Goss, H. & Howell, C. E. 1949. The synthesis of B-vitamins in the horse. *Journal of animal science*.

Castillo, M., Skene, G., Roca, M., Anguita, M., Badiola, I., Duncan, I., Flint, H. & Martin-Orúe, S. 2006. *Application of 16s RNA gene targeted fluorescence in situ hybridization and restriction fragment length polymorphism to study porcine microbiota along the gastrointestinal tract in response to different sources of dietary fibre*. FEMS microbiology ecology 2007.

Cebra, J. 1999. *Influences of microbiota on intestinal immune system development*. Am J Clin Nutr.

Chartrand, S. 2001. *Considering coprophagy in the foal*. [verkkojulkaisu] [viitattu 2.4.2013] Saatavissa: <http://www.usask.ca/wcvm/herdmed/applied-ethology/behaviourproblems/coprofoal.html>

Clegg. 2006. An irresistible charge. *Horse & Hound*.

Coenen, M. 2010. On the interaction between nutrition, health and disease. Teoksessa Ellis, A., Longland, A., Coenen, M. & Miraglia, N. (toim.) *The impact of nutrition on the health and welfare horses*. United Kingdom: Wageningen academic publishers, 93-105.

Cohen, N. D. 2002. Toxic colitides. In: Divers, T., Mair, T. & Ducharme, N. (eds.) *Manual of equine gastroenterology*. London: WB Saunders.

Copas, V. 2012. Exotic infectious diseases; scanning our horizons. *Beva Newsletter*. [verkkolehti] [viitattu 21.9.2013] Saatavissa: <http://www.beva.org.uk/uploads/documents/march-12-newsletter-final-version.pdf>

Costa, M., Arroyo, L., Allen-Vercoe, E., Stämpfli, H., Kim, P., Sturgeon, A. & Weese, S. 2012. *Comparison of the fecal microbiota of healthy horses and horses with colitis by high throughput sequencing of the V3- V5 region of the 16S rRNA gene*.

Coumbe, K. 2012. Foal nursing. *Equine veterinary nursing*. Second edition. John Wiley & Sons, Ltd.

Crandell, K. 2012. Psyllium and probiotics combination for prevention of sand colic. *Equine news*. [verkkolehti] [viitattu 13.8.2013] Saatavissa: <http://www.equinews.com/article/psyllium-and-probiotics-combination-prevention-sand-colic>

Crawford, C., Sepulveda, M., Elliot, J., Harris, P. & Bailey, S. 2007. Dietary fructan carbohydrate increases amine production in the equine large intestine: Implications for pasture-associated laminitis. *Journal of animal science*.

Cross, M. 2002. *Microbes versus microbes: immune signals generated by probiotic lactobacilli and their role in protection against microbial pathogens*. FEMS Immunol Med Microbiol.

- Crowell- Davis, S. & Houpt, K. 1985. *Coprophygy by foals: Effect of age and possible functions*. Equine Vet.
- Cuddeford, D. 2003. *Equine nutrition*. UK: Bookcraft.
- Daly, K. & Shirazi- Beechey, S. P. 2003. *Design and evaluation of group- specific oligonucleotide probes for quantitative analysis of intestinal ecosystems: their application to assessment of equine colonic microflora*. FEMS microbiology ecology
- Daly, K., Stewart, C., Flint, H. & Shirazi- Beechey, S. 2001. *Bacterial diversity within the equine large intestine as revealed by molecular analysis of cloned 16s rRna genes*. FEMS Microbiology ecology.
- Dahlqvist, N. 1999. *Hur varierar hästars vattenkonsumtion i förhållande till hösilagens torrsubstanshalt? Uppsala: Fördjupningsarbete nr 77*. Hippologenheten, SLU.
- Damborg, P., Top, J., Hendrickx, A., Dawson, S., Williams, R. & Guardabassi, L. 2009. *Dogs are a reservoir of ampicillin- resistant Enterococcus faecium lineages associated with human infections*. Appl Environ Microbial.
- Desrochers, A., Dolente, B., Roy, B., Boston, F. & Carlisle, S. 2005. Efficacy of *Saccharomyces boulardii* for treatment of horses with acute enterocolitis. *J. Am. vet. med. Ass.*
- De Vrese, M. & Marteau, P. 2007. Probiotics and Prebiotics: effects on Diarrhea. *J Nutr.*
- Doose, N. 2013. *Kolostrums inverkan på immunförsvaret hos neonatalaföl*. Examenarbete. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Drogoul, C., Clément, F., Ventorp, M. & Orlandi, M. 2006. *Equine colostrum production and utilization: basic and applied aspects*.
- Dunnet, C. & Vervuert, I. 2010. Functional nutritional ingredients: science behind the claims for health. Teoksessa Ellis, A. D., Longland, A. C., Coenen, M. & Miraglia, N. (toim.) *The impact of nutrition on the health and welfare horses*. United Kindom: Wageningen academic publishers, 145–160.
- Durham, A. E. 2010. Conditions affecting gastrointestinal tract health. Teoksessa Ellis, A. D., Longland, A. C., Coenen, M. & Miraglia, N. (toim.) *The impact of nutrition on the health and welfare horses*. United Kindom: Wageningen academic publishers, 145- 160.
- Eadie, J. & Mann, S. 1970. *Development of the rumen microbial population: High starch diets and instability*. Physiol. Digest. Metabo. Rumin.
- Earing, J., During, A., Gellin, G., Lawrence, L. & Flythe, M. 2012. *Bacterial colonization of the equine gut; comparison of mare and foal pairs by PCR- DGGE*. [verkkojulkaisu] Agricultural research service [viitattu 2.4.2013] Saatavissa: http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ_NO_115=273095
- Eerola, E. 2006. *Suolistobakteerien yhteys tauteihin*. [verkkojulkaisu] CD- vertaistuki [viitattu 1.4.2013] Saatavissa: <http://www.clostridiumdifficile.fi/probiotit/-suolistobakteereista/>

- Elander, R. & Hellström, E. 2009. *Vad är minimal grovfodergiva till häst- en litteraturstudie*. Uppsala: Hippologiskt examensarbete. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Endo, A. & Futagawa- Endo, Y. 2009. *Lactobacillus and bifidobacterium diversity in horse feces, revealed by PCR- DGGE*. Curr mikrobiol.
- Endo, A., Okada, S. & Morita, H. 2007. Molecular profiling of Lactobacillus, Streptococcus and Bifidobacterium in feces of active racehorses. *J. Gen. Appl. Microbiol.*
- eQ- kemppi. eQ- maitohappobakteeri. [verkkosivu] [viitattu 12.8.2013] Saatavissa: <http://www.eq-kemppi.fi/index.php?page=eq-maitohappobakteeri>
- Eskonen, T. 2013. *Mahavaava*. [verkkojulkaisu] Suomen hippos [viitattu 17.2.2013] Saatavissa: http://www.hippos.fi/files/6087/tiina_eskonen.pdf
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 1831/2003. [viitattu 15.8.2013] Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:FI:PDF>
- Evira. *Botulismi*. [verkkojulkaisu] Elintarviketurvallisuusvirasto [viitattu 1.3.2013] Saatavissa: http://www.evira.fi/portal/fi/elaimet/elainten_terveys_ja_elaintaudit/elaintaudit/luonnon_varaiset_elaimet/botulismi
- Evira. *Maitohappobakteerit ja muut mikro-organismit hevosten ja lemmikkien rehussa*. [verkkojulkaisu] Elintarviketurvallisuusvirasto [viitattu 5.1.2013]. Saatavissa: http://www.evira.fi/files/attachments/fi/elaimet/rehut/tiedotteet/tied_2010/tiedote_581_0405_2010.pdf
- Eriksson, J. 2012. *Tarmflorans påverkan på fetma*. Uppsala: Kandidatarbete i husdjursvetenskap. SLU.
- Farmit.net. *Säilörehunurmen viljely. Nurmen perustaminen*. [verkkojulkaisu] Maatalouden sähköinen palvelukanava [viitattu: 7.2.2013] Saatavissa: <http://www.farmit.net/kasvinviljely/kasvuohjelma/saeiloerehun-korjuu-ja-saeiloentae/hevosen-saeiloerehuruokinta/saeiloereh-1>
- Faubladier, C., Jacotot, E., Berger, C. & Julliand, V. Effects of a live or heat- treated lactic- acid bacteria versus placebo on faecal microbial communities and activities in horses. Teoksessa Ellis, A. D., Longland, A. C., Coenen, M. & Miraglia, N. (toim.) *The impact of nutrition on the health and welfare horses*. United Kindom: Wageningen academic publishers, 288–292.
- de Fombelle, A., Julliand, V., Drogoul, C. & Jacotot, E. 2001. *Feeding and microbial disorders in horses: 1- effects of an abrupt incorporation of two levels of barley in a hay diet on microbial profile and activities*. Journal of equine veterinary science.
- de Fombelle, A., Varloud, M., Goachet, A.- G., Jacotot, E., Philippeau, C., Drogoul, C. & Julliand, V. 2003. *Characterization of the microbial and biochemical profile of the different segments of the digestive tract in horses given two distinct diets*. Animal science.
- Francis- Smith, K. & Wood- Gush, D. 1977. Coprophagia as seen in thoroughbred foals. *Equine Vet J.*
- Frandsen, R., Wilke, W. & Fails, A. 2003. *Anatomy and physiology of farm animals*. Sixth edition. Quebecor World- Versailles. USA.

- Frape, D. 2004. *Equine nutrition & Feeding*. Third edition. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Frape, D. 2010. *Equine nutrition and feeding*. Fourth edition. Wiley- Blackwell.
- Fuller, R. 1991. *Probiotics in human medicine*.
- Gibson, G. & Roberfroid, M. 1995. Dietary modulation of the human colonie microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *The journal of nutrition*.
- Giguère, S. & Polkes, A. 2005. *Immunologic disorders in neonatal foals*. Veterinay clinics equine practice.
- Glade, M. J. & Sist, M. D. 1990. Supplemental yeast culture alters the plasma amino acid profiles of nursing and weanling horses. Equine nutrition and physiology society, 11th Symposium, *journal of equine veterinary science*, September/October.
- Goldin, B., Gorbach, S., Saxelin, M., Barakat, S., Gualtieri, L. & Salminen, S. 1992. *Survival of Lactobacillus species (Strain GG) in human gastrointestinal tract*. Dig Dis Sci.
- Gold, J., Heath, I. & Bauchop, T. 1988. *Ultrastructural description of a new chytrid genus of caecum anaerobe Caecomyces equi ge. nov., sp. nov., assigned to the neocallimastixaceae*. Biosystems.
- Goodson, J., Tyznik, W., Cline, J. & Dehority, B. 1988. *Effects of an abrupt diet change from hay to concentrate on microbial numbers and physical environment in the cecum of the pony*. Applied and environmental microbiology.
- Gorbach, S. 2000. *Probiotics and gastrointestinal health*. Am J Gastroenterol.
- Greiss, C., Verspohl, J., Kropp, S., Rohde, J., Pohlenz, J., Scheidemann, W., Deegan, E. & Amtsberg, G. 1996. Die Zusammensetzung der Zäkalfloora des Pferdes und ihre mögliche bedeutung für die entstehung der typhlocolitis. *Pferdeheilkunde*.
- Groncol, A- M., L'abèe- Lund., Strand, E., Sorum, H., Yannarell, A. & Mackie, R. 2010. *Fecal microbiota of horses in the clinical setting: Potential effect on penicillin and general anesthesia*. Veterinary microbiologia.
- Guarner, F. & Schaafsma G. 1998. Probiotics. *Int J Food Microbiol*.
- Hastie, P. M.; Mitchell, K. & Murray, J. M. D. 2008. Semi- quantitative analysis of ruminococcus flavefaciens, fibrobacter succinogenes and streptococcus bovis in the equine large intestine using real-time polymerase chain reaction. *British journal of nutrition*.
- Harris, P. & Geor, R. 2010. Recent advances in the understanding of laminitis and obesity. Teoksessa Elli, A., Longland, A., Coenen, M. & Miraglia, N. (toim.) *The impact of nutrition on the health and welfare of horses*. Wageningen academic publishers. 215–233.
- Hatakka, K., Pitkäranta, A. & Valtonen, V. 2007. *Probiotit infektioiden ehkäisyssä*. Duodecim.

- Heikkinen, M. 2009. Fruktaanit hevosten rehuissa. Teoksessa Sormunen- Christian, R., Seppänen, M. & Topi- Hulmi, M. (toim.). *Hevosten nurmirehut- seminaari*. Suomen nurmihdistyksen julkaisu nro 26.
- Hellämäki, M. 2009. Rehuanalyysi rehun tuoteseloste. Teoksessa Sormunen- Christian, R., Seppänen, M. & Topi- Hulmi, M. (toim.). *Hevosten nurmirehut- seminaari*. Suomen nurmihdistyksen julkaisu nro 26, 39–41.
- Henriksson, A. & Pryssander, K. 2010. *Omvårdnad av sto med sjukt föl. Självständigt arbete i djur omvårdnad*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Hevostietokeskus Tietoportti. s.a. *Bakteerien antibioottiresistenssi hevosella*. [verkkojulkaisu] [viitattu: 12.8.2013] Saatavissa: <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=752&kieli=3>
- Hevostietokeskus Tietoportti. s.a. *Eläinlääkäripäivät 2009: Endocrine disorders*. [verkkojulkaisu] [viitattu 14.8.2013] Saatavissa: <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=730&kieli=3>
- Hevostietokeskus Tietoportti. 2009. *Hevosen vedentarve*. [verkkojulkaisu] [viitattu 14.8.2013] Saatavissa: <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?tid=228>
- Hevostietokeskus Tietoportti. *Muut lisärehut*. [verkkojulkaisu] [viitattu 19.7.2013] Saatavissa: <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=832&kieli=3>
- Hevostietokeskus Tietoportti. s.a. *Nestetasapaino ja sen säätely*. [verkkojulkaisu] [viitattu 12.8.2013] Saatavissa: <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=663&kieli=3>
- Hevostietokeskus Tietoportti. s.a. *Rehuanalyysi*. [verkkojulkaisu] [viitattu 16.2. 2013] Saatavissa: <http://www.hevostietokeskus.fi/index.php?id=623>
- Hietaniemi, V., Eurola, M., Kontturi, M., Pihlava, J- M., Rantanen, O., Kangas, A., Niskanen, M., Tuuri, H. & Saastamoinen, M. 2001. *Luomukaura- Terveellistäkö?* [verkkojulkaisu] MTT [viitattu 7.2.2013] Saatavissa: <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v58n1s04.pdf>
- Hill, J. & Gutsell, S. 1998. *Effect of supplementation of a hay and concentrate diet with live yeast culture on the digestibility of nutrients in 2 and 3 year old riding school horses*. Proceedings of the British society of animal science.
- Hintz, H., Argenzio, R. & Schryver, H. 1971. Digestion coefficients, blood glucose levels, and molar percentage of volatile fatty acids in intestinal fluid of ponies fed varying forage- grain rations. *J. Anim. Sci.*
- Holden, R. 1995. *Schizophrenia, suicide and the serotonin story*. Med hypotheses.
- Holmstedt, S., Magnusson Falk, M. & Peterson-Brodde, L. 1991. *Varsominen- Tamman kiimasta varsan vieroitukseen*. Ruotsinkielinen alkuteos: Att bli med föl- Från stoets brunst till fölets avvänjning. Ruotsi, Västerås. Suomenkielinen laitos: WSOY.
- Holst, A. & Bolze, D. 2004. *Ähky- Syyt, ennaltaehkäisy ja hoito*. Vudeka hevostieto. Saarijärven offset Oy.
- Hooper, L. 2004. *Bacterial contributions to mammalian gut development*. Science direct.

- Hudson, J., Cohen, N., Gibbs, P. & Thompson, J. 2001. Feeding practices associated with colic in horses. *Journal of the American veterinary medical association*.
- Huovinen, P. 2012. Suoliston mikrobisto ja terveys. [verkkolehti] *Crohn & Colitis* 1/2012. [viitattu 24.3.2013] Saatavissa: http://www.crohnjacolitis.fi/cms/fileadmin/pdf/IBD_1_12_suolitobakteerit_Tarmmikrober.pdf
- Hyyppä, S. 2006. *Hevosen ruokinta*. Luento 14.10.2006. Lahti.
- Hyyppä, S. 2007. Hevosen terveyden hoito. Teoksessa Saastamoinen, M. & Teräväinen, H. (toim.). *Hevosen ruokinta ja hoito*. 6. uudistettu pianos. Porvoo: WS Bookwell Oy, 59–82.
- Hörman, A., Rimhanen-Finne, R., Maunula, L., Bonsdorff von, C., Torvela, N., Heikinheimo, A. & Hänninen, M. *Campylobacter spp., Giardia spp., Cryptosporidium spp., noroviruses and indicator organisms in surface water in South Western Finland 2000–2001*. Appl. Environ. Microbiol.
- Ike, K., Mai, S. & Ishii, T. 1985. *Establishment of intestinal ciliates in new-born horses*. Japanese journal of veterinary science.
- Imai, S., Inami, K., Morita, K., Ike, K. & Ito, A. 1999. *Intestinal ciliate composition found in the feces of japanese native kiso horse*. Bulletin of Nippon veterinary and animal science university.
- Infektioneuvonta. s.a. *Faktoja infektiosta ja ohjeita niiden hoitamiseksi*. [verkkojulkaisu] Academica information Oy. [viitattu 22.9.2013] Saatavissa: <http://www.infektioneuvonta.fi/sairaudet/cryptosporidium-kryptosporidioosi/>
- Jaakkola, S., Sairanen, A., Nousiainen, J. & Rinne, M. Säilöntä ja rehujen laatu. Teoksessa Peltonen, S.; Puurunen, T. & Harmoinen, T. (toim.) *Nurmirehujen tuotanto ja käyttö*. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy, 87–98.
- Jalava, J. 2007. Ihmisen normaali mikrobisto ja terveys. [verkkolehti] *Kansanterveyslehti* [viitattu 1.4.2013] Saatavissa: <http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/102579/kansanterveys807.pdf?sequence=1>
- Jalava, J. 2010. *Ihmisen normaali mikrobisto ja sen merkitys*. [verkkojulkaisu] Savonia- amk [viitattu 24.3.2013] Saatavissa: http://www.terveysportti.fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/dtk/oppi/koti?p_artikkeli=inf04495&p_aineisto=15355&p_haku=mikrobist o
- Jeffcott, L. 1972.. Passive immunity and its transfer with special reference to the horse. *Biological reviews*.
- Jeffcott, L. 1974. Studies on passive immunity in the foal. II. The absorption of 25i-labeled pvp (polyvinyl pyrrolidone) by the neonatal intestine. *J Comp Pathol*.
- Jones, R. 2000. *Clostridial enterocolitis*. Vet. Clin. North. Am. Equine pract.
- Judd, B. 2007. *Meconium impaction in foals*. [verkkojulkaisu] Veterinary Partner [viitattu 2.8.2013] Saatavissa: <http://www.veterinarypartner.com/Content.plx?P=A&A=2532>

- Julliand, V., De Fombelle, A., Drogoul, C. & Jacotot, E. 2001. *Feeding and microbial disorders in horses: 3 effects of three hay: grain ratios on microbial profile and activities*. Journal of veterinary science.
- Julliand, V., De Fombelle, A. & Varloud, M. 2006. *Starch digestion in horses: the impact of feed processing*. Livestock Science.
- Julliand, V., De Vaux., Millet, L. & Fonty, G. 1999. *Identification of Ruminococcus flavefaciens as the Predominant cellulolytic bacterial species of the Equine caecum*. Appl. Environ. Microbiol.
- Julliand, V., De Vaux, A., Villard, L. & Richard, Y. 1996. *Preliminary studies on the bacterial flora of the faeces taken from foals, from birth to twelve weeks. effect of the oral administration of a commercial colostrums replacer*. Pferdeheilkunde.
- Julliand, V. & Goachet, A. 2005. *Fecal microflora as a marker of cecal or colonic microflora in horses*. 19th Symposium, Tucson, Arizona, USA.
- Julliand, V. 2005. *Impact of nutrition in the gastro-intestinal tract in horses*. Applied equine nutrition. 1st equine nutrition conference, Hannover, Germany.
- Julliand, V., Riondet, C., De Vaux, A., Alcarz, G. & Fonty, G. 1998. Comparison of metabolic activities between Pyromyces citronii, an equine fungal species, and Pyromyces communis, a ruminal species. *Animal feed science and technology*.
- Julliand, V. & Sadet-Bourgeteau, S. 2010. Equine microbial gastro-intestinal health. Teoksessa Coenen, M.; Ellis, A. D.; Longland, A. C. & Miraglia, N. (toim.) *The impact of nutrition on the health and welfare of horse*. United Kingdom: Wageningen Academic Publishers, 161–182.
- Junnila, M. 2000. Betaiini estää rottien maksan rasvoittumista ja parantaa lohen poikasten sopeutumista meriveteen. [verkkolehti] *Yliopisto-lehti*. 2000 nro 13. [viitattu 9.11.2012]. Saatavissa: http://yliopistolehti.helsinki.fi/2000_13/vaitokset.html#Betaiini_estää_rottien_maksan_rasvoittumista_ja_parantaa_lohenpoikasten_sopeutumista_meriveteen
- Kamu, S. s.a. *Yleinen perheen lemmikkien ripulin aiheuttaja Giardia-loinen*. [verkkajulkaisu] Pet Vet Kamu [viitattu 21.8.2013] Saatavissa: http://www.petvetkamu.com/kirjoituksia_files/giardia.htm
- Kangas, J. 2013. *Studie av tarmflorans sammansättning och årstidsvariation i grovtarmen hos travhästar med grovfoderdiet*. Examensarbete. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Kekkonen, R. 2006. *Solutöistä suuntaa probioottien immunomodulatorisille vaikutuksille*. [viitattu 2.4.2013] Saatavissa: http://ammattilaiset.valio.fi/portal/page/portal/ammattilaiset/ravitsemus_ja_terveys/materiaalit_08032009130627/nutrifocus10032009093830/nutrifocus%201_2006.pdf
- Kern, D., Slyter, L., Weaver, J., Leffel, E. & Samuelsons, G. 1973. Pony caecum vs. Steer rumen: The effect of oats and hay on the microbial ecosystem. *J. Anim Sci*.
- Kim, L., Morley, P., Traub-Dargatz, J., Salman, M. & Gentry-Weeks, C. 2001. Factors associated with Salmonella shedding among equine colic patients at a veterinary teaching hospital. *J Vet Med Assoc*.

- King, C. & Mansmann, R. 2004. *Preventing laminitis in horses: Dietary strategies for horse owners*.
- Kirstinä, H. 2009. *Lannehalvaussyndrooma*. Helsinki: Helsingin yliopisto. Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma.
- Kokki, M.; Kuusela, P. & Richardson, M. Johdanto mykologiaan. *Mikrobiologia*. [verkkokirja] [viitattu 25.2. 2013] Saatavissa: http://www.terveysportti.fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/dtk/oppi/koti?p_artikkeli=inf04495&p_selaus=15355
- Kokkonen, T., Salin, S., Nurminen, P., Rautonen, N., Virkki, M. & Tuori, M. 2008. *Pötsimikrobitoimintaa tehostavan erikoisrehun vaikutus lypsylehmien rehunsyöntikykyyn, tuotokseen ja immunistatukseen*. [verkkopublication] [viitattu 7.8.2013] Saatavissa: http://www.smts.fi/mpol2008/index_tiedostot/Esitelmat/es088.pdf
- Kollarczik, B., Enders, C., Friedrich, M. & Gedek, B. 1992. *Auswirkungen der rationszusammensetzung auf das keimspertkrum im jejunum von pferden*. Germany, Hannover: 1. Europäische konferenz uber die ernährung.
- Kuitunen, M. 2006. Probioottien immunologiset vaikutukset allergiassa ovat spesifisiä. [verkkolehti] Valio *Nutrifocus*. [viitattu 1.4. 2013] Saatavissa: http://ammattilaiset.valio.fi/portal/page/portal/ammattilaiset/ravitsemus_ja_terveys/materiaa-lit_ja_koulutus/ladattavat_materiaalit08032009130627/nutrifocus10032009093830/nutrifocus%201_2006.pdf
- Kääriäinen, L. 2002. Virukset. Teoksessa Salikinoja-Salonen, M. (toim.) *Mikrobiologia perusteita*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 561–592.
- König, H., Sautet, J. & Liebich, H. 2004. Digestive system (apparatus digestorius). Teoksessa: König, H. & Liebich, H. (toim.) Schattauer, Stuttgart: *Veterinary anatomy of domestic mammals*.
- Landes, A., Hassel, D., Funk, J. & Hill, A. 2008. Fecal sand clearance is enhanced with a product combining probiotics, prebiotics, and psyllium in clinically normal horses. *Journal of equine veterinary science*. Vol 28, nro 2.
- Lappalainen, M., Ristola, M. & Meri, S. 2010. Itiöeläimet. Teoksessa Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.) *Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet*. Porvoo: Bookwell Oy.
- Larsson, A. 2013. *Bete som enda näringskälla för häst under sommarhalvåret*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. Fakulteten för veterinärmedicin och och husdjurvetenskap. Examensarbete.
- Lawrence, L. & Lawrence, T. 2007. *Development of the equine gastrointestinal tract*. Kentucky equine research. Inc.; Versailles, Kentucky.
- Lebenthal, A. & Lebenthal, E. 1999. *The ontogeny of the small intestinal epithelium*. J. Parenteral Enteral Nutr. Suppl.
- Lewis, L. 1995. *Equine clinical nutrition: feeding and care*. Philadelphia: Williams and Wilkins.
- Liebetanz, E. 1910. *Die Parasitischen protozoen des wiederkäuermagens vorkommenden protozoen*. Archiv fur protistenkunde.

Lillkvist, A. 2007. *Ruokinnalla tuloksiin 4*. Kolmas painos. Pietarsaari: Oy Forsberg Rahkola Oy.

Lindholm, L. & Eerola, E. 2010. *Mikrobiologia*. Nykyinen prokaryoottien luokitus. [verkkokirja] [viitattu 1.4.2013] Saatavissa: http://www.terveysportti.fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/dtk/oppi/koti?p_artikkeli=inf04495&p_aineisto=15355&p_haku=grampositiivinen

Lindström, M. 2010. *Clostridium botulinum*. Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat. [verkkokirja] Evira. [viitattu 7.8.2013] Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/17427>

Longland, A. C. & Byrd, B. M. 2006. Pasture nonstructural carbohydrates and equine laminitis. *Journal of nutrition*.

Loving, N. 2006. All horse systems GO. *The horse owner's full-color veterinary care and conditioning resource for modern performance, sport and pleasure horses*. North Pomfret, Vermont. Trafalgar Square Publishing.

Luthersson, N., Nielsen, K., Harris, P. & Parkin, T. 2009. Risk factors associated with equine gastric ulceration syndrome (Egus) in 2001 horses in Denmark. *Equine veterinary Journal*.

Mackie, R., Abdelghani, S. & Gaskins, H. 1999. Developmental microbial ecology of the neonatal gastrointestinal tract. *Amer. J. Clin. Nutr. Suppl.*

Mackie, R. & Wilkins, C. 1988. *Enumeration of anaerobic bacterial microflora of the equine gastrointestinal tract*. *Appl. Environ. Microbiol.*

MacLeay, J., Valberg, S., Pagan, J., Xue, J., De La Corte, F. & Roberts, J. Effect of ration and exercise on plasma creatine kinase activity and lactate concentration in Thoroughbred horse with recurrent exertional rhabdomyolysis. *Am J Vet Res*.

Maczulak, A., Dawson, K. & Baker, J. 1985. *Nitrogen utilization in bacterial isolates from the equine cecum*. *Appl. Environ. Microbiol.*

Madden, J., Plummer, S., Tang, J., Garaiova, I., Plummer, N., Herbison, M., Hunter, J., Shimada, T., Cheng, L. & Shirakawa, T. 2005. *Effects of probiotics on preventing disruption of the intestinal microflora following antibiotic therapy: A double-blind, placebo-controlled pilot study*. *Int Immunopharmacol.*

Magdesian, K. 2005. *Neonatal foal diarrhea*. *Vet Clin North Am Equine pract.*

Maijala, P. 2002. Sienten solurakenne. Teoksessa: Salkinoja-Salonen, M. (toim.) *Mikrobiologian perusteita*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 168–182.

Marinier, S. & Alexander, A. 1995. *Coprophagy as an avenue for foals of the domestic horse to learn food preferences from their dams*.

Masri, M., Merritt, A., Gronwall, R. & Burrows, C. 1986. Faecal composition in foal-heat diarrhea. *Equine veterinary journal*.

Matikainen, H. 2010. *Hevosheinän sopimustuotanto ja markkinointi*. Hyvinkää: Laurea- ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

- McAuliffe, S. & Slovis, N. 2008. *Diseases and disorders of the foal*. USA, Philadelphia: Elsevier.
- McKenzie, H. & Mair, T. s.a. *Equine Salmonellosis. Infectious diseases of the horse*. [verkkojulkaisu] [viitattu: 15.1.2013] Saatavissa: http://92.48.74.7/~bellequi/downloads/172-186_eve_man_08-037_mckenzie_2_reduced.pdf
- McDowell, L. 2000. *Vitamins in animal and human nutrition*. 2nd ed. Ames: Iowa State press.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J. & Morgan, C. 2011. *Animal nutrition*. 7th edition. UK: Prentice Hall.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J. & Morgan, C. 2002. *Animal nutrition*. 6th edition. Ashford colour press Ltd. Gosport.
- McGuire, T. & Crawford, T. 1973. Passive immunity in the foal: measurement of immunoglobulin classes and specific antibodies. *American journal of veterinary research*.
- Medina, B., Girard, I. D., Jacotot, E. & Julliand, V. 2002. Effect of a preparation of *sacchromyces cervisiae* on microbial profiles and fermentation patterns in the large intestine of horses fed a high fiber or a high starch diet. *J. Anim. Sci.*
- Medina, B., Jacotot, E. & Julliand, V. 2001. *Effects of a live yeast culture on the microbial enzymatic activities in the equine hindgut fed high fibre or high starch diets*. Proceedings of the 17th equine nutrition and physiology symposium, The University of Kentucky, Lexington, 31 May – June 2001.
- Mellor, D. 1993. Some aspects of perinatal maturation and adaptation. *Equine Vet. J. Suppl.*
- Meurman, O. 2005. Virologia. Teoksessa Hellstén, S. (toim.) *Kliininen mikrobiologia terveydenhuollossa*. 2. uudistettu painos. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. 53–73-
- Meyer, H. 1987. *Nutrition and the equine athlete*. Equine exercise physiology 2.
- Meyer, H. 1995. *Pferdefütterung*., 3. Auflage. Germany, Berlin: Wissenschafts-Verlag.
- Montes, R., Bayless, T., Saavedra, J. & Perman, J. 1995. Effects of milks inoculated with *Lactobacillus acidophilus* or a yogurt starter culture in lactosemaldigesting children. *J Dairy Sci.*
- Morgan, L., Coverdale, J., Froetschel, M. & Yoon, I. 2007. Effect of yeast culture supplementation on digestibility of varying forage quality in mature horses.
- Morel, D. 2003. *Equine reproductive physiology, breeding and stud management*. 2nd edition. UK: Biddles Ltd, King's Lynn.
- Moore, B. E. & Dehority, B. A. 1993. Effects of diet and hindgut defaunation on diet digestibility and microbial concentrations in the cecum and colon of the horse. *Journal of animal science*.

Moughan, P., Birties, M., Cranwell, P., Smith, W. & Pedraza, M. 1992. *The piglet as a model animal for studying aspects of digestion and absorption in milk-fed human infants*. Karger, Basel, Switzerland: In: A.P. Simopoulos (Ed.). Nutritional triggers for health and in disease.

MTT. s.a. *Rehuanalyysin tulkinta/ hevoseet*. [verkkojulkaisu] MTT [viitattu 16.2. 2013]. Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Rehuanalyysi/Rehuanalyysin_tulkinta_hevoseet

MTT. s.a. *Rehutaulukot*. [verkkojulkaisu] MTT [viitattu 22.9.2013] Saatavissa: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Rehutaulukot/laskentaperusteet/8ED0C38DD297C32DE040A8C0023C4308>

Muhonen, S., Connyson, M., Lindberg, J., Julliand, V., Bertilsson, V. & Jansson, A. 2008. Effects of crude protein intake from grass silage-only diets on the equine colon ecosystem after an abrupt feed change. *Journal of animal science*.

Muhonen, Sara. 2008. *Metabolism and hindgut ecosystem in forage fed sedentary and athletic horses*. Uppsala: Swedish university of agricultural sciences.

Mäkelä, P. 2002. Ihminen mikrobien elinympäristönä. Teoksessa Salkinoja-Salonen, M. (toim.) *Mikrobiologian perusteita*. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä, 501–518.

Nadeau, J. & Andrews, F. 2003. Gastric ulcer syndrome. Teoksessa: Blikslager, A. (toim.) *Current therapy in equine medicine*. USA: Elsevier science.

Nadeau, J., Andrews, F., Mathew, A., Argenzio, R. & Blackford, J. 1998. The effect of diet on severity of gastric ulcers in horses. *Gastroenterology*.

Nadeau, J., Andrews, F., Patton, C., Argenzio, R., Mathew, A. & Saxton, A. 2003. Effects of hydrochloric, acetic, butyric and proprionic acids on pathogenesis of ulcers in the nonglandular portion of the stomach of horses. *Am J Vet Res*.

Naesset, J. & Austbo, D. 2010. Using faecal pH to predict gut health in horses. Teoksessa: Ellis, A.; Longland, A.; Coenen, M. & Miraglia, N. (toim.) *The impact of nutrition on the health and welfare horses*. Wageningen academic publishers, 123–127.

National research council. 1989. *Predicting feed intake- Feed intake control mechanisms, producing animals*. National academy of sciences. Washington DC. USA.

National research council. 2007. *Nutrient requirements of horses*. Second printing. USA: The national academies press.

Niinistö, K. & Tulamo, R- M. 2012. *Hevosen mahahaava*. Hippos 2012 nro 2.

Niinistö, K. s.a. *Ihosairaudet*. [verkkojulkaisu] Hyvinkään hevossairaala [viitattu 7.8.2013] Saatavissa: <http://www.hyvinkaanhevossairaala.fi/fi-fi/suomeksi/tietosarja/neurologisetsairaudet.aspx>

Norikatsu, Y., Shimazaki, T., Kushiro, A., Watanabe, K., Uchida, K., Yuyama, T. & Morotomi, M. 2000. *Colonization of the stratified squamous epithelium of the nonsecreting area of horse stomach by lactobacilli*. Appl. Environ. Microb.

Ohlson, K., Mahlapuu, M. & Svensson, U. 2008. *Probiotics to influence fat metabolism and obesity*. Arla foods Amba. European patent.

- Ojanen, R. 2012. *Kontekstuaalisen oppimisen hyödyntäminen rasvojen kemian opetuksessa: Lähtökohtana nuorten ravitsemuskasvatus*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. Kemian laitos. Pro gradu-tutkielma.
- Orpin, C. 1981. Isolation of cellulolytic phycomycete fungi from the caecum of the horse. *J Gen Microbiol*.
- Ott, E. 2005. Influence of Bio- Mos, a mannaoligosaccharide supplement, on the immune system of the mare and neonatal foal. In: Jaques, L. (ed.), *Nutritional biotechnology in the feed and food industry*. Proceedings of Alltech's 21st annual symposium. Lexington, Kentucky: Nottingham university press.
- Ousey, J. 2006. Physiology and metabolism in the newborn foal with reference to orphaned or sick foals. Teoksessa Miraglia, N. & Martin- Rosset, W. (toim.) *Nutrition and feeding of the broodmare*. The Netherlands: Wageningen academic publisher.
- Ousey, J., Ghatel, M., Rosedale, P. & Bloom, S. 1995. Gut hormone responses to feeding in healthy pony foals aged 0 to 7 days. *Biol. Reprod. Mono*.
- Ozeki, K., Imai, S. & Katsuno, M. 1973. On the distribution of the ciliated protozoa in the large intestine of horse. *Tohoku journal of agricultural research*.
- Pagan J. s.a. Carbohydrates in equine nutrition*. Kentucky equine research, Inc.
- Palva, A. 2002. Maitohappobakteerit. Teoksessa: Salkinoja-Salonen, M. (toim.) *Mikrobiologian perusteita*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 593–610.
- Parraga, M., Spier, S., Thurmond, M. & Hirsh, D. 1997. *A clinical trial of probiotic administration for prevention of Salmonella shedding in the postoperative period in horses with colic*. *J Vet Intern Med*.
- Peltonen, M. 2007. *Kolibakteerit aiheuttavat monia tulehduksia*. [lehdistötiedote] Helsinki: Helsingin yliopisto. Viestintäosasto.[viitattu 19.8.2013] Saatavissa: <http://savotta.helsinki.fi/halvi/tiedotus/lehti.nsf/504ca249c786e20f85256284006da7ab/4f56ff0b81cc2327c22572b300351ed9?OpenDocument>
- Pickard, J. A. & Stevenson, Z. 2008. Teoksessa Saastamoinen, M. & Martin- Rosset, W. (toim.). *Nutrition of exercising horse*. The Netherlands: Wageningen academic publishers.
- Piontelli, E., Alicia Toro Santa- Maria, M. & Caretta, G. 1981. *Coprophilous fungi of the horse*. [verkojulkaisu] SpringerLink [viitattu 17.2.2013] Saatavissa: http://link.springer.com/article/10.1007%2F978-1-4613-1259-4_10
- Pitkänen, S. 2009. *Hevosten terveydenhuolto*. Helsinki: Helsingin yliopisto. Lisensiaattitutkielma.
- Planck, C. & Rundgren, M. 2005. *Hästens näringsbehov och utfodring*. Gjøvik, natur och kultur/fakta.
- Pollitt, C. C. 2004. Clin. Tech. Equine pract.
- Potter, G., Arnold, F., Householder, D., Hansen, D. & Brown, K. 1992. Digestion of starch in the small or large intestine of the equine. *Pferdeheilkunde*.
- ProAgria. Sadontuotto ja viljelytekniikka. Teoksessa Peltonen, S., Puurunen, T. & Harmoinen, T. (toim.) *Nurmirehujen tuotanto ja käyttö*. 25–70.

- Puhakka, J. & Salkinoja-Salonen, M. 2002. Bakteerit ja arkit. Teoksessa Salkinoja-Salonen, M. (toim.) *Mikrobiologian perusteita*. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä, 92–166.
- Puhakka, L. 2009. Onko probiooteista apua lasten infektioripuleiden hoidossa? [verkkojulkaisu] Lääketieteellinen aikakauskirja *Duodecim*. [viitattu 1.4.2013] Saatavissa: <http://www.duodecimlehti.fi/>
- Radostits, O., Gay, C., Hinchcliff, K. & Constable, P. 2007. Diseases of the alimentary tract. Teoksessa: Rodenhuis, J. (toim.) *Veterinary medicine- A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. Spain: Saunders Elsevier.
- Rafat, A., Jassim, A., Scott, P., Trebbin, A., Trott, D. & Pollit C. 2005. *The genetic diversity of lactic acid producing bacteria in the equine gastrointestinal tract*. FEMS Microbial Lett.
- Rantakallio, M. s.a. *Säännöllisellä liikunnalla ja räätelöidyllä ruokinnalla lihaongelmien kimppuun*. [verkkojulkaisu] Suomen hevosenomistajien keskusliitto ry. [viitattu 14.8.2013] Saatavissa: <http://www.shkl.net/lehti/vanhat-artikkelit-1990-2006/saannollisella-liikunnalla-ja-raataloidylla-ruokinnalla-lihaongelmien-kimppuun/>
- Rantasila, J. 2011. *Hevosen mahahaava- sijainti, vakavuusasteet ja altistavat tekijät*. Helsinki: Helsingin yliopisto. Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma.
- Rastas, H. 2007. *Hevosen juottaminen- kirjallisuuskatsaus*. Helsinki: Helsingin yliopisto. Eläinlääketieteellinen tiedekunta. Syventävät opinnot.
- Raymond, S., Smith, T. & Swamy, H. 2003. Effects of feeding a blend of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on feed intake, serum chemistry, and hematology of horses, and the efficacy of polymeric glucomannan mycotoxin adsorbent. *Journal of animal Science*.
- Raymond, S., Smith, T. & Swamy, H. 2005. Effects of feeding a blend of grains naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on feed intake, metabolism, and indices of athletic performance of exercised horses. *Journal of animal Science*.
- Rehulaki*. L 86/2008. Finlex. Lainsäädäntö [viitattu 7.8.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/200800086>
- Respondek, F., Goachet, A. & Julliard, V. 2008. Effects of dietary short- chain fructooligosaccharides on the intestinal microflora of horses subjected to a sudden change in diet. *Journal of animal science*.
- Ringmark, S. 2008. *Effekter av två olika hösilagefoderstater på tarmfloran och tröcksammansättningen hos häst och gris*. [verkkojulkaisu] Swedish university of agricultural sciences. Uppsala. [viitattu 17.5.2013] Saatavissa: http://epsilon.slu.se:8080/archive/00002834/01/ringmark_sara_081014.pdf
- Rinne, M. & Sairanen, A. 2010. Nurmirehut ruokinnassa. Teoksessa Peltonen, S., Puurunen, T. & Harmoinen, T. (toim.) *Nurmirehujen tuotanto ja käyttö*. ProAgridia. Hämeenlinna: Kariston kirjapaino Oy. 16–24.
- Rosenlew, K. s.a. *Ruokinnan vaikutuksista hevosen terveyteen* 10.9. [verkkojulkaisu] [viitattu: 3.1.2013.] Saatavissa: vixen.fi/extranet/ext/cms3/attachments/10.9.-ripuli.pdf

- Rosenlew, K. s.a. *Ruokinnan vaikutuksista hevosen terveyteen 10.8, Botulismi.* [verkkójulkaisu] [viitattu 4.3.2013] Saatavissa: <http://vixen.fi/extranet/ext/cms3/attachments/10.8.-botulismi-ja-grass-sickness.pdf>
- Rosset, W. 2006. (toim.) *Nutrition and feeding of the broodmare.* The Netherlands: Wageningen academic publisher.
- Rowe, J. B., Lees, M. J. & Pethick, D. W. 1994. Prevention of acidosis and laminitis associated with grain feeding in horses. *Journal of nutrition* 124 (12 suppl.)
- Ruukki, J. 2004. Huolehdi tärkeistä bakteereistasi. [verkkolehti] *Tiede-lehti* 5/2004. [viitattu 1.4.2013] Saatavissa: http://www.tiede.fi/artikkeli/75/huolehdi_tarkeista_bakteereistasi
- Saari, S. & Nikander, S. 2006. *Elinympäristönä hevonen- hevosen loiset ja loissairaudet.* Helsinki: Trio Offset Oy.
- Saastamoinen, M. 2007a. Hevosen ruoansulatus. Teoksessa Saastamoinen, M. & Teräväinen, H. (toim.) *Hevosen ruokinta ja hoito.* 6. uudistettu painos. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- Saastamoinen, 2007b. Laidun-hevosen parasta rehua. [verkkolehti] *Pro-Hevonen*[viitattu 22.8.2013] Saatavissa: <http://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Artturi/Hevoset/Artikkelikirjasto/ProHevonen/60709C27A3D971ECE040A8C0023C22AF>
- Saastamoinen, M. 2006. *Hevosen ruokinta. Rehujen ja niiden laadun merkitys hevosten ruokinnassa.* Luentomateriaali 14.10.2006 Lahti, 2–13.
- Saastamoinen, M. 2005. Hevosen ruokinta. *Suomen eläinlääkärilehti* 111: 6.
- Sadet-Bourgeteau, S. & Julliand, V. 2010. Equine microbial gastro- intestinal health. Teoksessa: *The impact nutrition on the health and welfare of horses.* Wageningen academic publishers, 161– 182.
- Sakaitani, Y., Norikatsu, Y., Nakajima, F., Nakanishi, S., Tanaka, H., Tanaka, R. & Morotomi, M. 1999. Colonization of intestinal microflora in newborn foals. *Journal of intestinal microbiology.*
- Salkinoja-Salonen, M. 2002. Mikrobin kasvun vaikuttavat ulkoiset tekijät. Teoksessa: Salkinoja-Salonen, M. (toim.) *Mikrobiologian perusteita.* Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 191–209.
- Salkinoja-Salonen, M. 2002. Hapen saanti. Teoksessa: Salkinoja-Salonen, M. (toim.) *Mikrobiologian perusteita.* Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 196–198.
- Salkinoja-Salonen, M., Vuorio, R., Andersson, M.A., Kämpfer, P., Andersson, M.C., Honkanen-Buzalski, T., & Scoging, A.C. 1999. *Toxigenic Strains of Bacillus licheniformis Related to Food Poisoning.* Appl Environ Microbiol.
- Salminen, S. 2006. Suolistomikrobiston merkitys vastustuskyvylle. [verkkolehti] *Valio Nutrifocus.* [viitattu 1.4.2013] Saatavissa: http://ammattilaiset.valio.fi/portal/page/portal/ammattilaiset/ravitsemus_ja_terveys/materiaalit_ja_koulutus/ladattavat_materiaalit08032009130627/nutrifocus10032009093830/nutrifocus%201_2006.pdf

- Saxelin, M. 2002. Hapatteet. Teoksessa: Salkinoja-Salonen, M. (toim.) *Mikrobiologian perusteita*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 598–600.
- Sellon, D. 2006. Neonatal Immunology. Teoksessa: Paradis, M. (toim.) *Equine neonatal medicine*. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Seppälä, I. 2011. Immunitteetti bakteeri- infektiossa. Teoksessa: Hedman, K., Heikkinen, T., Huovinen, P., Järvinen, A., Meri, S. & Vaara, M. (toim.). *Immunologia. Mikrobiologia, immunologia ja infektiosairaudet*. Porvoo: Bookwell.
- Sgrobini, M., Nardoni, S., Mancianti, F., Rota, A. & Corazza, M. 2008. Foal- heat diarrhea is not caused of yeasts in gastrointestinal tract of foal. *Journal of equine veterinary science*.
- Siitonen, A. *Escherichia coli* ja *Shigella*. Teoksessa: Salkinoja-Salonen, M. 2002. (toim.). *Mikrobiologian perusteita*. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy. 619–628.
- Singh, K., Kallali, B., Kumar, A. & Thaker, V. 2011. Probiotics: A review. *Asian pacific journal of tropical biomedicine*.
- Sjaastad, O., Hove, K. & Sand, O. 2004. The digestive system. Teoksessa: Steele, C. (toim.) *Physiology of domestic animals*. Oslo: Scandinavian veterinary press.
- Smith, H. 1965. *Development of the flora of the alimentary tract in young animals*. J. Pathol. Bacteriol.
- Smyth, G. 1988. *Effects of age, sex and post mortem interval on intestinal lengths of horses during development*. *Equine Vet. J.*
- Solunetti. 2006. *Entsyymit*. [verkkojulkaisu] [viitattu 22.8.2013] Saatavissa: <http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/entsyymit1/>
- Solunetti. 2006. *Hypertrofia*. [verkkojulkaisu] [viitattu 22.9.2013] Saatavissa: <http://www.solunetti.fi/fi/patologia/hypertrofia/>
- Solunetti. 2006. *Morfologiaa*. Mikrobit. [verkkojulkaisu] [viitattu 22.9.2013] Saatavissa: <http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/morfologia/>
- Solunetti. 2006. *Solubiologia*. Alkueläimet. [verkkojulkaisu] [viitattu 4.3. 2013] Saatavissa: <http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/alkuelaimet/2/>
- Solunetti. 2006. *Solubiologia*. Homeet. [verkkojulkaisu] [viitattu 17.2.2013] Saatavissa: <http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/homeet/2/>
- Spearman, K., Ott, E. & Kivipelto, J. 2003. The effect of Biomos on immune response of mares and their foals. In: *Proceedings of the 18th Equine nutrition and physiology society symposium*. Michigan state university. USA.
- Stappenbeck, T., Hooper, L. & Gordon, J. 2002. *Developmental regulation of intestinal angiogenesis by indigenous microbes via Paneth cells*. Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America.
- Stewart, C. 1996. *Microorganisms in hindgut fermentors*. Mackie, R.; White, B. & Isaacson, R. Gastrointestinal microbes and host interactions. Chapman & Hall, International Thomson publishing, USA.

- Stiles, M. & Holzapfel, W. 1997. Lactic acid bacteria of foods and their current taxonomy. *Int J Food Microbiol.*
- Swyers, K., Burk, A., Hartsock, T., Ungerfeld, E. & Shelton, J. 2008. Effects of direct-fed microbial supplementation on digestibility and fermentation end-products in horses fed low- and high- starch concentrates. [verkkojulkaisu] *Journal of animal science* [viitattu 18.8.2013] Saatavissa: <http://www.animal-science.org/content/86/10/2596.full>
- Sykes, B. & Jokisalo, J. s.a. *Hevosen neurologiset sairaudet.* [verkkojulkaisu] Hyvinkään hevossairaala [viitattu 22.8.2013] Saatavissa: <http://www.hyvinkaanhevossairaala.fi/fi-fi/suomeksi/tietosarja/neurologisetsairaudet.aspx>
- Sykes, B. s.a. *Metabolinen oireyhtymä ja PPID.* [verkkojulkaisu] Hyvinkään hevossairaala [viitattu 14.8.2013] Saatavissa: <http://www.hyvinkaanhevossairaala.fi/fi-fi/suomeksi/tietosarja/metabolinenoireyhtym%C3%A4jappid.aspx>
- Sykes, B. s.a. *Yskivä hevonen.* [verkkojulkaisu] Hyvinkään hevossairaala [viitattu 7.8.2013] Saatavissa: <http://www.hyvinkaanhevossairaala.fi/fi-fi/suomeksi/tietosarja/neurologisetsairaudet.aspx>
- Särkijärvi, S., Kivinen, N., Saastamoinen, M. & Vuorenmaa, J. Effect of hydrolysed yeast. 2008. Teoksessa Saastamoinen, M. & Martin- Rosset, W. (toim.). *Nutrition of exercising horse.* The Netherlands: Wageningen academic publishers. 365–366.
- Särkijärvi, S. *Ruokinnan vaikutus hevosen hyvinvointiin ja terveyteen.* [verkkojulkaisu] Hevostutkimuksen infopäivä Ypäjä. [viitattu 7.8.2013] Saatavissa: http://www.hippolis.fi/UserFiles/hippolis/File/17032011/Sarkijarvi_17.3.2011.pdf
- Tinker, M., White, N., Lessard, P., Thatcher, C., Pelzer, K., Davis, B. & Caramel, D. 1997b. A prospective study of equine colic risk factors. *Equine veterinary journal.*
- Tizard, I. 1987. *Veterinary immunology, an introduction*, ed3. WB Saunders.
- Trahair, J. & Sangild, P. 1997. Systemic and luminal influences on the perinatal development of the gut. *Equine Vet J.*
- Tuomola, K. 2011. *Hevosen kaviokuume.* [verkkojulkaisu] [viitattu 9.8.2013] Saatavissa: <http://www.heppalaakari.fi/kaviokuume.html>
- Tuomola, K. *Hevosen krooninen pöly- yliherkkyys.* [verkkojulkaisu] [viitattu 4.3.2013] Saatavissa: <http://www.heppalaakari.fi/puhkuri.html>
- Tuomola, K. 2009. *Hevosen mahahaava.* [verkkojulkaisu] [viitattu 30.1.2013] Saatavissa: <http://www.heppalaakari.fi/mahahaava.html>
- Tuomola, K. 2008. *Tamman varsominen ja terve varsa.* [verkkojulkaisu] viitattu 2.8.2013.] Saatavissa: http://www.heppalaakari.fi/tamman_varsominen.html
- Turcott, S., Nielsen, B., O' Connor, B., Skelly, C., Rosenstein, D. & Herdt, T. 2003. *The influence of various concentrate- to- roughage rations on dietary intake and nutrient digestibilities of weanlings.* Proceedings of the 18th equine nutrition and physiology society symposium, Michigan State university , East Lansing.
- Työtehoseura. 1994. *Laatuheinäntuottajan opas.* Työtehoseuran maataloustiedote 15/1994.

Umesaki, Y. & Setoyama, H. 2000. *Structure of the intestinal flora responsible for development of the gut immune system in a rodent model*. *Microbes infect.*

Vaarala, O. 2006. Limakalvopuolustus ja probiootit. [verkkolehti] *Valio Nutrifocus* [viitattu 2.4.2013] Saatavissa: http://ammattilaiset.valio.fi/portal/page/portal/ammattilaiset/ravitsemus_ja_terveys/maateriaa-lit_ja_koulutus/ladattavat_materiaalit08032009130627/nutrifocus10032009093830/nutrifocus%201_2006.pdf

Vaara, M.; Skurnik, M. & Sarvas, M. 2010. *Mikrobiologia*. [verkkokirja] [viitattu 1.4.2013] Saatavissa: http://www.terveysportti.fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2048/dtk/oppi/koti?p_artikkeli=inf04495&p_aineisto=15355&p_haku=grampositiivinen

Vainio, K. s.a. *Hevosten ihosairaudet*. [verkkojulkaisu] [viitattu 6.3. 2013] Saatavissa: <http://www.hevostohtori.fi/fi/artikkelit/27-ihosairaudet>

Valentine, B., Hintz, H., Freels, K., Reynolds, A. & Thompson, K. Dietary control of exertional rhabdomyolysis in horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*

Van Eps, A. W. & Pollitt, C. C. 2006. Equine laminitis induced with oligofructose. *Equine veterinary journal* 38.

Van Soest, P. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University press. Ithaca, USA.

Varloud, M., Fonty, A., Roussel, A., Guyonvarch, A. & Julliand, V. 2007. Postprandial kinetics of some biotic and abiotic characteristics of the gastric ecosystem of horses fed a pelleted concentrate meal. *J. Anim sci.* 85.

Vavra, J. & Joyon, L. 1966. *Etude sur la morphologie, le cycle évolutif et la composition systématique de Callimastix cyclopis*. *Protistologica*.

Vetcare Oy. 2013. Henkilökohtainen tiedonanto. Kuvamateriaali.

Välisalo, M. 2009. Fruktaanit ja sokerit nurmikasveissa. Teoksessa Sormunen- Cristian, R.; Seppänen, M. & Topi-Hulmi, M. (toim.) *Hevosten nurmirehutusseminaari*. Suomen nurmihdistyksen julkaisu nro 26, 29–30.

Vörös, A. 2008. *Diet related changes in the gastrointestinal microbiota of horses*. Uppsala: Examensarbete. Swedish University of agricultural sciences.

Warren-Smith, A. 2012. Handling the orphan foal. [verkkolehti] *Horses and people* [viitattu 2.4.2013] Saatavissa: <http://www.horsesandpeople.com.au/article/handling-the-orphan-foal>

Weese, S. 2002. Probiotics, prebiotics and synbiotics. *Journal of equine veterinary science*.

Weese, S., Anderson, M., Lowe, A. & Monteith, G. 2003. *Preliminary investigation of the probiotic potential of Lactobacillus rhamnosus strain GG in horses: fecal recovery following oral administration and safety*. Canadian Veterinary Medical Association.

Weese, S. & Harley, M. 2011. *Assessment of commercial probiotic bacterial contents and label accuracy*. [verkkojulkaisu] *The Canadian veterinary journal* [viitattu 21.8.2013] Saatavissa: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3003573/>

- Weese, S. 2002. Probiotics, prebiotics and synbiotics. *Journal of equine veterinary science*.
- Weese, S. & Rousseau, J. 2005. Evaluation of *Lactobacillus pentosus* WE7 for prevention of diarrhea in neonatal foals. *Journal of the American veterinary medical association*.
- Weston, S., Halbert, A., Richmond, P., Prescott, S. 2005. *Effects of probiotics on atopic dermatitis: a randomized controlled trial*. Arch Dis Child.
- William, E. 2003. Nutritional support for rhabdomyolysis. *Journal of equine veterinary science*.
- Wierup, M. 1973. Bakteriologisk undersökning av tarmflora hos hästar med s.k. Baron Gruff- sjuka. *Svensk Veterinärtidning*.
- Xu, R. 1996. *Development of the newborn gt tract and its relation to colostrum/ milk intake: a review*. Reprod fertil dev.
- Yocum, P. M. & Alston- Mills, B. 2002. The effect of *Kluyveromyces marxianus* and *Saccharomyces cerevisiae* on lactose concentration of equine milk. *Journal of animal science*.
- Yuki, N., Shimazaki, T., Kushiro, A. Watanabe, K., Uchida, K., Yuyama, T. & Morotomi, M. 2000. *Colonization of the stratified squamous epithelium of the nonsecreting area of horse stomach by lactobacilli*. Appl. Environ. microbiol.
- Yukiko, S., Norikatsu, Y., Fumihiko, N., Shingo, N., Hidetoshi, T., Ryuichiro, T. & Masami, M. 1999. Colonization of intestinal microflora in newborn foals. *Journal of intestinal microbiology*.
- Yukiko, S., Yuki, N., Nakajima, F., Hasanishi, S., Tanaka, H., Tanaka, R. & Morotomi, M. 1999. Colonization of intestinal microflora in newborn foals. *J. Int. Microb.*
- Yliopiston verkkoapteekki. s.a. *Tehopakt*. [verkkokauppa] [viitattu 12.8.2013] Saatavissa: <http://www.yliopistonverkkoapteekki.fi>
- Yuyama, T., Yusa, S., Takai, S., Tsubaki, S., Kado, Y. & Morotami, M. 2004. *Evaluation of a host- specific Lactobacillus probiotic in neonatal foals*. *J Appl Res Vet Med*.
- Zetterström, L. Örtmedicin på väg tillbaka till Brasilien. [verkkolehti] Latinamerika [viitattu 21.8.2013] Saatavissa: http://www.globalarkivet.se/2912/1/LA4-09medicin_brasilien2.pdf
- Zeyner, A. 2008. Energy providing nutrient sources. In: Saastamoinen, M. & Martin-Rosset, W (eds.) *Nutrition of the exercising horse*. EAAP publication 125. Wageningen academic publishers, Wageningen, the Netherlands.

