



OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
LUONNONVARA- JA YMPÄRISTÖALA

HEVOSTEN VITAMIINIRUOKINTA

Opinnäytetyö

TEKIJÄ: Pirje Puumalainen

Koulutusala Luonnonvara- ja ympäristöala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Agrologin tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Pirje Puumalainen			
Työn nimi Hevosten vitamiiniruokinta			
Päiväys	9.5.2019	Sivumäärä/Liitteet	47/2
Ohjaaja(t) Katriina Pylkkänen, Heli Wahlroos			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Hankkija Oy / Satu Yrjänen			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Hevosten yksi tärkeistä ravintoaineista ovat vitamiinit sillä ne ovat hyvin monessa elimistön reaktiossa ja toiminnassa mukana. Vitamiinit jaetaan rasva- ja vesiliukoisiin vitamiineihin. Jokainen vitamiini sisältää monenmuotoisia yhdisteitä, esimerkiksi B-vitamiineja on useita erilaisia. Oikeanlaisella vitamiiniruokinnalla voidaan optimoida hevosen ruokinta niin, ettei hevoselle aiheudu vitamiinien puutoksia tai liikasaantia sekä mahdollistetaan hevosen maksimaalinen suorituskyky ja hyvinvointi.</p> <p>Työn tavoitteena oli tuottaa sisältöä Hankkija Oy:n hevosten vitamiiniruokinnan oppaaseen. Työ auttoi toimeksiantajaa oppaan luomisessa, nopeuttaen oppaan luomisprosessia, kun tieto oli koottu valmiiksi opinnäytetyöraporttiin. Oppaan tarkoituksena oli opastaa Hankkijan asiakkaita hevosten vitamiiniruokinnassa. Työn tarkoituksena oli laajentaa ihmisten tietoisuutta hevosten vitamiiniruokinnasta ja siten parantaa hevosten hyvinvointia sekä optimoida hevosten ruokintaa. Ihmisten tietoisuuden lisääminen on tärkeää, jotta hevosten ruokintaa voidaan parantaa niiden tarpeita vastaavaksi.</p> <p>Tiedonkerääminen hevosten vitamiiniruokinnasta alkoi 2018 ja kaikki opinnäytetyöhön sopiva tieto sisällytettiin opinnäytetyöraporttiin. Lähteiden pohjalta luotiin opinnäytetyö tarkastellen niitä aihealueita, joita oppaaseen tul-taisiin sisällyttämään. Opinnäytetyö oli kehittämistyö. Opinnäytetyössä käsiteltiin vitamiinien kulkua hevosen elimistössä, vitamiinin lähteitä ja hevosen vitamiinin tarpeita sekä vitamiinien puutoksia ja liikasaantia. Nämä aihe-alueet sisältyivät myös oppaaseen.</p> <p>Opinnäytetyössä vitamiineista on kerrottu hyvin tarkasti ajatellen tieteellisen tekstin muokkaamista kaikille ymmärrettävään muotoon. Valmiina hevosten vitamiiniruokintaopas tulee auttamaan hevosten kanssa toimivia henkilöitä ymmärtämään hevosten vitamiiniruokintaa ja käyttämään tietoa hyödyksi käytännössä. Hevosten vitamiiniruokinnan tutkiminen on vasta aluillaan ja monesta vitamiinista ei tiedetä kovinkaan paljoa. Tulevaisuudessa olisi toivottavaa selvittää vitamiinien toimintaa tarkemmin hevosilla. Vastaavanlaisia oppaita olisi mahdollista tehdä myös muista ravintoaineista.</p>			
Avainsanat hevonen, vitamiinit, ruokinta, opas			

Field of Study Natural Resources and the Environment			
Degree Programme Degree Programme in Agriculture and rural Industries			
Author(s) Pirje Puumalainen			
Title of Thesis Horse vitamin feeding			
Date	9.5.2019	Pages/Appendices	47/2
Supervisor(s) Katriina Pylkkänen, Heli Wahlroos			
Client Organisation /Partners Hankkija Oy / Satu Yrjänen			
<p>Abstract</p> <p>Vitamins are important nutrients, because they are involved in many reactions and functions of the body. Vitamins are distributed to fat-soluble vitamins and water-soluble ones. In every vitamin, there are many different multiform compounds. For example there are many different B-vitamins. With right vitamin feeding, we can optimize horse feeding. Then horse does not have any vitamin deficiency or vitamin excess intake and we can maximize horse performance and welfare.</p> <p>The purpose of this thesis was to create content for a horse vitamin-feeding guide to Hankkija Oy. The work helps the client organisation in creating the guide by speeding up the process of creating the guide when the information is compiled into the thesis report. The purpose of guide was help people to understand horse vitamin feeding. The thesis was a development work. The purpose of the study was to expand people`s knowledge on horse vitamin feeding. The second purpose was to improve horse welfare and to optimize horse feeding. Expanding people`s knowledge of this subject was important, because knowledge of this subject improves horse feeding.</p> <p>The data collection of horse vitamin feeding began in 2018 and all the information, which was suitable in the thesis, was included in the thesis report. The report includes many different sources of the subjects that the project partner needs for the guide. The thesis contains horse vitamin processing in the horse body, vitamin sources, horse vitamin needs, vitamin deficiencies and vitamin excess intake.</p> <p>In the thesis, the vitamins have been described very widely. The scientific text has been edited into an understandable form for everyone. The ready vitamin guide will help people working with horses to understand the vitamin nutrition of horses and to use the information for practical purposes. The study of horse vitamin-feeding is just beginning. Further studies on this subject in future would be good. Then it will be possible to improve horse feeding. Many vitamin processes in a horse body are not known. In future similar guides on other nutrients could be published.</p>			
Keywords horse, vitamins, feeding, guide			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	HEVOSTEN VITAMIINIRUOKINTA	7
3.1	Hevosen vitamiinien imeytyminen	8
3.2	Rehujen analysointi	9
3.3	Hevosten vitamiinin tarpeet	10
3.4	Rehujen vitamiinipitoisuudet	12
3	RASVALIUKOISET VITAMIINIT	14
4.3.1	A-vitamiini	14
3.1.1	A-vitamiinin puutos	16
3.1.2	A-vitamiinin liikasaanti	17
3.1.3	A-vitamiinin lähteet	18
3.1.4	A-vitamiinin tarve	18
3.2	D-vitamiini	19
3.2.1	D-vitamiinin puutos	21
3.2.2	D-vitamiinin liikasaanti	22
3.2.3	D-vitamiinin lähteet	22
3.2.4	D-vitamiinin tarve	23
3.3	E-vitamiini	24
3.3.1	E-vitamiinin puutos	25
3.3.2	E-vitamiinin liikasaanti	26
3.3.3	E-vitamiinin lähteet	26
3.3.4	E-vitamiinin tarve	26
3.4	K-vitamiini	27
3.4.1	K-vitamiinin puutos	29
3.4.2	K-vitamiinin liikasaanti	29
3.4.3	K-vitamiinin lähteet	29
3.4.4	K-vitamiinin tarve	30
4	VESILIUKOISET VITAMIINIT	31
4.1	B-vitamiini	31
4.1.1	B-vitamiinin puutos	33

4.1.2	B-vitamiinin liikasaanti	34
4.1.3	B-vitamiinin lähteet	35
4.1.4	B-vitamiinin tarve	35
4.1.5	Biotiini	36
4.2	C-vitamiini	37
4.2.1	C-vitamiinin puutos	38
4.2.2	C-vitamiinin liikasaanti	39
4.2.3	C-vitamiinin lähteet	39
4.2.4	C-vitamiinin tarve	39
5	TYÖN TOTEUTUS	41
6	PÄÄTÄNTÖ.....	43
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	45
	LIITE 1: TAULUKKO VITAMIINIEN TEHTÄVISTÄ JA LÄHTEISTÄ.....	48
	LIITE 2: TAULUKKO VITAMIINIEN PUUTOS- JA LIIKASAANNIN OIREISTA.....	49

1 JOHDANTO

Hevonen tarvitsee elimistönsä rakennusaineiksi, elintoimintojen ylläpitoon ja liikkumiseen monia ravintoaineita. Vitamiinit ovat yksi näistä tärkeistä ravintoaineista. Vitamiineja hevonen tarvitsee moniin elimistön eri toimintoihin, ja jokaisella vitamiinilla tärkeitä vastuualueita hevosen elimistössä. Vitamiinien tarve on kaikilla hevosilla yksilöllinen, ja siksi on tärkeää optimoida kunkin hevosen vitamiiniruokinta hevosen tarvetta vastaavaksi. Hevosen optimaalisella ruokinnalla tarkoitetaan ruokintaa, joka vastaa hevosen tarvetta. Vitamiinien liiallinen tai liian vähäinen saanti voi aiheuttaa hevosen elimistössä toimintahäiriöitä ja puutostiloja. Liian suurina määrinä osa vitamiineista voi aiheuttaa jopa myrkytystiloja. (Hirvonen, Hyyppä, Jansson, Laine, Saastamoinen ja Teräväinen 2007, 10–13.)

Tämän opinnäytetyön aiheena on hevosten vitamiiniruokinta. Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa sisältöä oppaaseen, jossa kerrotaan hevosten vitamiiniruokinnasta. Oppaan kohderyhmänä ovat kaikki hevosten ruokinnan parissa toimivat henkilöt, kuten hevosten omistajat ja tallihenkilökunta. Työssä käsitellään vitamiinien toimintaa ja tehtäviä sekä vitamiinien puutos- ja liikasaannin oireita. Lisäksi työssä kerrotaan hevosten vitamiinin tarpeista ja vitamiinin lähteistä. Hevosille on tarjolla monenlaisia vitamiinivalmisteita, joista voidaan valita hevoselleen sopivin vaihtoehto. Opinnäytetyölle on tarvetta, koska muita vastaavia suomenkielisiä oppaita hevosten vitamiiniruokinnasta ei ole. Tutkittuun tietoon perustuvaa opastusta tarvitaan oikeiden täydennysrehujen valintaan.

Toimeksiantajana opinnäytetyössä on Hankkija Oy, ja heiltä työn parissa työskentelee Satu Yrjänen. Opinnäytetyössä tehtävä opas materiaali tulee Hankkijan tuottamaan oppaaseen, jota on tarkoitus käyttää heidän asiakkaidensa opastamiseen. Opas toimii apuvälineenä asiantuntijoiden neuvoessa asiakkailleen hevosten vitamiiniruokintaa.

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä ihmisten tietoutta hevosten vitamiiniruokinnasta. Suurin osa hevosten omistajista on harrastajia, joille on hyvä kertoa hevosten vitamiinin tarpeesta. Se, että harrastajat ja muut hevosten kanssa toimivat tuntevat vitamiiniruokinnan hyödyt, edesauttaa hevosten ruokinnan optimointia. Tiedon lisääntyminen hevosten vitamiiniruokinnasta mahdollistaa vitamiinien puutos- ja liikasaantien ennaltaehkäisyn. Näin työn tavoitteena on edistää myös hevosten hyvinvointia ja oikeanlaista ruokintaa.

2 HEVOSTEN VITAMIINIRUOKINTA

Vitamiinit ovat yhteisnimityksiä aineille, joilla on keskenään sama biologinen aktiivisuus. Jokaisella vitamiinilla on monia omia tehtäviä elimistössä ja ne eroavat toisistaan kemialliselta koostumukseltaan sekä aineenvaihdunnaltaan. Vitamiinit ovat eloperäisiä eli orgaanisia yhdisteitä. (Coenen ym. 2013, 168.) Vitamiinit luokitellaan liukoisuutensa mukaan vesiliukoisiin ja rasvaliukoisiin (Autio 2015). Vesiliukoiset liukenevat nimensä mukaisesti veteen ja rasvaliukoiset liukenevat rasvaan ja öljyyn (Cuddeford 2003, 48). Rasvaliukoisia vitamiineja ovat A-, D-, E- ja K-vitamiinit. Vesiliukoisia vitamiineja ovat B- ja C-vitamiinit. (Autio 2015.) Osa vitamiineista voi esiintyä luonnossa ja tuotteissa epäaktiivisissa muodoissa ja muuntautua vasta elimistössä aktiiviseen muotoon (Coenen ym. 2013, 168). Vitamiineista etenkin A-, D- ja E-vitamiinin täydennyksestä on tärkeää huolehtia, koska hevonen ei pysty tuottamaan niitä elimistössään vaan ne on saatava ruokinnasta (Saastamoinen ja Hyyppä 2006, 9). Vitamiinien yksikkönä käytetään usein kansainvälistä yksikköä eli ky (eli IU) (Fineli 2019). A-vitamiinilla voidaan käyttää myös retinoliekvivalentteja eli RE (Fineli 2019).

Hevosen luonnollinen ravinto sisältää yleensä vitamiinien esiasteita (Suomen Hevostietokeskus 2016). Esiasteet muuntuvat hevosen elimistössä vitamiineiksi mikäli vitamiineista on vajetta hevosella (Suomen Hevostietokeskus 2016). Esiasteiden liikasaanti ei siis ole vaarallista ja hevonen ei pysty saamaan vitamiinia liikaa sen luonnollisesta ravinnostaan. Kasveissa vitamiinit esiintyvät niiden esiasteina. Hevonen muuttaa kehossaan nämä esiasteet vitamiineiksi. (Saastamoinen ym. 2007 18.) Rehujen vitamiinit tuhoutuvat helposti korjatessa ja säilönnässä, jonka vuoksi kevättalven heinä on usein heikkoa ravintoarvoiltaan. Kaupan valmisteissa taas vitamiinit säilyvät paremmin. (Coenen ym. 2013, 168.)

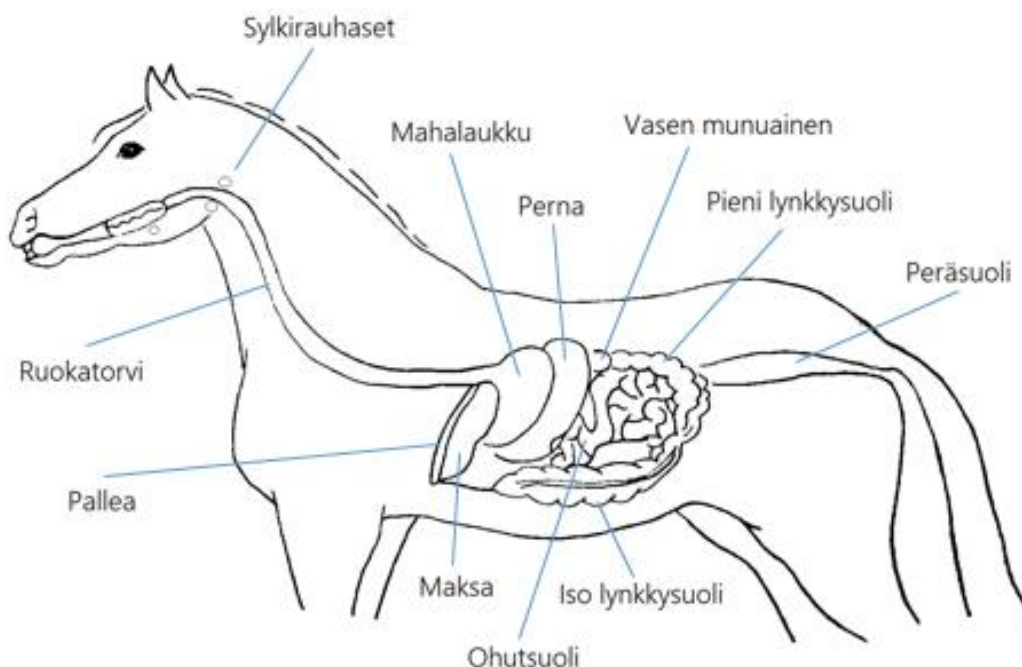
Hevosilla vitamiinien puutos voi johtua ravinnon riittämättömistä vitamiinipitoisuuksista tai siitä ettei hevonen käytä vitamiineja elimistössään hyväksi. Hyväksikäyttöä voivat häiritä esimerkiksi stressitekijät, epäsäännölliset ruokinta-ajat, sairaudet ja taudit. (Lillkvist 2007, 90.) Stressitekijöitä ovat esimerkiksi kilpailut, kova valmennus, kuljettaminen, kuumuus, kylmyys, äänet, ilmanvaihto, ympäristön muutokset ja tilanahtaus (Saastamoinen ym. 2007, 18). Vitamiinien liikasaanti hevosilla on mahdollista lähinnä vain liiallisella vitamiinilisäruokinnalla. Yliannosteltuna osa vitamiineista on jopa myrkyllisiä ja voivat heikentää muiden vitamiinien hyväksikäyttöä. (Lillkvist 2007, 90, 144.) Hevosen vitamiinin tarve kasvaa muun muassa tiineyden, nopean kasvun, ruokinnan muutosten, rasitustilojen, ympäristön muutosten vuoksi. Kilpailemisen ja valmentautumisen aiheuttama rasitus vaatii hevosen elimistöltä normaalia enemmän, jolloin myös vitamiinia tarvitaan enemmän elimistön toimintoihin. (Saastamoinen ym. 2007, 18.)

Hevonen saa beetakaroteenia, eli A-vitamiinin esiastetta, sekä E-, D- ja K-vitamiineja luonnollisesta ravinnostaan eli tuoreesta ruohosta. Laitumen hyvien vitamiini pitoisuuksien vuoksi paljon laiduntavilla hevosilla ei usein tavata vitamiinien puutosta. Vitamiinilisä on tarpeen paljon sisällä olevilla kilpahevosilla, siitostammoilla ja kasvavilla varsoilla. Sisäruokintakauden aikana on tarkkailtava kaikkien hevosten vitamiinien tarvetta. (Suomen Hevostietokeskus 2016.) Eniten hevosen elimistö tarvitsee A-vitamiinia ja toiseksi eniten D-vitamiinia (Parker 2013, 301).

Hevosen vitamiini täydennys onnistuu muun muassa erilaisten kaupallisten väki-, kivennäis- ja täydennysrehujen avulla. Näiden lisäksi vitamiineja sisältävät juurekset, sivutuotteet, valkuisrehut ja siemenet. Vitamiiniruokinnassa kannattaa ottaa huomioon rasvaliukoisten vitamiinien yliannostuksen mahdollisuus. Vitamiineja sisältävät monet tuotteet ja tuotteiden sisältöä on hyvä tarkastella. Vitamiineja voivat sisältää esimerkiksi täysi- ja puolitiivisterehut, valkuaistiivisterehut, kivennäisvalmisteet, vitamiinilisärehut, hivenainelisärehut, kalanmaksaöljy, energiaboosterit, nuolukivet sekä monet muut valmisteet. (Suomen Hevostietokeskus 2017.) Montaa rehua käyttämällä voi huomaamattaan antaa hevoselle hyvinkin paljon vitamiineja. Rehulaissa (2008, § 7) on määritelty rehuissa sallittavat vitamiinien käyttömuodot.

2.1 Hevosen vitamiinien imeytyminen

Hevosen elimistö käsittelee vitamiineja eri tavalla vitamiinista riippuen ja voi myös varastoida niitä elimistöönsä (Coenen ym. 2013). Kuvassa 1 on esitetty hevosen ruuansulatuselimistö. Ohutsuolessa imeytyvät vitamiinit ovat A-, D- ja E-vitamiinit. Ne vitamiinit, jotka tuotetaan vasta paksusuolessa, imeytyvät myös paksusuolessa. Hevosen paksusuolessa tuottamia vitamiineja ovat K-, B- ja C-vitamiinit. (Davies, 2005, 49–51.) Paksusuolessa tuotetut vitamiinit imeytyvät paksusuolessa (Saastamoinen ym. 2007, 6).



KUVA 1. Kuvakaappaus hevosen ruuansulatuselimistöstä (Mäkinen ja Puumalainen 2019-04-04a)

Hevonen tuottaa käyttöönsä C-, K- ja B-ryhmän vitamiineja paksusuolen suolen seinämän ja sen pieneliöiden avulla. Nämä pieneliöt ovat bakteereita ja alkueläimiä. C-, K- ja B-ryhmän vitamiineja valmistuu normaali olosuhteissa riittävästi hevosen tarpeeseen. Pieneliö toimintaa on umpisuoleessa sekä lynkkysuolessa. (Saastamoinen ym. 2007, 10–11.) Hevonen valmistaa vitamiineja hajottaessaan ravintoa pieneliöstön avulla (Parker, 2013, 278). Suolen jatkuva karkearehun saanti onkin tärkeää, jotta suoliston pieneliöstö pysyy jatkuvasti aktiivisena, eikä sen määrä ala laskea. C-vitamiinia hevonen pystyy syntetisoimaan myös maksassa. Mikäli pieneliömäärä vähenee jostain syystä suolistossa, myös vitamiinisynteesi heikkenee. (Saastamoinen ym. 2007, 10–11.)

2.2 Rehujen analysointi

Ruokinnan onnistumiseksi on tärkeää tietää hevosen paino ja heinän ravintoainepitoisuudet sekä muokata ruokinta hevosen tarpeita vastaavaksi. Hevosen heinän on analysoitava, mikäli hevosen ruokinta halutaan optimoida hevoselle sopivaksi ja selvittää hevosen todellinen lisäravinnon tarve. Jotta ruokinnan optimoiminen yksilöllisesti on mahdollista, tulee kaikkien hevosen ruokinnassa käytettävien rehujen ravintosisältö tietää. (Lillkvist 2007, 14.) Kaupallisten rehujen ravintosisältö lukee yleensä pakkauksissa ja A- ja D-vitamiini ovat aina ilmoitettuna pakkauksissa.

Rehun sulavuus on tärkeää vitamiinien hyödyntämisen näkökulmasta. Hyvä sulavuus edesauttaa vitamiinien hyödyntämistä. Kun rehun sulavuus on hyvä, tällöin rehun korsipitoisuus on matalalla. Huonosti sulava rehu voi heikentää myös pieneliöiden toimintaa kun pieneliöiden energian saanti heikkenee. Suoliston oman pieneliöstökannan heikkeneminen antaa tilaa haitallisille pieneliöille lisääntyä ja tästä voi seurata suoliston häiriöitä. Mikäli rehu on hygieeniseltä laadultaan huonoa, voi rehun mukana hevosen suolistoon kulkeutua haitallisia pieneliöitä, jotka voivat vaikuttaa suoliston oman pieneliöstön määrään. Suoliston pieneliöstön toiminnan heikkeneminen ja määrän väheneminen alentaa aina suoraan suolessa muodostuvien K-, B- ja C-vitamiinien määrää. (Saastamoinen ja Hyyppä 2006, 4.)

Heinän ravintoainepitoisuudet poikkeavat toisistaan satovuosien ja rehuerien välillä ja ilman tarkkaa tietoa heinän koostumuksesta ei voida suunnitella täsmennettyä ruokintaa hevoselle (Lillkvist 2007, 90). Hevosen ruokinta pohjautuu aina karkearehuruokintaan ja lisärehuja käytetään täydentämään karkearehua. Rehujen analysointia tarjoavilla laboratorioilla on valittavissa erilaisia testejä, esimerkiksi analyysi hevosten rehulle, jossa selvitetään hevosten ruokinnan tärkeimmät ravintoaineet. Myös käytettävät viljat on mahdollista analysoida. (Suomen hevostietokeskus s.a.)

Hevosen heinän rehuanalyysissa voidaan selvittää heinän kuiva-aine, raakavalkuainen, sulava raakavalkuainen, rehuarvo, kuitupitoisuus, NDF -kuitu, raakarasva, sokeripitoisuus sekä mikrobiologinen laatu. Mikrobiologisella laadulla tarkoitetaan kokonaisbakteereita, hiivoja ja homeita. Lisäksi säilörehusta voidaan asiakkaan halutessa määrittää kivennäisanalyysi ja rehun säilönnällinen laatu joka sisältää pH, ammoniakityypen, maitohapon, haihtuvat rasvahapot, liukoisen tyyden ja laatuarvosanan. Rehuanalyysija Suomessa tekevät muun muassa Valio Oy, Suomen Ympäristöpalvelu Oy, Eurofins Scientific Finland Oy, Seilab Oy ja Novalab Oy. (Eurofins s.a.; Suomen hevostietokeskus s.a.)

Rehujen vitamiinianalyysi on kallis ja sen vuoksi vitamiinit jätetään yleensä analysoimatta rehusta. Vitamiinit analysoidaan usein ulkomailla ja se on mahdollista tehdä rehusta lisämaksusta. Rehujen vitamiinien analyysitarkkuus on kuitenkin melko heikko. Taulukkoarvoja löytyy kuitenkin rehulaskureista esimerkiksi luonnonvarakeskukselta ja ruokintaohjelmista kuten Hoptista. Lisäksi vitamiinipitoisuuksien päättelemisessä voidaan käyttää ruokintasuositusten tilastoja. Näin ollen hevosten rehujen vitamiinipitoisuudesta ei voida olla täysin varmoja, kun käytettävissä on vain yleiset rehujen vitamiinipitoisuudet. (Eurofins 2019.)

2.3 Hevosten vitamiinin tarpeet

Hevosten vitamiinisuositukset vaihtelevat sen mukaan, ovatko ne luotu estämään puutosta vai onko suositusten lukemat laadittu täyttämään hevosen todellinen vitamiinien tarve. Eri maiden luomien suositusten kohdalla on hyvä ottaa huomioon ilmastolliset tekijät sekä maaperä, jotka eri maissa ovat erilaiset ja näin vaikuttavat rehujen analyysituloksiin (Lillkvist 2007, 144). Hevoselle on laadittu A-, D- ja E-vitamiinin sekä tiamiinin ja riboflaviinin suositukset (NRC 2007, 109). Myös K-vitamiinille, foolihapolle, niasiinille, biotiinille, kobalamiinille, pyridoksiinille, pantoteenihapolle ja C-vitamiinille on luotu suositukset, mutta tietoa niiden toiminnasta hevosen kehossa on kuitenkin vähäisesti (NRC 2007, 109). Vitamiinitäydennystä tehdessä on hyvä antaa kaikki annettavat vitamiinit yhtä aikaa, koska vitamiinit tukevat toistensa imeytymistä (Lillkvist 2007, 291). Taulukossa 1 on esitetty optimaaliset vitamiinisuosituksen eri hevosryhmille.

TAULUKKO 1 Hevosten vitamiinisuositukset. Vitamiinisuositukset päiväsaanti eläintä kohtaan (DSM 2016; Luke vitamiinisuositukset s.a.)

Vitamiini-suositukset	Yksikkö	Varsat 250 kg	Joutilaat hevoset 550 kg	Kilpahevoset 550 kg	Tammat ja orit 550 kg
A-vitamiini	KY	25 000–30 000 Luke: 45 000–60 000	35 000–45 000 Luke: 30 000–40 000	65 000–80 000 Luke: 40 000–60 000	65 000–80 000 Luke: 40 000–75 000
D-vitamiini	KY	5000–5500 Luke: 4000–6000	3500–4500 Luke: 3000–4000	6500–8500 Luke: 3000–5000	6500–8000 Luke: 6000–9000
E-vitamiini	mg	250–550 Luke: 400–500	550–1100 Luke: 400–450	1100–3300 Luke: 1500–2500	1100–2500 Luke: 700–1000
K-vitamiini (K3)	mg	6–12	6–12	6–12	6–12
B1-vitamiini	mg	25–30	40–66	70–110	70–110
B2-vitamiini	mg	15–20	30–44	50–75	50–75
B6-vitamiini	mg	15–20	25–35	40–55	40–55
B12-vitamiini	mg	0,15–0,3	0,15–0,35	0,15–0,55	0,15–0,55
Niasiini	mg	25–50	55–85	110–220	110–220
Pantoteehappo	mg	25–40	45–65	55–88	55–88
Foolihappo	mg	6–24	6–24	6–24	6–24
Biotiini	mg	2–3	15–20	15–20	15–20
C-vitamiini	mg	275–550		1100–2200	1100–2200
Koliini	mg	300–600	600–1200	1000–1200	1000–1200

Vitamiinien tarpeet ovat kaikilla hevosilla yksilölliset. Vitamiinien kulutusta kasvattavat etenkin ruokinnan muutokset, rasiustilat, ympäristön muutokset, tiineys, nopea kasvu, runsas valmennus ja kilpailu sekä useat stressi tekijät (Saastamoinen ym. 2007, 18). Hevonen myös varastoi vitamiineja yksilöllisesti ja vaihtelevasti. Esimerkiksi tiamiinin varastoituu kehossa vain yhden tai kahden viikon tarvetta vastaavan määrän ja A-vitamiini voi varastoitua kahdesta kuuteen kuukautta tarvetta vastaavan määrän verran. (Coenen ym. 2013, 168.)

Kantavalle tammalle tärkeitä vitamiineja ovat A-, D-, E- ja B-vitamiinit. Nämä vitamiinit ovat tärkeitä hedelmällisyydelle ja sikiön kasvulle ja siksi niiden tarve kohoaa tiineyden aikana. D- ja E-vitamiinien merkitys kasvaa kantavan tammän ruokinnassa entisestään tiineyden edetessä kun sikiö tarvitsee näitä vitamiineja kasvuunsa ja luiden kehittymiselle. Siitosoriille tärkeitä vitamiineja ovat A-, C-, B- ja E-vitamiinit. (Lillkvist 2007, 204, 249–256.)

Imettävän tammän ruokinnassa D-vitamiinin saannista on huolehdittava, sillä sen kivennäisainevaihdunta on vilkasta ja tällöin tarvitaan myös enemmän D-vitamiinia. Myös B-vitamiini tarve kasvaa kun tamma tarvitsee enemmän energiaa maidon tuotantoon. Kasvavan varsan ruokinta on perusta sen tulevaisuudelle ja on tärkeää varmistaa varsan ravintoaineiden saanti. Varsan ruokinnassa A-, D-, E- ja B-vitamiinien saanti on tärkeää, sillä kehittyvä elimistö tarvitsee näitä vitamiineja lihasten ja

luuston kasvuun. Vesiliukoisia vitamiineja varsa menettää ripuloidessa jolloin ripuloinnin yhteydessä on varmistettava riittävä B- ja C-vitamiinien saanti. (Lillkvist 2007, 268, 274.)

Kilpailevan hevosen ravintoaineiden tarve kasvaa, kehon tehdessä normaalia enemmän töitä. Vitamiineja on kuitenkin törkeää antaa oikeassa suhteessa. Kilpailevan hevosen ruokinnassa tärkeitä ovat A- ja D-vitamiinit sekä erityisesti E-vitamiini. E-vitamiini on välttämätön lihasten toiminnalle ja energian tuotannolle sekä hapenotolle. (Lillkvist 2007, 289.) Se suoja kilpailevan hevosen elimistöä rasitukselta, edistää palautumista sekä kasvattaa vastustuskykyä (Saastamoinen ym. 2007, 43). Kilpahevoseella on elämässään myös paljon stressaavia tilanteita, jotka voivat heikentää vesiliukoisten vitamiinien hyväksikäyttöä. B-vitamiinia hevonen tarvitsee energian tuotantoon, hermoston toimintaan ja lihasten kunnossa pitämiseen. C-vitamiini edesauttaa raudan imeytymistä ja C-vitamiini lisän on todettu parantavan kilpailusuoritusta. (Lillkvist 2007, 289.)

Ikääntyvän hevosen suoliston ja maksan toiminta saattaa olla jo heikentynyt, jolloin C- ja B-vitamiinien saanti on turvattava ruokinnalla. Iäkkäillä hevosilla myös suoliston liikkeen hidastuminen ja syönnin vaikeutuminen hampaiden kunnan heikentyessä vaikuttavat vitamiinien saantiin ja imeytymiseen. Nämä asiat ovat yksilöllisiä, jolloin näitä oireita ei ole kaikilla ikääntyneillä hevosilla. (Saastamoinen ym. 2007, 45.)

2.4 Rehujen vitamiinipitoisuudet

Heinän vitamiinipitoisuuksiin vaikuttavat muun muassa kasvilaji, kasvuaste, lannoitus, vuodenaika, ilmasto ja maaperä. Heinän vanhetessa tai sen laadun heiketessä vitamiinipitoisuudet laskevat. Esimerkiksi pitkään pellolla ollut kaadettu heinä on menettänyt paljon vitamiineja. (Lillkvist 2007, 147.)

Kaupallisten rehujen A- ja D-vitamiinipitoisuudet on aina ilmoitettu pakkauksissa. Muiden vitamiinien pitoisuuksien ilmoittaminen on vapaaehtoista. Laissa on tarkkaan myös säännelty mitä muotoja vitamiineista rehuissa saa käyttää ja niille on annettu omat lisäainekoodit. (Rehulaki 2008, § 15.) Hevosen ruokinnan sisältämät ravintoaineet on tärkeä huomioida, koska hevonen on myös elintarviketuotantoeläin ja ravintoaineet voivat kulkeutua tätä kautta myös ihmiseen. Kaupallisissa vitaminivalmisteissa vitamiinit ovat niiden kestävimmissä muodossa, mutta ne on silti hyvä suojata kosteudelta ja valolta. Kaupallisten vitamiinivalmisteiden vitamiinipitoisuus laskee tuotteen vanhetessa. (Cuddeforf 2003, 52.)

Hevosten yleisimpien rehujen vitamiinipitoisuudet on esitetty taulukossa 2. Loppukesän heinässä karoteeni pitoisuudet ovat laskeneet neljänneksen ja E-vitamiini pitoisuudet puolella. Parasta heinää vitamiinipitoisuuksiltaan on kasvuasteeltaan 5–8 cm korkea ruoho. Heinässä olevat pitoisuudet ovat luonnossaan oikeissa suhteissa hevoselle, koska kyse on hevosen luontaisesta ravinnosta. Säilöheinässä A- ja E-vitamiinipitoisuudet ovat lähellä kuivaheinän tasoa. Keinokuivatuissa viherrehuissa E-vitamiinia on enemmän kuin heinässä. Oljen ravintoainepitoisuudet ovat yleensä hyvin heikkoja. (Saastamoinen ja Hyyppä 2006, 7.)

TAULUKKO 2 Yleisimpien hevosrehujen vitamiinipitoisuudet. D-vitamiinin pitoisuus on selvitetty vain heinästä. Heinässä on D-vitamiinia 1000 ky. (MTT s.a.).

Yleisimpien hevosrehujen vitamiinipitoisuudet	Karoteni	E-vitamiini	B1	B2	B6	B12	B3	B5	B9	Biotiini	Koliini
Kaura		24	6	2	2		15	10	0,2	0,2	1200
Kaura, kuorittu		15	7	2	2		10			0,1	1100
Ohra		34	5	2	4		65	8	0,6	0,1	1200
Vehnä		15	5	2	4		40	10	0,3	0,1	1000
Ruis		18	4	1	3		10	8			3800
Maissi	3	20	4	1	5		25	5	0,3	0,1	600
Herne		10	8	3	3		35	5		0,2	2000
Härkäpapu		15	6	4	5		25	3		0,1	4200
Rypi- ja rapsirouhe		50	8	3	12		150	15		0,5	
Soijarouhe		10	6	4	8		25	15	0,7	0,3	3000
Pellavarouhe		5	8	3	10		35	12			1400
Auringonkukkarouhe		20	4	4	15		100	15		0,7	
Vehnälese	5	25	10	5	12		150	20	2,0	0,2	1300
Mäski		25	1	1	3		45			0,2	1500
Melassileike			1	2	3		30				
Nurmiheinä 1. sato aikainen korjuu	300	300	8	18			200				
Nurmiheinä 1. sato myöhäinen korjuu	170	180	5	15	5						
Puna-apila aikainen korjuu	300	300									
Puna-apila myöhäinen korjuu	200	180	10	20	7		100	40	3,0	0,5	
Nurmisäilörehu	125										
Heinä	20	40	2	10	5		30				

3 RASVALIUKOISET VITAMIINIT

Rasvaliukoisia vitamiineja ovat A-, D-, E- ja K-vitamiinit (Autio 2015b). Nämä vitamiinit liukenevat rasvaan tai öljyyn ja voivat varastoitua kehon rasvakudoksiin, maksaan ja munuaisiin useiden kuukausien tarvetta vastaavan määrän (Cuddeford 2003, 48). Elimistö varastoi rasvaliukoiset vitamiinit, joita hevonen saa enemmän kuin päivittäisen tarpeensa verran (Saastamoinen ym. 2007, 19). Rasvaliukoisten vitamiinien puutosoireiden syntyminen aiheutuu useita kuukausia tai jopa vuosia kestävästä puutoksesta, koska niitä on varastoitunut hevosen kehoon. Elimistö käyttää ensin kehon omat varastot, ja vasta sen jälkeen puutosoireita on mahdollista syntyä. (Cuddeford 2003, 48.) Rasvaliukoisten vitamiinien varastoitua kehoon hevosen on mahdollista saada myrkytys rasvaliukoisten vitamiinien yliannostuksen vuoksi. Rasvaliukoisten vitamiinien yliannostuksesta syntyy haittavaikutuksia helpommin kuin vesiliukoisten vitamiinien yliannostuksesta rasvaliukoisten vitamiinien varastoitumisen vuoksi. (Nurminen 1997, 65.)

Rasvaliukoiset vitamiinit hevosen on saatava rehuistaan, koska hevonen ei tuota niitä itse lukuun ottamatta K-vitamiinia (Autio 2015b). Saamastaan beetakaroteenista hevonen valmistaa A-vitamiinia ja K-vitamiinia hevonen pystyy muodostamaan suolistonsa pieneliöiden avulla (Cuddeford 2003, 49, 52). Rasvaliukoiset vitamiinit imeytyvät ja kulkevat elimistössä rasvan avulla. Syöttämällä hevoselle kasviöljyjä rasvaliukoisten vitamiinien kanssa, on mahdollista edistää niiden imeytymistä. Rasvojen hyväksikäyttöä häiritsevät tekijät voivat aiheuttaa myös rasvaliukoisten vitamiinien hyväksikäytön ongelmia (Lillkvist, 2007, 93, 97.) Kevättalvella Suomessa sisäruokinnassa olevien hevosten ruokintaa on yleensä hyvä täydentää ADE-vitamiinilisällä, koska näiden vitamiinien pitoisuudet laskevat pitkään varastoidussa heinässä alhaisiksi (Saastamoinen ym. 2007, 18).

Nisäkkäillä on usein tietty rytmisyys elimistönsä fysiologisissa reaktioissa. Assenza, Caola, Grasso ja Piccione ovat tutkineet, että näin on myös hevosen rasvaliukoisten vitamiinien laita. Tutkimuksessa todettiin päivittäisiä aikoja vuorokaudessa, jolloin rasvaliukoisten vitamiinien pitoisuus hevosen veressä oli korkeammalla kuin muilla vuorokauden ajoilla. Vitamiinipitoisuus hevosen veressä vaihtelee korkeasta matalaan päivän aikana säännöllisesti. (Assenza, Caola, Grasso ja Piccione 2004.)

3.1 A-vitamiini

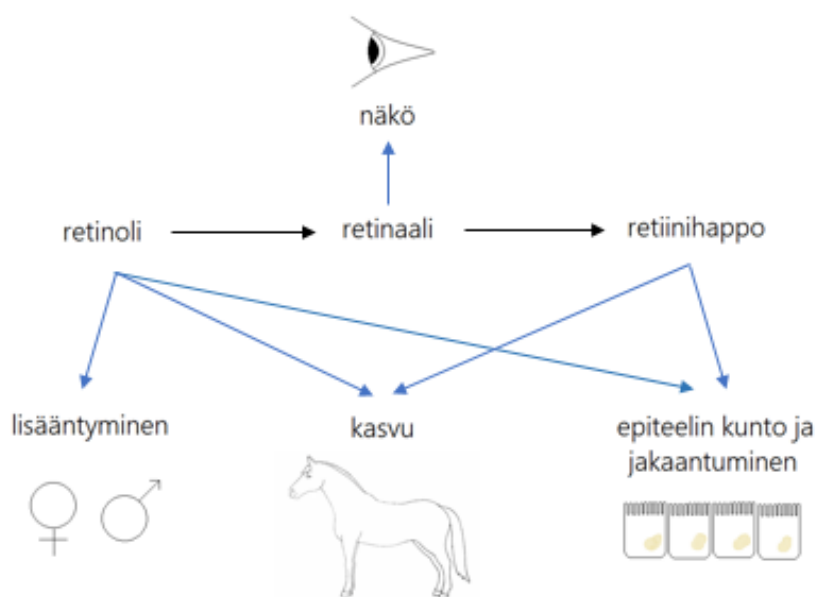
A-vitamiini on yhteisnimitys usealle saman biologisen aktiivisuuden omaaville aineelle (Nurminen 1997, 66). A-vitamiinit koostuvat luonnossa esiintyvistä retinoideista ja niistä karoteeneista, joilla on retinolin biologinen aktiivisuus (Aro, Mutanen ja Uusitupa 2007, 144). Yleisin niistä on retinoli ja muita yhdisteitä ovat retinaali ja retinolihapo (Nurminen 1997, 66). Eri retinoidit ja niiden tehtävät on esitetty kuvassa 2. A-vitamiini imeytyy ohutsuoletta sappisuolojen avulla verenkiertoon (Nurminen 1997, 68). Sappihappoja A-vitamiini tarvitsee myös emulgointiin ja molekyyliarakenteiden muodostumiseen, joiden ansiosta se voi imeytyä ohutsuolessa (Coenen ym. 2013, 171). Hevosen päivittäisen tarpeen ylittävä A-vitamiinin määrä varastoituu maksaansa. Hevonen voi varastoida mak-

saansa 3-6 kuukauden tarvetta vastaavan määrän. (Briggs 2007, 66.) A-vitamiinia kuljettaa elimistössä retinolin sitoja proteiini ja kylomikronit (NRC 2007, 111). Elimistöstä A-vitamiini poistuu haajoamistuotteena ulosteessa sekä virtsassa (Nurminen 1997, 68).

A-vitamiinin esiasteita ovat karotenoidit, kuten beetakaroteeni, joka on karotenoideista aktiivisin. A-vitamiini esiintyy kasveissa karotenoideina. A-vitamiinia sellaisenaan esiintyy vain eläinkunnan tuotteissa. (Lillkvist 2007, 92.) Hevonen voi muuntaa rehun beetakaroteenin ohutsuolen solukoissa sekä maksassa retinyyliestereiksi, eli A-vitamiiniksi, tarpeensa mukaan. Retinyyliestereitä ovat retinyyliasetatti ja retinyylipalminaatti. (NRC 2007, 110.) Hevonen muuntaa saamastaan beetakaroteenista A-vitamiiniksi noin 33 %. Muunto määrään vaikuttavat hevosen varastoissa olevien A-vitamiinin määrä, hevosen ikä ja aktiivisuus sekä ympäristötekijät. Mikäli kaikkea ruokinnan beetakaroteenia ei tarvita, hevonen voi kuljettaa ylimääräisen beetakaroteenin varastoon kehon rasvakudokseen ja ottaa niitä sieltä käyttöönsä tarvittaessa. Riittäväällä määrällä beetakaroteenia on mahdollista täyttää hevosen koko A-vitamiinin tarve. Beetakaroteenia saadaan riittävästi esimerkiksi laidunkaudella. (Coenen ym. 2013, 170, 172.) Beetakaroteeni on tarpeellinen hevoselle myös sellaisenaan. Mikäli beetakaroteenista on puutetta, sitä ei voi korvata A-vitamiini lisällä (Austbo 2012a).

A-vitamiini säätelee nopeasti kasvavien solujen kasvua ja erilaistumista. A-vitamiinin tehtäviin kuuluvat limakalvojen suojaus, ihon, karvapeitteen ja kavioiden kunnon ylläpito, luun kasvun turvaaminen ja vasta-aineiden tuotanto. (Saastamoinen ym. 2007, 19, 43.) A-vitamiini vaikuttaa geenien ilmentymiseen ja epiteelin kudokseen, ja vaikuttaa näin solujen erilaistumiseen ja sillä on myös vaikutuksia tamman hedelmällisyyteen (Coenen ym. 2013, 170; Briggs 2007, 65). Beetakaroteenin on todettu osallistuvan munasarjoissa ovulaation kontrollointiin, alkion kiinnittymiseen sekä tiineyden ylläpitoon (Cuddeford 2003, 48). Beetakaroteeni säätelee myös keltarauhasen progesteronin eritystä (Austbo 2012a). A-vitamiinia tarvitaan vitamiinia kovalle rasitukselle joutuvien hengitysteiden ylläpitoon kilpahevosilla, koska se ylläpitää limakalvojen kuntoa (Saastamoinen ym. 2007, 19).

Verkkokalvo on kehon yksi nopeita soluja sisältävistä kudoksista täten A-vitamiini vaikuttaa myös näköön. Hämärässä näkeminen vaatii silmän sauvasoluissa olevaa rodopsiinia. A-vitamiini auttaa rodopsiinin muodostuksessa ja helpottaa näin silmän sopeutumista valosta hämärään. (Ellis ja Hill 2005, 242.)



KUVA 2. Luonnollisten retinoidien muuttuminen ja niiden tehtävät (Mäkinen ja Puumalainen 2019-04-04b)

3.1.1 A-vitamiinin puutos

Suomessa hevosilla on A-vitamiinin puutosta eniten keväällä, jolloin syötetään heinää, joiden beetakaroteenipitoisuudet ovat laskeneet varastoinnin aikana ja elimistö on käyttänyt varastojaan vähäisen A-vitamiinin saannin korjaamiseen. Tämän vuoksi A-vitamiinilisä olisi tarpeellinen keväällä. Puutosriski kasvaa myös, mikäli hevoselle syötetään ylivuotista heinää. (Lillkvist 2007, 92–93.)

A-vitamiinin puutos ilmenee pitkään jatkuvan puutoksen jälkeen ja se vaikuttaa ensimmäiseksi nopeasti kasvaviin solukoihin kuten ihoon, sylkirauhasiin, verkkokalvoon, henkitorveen ja kiveksiin (Nurminen 1997, 70). Osa hevosista alkaa kärsimään puutoksen johdosta pica-oireista, jolloin hevonen pyrkii nuolemaan ja syömään ruuaksi kelpaamattomia aineita ja esineitä (Lillkvist 2007, 93). A-vitamiinin puutos aiheuttaa ihon, karvan ja kavioiden kunnan huonontumista, ruokahalun huonontumista, painon putoamista, hidastunutta kasvua, sylkirauhasten paiseita kyynelehtimistä, sydämen tiheälyöntisyyttä, aneemisuutta, luomisriskin kasvua ja lisääntymishäiriöitä (Ellis ja Hill 2005, 243; Briggs 2007, 65). Kavioiden kunnan huonontuminen aiheutuu A-vitamiinin puutoksen aiheuttamasta pintasolukoiden kovettumisesta, jota tapahtuu myös kaviossa heikentäen kavion sarveiskalvoa (Lillkvist 2007, 93).

A-vitamiinin puutos aiheuttaa alttiutta tartuntataudeille limakalvojen muutoksien johdosta. A-vitamiinin yksi tehtävistä on suojata limakalvoja ja limakalvot eivät vahingoituessaan suojaa hevosta bakteerien tai virusten hyökkäyksiltä. A-vitamiinin puutoksessa limakalvojen pintasolut kovettuvat ja altistuvat taudinaiheuttajille. Limakalvojen kunnon huonontuminen taas aiheuttaa alttiutta hengityselin- ja suolistosairauksille sekä niiden toimintahäiriöille. Vahingoittuvia limakalvoja A-vitamiinin puutoksessa ovat hengityselinten lisäksi silmien, suun, sylkirauhasten, virtsateiden ja emättimen limakalvot. (Lillkvist 2007, 93.)

A-vitamiinin puutos vaikuttaa lisääntymiseen heikentäen hedelmällisyyttä. Oreilla puutos voi aiheuttaa seksuaalisen aktiivisuuden laskua ja kivesten pehmentymistä (Briggs 2007, 65.) Tammailla A-vitamiinin puutoksen vaikutuksesta maidontuotanto vähenee ja munasarjojen aktiivisuus voi vähentyä (Ellis ja Hill 2005, 243). Sikiölle A-vitamiinin puutos voi aiheuttaa teratogeenisiä vaikutuksia, eli erilaisia epämuodostumia sekä heikentää synnynnäistä vastustuskykyä (Coenen ym. 2013, 170, 172). Varsoilla puutos aiheuttaa ripulia ja luuston kasvun häiriintymistä luuston pituuskasvun pienentyessä (Briggs 2007, 65).

A-vitamiinin puutoksen on todettu aiheuttavan hämäräsokeutta (Briggs 2007, 65). Se on yleisin ja ensimmäisiä A-vitamiinin puutosoireita (Lillkvist 2007, 93). Silmissä havaitaan usein sumeutta, joka johtuu puutoksen aiheuttamasta sarveiskerroksen paksuuntumisesta sarveiskalvolla (Ellis ja Hill 2005, 243). Rodopsiinin määrä silmän sauvasoluissa vähenee A-vitamiinin puutoksessa, joka aiheuttaa hämäräsokeutta ja näön heikentymistä. Muita lievän puutoksen oireita ovat silmien kuivuminen, ärtyminen ja arkuus (Lillkvist 2007, 93). Vakava A-vitamiinin puutos voi aiheuttaa jopa kouristuskohtauksia tai kuoleman (Briggs 2007, 65).

3.1.2 A-vitamiinin liikasaanti

A-vitamiinin yliannostus on mahdollista silloin kun ruokinnassa käytetään vitamiinirehua tai kalanmaksajälyä. Kasvikunnan tuotteita käyttämällä liikasaanti on harvinaista, koska niissä olevista karo-tenoideista muodostuu A-vitamiinia vain tarvittaessa. (Lillkvist 2007, 93.) A-vitamiinin liikasaanti voi aiheuttaa jopa myrkytyksen, sillä se rasvaliukoisena vitamiinina varastoituu hevosen elimistöön (Cuddeford 2007, 49). A-vitamiinin myrkytysrajana on pidetty 16 000 KY/kg ka (NRC 2007, 111). Beetakaroteenista ei ole vaaraa yliannosteltuna (NRC 2007, 111).

A-vitamiinin liikasaanti voi aiheuttaa kaljuuntunutta ihoa ja sen kuivumista, ruokahaluttomuutta, painon putoamista, karvan lähtöä, sikiön epämuodostumia ja kehityshäiriöitä, luun koon kasvua, luiden haurautta, sydämen tiheä lyöntisyys, sekä veren hyytymisen heikentymistä jonka seurauksena aiheutuu verenvuotoja. A-vitamiinin liikasaanti häiritsee rasvaliukoisten vitamiinien toimintaa ja etenkin D-vitamiinin toimintaa. Liikasaantia on vältettävä varsinkin kasvavien hevosten ruokinnassa, koska liikasaannilla on vaikutuksia luiden kasvuun ja varsoille liikasaannin on todettu aiheuttavan kitukasvuisuutta. Silmän epiteeli ja limakalvot voivat kovettua A-vitamiinin puutoksen vaikutuksesta. (Briggs 2007, 65; Cuddeford 2007, 49.)

3.1.3 A-vitamiinin lähteet

Kasvikunnan tuotteet eivät sisällä yleensä A-vitamiinia vaan sen esiasteita, karotenoideja (NRC 2007, 109). Parhaita karoteenin lähteitä hevoselle ovat laidun ja hyvä laatuinen heinä (Coenen ym. 2013, 170). Heinän karotenoidipitoisuutta voi arvioida sen väristä. Mitä vihreämpää heinä on, sitä enemmän se sisältää karotenoideja (Saastamoinen ym. 2007, 19). Heinän karotenoidipitoisuuksiin vaikuttavat heinän lajike, ilmastotekijät, lannoitus sekä kasvuaste niitto hetkellä (Coenen ym. 2013, 171). Enemmän karotenoideja on siis tuoreessa ruohossa kuin kuivaheinässä tai säilörehussa. Alkukesän heinässä on paremmat karotenoidipitoisuudet kuin loppukesän heinässä. Alkukesän apilapitoista heinää annettaessa 2-3 kiloa riittää turvaamaan A-vitamiinin saannin. (Lillkvist 2007, 94.) Lehtevämpi heinä sisältää enemmän beetakaroteeneja kuin kortinen heinä, koska lehdisissä on enemmän beeta-karoteenia kuin korressa. On tutkittu, että tuoretta ruohoa syövien hevosten veressä on enemmän beetakaroteenia kuin kuivaa heinää syövien hevosten veressä. (Coenen ym. 2013, 171.)

Karotenoidipitoisuudet laskevat heinässä nopeasti säilytyksen aikana. Beetakaroteeni tuhoutuu muun muassa valon, hapen ja kosteuden vaikutuksesta. Heinän hapettumista ja beetakaroteenin tuhoutumista nopeuttavat happi, kosteus, auringon ultravioletti säteily ja lämpö (Coenen ym. 2013, 172, Saastamoinen ym. 2007, 19.) Heinän hapettumista voivat estää kuitenkin pienet määrät mineraalia, kuten kuparia (Cuddeford 2003, 50). Kuivatus vaikuttaa laskevasti heinän karoteenipitoisuuteen ja siksi kuivaheinässä on alhaisesti karoteeneja. Heinän kuivatuksessa karoteenista voi tuhoutua jopa puolet. (Lillkvist 2007, 95.)

Porkkanat sisältävät paljon beetakaroteenia (Coenen ym. 2013, 171). Porkkanassa on beetakaroteenia noin 25 000 ky/kg. Kalanmaksajölly on yksi runsaasti A-vitamiinia sisältävä lähde. Sen A-vitamiinipitoisuus on 12 miljoonaa ky/l. (Lillkvist 2007, 95.)

Saatavilla on myös erilaisia A-vitamiinin kaupallisia valmisteita. Kaupalliset valmisteet sisältävät yleensä A-vitamiinia, mutta niissä voidaan käyttää myös beetakaroteenia. A-vitamiini pitoisuus valmisteissa vaihtelee 20 000 ky/päiväannos ja 50 000 ky/päiväannos välillä. (Lillkvist 2007, 95.) Kaupallisissa valmisteissa käytetään retinyyliestereitä, joita ovat retinyyliasetaatti (eli 3a672a) ja retinyyli-palminaatti (eli 3a672b). Ne ovat rehun valmistukseen hyväksytyt A-vitamiinin muotoja.

3.1.4 A-vitamiinin tarve

A-vitamiinin tarve voidaan ilmoittaa reterinoliäkvivalentteina, eli RE, joka kuvaa vitamiinin aktiivisuuden määrää. Yksi RE vastaa yhtä mikrogrammaa A-vitamiinia. Yksi mikrogramma A-vitamiinia on kansainvälisessä yksikössä 3,3 KY A-vitamiinia, jolloin 1 KY A-vitamiinia on 0,3 mikrogrammaa A-vitamiinia. (Nurminen 1997, 68.)

On tutkittu, että Suomessa lähes kaikki hevoset, joille ei anneta A-vitamiinilisää, kärsivät A-vitamiinin puutteesta kevättalvella. Tämän vuoksi A-vitamiinilisä olisi tarpeellinen koko sisäruokintakauden ajan. Kesällä tärkein beetakaroteenin lähde on laidunruoho. Niiden hevosten A-vitamiinilisästä on

huolehdittava, jotka eivät pääse kesäisin laitumelle syömään runsaasti beetakaroteenia sisältävää laidunta. (Lillkvist 2007, 94.)

A-vitamiini on tärkeä kilpaileville ja kovassa rasituksessa oleville hevosille, sillä se suojaa hengitysteitä. A-vitamiini myös edistää vastustuskykyä, joka on tarpeen paljon muilla tiloilla matkustaville ja siellä erilaisille bakteeri- ja viruskannoille altistuville hevosille. Urheiluhevoseet tarvitsevat A-vitamiinia myös lihaksien kunnon ylläpitoon. (Saastamoinen ym. 19; Coenen ym. 2013, 172.)

A-vitamiinin vaikuttaessa hedelmällisyyteen, on se tärkeä vitamiini siitostammoille ja oreille. Tammoilla A-vitamiinin käyttö elimistössä kasvaa synnytyksen aikana, koska tällöin suolistossa erittyy enemmän vitamiineja ja beetakaroteenia muunnetaan enemmän A-vitamiiniksi. (Coenen ym, 2013, 173.) Suoliston vitamiinien erityksen lisääntymiseen ei vaikuta vitamiinilisät. A-vitamiini kulkeutuu heikosti tamman istukan läpi varsalle ja tämän vuoksi varsoilla on syntyessään A-vitamiinivajetta. (Briggs 2007, 65). Tiineyden loppuvaiheilla tammoille voisi olla hyödyllistä syöttää beetakaroteenilisää, joka tukisi varsan terveyttä ja kehitystä (Coenen ym. 2013, 173). Imettäville tammoille olisi hyvä syöttää beetakaroteenilisä, jolloin tamma tuottaisi enemmän A-vitamiinia varsalle. Varsalla A-vitamiinin puutos voi ilmentyä, mikäli varsan kyky käsitellä elimistössään ternimaitoa on huono. (Briggs 2007, 65.)

A-vitamiinia suositellaan annettavaksi myös huonokuntoisille hevosille, ruuansulatushäiriöistä kärsiville, allergisille hevosille sekä tartuntataudeista kärsiville hevosille. Näissä tilanteissa hevosen suolisto ei välttämättä toimi yhtä tehokkaasti kuin normaalisti ja siksi vitamiineja imeytyy heikommin hevosen verenkiertoon. (Lillkvist 2007, 94.)

A-vitamiinin hyväksikäyttö heikentyy, mikäli puutetta on E- tai C-vitamiinista, seleenistä, sinkistä tai valkuaisesta. A-vitamiinin imeytyessä ja kulkiessa rasvan mukana elimistössä, myös rasvan puutos aiheuttaa A-vitamiinin hyväksikäytössä muutoksia. (Lillkvist 2007, 93.) Tutkimuksissa on todettu, että öljyjä syövien hevosten beetakaroteeni pitoisuus on korkeampi kuin öljyttömällä ruokavaliolla olevien hevosten. Veren retinolipitoisuudet eivät kuitenkaan nouse, kun ruokintaan lisätään öljyä. (Coenen ym. 2013, 171.)

3.2 D-vitamiini

D-vitamiineihin kuuluu kaksi toisiaan muistuttavaa rasvaliukoista yhdistettä, D2-vitamiini ja D3-vitamiini (Autsbo 2014). D-vitamiinit ovat yhdisteitä joilla on kolekalsiferolia biologinen aktiivisuus (Aro ym. 2007, 155). D2-vitamiinia saadaan kasveista ja D3-vitamiinia eläimistä peräisin olevista lähteistä (Cuddeford 2003, 50). D2-vitamiinia kutsutaan ergokalsiferoliksi ja D3-vitamiinia kolekalsiferoliksi (Ellis ja Hill 2005, 244). Kolekalsiferoli koostuu kolesterolista (Nurminen 1997, 79). Hevosella voi käyttää eläinperäistä D-vitamiinia, jota on kalanmaksaöljyssä (Cuddeford 2003, 50).

D-vitamiinia valmistuu hevosen iholla. D-vitamiinin muodostuminen iholla edellyttää auringon ultraviolettisäteilyä. (Cuddeford 2003, 50.) Iholla on D-vitamiinin esiastetta, 7-dehydrokolesterolia, josta

muodostuu D-vitamiinia auringon ultraviolettisäteilyn vaikutuksesta (Nurminen 1997, 79). Säteilyn vaikutuksesta D-vitamiinia muodostuu myös kasveissa (Cuddeford 2003, 50).

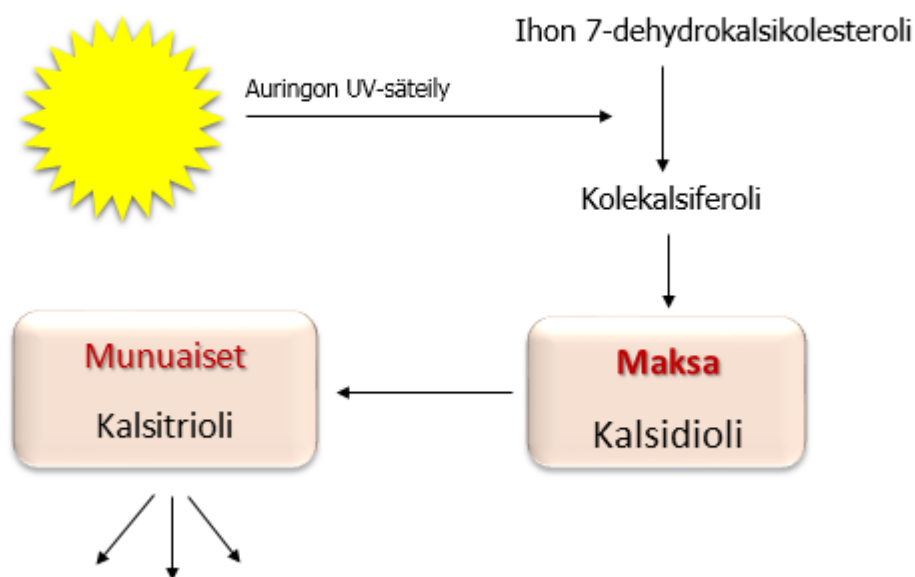
D-vitamiini ei ole biologisesti aktiivinen aine, joten hevosen täytyy muuntaa se kahden reaktion kautta elimistössään aktiiviseksi. Tämä tapahtumaketju on kuvattu kuvassa kolme. Kolekalsiferolia, eli D-vitamiinia muodostuu auringonvalon vaikutuksesta iholla olevasta D-vitamiinin esiasteesta 7-dehydrokalsikolesterolista. Kolekalsiferoli muuntuu maksassa kalsidioliksi, jolla on alhainen aktiivisuus. Tämän jälkeen kalsidioli muuntuu munuaisissa kalsitrioliksi, joka on D-vitamiinin aktiivinen muoto. Tämän jälkeen kalsitrioli siirtyy elimistön käyttöön munuaisista. (Nurminen 1997, 79–81.)

Hevosen D-vitamiiniaineenvaihdunta ja sen biologiset tehtävät eroavat useilla tavoin muista nisäkkäistä. Hevosen plasman kalsidiolin ja kalsitriolin pitoisuudet ovat huomattavasti matalammat kuin esimerkiksi ihmisillä ja sioilla. Lisäksi in vitro-tutkimukset antavat viitteitä siitä, että munuaisten rooli kalsidiolin muuntamisessa kalsidioliksi on hevosella erilainen. (Coenen ym. 2013, 175.) In vitro-tutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, joka tehdään elävän organismin ulkopuolella, kuten koeputkessa tai lasimaljassa (Tieteen termipankki s.a.). Kumpikin D-vitamiini, D2- ja D3-vitamiini, käyvät läpi samat aktivoitumisreaktiot. Ylimääräinen D-vitamiini erittyy sapen mukana ulosteeseen. (Nurminen 1997, 81.)

Hevosen ravinnon D-vitamiini imeytyy ohutsuolesta rasvojen tavoin D-vitamiinin sitoja proteiineihin tai kylomikroneihin sitoutuneena ja kulkeutuu niiden avulla maksaan, munuaisiin, rasvakudoksiin sekä pienissä määrissä veren D-vitamiinin sitoja proteiineihin, jonne hevonen voi varastoida D3-vitamiinia 3-6 kuukauden tarvetta vastaavan määrän (Ellis ja Hill 2005, 244). D2-vitamiinia hevonen ei varastoi kehoonsa (Coenen ym. 2013, 176).

D-vitamiini osallistuu kalsiumin aineenvaihduntaan, luun ja hampaiden muodostukseen sekä solukasvuun, solujen proteiinisynteesiin ja solujen erilaistumiseen. D-vitamiini mahdollistaa kivennäisten pidättymiseen luustoon ja niiden hyväksikäytön elimistössä. D-vitamiini ehkäisee riittämättömän kalsiumin saannin haittoja ja on välttämätön kilpirauhasen terveydelle, lihasten toiminnalle ja veren hyytymiselle. D-vitamiini vaikuttaa myös immunologiseen puolustusjärjestelmään. (Briggs 2007, 67; Saastamoinen ym. 2007, 19.) D-vitamiinilla on vaikutuksia myös natriumin, kaliumin ja magnesiumin toimintaan elimistössä (Cuddeford 2003, 50).

D-vitamiini säätelee elimistön kalsiumin ja fosforin välistä tasapainoa ja niiden aineenvaihduntaa parathyroidi -hormonin kanssa (Briggs 2007, 67). D-vitamiini vaikuttaa kalsiumin imeytymiseen suolistosta. Fosforin ja kalsiumin lisäksi D-vitamiinilla on vaikutuksia myös natriumin, kaliumin ja magnesiumin toimintaan elimistössä. (Cuddeford 2003, 50.) D-vitamiinin määrän kasvatuksella ruokinnassa ei ole todettu olevan vaikutusta hevosen plasman kalsiumin ja fosforin pitoisuuksiin (Breidenbach Haymeyer ja Schlunbobm, 1998).



KUVA 3. D-vitamiinin muuntuminen hevosen elimistössä (Puumalainen 2019-04-04)

3.2.1 D-vitamiinin puutos

D-vitamiinin puutoksella on suoria yhteyksiä luuston aineenvaihduntaan (Cuddeford 2003, 50). Etenkin varsoilla ja kasvavilla hevosilla puutosta on vältettävä, ettei luusto-ongelmia pääse synty-mään eikä kasvu häiriintymään. Puutoksia voi aiheutua esimerkiksi vähäisestä auringonvalon saan-nista, mikäli hevonen ei pääse ulkoilemaan tarpeeksi (Ellis ja Hill 2005, 244). Toinen puutokseen vai-kuttava tekijä voi olla aineenvaihdunnan ongelmat (Coenen ym. 2013, 176). Ilman D-vitamiinia kal-sium ja fosfori eivät imeydy suolistosta kunnolla ja tämän vuoksi luut eivät pysty kovettumaan nor-maalisti kun kivennäisaineet eivät pääse luuhun saakka (Nurminen 1997, 85).

D-vitamiinin puutosoireita ovat aikuisella hevosella nivelten turpoaminen ja arkuus, selkävivot ja luuston pehmeneminen ja taipuminen (Lillkvist 2007, 98). Puutos voi vaikuttaa myös varsojen ja ai-kuisten hevosten osteoporoosiin. D-vitamiinin puutosoireisiin kuuluvat myös luiden haurastuminen, ruokahalun heikkeneminen ja hidastunut kasvu. Muilla lajeilla D-vitamiinin puutos voi aiheuttaa rii-sitautia, mutta tätä ei ole todettu hevosilla. (Briggs 2007, 67.)

D-vitamiinin puutos voi aiheuttaa luutumisongelmia, kun kalsium ja fosfori eivät pääse imeytymään luustoon ilman D-vitamiinia (Lillkvist 2007, 98). D-vitamiini säätelee elimistön kalsiumin ja fosforin välistä tasapainoa, niiden pidättymistä luustoon sekä luustosta vapautumista. Kun kalkin määrä kasvaa elimistössä tai rehussa, tarvitaan enemmän D-vitamiinia säätelemään kalsiumin ja fosforin tasa-painoa irrottamalla luuston fosforia veren ja muiden kudosten tasapainon säilyttämiseksi. (Saastamoinen ym. 2007, 19.) D-vitamiinin puutoksessa myös itse kalsiumin irtoaminen luustosta lisääntyy (Nurminen 1997, 85).

3.2.2 D-vitamiinin liikasaanti

D2-vitamiini ei voi varastoitua pitkäksi aikaa hevosen kudoksiin, mutta D3-vitamiini voi varastoitua hevosen kudoksiin. D2-vitamiini, eli luonnollinen D-vitamiini ei siis ole niin haitallinen yliannosteltuna. Kuitenkin molemmat D-vitamiinit yliannosteltuna aiheuttavat haittavaikutuksia. (Coenen ym. 2013, 176.) D-vitamiinin liikasaannin näkyvimpiä oireita ovat ruokahalun heikkeneminen, karvan kunnon heikentyminen, painon aleneminen, väsymys, heikkous, lisääntynyt juominen, ripulointi ja kasvuhäiriöt (Ellis ja Hill 2005, 244; Lillkvist 2007, 98). Suuri yliannostus aiheuttaa tajunnan häiriöitä ja voi johtaa myrkytykseen kautta jopa kuolemaan (Aro ym. 2007, 158). Varsoilla liikasaanti voi hidastaa kasvua (Lillkvist 2007, 98).

D-vitamiinin liikasaanti vapauttaa luustosta liiallisesti kalsiumia (Cuddeford 2003, 51). Liiallinen kalsiumin vapautuminen aiheuttaa veren kalsium pitoisuuden kasvua, joka johtaa elimistön kalkkeutumisiin (Cuddeford 2003, 51). D-vitamiinin liikasaanti vaikuttaa hevosen liikuntakykyyn ja sydämen toimintaan D-vitamiinin varastoidessa kalsiumia sydänläppiin ja sydämen seinämiin, verisuonen seinämiin, munuaisiin, kalvoihin, mahalaukun limakalvolle, sylkirauhasiin sekä muihin pehmyt kudoksiin (Cuddeford 2003, 50). Tällöin liikasaanti johtaa kalsiumin varastoitumisen vuoksi painon putoamiseen, aktiivisuuden vähentymiseen, jäykkyyteen, sydämen sykkeen muutoksiin ja sivuääniin sekä lisääntyneeseen veden juontiin ja virtsaamiseen (Briggs 2007, 68). Vaikeista kalkkeumista voi seurata sydänvika tai jopa kuolema (Cuddeford 2003, 50). D-vitamiinin liikasaanti voi aiheuttaa myös anemiamia (Ellis ja Hill 2005, 244). Korkein turvallinen D-vitamiinin saanti määrä on 44 KY/kg elopainokiloa kohden päivässä, eli esimerkiksi 500 kiloilla hevosella maksimisaanti on tällöin 22 000 KY/kg päivässä (NRC 2007, 113).

3.2.3 D-vitamiinin lähteet

Tuoreissa kasveissa ja keinokuivatussa rehussa D-vitamiinia esiintyy vain vähäisesti. D-vitamiinin määrää rehussa kasvattaa sen auringonvalossa olon määrä. (Saastamoinen ym. 2007, 19.) Esimerkiksi aurinkokuivatussa heinässä D-vitamiinin määrä kasvaa. Aurinkokuivatussa heinässä on 500–1000 ky/kg ka D-vitamiinia (MTT s.a.). On kuitenkin muistettava, että karoteeneja auringonvalo päinvastoin tuhoaa (Cuddeford 2003, 50). Heinän korsipitoisuus vaikuttaa heinä D-vitamiinipitoisuuteen. Heinässä eniten D-vitamiinia on lehdissä. (Coenen ym. 2013, 176.) Näin ollen lehtien vähyyys vähentää myös heinä D-vitamiinipitoisuutta. Rehun D-vitamiinipitoisuus laskee, mikäli rehu pääsee hapettumaan (Coenen ym. 2013, 176). Rehuissa etenkin sinimailasessa on D-vitamiinipitoisuus korkea (Suomen Hevostietokeskus 2016). Viljoissa D-vitamiinia on vähäisesti tai ei lainkaan (MTT s.a.). Rehuissa 1 ky vastaan 0,025 mikrogrammaa D3-vitamiinia (Lillkvist 2007, 98).

Paras D-vitamiinin lähde hevoselle on sen iholla auringonvalon vaikutuksesta muodostuva D-vitamiini (Saastamoinen ym. 2007, 19). Tämän vuoksi talvella D-vitamiinin saanti Suomessa on heikompaa. Iholla muodostuvan D-vitamiinin määrään vaikuttaa auringonvalon voimakkuus ja kesto (Coenen ym. 2013, 176). Myös hevosen sijainti aurinkoon nähden vaikuttaa muodostuvan D-vitamiinin

määrään (Coenen ym. 2013, 176). Esimerkiksi päiväntasaajalla olevien hevosten iholla muodostuu enemmän D-vitamiinia kun aurinko paistaa kohti suoraan hevosiin nähden. Auringonvalon määrään ja siten D-vitamiinin muodostukseen vaikuttaa se asuuko hevonen tallissa vai ulkona sekä vuoden-aika (Coenen ym. 2013, 176). Talvella auringonvalo ei pääse vaikuttamaan ihon D-vitamiinin muodostukseen niin paljoa kuin kesällä. Lisäksi D-vitamiinia on kalanmaksaöljyssä, noin 2500 mg/l (Cuddeford, 2003, 50), eli noin 100 000 ky D-vitamiinia. Lisäksi D-vitamiinia sisältävät hevosten teolliset lisärehut (Suomen Hevostietokeskus 2016).

3.2.4 D-vitamiinin tarve

Tavallisesti riittävästi auringonvalossa ulkoilevat hevoset saavat D-vitamiinin tarpeensa täyttymään auringonvalon vaikutuksesta (Ballet 2000). Tällöin hevoset eivät tarvitse erillistä D-vitamiinilisää, mutta mikäli ulkoilua on rajoitettu, on kannattavaa ottaa riittävä D-vitamiinin saanti huomioon ruokinnassa. D-vitamiinilisää ei myöskään tarvita hevosilla jotka laiduntavat normaalioloissa ja tekevät töitä säännöllisesti eivät tarvitse normaalisti D-vitamiinilisää (NRC 2007, 113).

D-vitamiinin puutosta on todettu ilmenevän hevosilla, jotka valmennetaan aamuisin ja pidetään tallissa pitkiä aikoja. Vähäisen ulkona olon lisäksi tähän vaikuttaa ultraviolettivalon määrä, joka on aamuisin heikompaa kuin muina päivän aikoina. (Coenen ym. 2013, 176.) D-vitamiinin tarvetta kasvatetaan valmentaminen etenkin nuorella iällä ja ravintoaineiltaan heikkolaatuisen heinän syöttäminen (NRC 2007, 113). D-vitamiinin tarve lisääntyy nuorilla hevosilla valmennuksen alkaessa. Lisääntynyt D-vitamiinin tarve johtuu kiihtyneestä luunmuodostuksesta, jota lisääntynyt aineenvaihdunta kiihdyttää. (Saastamoinen ym. 2007, 19.)

Suomessa hevosten D-vitamiini tasot ovat yleisesti melko alhaiset. Tämä voi johtua Suomen pimeämmistä vuoden ajoista. Ikkunan läpi paistava auringon säteily ei vaikuta D-vitamiinin muodostukseen eikä myöskään hevosen väri vaikuta D-vitamiinin vaikutukseen. Aurinkoisena päivänä hevosen D-vitamiinin tarpeen tyydyttämiseen riittää ½ h–1 h ulkoileminen auringossa. Tämän lisäksi hevosen tulee saada rehuistaan D-vitamiinia. Tämän vuoksi D-vitamiinilisä voisi olla suotavaa paljon sisällä pidettäville hevosille sekä sisäruokintakauden aikana. (Lillkvist 2007, 98–99.)

D-vitamiinin saantia on tarkkailtava siitostammoilla, varsoilla, hevosilla joiden ruokinnassa on runsaasti kalsiumia sekä niillä hevosilla jotka syövät keinokuivatettuja tai vähäisiä heinäannoksia (Lillkvist 2007, 98). Siitostamman ja varsan D-vitamiinin saannin varmistamisella ylläpidetään varsan luuston terveellistä kasvua. Myös paljon loimitettavien hevosten ja maneesissa ratsastettavien hevosten D-vitamiinin saantia tulisi tarkkailla, koska iholla ei loimen vuoksi pääse muodostumaan D-vitamiinia.

Ruokinnassa tulee tarkkailla myös A- ja D-vitamiinin suhdetta. Ruokinnassa tulisi olla A-vitamiinia noin kymmenen kertaa enemmän kuin D-vitamiinia (Lillkvist 2007, 98). Pienien varsojen ruokinnassa D-vitamiinin suhde A-vitamiiniin on korkeampi (DSM 2016).

3.3 E-vitamiini

E-vitamiinia esiintyy hevosen kaikissa kudoksissa (Cuddeford 2003, 51). Hevosen tulee saada tarvitsemansa E-vitamiini ruokinnastaan, koska se ei pysty tuottamaan sitä itse (Cuddeford 2003, 51). E-vitamiini on nimitys erilaisille tokoli- ja tokotrienoliyhdisteille, joista esiintyy alfa-, beeta-, gamma- ja delta muotoja. Nämä muodot eroavat toisistaan imeytyvyydeltään, rakenteeltaan ja aineenvaihdunnaltaan. (Aro ym. 2007, 158.)

Luonnollinen E-vitamiini on RRR-alfatokoferoli ja D-alfatokoferoli. Synteettinen E-vitamiini, eli all-rac-alfatokoferoli ja dl-alfatokoferoli, ovat keinotekoisesti valmistettua E-vitamiinia. Luonnollinen E-vitamiini on biologiselta aktiivisuudeltaan parempaa kuin synteettinen E-vitamiini ja on hevoselle paremmin hyödynnettävissä. (Waldrige 2017, 101.) Luonnollista E-vitamiinia kuljettaa siihen erikoistunut kuljetusproteiini sekä kylomikronit (Vetcare 2019). Tämä kuljetusproteiini kuljettaa myös synteettistä E-vitamiinia, mutta ei niin tehokkaasti kuin luonnollista E-vitamiinia (Waldrige 2017, 101). E-vitamiini kulkeutuu myös punasolujen solukalvoilla (Aro ym. 2007, 151). Kasvit sisältävät erilaisia luonnollisia E-vitamiineja ja kaupallisissa tuotteissa voidaan käyttää luonnollisen E-vitamiinin lisäksi synteettistä E-vitamiinia. Synteettistä E-vitamiinia on annettava hevoselle enemmän kuin luonnollista E-vitamiinia, koska synteettinen E-vitamiini ei imeydy niin hyvin hevosessa kuin luonnollinen E-vitamiini. (Turunen 2016.)

Myös E-vitamiinin muodolla on merkitystä sen hyväksikäytettävyyteen. E-vitamiinin säilyvyyden parantamiseksi E-vitamiini muunnetaan rehuihin yleensä asetaattimuotoon. Asetaattimuoto on muunnettava suolistossa käyttökelpoiseen muotoon ennen kuin se voi imeytyä suolistosta. (Turunen 2016.) Ensimmäiseksi asetaattimuodosta on poistettava esteri ja tämän jälkeen asetaattimuodosta on tehtävä vesiliukoinensappisuolojen avulla. Asetaattimuodon muuttamista vesiliukoiseksi kutsutaan misellikonsentraatioksi. Molemmat näistä vaiheista vaikuttavat E-vitamiinin imeytymiseen (Kane, Nash ja Pagan 2005.)

E-vitamiini toimii elimistössä antioksidanttina, jolloin se osallistuu solukalvojen hyvinvointiin ja suojaa hevosen kehoa, solunsisäisiä yhdisteitä ja entsyymeitä hapen vaarallisilta vaikutuksilta (Briggs 2007, 69). Se osallistuu antioksidanttina soluhengitykseen, mahdollistaa punasolujen säilymisen ja eheyttää pieniä verisuonia (Cuddeford 2003, 51). Soluhengityksen mahdollistaminen on E-vitamiinin tärkein tehtävä. E-vitamiini parantaa myös A-vitamiinin imeytymistä ja varastoitumista elimistöön sekä osallistuu DNA-synteesiin, immuunijärjestelmän toimintaan, hormonien tuotantoon ja säätelee niiden eritystä elimistössä (Briggs 2007, 69). Osallistuessaan DNA-synteesiin, E-vitamiinilla on tärkeä rooli hevosen lisääntymisessä ja jäljentymisessä (Cuddeford 2003, 51). E-vitamiinilla vaikuttaa lihas-kudoksen kuntoon sekä energian tuotantoon sekä lisää vastustuskykyä hevosinfluenssaa ja jäykkäkouristusta vastaan (Saastamoinen ym. 2007, 19).

E-vitamiini tekee elimistössä yhteistyötä seleenin kanssa. Elimistö vapauttaa energiaa orgaanisista ravintoaineista hapetuksen avulla. (Briggs 2007, 69.) Antioksidanttina E-vitamiini suojaa kehoa vapailta radikaaleilta, tehden niistä vaarattomia (Duodecim terveyskirjasto 2015). Vapaita radikaaleja

on elimistössä jatkuvasti, mutta niitä ei saa olla liikaa tai muuten vaarana ovat kudოსvauriot. Vapaat radikaalit ovat epävakaista ja reaktio herkkiä yhdisteitä. Vapaiden radikaalien epävakausta johtuu niiden parittomasta elektronista. Vapaita radikaaleja pääsee elimistöön hengitysilman mukana sekä aineenvaihdunnan kautta. Vapaita radikaaleja muodostuu solun aktiivisuuden lisääntyessä enemmän esimerkiksi rasituksessa ja soluvaurioiden sekä sairauksien yhteydessä. (Turunen 2016.) E-vitamiini suojelee soluja vapailta radikaaleilta yhdessä seleenin kanssa tehden niistä vaarattomia. Seleenin on vesiliukoinen hivenaine. Seleenin vajausta voidaan korvata E-vitamiinilla ja E-vitamiinin vajausta voidaan korvata seleenillä. Yhdisteet eivät kuitenkaan kokonaan voi korvata toisiaan. (Autsbo 2012b.)

3.3.1 E-vitamiinin puutos

E-vitamiinin puutos altistaa hevosen lihasvaurioille ja johtaa suorituskyvyn heikkenemiseen (Saastamoinen ym., 2007, 19). Puutosoireita ovat ihonalainen turvotus, hedelmättömyys, kielen turvotus, maksan rappeuma, rasvakudosten tulehtuminen ja immuunijärjestelmän heikentyminen (Autio, 2015). Varsoilla puutos voi aiheuttaa lisäksi lihasten epämuodostumia ja hidastunutta kasvua. Pitkittynyt E-vitamiinin puutos hevosella voi johtaa motorisia ongelmia, josta voi seurata painojen siirtely takajaloilla, värinää ja lihaskatoa. E-vitamiinin vaikuttaessa kudoksiin, voi puutos aiheuttaa myös sydänvikoja, mikäli kudოსvauriot kohdistuvat sydämeen. (Cuddeford 2003, 51.)

E-vitamiinipuutos kilpailevalla hevosella tai kovassa fyysisessä rasituksessa olevalla hevosella voi johtaa lannehalvaukseen. Tämä johtaa lihasten arkuuteen, jäykkyyteen, tummaan virtsaan, hankalaan kävelyyn sekä niskojen ja pään turvotukseen. Varsoilla lannehalvaus aiheuttaa maidon imemisen, seisomisen ja nielemisen vaikeuksia. Hoitamattomana lannehalvaus voi johtaa sydämen pettämiseen ja keuhkopöhöhön. Lannehalvauksen oireet johtuvat lannehalvauksen aiheuttamista lihasvaurioista. Lihasvaurioiden johdosta lihaksista irtoaa myoglobiinia, joka kulkeutuessaan virtsaan värjää virtsan väriä ja voi aiheuttaa munuaisongelmia kulkiessa munuaisten läpi. (Cuddeford 2003, 51; Briggs 2007, 69.)

Muutamit tutkimukset viittaavat että E-vitamiinilla olisi rooli hevosta rappeuttavassa myeloenkefalopatiassa. Hevosen rappeutuva myeloenkefalopatia, eli EDM, on tauti joka rappeuttaa selkäydintä sekä valittuja osia aivoista nuorilla hevosilla. EDM aiheuttaa hankaluuksia käynnissä. Taudin syytä ei täysin tunneta, mutta tiedetään että jokin tuntematon yleinen tekijät aiheuttaa tautia. On epäilty E-vitamiinin puutoksen vaikuttavan tautiin. (NRC 2007, 115.)

Tutkimuksissa on selvinnyt, että hevosten E-vitamiinin puutos kasvattaa riskiä sairastua EMND motoneuronisairaukseen. E-vitamiini tutkimuksessa hevosten E-vitamiini tasot laskettiin hyvin alhaisiksi. 44 kuukauden kuluttua hevosilla aikoi ilmenemään motoneuronisia ongelmia. Motoneuronien, eli liikehermosolujen, ongelmat aiheuttavat etenevää heikkenemistä, lihasten nykimistä, lihasmassan vähenemistä ja painon alenemistä. Ruumiinavauksissa on selvinnyt, että lihasrappeumaa sairastavilla hevosilla on ollut rappeumaa myös selkäytimessä ja aivorungossa. Motoneuronisairaudesta kärsivillä hevosilla todettiin olevan alhaiset E-vitamiini tasot. Alle kolmevuotiailla hevosilla on suurempi riski sairastua EMND. (Divers, Lahunta, Mohammed ja Summer 2007.)

E-vitamiinin puutoksesta kärsivien hevosten E-vitamiinin imeytymistä voi tehostaa lisäämällä hevosen ruokintaan kasviöljyä. Kasviöljyn lisäämisen ruokintaan on todettu nostavan hevosen E-vitamiinipitoisuutta veressä, eli tehostavan E-vitamiinin imeytymistä suolistosta. On kuitenkin muistettava että kasviöljyn lisääminen ruokintaan kasvattaa samalla E-vitamiinin tarvetta. (NRC, 2007, 115.)

Muilla eläimillä tehdyt tutkimukset osoittavat että E-vitamiiniin tilaan voi vaikuttaa C-vitamiini. C-vitamiini voi aiheuttaa alfatokopheroksyyli radikaalien muuntumista takaisin alfatokoferoliksi sekä sammuttaa radikaaleja kuluttaen alfatokoferolia. (NRC 2007, 115.)

3.3.2 E-vitamiinin liikasaanti

E-vitamiinin liikasaanti ei ole vaarallista ja sitä pidetään rasvaliukoisista vitamiineista turvallisimpana. E-vitamiinin on osoitettu olevan vaaratonta suurinakin annoksina. E-vitamiini voi kuitenkin häiritä muiden rasvaliukoisten vitamiinien toimintaa ja tämän vuoksi E-vitamiinia kannattaa antaa maksimissaan 1000 KY/kg ka päivässä. (NRC 2007, 115.)

Hevosilla E-vitamiinin liikasaantia ei ole todettu. Muilla eläimillä on havaittu hyvin suurien E-vitamiinimäärien aiheuttavan väsymystä, päänsärkyä, pahoinvointia, lihasheikkoutta sekä kipuja ruuansulatelimistössä. E-vitamiinin liikasaannista voi seurata häiriöitä muiden rasvaliukoisten vitamiinien imeytymisessä ja toiminnassa. (Aro ym. 2007, 162.)

3.3.3 E-vitamiinin lähteet

E-vitamiinia on tuoreessa heinässä ja säilörehussa. Viljassa ja kuivatussa heinässä E-vitamiinia on vähemmän. (NRC 2007, 114.) Kauran E-vitamiinipitoisuus on kuitenkin hyvä (Svartsjö 2012). E-vitamiinin määrä laskee korjuun ja säilönnän aikana heinässä jopa 80 % (Autio 2015). Tämän vuoksi tuoreet nurmirehut ovatkin paras E-vitamiini lähde hevoselle. E-vitamiini tasot laskevat heinän kasvuasteen kasvaessa, jolloin aikaisin korjatussa rehussa on paremmat E-vitamiini pitoisuudet (Autsbo 2012b).

E-vitamiinia on viljassa ja teollisissa rehuvalmisteissa, joko synteettisessä tai luonnollisessa muodossa (Suomen Hevostietokeskus 2016). Kaikki E-vitamiinin muodot merkitään tuotteisiin koodilla 3a700. Viljan E-vitamiini pitoisuus laskee, mikäli vilja litistetään. Hyviä E-vitamiinin lähteitä ovat lisäksi viherjauho ja vehnälese. (Svartsjö 2012.)

3.3.4 E-vitamiinin tarve

E-vitamiinilisä on tarpeellinen kilpaileville hevosille, sillä E-vitamiini auttaa ylläpitämään lihasten kuntoa ja se osallistuu energian tuotantoon (Saastamoinen ym. 2007, 19). Tyydyttämättömät rasvahapot ovat herkkiä hapettumiselle ja niiden hapettuminen voi aiheuttaa kudოსvaurioita. Hevonen tarvitsee sitä suuremman rasvavirtauksen kehossaan tyydyttämään energian tarpeensa, mitä enemmän aktiivisia soluja sillä on. Rasvavirtauksen kasvaminen altistaa kudოსvaurioille, mikäli E-vitamiinia on

vähäisesti. (Cuddeford 2003, 51.) Aktiivisia soluja on esimerkiksi kilpailevilla hevosilla. Kilpailevalle hevoselle E-vitamiini on vitamiineista tärkein. E-vitamiini suojaa kilpahevosta rasituksen haitoilta ja edistää palautumista suorituksesta. (Saastamoinen ym. 2007, 19.) Vapaita radikaaleja syntyy rasituksessa tavallista enemmän ja siksi E-vitamiinia tarvitaan enemmän (Turunen 2016). Valmentautuvan hevosen olisikin hyvä saada sisäruokintakauden aikana E-vitamiinilisä varastoinnissa heikentyneen rehujen E-vitamiinipitoisuuden vuoksi.

Ruokintaan lisätty kasviöljy on tärkeää ottaa huomioon hevosen E-vitamiiniruokinnassa. Rasvan käyttäminen ruokinnassa lisää hevosen E-vitamiinin tarvetta. E-vitamiinin tarve kasvaa noin 200 mg yhtä öljy desilitraa kohden. Kasviöljyllä ruokinnan rasvapitoisuuden kasvattaminen lisää elimistössä tapahtuvien hapettumisreaktioiden määrään, ja sen vuoksi E-vitamiinia tarvitaan enemmän estämään hapettumista. (Saastamoinen ym. 2007, 19.)

E-vitamiinin tarve kasvaa myös, mikäli käytetään seleeniköyhää rehua tai jos hevonen altistuu stressitekijöille (Autsbo 2012b). Seleenin puutosta esiintyy hevosilla jotka asuvat mailla joilla viljelymaa on seleeniköyhää. Tällaisia maita ovat esimerkiksi Skandinavian maat ja Brittein saaret. Sisäruokintakauden aikana E-vitamiinilisä voi olla hyödyllinen, kun rehujen säilytyksen aikana niiden vitamiinipitoisuus on laskenut (Suomen Hevostietokeskus 2016). E-vitamiinitäydennys on tarpeellinen myös kesällä, mikäli hevonen ei saa tuoretta E-vitamiinipitoista ruohoa (Turunen 2016).

Siitoshevosilla E-vitamiini on hyödyllinen tamman tiineyden loppuvaiheessa. E-vitamiini täydennys parantaa ternimaidon laatua ja tällöin myös varsan vastustuskykyä. E-vitamiini myös parantaa tammojen hedelmällisyyttä sekä orien libidoa ja siemennestettä. Varsoille E-vitamiinilisä mahdollistaa turvallisen keskushermoston kehittymisen ja estää lihasvaurioiden syntyä, kuten aikuisillakin hevosilla. Iäkkäille hevosille E-vitamiinitäydennys mahdollistaa vastustuskyvyn paranemisen, sillä usein iäkkäiden hevosten vastustuskyky on alhainen. (Turunen 2016.)

3.4 K-vitamiini

Myöskin K-vitamiini on muiden vitamiinien tapaan yhteisnimitys monelle yhdisteelle, jotka toimivat hieman toisistaan poiketen. Kaikissa K-vitamiineissa on naftokinonirengas, johon voi liittyä pituudeltaan erilaisia sivuketjuja. K-vitamiinin luonnollisia muotoja ovat K1-vitamiini, eli fylokinoni, ja K2-vitamiini, eli menakinoni. (Nurminen 1997, 96.) Luonnolliset K-vitamiinit ovat rasvaliukoisia. Fylokinonia (K1) on kasveissa tiiviisti sitoutuneena klorofyllissa, eli lehtivihreässä, ja menakinonia (K2) muodostuu hevosen suolistossa pieneliöstön avulla (NRC 2007, 117). K-vitamiinin muodostuminen on riippuvainen gla-proteiineista (Coenen ym. 2013, 180). Kasveissa fylokinonin biologinen aktiivisuus on vähäistä, koska fylokinoni on kasveissa sitoutuneena kloroplasteihin eli viherhiukkasiin (Coenen ym. 2013, 181). K-vitamiinit kulkeutuvat elimistössä kuljetusproteiinien tai kylomikronien avulla (Aro ym. 2007, 151). K-vitamiinit voivat varastoitua hevosilla maksaan ja osittain sydämeen (Coenen ym. 2013, 181). Elimistöstä K-vitamiini poistuu ulosteen mukana (Nurminen 1997, 96).

Menakinonia on useita eri muotoja ja ne kulkevat elimistössä eri tavoilla. Menakinonien pituudeltaan erilaiset sivuketjut selittää menakinonien väliset erot. Menakinonin ja sen pitkien sivuketjujen, kuten esimerkiksi menakinoni-7 ja menakinoni-8, epäillään imeytyvän hyvin suolistosta. Menakinoni viipyy elimistössä pidempään kuin fyllokinoni, koska fyllokinonin aktiivinen muoto heikkenee nopeasti aktiivisena olon jälkeen. Suolisto ei voi tuottaa menakinoni-4, mutta hevonen voi elimien soluissa muuntaa fyllokinonia menakinoni-4 muotoon. Menakinoni-4 on havaittu nisäkkäiden aivoissa mutta sen toiminta tunnetaan vielä huonosti. Hevonen voi muodostaa pitkäketjuisia menakinoneja bakteereiden avulla paksusuoleessa. (Coenen ym. 2013, 181.) Suolistossa tuotetuista menakinoneista imeytyy kuitenkin vain pieni osa. K2-vitamiinin imeytymiseen vaikuttaa imeytymistä heikentäen suuret tärkkelys annokset ruokinnassa sekä homeiset rehut. (Kentucky Equine Research Staff 2011.)

K-vitamiinin synteettinen muoto on menadioni, eli K3. Menadionin on epäilty muuntuvan osaksi menakinoni-4. Tutkimuksessa on todettu menadionin ruokintaan lisäämisen kasvattavan menakinoni-4 määrää veriplasmassa. (Coenen ym. 2013, 181.) Menadioni on vesiliukoinen. Synteettistä K-vitamiinia on esimerkiksi lääkkeissä ja lisärehuissa (Briggs 2007, 69).

K-vitamiini osallistuu luun muodostamiseen ja aineenvaihduntaan, elektronien siirtämiseen energia- ketjuissa, auttaa vapaiden radikaalien hyökkäyksien puolustuksessa, edesauttaa veren hyytymistä, osallistuu proteiinien aktivointiin sekä ylläpitää verisuonten kuntoa (Briggs 2007, 69). K1-vitamiinia tarvitaan maksassa veren hyytymiseen osallistuvien valkuaisaineiden tuotantoon (Coenen ym. 2013, 180). Eläinsolut tarvitsevat K-vitamiineja proteiinisynteesin gammakarboksylaatiassa. Gammakarboksylaatiassa glutamiinihapot sitovat kalsiumioneja ja muodostavat näin gammakarboksyyli-glutamiinihappoa (eli Gla). Liian vähäinen gammakarboksylaatio voi aiheuttaa osteoporoosia ja kasvattaa luumurtumien riskiä. (Coenen ym. 2013, 180.)

K-vitamiini aktivoi elimistössä 14 eri proteiinia eri puolilla elimistöä. Luustossa näistä proteiineista on kolme; osteoklasiini, matris-gla-proteiini ja s-proteiini. Proteiinit sitovat aktivoituessaan itseensä kalsiumia ja kuljettavat sitä verenkierron kautta luihin ja ylläpitävät näin luuston kuntoa. K1-vitamiinin tehtävä on aktivoida veren hyytymistä edistäviä proteiineja ja K2-vitamiinin tehtävä on aktivoida luumudoksen proteiineja. Edistäessään luiden mineralisoitumista, on K-vitamiini tärkeää luustolle. Luuston hyvinvointia ylläpitävät D- ja K-vitamiini yhdessä. (Coenen ym. 2013, 180–181.)

Luonnolliset K-vitamiinit imeytyvät rasva-aineiden tavoin ohutsuoletta sappisuolojen ja rasva-aineiden vaikutuksesta kylomikronien kanssa. Synteettinen K3-vitamiini voi imeytyä ilman rasva-aineiden tai sappisuolojen läsnäoloa. (Ellis ja Hill 2005, 245.) K-vitamiinit ovat verenkierrossa sitoutuneena lipoproteiineihin, jotka kuljettavat kuljettavat rasvaliukoisia K-vitamiineja elinten ja kudosten välillä (Nurminen 1997, 94). Hevonen ei varastoi K-vitamiinia pitkiksi ajoiksi. K-vitamiini poistuu elimistöstä urean mukana. (Briggs 2007, 69.)

Tutkimuksessa on todettu, että K-vitamiini tasot hevosen veressä kasvavat iän myötä. Tämän epäilyn johtuvan iän myötä kasvavasta rehu määrästä ja elimistön tehokkaammasta mikrobiston toiminnasta tai molemmista. Aikuisten hevosten vitamiinin tarve on siksi suurempi kuin nuorien hevosten. (Coenen ym. 2013, 181.)

Luuta muodostavat solut, eli osteoblastit, syntetisoitsoivat osteokalsiinia, jota tarvitaan kalsiumin sitomiseen. Glutamiinihappo, joka on luun muodostumiseen osallistuva aminohappo, tuottaa tähteitä jotka aktivoituvat K-vitamiinin avulla. Mikäli K-vitamiinia on vähäisesti, heikentyy osteokalsiinin sitoutuminen kalsiumiin. (Kentucky Equine Research Staff 2011.)

3.4.1 K-vitamiinin puutos

Hevosen paksusuolen solut tuottavat yleensä K-vitamiinia riittävästi hevosen tarpeisiin. K-vitamiinin puutos on tästä syystä harvinainen. Pitkät antibioottikuurit, maksan sairaudet, varsominen ja suoliston toiminnan häiriöt voivat kuitenkin heikentää suoliston toimintaa ja K-vitamiinin tuotantoa. (Briggs 2007, 69.) Tällaisia suoliston toimintaa heikentäviä vaivoja ovat esimerkiksi ripuli, stressi ja leikkaukset. Tutkimuksissa on todettu K-vitamiinilisän parantavan luun tiheyttä ja puutoksen aiheuttavan luun tiheyden heikentymistä (Kentucky Equine Research Staff 2011).

Pitkäaikainen K-vitamiinin puutos voi johtaa veren hyytymisen heikentymiseen, jolloin seurauksena ovat nenäverenvuoto, verenpurkaumat ja veren menettäminen. Veren menetyksestä seuraa vaaleat limakalvot. Puutos voi aiheuttaa myös sydämen epäsäännöllistä sykettä, masentuneisuutta ja yleistä heikkoutta. Veren hyytymisen heikentyminen johtuu hyytymistekijöiden muodostuminen vähenemisestä. (Briggs 2007, 70.)

3.4.2 K-vitamiinin liikasaanti

K-vitamiinin liikasaannista voi seurata myrkytys. Tämä on kuitenkin harvinaista ja mahdollista lähinnä injektoiden kautta. K-vitamiineista liiallisesti saatuna myrkyllinen on synteettinen menadioni. Luonnolliset vitamiinit, eli K1 ja K2, eivät voi aiheuttaa myrkytystä. (Coenen ym. 2013, 182.) Myrkytys voi johtaa munuaisten pettämiseen tai jopa kuolemaan. (Briggs 2007, 70).

K3-vitamiinin liikasaanti voi aiheuttaa myös virtsakiviä, hematuriaa, atsootemiaa ja poikkeavuuksia elektrolyytti johdonnaisissa (Ellis ja Hill 2005, 245). Hematurialla tarkoitetaan verivirtsaisuutta ja atsootemialla typpiverisyyttä. Fyllokinonin suuret määrät eivät aiheuta haittavaikutuksia (Coenen ym. 2013, 182)

3.4.3 K-vitamiinin lähteet

Hevosen suolistossa muodostuvan K-vitamiinin lisäksi K-vitamiinia on runsaasti tuoreessa lehtevässä heinässä eli esimerkiksi laidunruohossa. Heinän K-vitamiini kertyy lehtiin ja lehtien vihreydestä voi päätellä kasvin K-vitamiinipitoisuutta. (Cuddeford 2003, 52.) Kuivatus kuitenkin vähentää heinän

fyllokinonipitoisuuksia, sillä auringon ultraviolettisäteily vaikuttaa fyllokinonipitoisuuksiin heikentävästi (Coenen ym. 2013, 181). Auringon säteily vähentää K1-vitamiinipitoisuutta jopa 70 % seitsemän tunnin valolle altistumisen aikana. K-vitamiinipitoisuus lähtee kasveissa laskuun pian niittämisen jälkeen. (Kentucky Equine Research Staff 2011.) Kuivatussa ja tuotetuissa kasvisperäisissä valmis-teissa on vähäisesti K-vitamiinia (Cuddeford 2003, 52).

Kuten muidenkin rasvaliukoisten, niin myös K-vitamiinien imeytymistä voidaan edistää käyttämällä ruokinnassa öljyä. Hevosten heinärehujen K-vitamiini pitoisuus on keskimäärin 3-22 mg/kg DM kun taas teollisissa valmisteissa vain 0,2-0,4 mg/kg DM. (Coenen ym. 2013, 181.) Lisäksi karkearehuissa on K-vitamiinia (Suomen Hevostietokeskus 2016).

3.4.4 K-vitamiinin tarve

Hevosen K-vitamiinin tarvetta ei ole määritelty, mutta on todettu, että hevosen keho varastoi K-vitamiinia, eli hevonen tarvitsee K-vitamiinia päivittäin (Cuddeford 2003, 52). K-vitamiinia ei siis välttämässä tarvitse täydentää ruokintaan, mutta hevosen tulee kyetä käyttämään elimistönsä tuottamaan K-vitamiinia hyödykseen. K-vitamiinien imeytyminen rehuista ja suoliston mikrobien tuottaman K-vitamiini näyttäisivät riittävän täyttämään hevosten päivittäisen K-vitamiinin tarpeen. (Coenen ym. 2013, 181.) Mikäli hevonen on sairas ja sairaus vaikuttaa suolistonmikrobien sekä vitamiinien toimintaan kehossa, K-vitamiinilisä voi olla tarpeellinen. Myös antibioottikuurit vaikuttavat vitamiinien toimintaan, jolloin K-vitamiinivajetta voi syntyä ja vitamiinilisä olla tarpeellinen. (Suomen Hevostietokeskus 2016.) Hevoset, joilla tuoreen ruohon syöntiä ja laitumella oloa on rajoitettu, voi K-vitamiinista olla puutetta (Kentucky Equine Research Staff 2011).

Hevosilla K-vitamiinilisää tarvitsee käyttää vain K-vitamiinin puutoksen yhteydessä, ei ennaltaehkäisemään luun heikkoutta tai keuhkoverenvuotoja. Joillakin eläimillä on todettu A-vitamiinin ja E-vitamiinin suurien määrien lisäämisen ruokintaan heikentävän K-vitamiinin toimintaa. Tätä heikentymistä ei ole kuitenkaan todistettu hevosilla. (Coenen ym. 2013, 182.)

Pienillä varsoilla ensimmäisen sisäruokintakauden aikana voi olla hyödyllistä käyttää K-vitamiinilisää tukemaan luuston kehitystä. Nuoret hevoset tarvitsevat K-vitamiinia luuston rakennukseen ja luun tiheyden ylläpitoon. (Kentucky Equine Research Staff 2011.) Tämän vuoksi varsoille ja nuorille hevosille, jotka eivät pääse laitumelle syömään K-vitamiinipitoista laidun ruohoa, olisi hyvä antaa K-vitamiinilisä.

4 VESILIUKOISET VITAMIINIT

Vesiliukoisia vitamiineja ovat B- ja C-vitamiinit. Hevonen voi tuottaa näitä vitamiineja suolistonsa pieneliöstön avulla. Vesiliukoiset vitamiinit ovat vitamiineja jotka liukenevat veteen eivätkä varastoidu pitkäksi aikaa kehoon, lukuunottamatta B12-vitamiinia, jonka varastot riittävät pidemmäksi aikaa. Vesiliukoiset vitamiinit voivat varastoitua vain tietynlaisiin kehon osiin ja yleensä vain lyhyeksi aikaa. Niiden varastointipaikkoja ovat rasvakudokset sekä maksa ja munuaiset. Vesiliukoisten vitamiinien liikasaanti ei yleensä aiheuta haittavaikutuksia, koska ne eivät varastoidu suurissa määrin hevosen kehoon. Myös puutos on harvinaisempaa vesiliukoisilla kuin rasvaliukoisilla vitamiineilla, koska hevonen normaaliolosuhteissa tuottaa niitä suolistossaan riittävästi omaan käyttöönsä. (Cuddeford 2003, 48.) Vesiliukoisten vitamiinien imeytymisen määrä riippuu siitä kuinka paljon elimistöllä hetkellä vesiliukoisia vitamiineja tarvitsee (Nurminen 1997, 15). Vesiliukoisten vitamiinien ylimäärä poistuu hevosen kehosta munuaisten kautta virtsassaan (Cuddeford 2003, 48).

4.1 B-vitamiini

B-ryhmän vitamiineihin kuuluu joukko yhdisteitä, jotka poikkeavat kemialliselta rakenteeltaan hie-man toisistaan (Lillkvist 2007, 105). Niiden tehtävät elimistössä ovat samantapaisia, mutta B-vitamiinit eivät voi täysin korvata toistensa tehtäviä. B-vitamiineihin kuuluvat tiamiini (B1), riboflaviini (B2), niasiini (B3), pantoteenihappo (B5), pyridoksiini (B6), biotiini (B7), foolihappo (B9) ja kobalamiini (B12) (Nurminen 1997, 15).

B-vitamiinin tärkein tehtävä on energia-aineenvaihdunnan turvaaminen. Muita B-vitamiinin tehtäviä ovat proteiinisynteesin mahdollistaminen, ruoansulatus, hermoston, lihaksiston ja sydämen toiminta, kavioiden ja karvapeitteen kunnon ylläpito. Koska B-vitamiini on tärkeä osa energia-aineenvaihduntaa, tarvitaan B-vitamiinia sitä enemmän, mitä enemmän hevonen käyttää energiaa. (Saastamoinen ym. 2007, 19.)

Hevonen valmistaa B-vitamiineja paksusuolellessaan suoliston pieneliöstön avulla. Suoliston tuottamasta B-vitamiinista imeytyy hevosen käyttöön luultavasti vain 20 - 30 %. (Lillkvist 2007, 105.) Useimpia B-vitamiineja valmistuu kuitenkin suolistossa riittävästi hevosen käyttöön (Saastamoinen 2007, 19). Hevonen voi varastoida B-ryhmän vitamiineja pienissä määrin lyhyiksi ajoiksi kehonsa elimiin, kuten maksaan, munuaisiin ja sydämeen. Esimerkiksi niasiini säilyy kehossa vain vuorokauden, jonka jälkeen se katoaa kehosta. (Cuddeford 2003, 54.) Elimistössä suurin osa B-vitamiineista kulkevat vapaana plasmassa. Riboflaviinilla on lisäksi oma sitojaproteiini, jonka mukana se voi kulkea. Niasiini ja pyridoksiini kulkeutuvat myös punasolujen mukana ja kobalamiini kulkeutuu vain transkobalamiinien avulla. (Aro ym. 2007, 151.)

Tiamiinia, eli B1-vitamiinia, hevonen valmistaa umpisuolellessaan, mutta on todettu että hevosten on tarpeellista saada sitä myös ruokinnastaan. Hevonen muuntaa suolistosta imeytyneen tiamiinin aivoissa ja maksassa entsyymien avulla aktiiviseen muotoon eli pyrofosfaatiksi. (Ellis ja Hill 2005,

246.) Tiiamiini on tärkeä energian imeyttämässä rasvasta ja hiilihydraateista. Sitä tarvitaan myös lihasten ja hermoston toiminnassa. (Cuddeford 2003, 53.)

Riboflaviini, eli B2-vitamiini, kuuluu suureen jakaumaan erilaisia flaviineja (Ellis ja Hill 2005, 247). Riboflaviini osallistuu biologisten reittien ylläpitoon, rasva-aineenvaihduntaan, kasvuun, ylläpitää ihon, karvan, kavioiden ja limakalvojen kuntoa sekä osallistuu energian ja hapen tuotantoon (Cuddeford 2003, 53). Riboflaviinilla on tehtäviä antioksidanttipuolustusjärjestelmässä ja elimistön hapetus-pelkistys reaktioissa (Autsbo 2015c).

Niasiini, eli B3-vitamiini, on mukana aineenvaihdunnassa ja etenkin energian vapautuksen prosessissa, DNA:n luomisessa, solujen erilaistumisessa sekä hermoston ja verenkierron toiminnassa (Cuddeford 2003, 54; Lillkvist 2007, 107). Niasiinia ovat nikotiinihappo ja nikotiiniamidi (Ellis ja Hill 2005, 248). Nikotiiniamidi esiintyy eläinperäisissä tuotteissa (Nurminen 1997, 26). Niasiinia tuotetaan suolistomikrobeilla ja aminohappojen typtofosfaatista (Cuddeford 2003, 54). Tryptofsaanista niasiinin muodostuminen vaatii kuitenkin B1-, B2- ja B6-vitamiinien osallistumista reaktioon (Ellis ja Hill 2005, 248).

Pantoteenihappo, eli B5-vitamiini osallistuu hermoston toimintaan sekä rasvojen, hiilihydraattien, aminohappojen ja proteiinien aineenvaihduntaan (Cuddeford 2003, 55). Se on siis tärkeä energia-aineenvaihdunnassa. Lisäksi pantoteenihappo osallistuu hiilihydraattien, aminohappojen ja rasvojen käsittelyyn ja on tärkeä osa yli 70 entsyymien toiminnassa (Ellis ja Hill 2005, 248). Hevosen suolistossa syntyy pantoteenihappoa, mutta hevosen on saatava sitä myös ruokinnastaan tarpeiden tyydyttämiseksi (Cuddeford 2003, 55).

Pyridoksiini, eli B6-vitamiini, on tärkeää suoliston pieneliöstölle. Sen tehtävänä on auttaa entsyymien toiminnassa, osallistua aminohappojen, valkuaisaineiden ja rasvan aineenvaihduntaan, edesauttaa energian tuotantoa ja keskushermoston toimintaa, osallistua hemoglobiinin tuotantoon sekä globuleenin synteisiin. (Cuddeford 2003, 53–54.) Lisäksi se vaikuttaa nestetasapainon säätelyyn, hormonien tuotantoon, ihon terveyteen, vasta-aineiden muodostukseen sekä niasiinin ja foolihapon muodostukseen. Niasiinin ja foolihapon välityksellä pyridoksiini ehkäisee anemian syntyä. (Lillkvist 2007, 108.) Rehuissa käytettävä pyridoksiinin muoto on pyridoksiinihydrokloridi (Autsbo 2015b).

Foolihappoa, eli B9-vitamiinia, tarvitaan aminohappojen sekä DNA:n ja RNA:n tuotantoon, luuytimen verisolujen synteisiin sekä typen, puriinin ja metioniinin aineenvaihduntaan (NRC 2007, 121). Verisolujen synteessissä mukana ollessaan foolihappo on tärkeä anemian ehkäisyssä, etenkin kilpailevilla hevosilla (Briggs 2007, 74). Foolihappo on tärkeää kudoksille jotka huolehtivat solukasvusta, sillä foolihappo on mukana kaikkien solujen lisääntymisessä ja kasvussa (NRC 2007, 121). On epäilty että foolihappo vaikuttaa myös umpisuolen synteisiin (Cuddeford 2003, 55). Foolihappo on synteettinen muoto folaatista, josta esiintyy luonnossa monenlaisia yhdisteitä. Foolihappo ja folaatti eroavat toisistaan kemialliselta koostumukseltaan. (NRC 2007, 121.) Foolihappo toimii yhdessä B12-vitamiinin kanssa (Lillkvist 2007, 109). Foolihappovalmisteiden käyttö saattaa peittää B12-vitamiinin puutosoireita (Nurminen 1997, 50).

Kobalamiini, eli B12-vitamiini, on vitamiini joka sisältää mineraalia, kobolttia. Se on eläinperäinen, eli sitä ei ole kasvisperäisissä tuotteissa. Kobalamiinin tehtävänä on avustaa aineenvaihduntareaktioissa rasvalla, hiilihydraateilla ja valkuaisilla. Kobalamiini osallistuu moniin eri entsyymi reaktioihin, veren punasolujen muodostukseen sekä foolihapon ja aminohappojen tuotantoon. Kobalamiinin imeytymisen tehostuu kalsiumin, kuparin ja raudan vaikutuksesta. (Cuddeford 2003, 54.) Kobalamiinia on useita eri muotoja ja niistä täydennysrehuissa käytettävä muoto on syanokobalamiini (Autsbo 2015a).

4.1.1 B-vitamiinin puutos

Useiden B-vitamiinien puutosoireet ovat hyvin samankaltaisia ja siksi B-vitamiinin puutokset ovat välillä haastavia tunnistaa. Eräs B-vitamiinin näkyvistä puutosoireista on karvan ja ihon heikko kunto. B-vitamiinin puutetta voidaan siten havainnoida karvapeitteen ja ihon kunnosta sekä sonnan laadusta. (Saastamoinen ym. 2007, 45.)

Pearson, Sheybani ja Schmidt (1994) ovat todenneet tutkimuksessaan B-vitamiinin puutoksen aiheuttavan hevosille selkeää ruokahaluttomuutta, painon alenemista ja ripulia. Pidempiaikainen puutos aiheuttaa anoreksiaa. Kyseisen tutkimuksen hevoset tervehtyivät letkuttamalla annetun B-vitamiinilisän avulla. (Pearson ym. 1994.) B-vitamiinin puutos aiheuttaa myös kunnan ja suorituskyvyn heikentymistä sekä hermoston ja lihaksiston toimintahäiriöitä (Lillkvist 2007, 105).

Tiamiinin puutosta aiheuttaa esimerkiksi anti-tiamiini yhdiste (Cuddeford 2003, 53). Tiamiini puutos voi aiheutua myös sananjalkakasvin tai kokkidiostaattien syöminen (Briggs 2007, 71). Kyseinen kasvi vaikeuttaa vitamiinien imeytymistä suolistosta (Briggs 2007, 71). Kokkidiostaatit kontrolloivat kokkidioksi suolistotulehdusta (Ellis ja Hill 2005, 247). Tiamiinin puutoksesta voi aiheutua beriberi tauti, joka on tiamiini puutoksesta johtuva hermostosairaus (NRC 2007, 118). Ensimmäiset oireet tiamiinin puutoksesta ovat laihtuminen, ruokahalun heikentyminen, ummetus, masennus, ääreishermoston ongelmat ja väsymys (Ellis ja Hill 2005, 247). Tiamiinin puutos aiheuttaa hevosilla myös lihaksiin maitohappoa ja krampeja, solujen energian tuotannon vähenemistä, sydämen epäsäännöllistä sykettä sekä kylmiä korvia, kavioita ja lihaksia (Briggs 2007, 71). Vakava pitkäaikainen tiamiinin puutos aiheuttaa ataksiaa eli liikkeiden koordinaation häiriöitä, jotka ilmenevät haparointina (Ellis ja Hill 2005, 247).

Riboflaviinin puutos on hyvin harvinainen hevosilla ja esiintyy yleensä muiden B-ryhmän vitamiinien muutoksen yhteydessä (Nurminen 1997, 25). Sen puutos aiheuttaa hermotoiminnan häiriöitä, ihotulehduksia, kasvuhäiriöitä, limakalvojen kuivumista, rehun hyväksikäytön heikentymistä, valonarkuutta ja silmätulehdusta (Cuddeford 2003, 53). Kovassa rasituksessa olevan hevosien kudosten hapen saanti voi vaarantua, mikäli hevosella on puutosta riboflaviinista (Briggs 2007, 72).

Niasiinin puutosta ei ole havaittu hevosilla, mutta muilla lajeilla puutos on aiheuttanut ihotulehduksia, kouristuksia, lihasjäykkyyttä, hermostollisia ongelmia, anemiaa ja huonosti paranevia haavoja

(Lillkvist 2007, 107; Briggs 2007, 72). Pantoteenihapon puutos on hevosilla hyvin harvinainen ja C-vitamiini kykenee osittain korvaamaan pantoteenihapon puutetta (Cuddeford 2003, 55). Pantoteenihapon puutosoireet muistuttavat paljon muiden B-vitamiinien puutosoireita ja ovat siksi hankalasti tunnistettavissa. Pantoteenihapon puutosoireita ovat erilaiset tulehdukset kuten ihotulehdus ja suolitulehdus, muutokset karvan värityksessä ja lihasheikkous (Ellis ja Hill 2005, 248).

Pyridoksiinin puutos aiheuttaa muutoksia veressä ja ihossa, heikentää kasvua ja aiheuttaa hermostollisia ongelmia sekä nivel- ja hermotulehduksia (Cuddeford 2003, 54; Lillkvist 2007, 108). Puutosoireita ei ole kuitenkaan havaittu hevosilla, koska pyridoksiinia saadaan hyvin ruokinnasta ja suoliston pieneliöstön toiminnasta (Briggs 2007, 73). Pyridoksiinin puutosta voivat aiheuttaa sulfonamidit ja hydroxyanidihappo, jotka häiritsevät pyridoksiinin toimintaa. Näitä yhdisteitä on esimerkiksi pellavansiemenissä ja joissakin antibiooteissa. (Cuddeford 2003, 54.)

Foolihapon puutosta ei ole todettu aiemmin hevosilla (Lillkvist 2007, 109). Puutos on muilla lajeilla aiheuttanut megaloblastista anemiaa, foolihapon vaikuttaessa verisoluihin ja puutoksen aiheuttaessa solujen jakautumisen häiriöitä (Briggs 2007, 74). Megaloblastisessa anemiassa punasolut ovat suuri-kokoisia, valkosoluista on puutetta ja verihiutaleiden kehitys häiriintyy (Nurminen 1997, 46). Puutos aiheuttaa myös häiriöitä valkosolujen muodostuksessa, joka voi vaikuttaa vastustuskykyyn ja kalkin imeytymiseen heikentävästi (Lillkvist 2007, 109). Muita puutosoireita ovat limakalvojen kuivuminen, ihon ja karvan huono kunto, väsymys ja haluttomuus (Saastamoinen ym. 2007, 19). Tiineillä tammoilla foolihapon puutos voi aiheuttaa ennen aikaista syntymistä, matalaa syntymäpainoa, sikiön kasvun hidastumista ja hermoston ongelmia (NRC 2007, 122).

Kobalamiinin imeytymiseen suolistosta vaikuttaa mahalaukusta erittyvä sitoja proteiini (Lillkvist 2007, 109). Mahalaukun erityshäiriöt voivat johtaa tällöin kobalamiinin puutukseen. Kobalamiinin tärkeä rakenneaine on koboltti (Lillkvist 2007, 138). Kobolttin puutoksesta voi seurata kobalamiinin puutos (Lillkvist 2007, 138). Koska kobalamiini varastoituu hevosen kehoon, ei puutos ole kovinkaan yleistä. Kobalamiinin puutos aiheuttaa muutoksia hermostossa ja veressä sekä anemiaa (Cuddeford 2003, 54). Kobalamiinin puutosoireita ovat myös kasvun hidastuminen ja kunnan heikentyminen (Lillkvist 2007, 109).

4.1.2 B-vitamiinin liikasaanti

Vesiliukoisena vitamiinina B-vitamiinin ylimäärä poistuu elimistöstä virtsan ja ulosteen mukana. B-ryhmän vitamiinit eivät myöskään varastoidu elimistöön pitkiksi ajoiksi. B-ryhmän vitamiinin liikasaannin haittavaikutukset ovat harvinaisia, koska ylimääräinen B-vitamiini poistuu elimistöstä eikä varastoidu kehon kudoksiin pitkäksi aikaa. Tämän vuoksi hevosilla hyvin harvoin tavataan B-ryhmän vitamiinien liikasaantia ja joiden B-vitamiinien kohdalla liikasaantia ei ole tavattu koskaan aikaisemmin. (Saastamoinen ym. 2007, 19.)

Tiamiinista myrkytyksen saaminen on hyvin harvinaista. Tiamiinia voi syöttää hevoselle tuhatkertaisen määrän suosituksia ilman yliannostuksen oireita. Rauhallisuuden epäillään johtuvan tiamiinin vaikutuksesta hermoston liikenteen muutoksiin. (Briggs 2007, 71.)

Niasiinin yliannostusta ei ole todettu hevosilla, mutta liiallinen nikotiinihappo voi alentaa plasman kolesterolipitoisuuksia (Ellis ja Hill 2005, 248). Nikotiiniamidi taas voi yliannosteltuna johtaa glykokeeni ja rasvavarauksien tyhjenemiseen luustossa ja sydämessä (Ellis ja Hill 2005, 248). Muilla eläimillä niasiinin liikasaanti on aiheuttanut kutinaa, verisuonten laajenemista, kuumuuden tunnetta, pahoinvointia, oksentelua, päänsärkyä ja ihovaurioita (NRC 2007, 120).

Riboflaviinin liikasaanti ei aiheuta haittavaikutuksia (Aro ym. 2007, 173). Pyridoksiinin on epäilty olevan turvallista vielä 50 kertaisinkin määrinä (Briggs 2007, 73). Liika pyridoksiinin saanti voi aiheuttaa hermostollisia ongelmia (Nurminen 1997, 39). Pantoteenihapon, foolihapon ja kobalamiinin liika- saannista ei tule haittavaikutuksia, mutta kobalamiinin liiallisella annostelulla on hevoseen rauhoittava vaikutus (Cuddeford 2003, 54).

4.1.3 B-vitamiinin lähteet

Hevosen tärkein B-vitamiinin lähde on sen suoliston tuottama B-vitamiini. Suoliston mikrobien tuottaman B-vitamiinin lisäksi hevonen saa B-vitamiinia viljasta ja lehtevistä nurmirehuista (Suomen Hevostietokeskus 2016). Nurmirehut sisältävät kaikkia B-ryhmän vitamiineja. Rehuissa oleva niasiini on kuitenkin melko huonosti hyödynnettävässä muodossa hevosille (Autio 2015, 8).

Viljan B-vitamiini on viljan kuorella, eli viljan kuoriminen laskee sen B-vitamiini pitoisuutta (Nurminen 1997, 17). Riboflaviini ja foolihappo ovat ne B-ryhmän vitamiinit joita viljoissa ei ole paljoa (Cuddeford 2003, 55). Oluthiiva ja vehnälese sisältävät kaikkia B-ryhmän vitamiineja lukuun ottamatta kobalamiinia, jota vehnäleseessä ei ole paljoa (Lillkvist 2007, 108). B-vitamiinia on myös vehnäleseessä, hiivassa, palkokasveissa ja kaupan teollisissa rehuvalmisteissa (Suomen Hevostietokeskus 2016).

Riboflaviinia on lisäksi maitojauheessa, palkokasveissa sekä kuivahiivassa (Cuddeford 2003, 53). Pyridoksiinia on pellavansiemenissä (Lillkvist 2007, 108). Hyvä foolihapon lähde on myös soija. Kobalamiinia on maitojauheessa, oluthiivassa, merilevässä ja vehnän alkioissa. (Lillkvist 2007, 109.) Karkearehujen kobalamiinipitoisuus on usein korkea. Heinän kobalamiini on yleensä peräisin bakteerikontaminaatioista, koska kasvit eivät itsessään voi muodostaa B12-vitamiinia (Autsbo 2015a).

4.1.4 B-vitamiinin tarve

B-vitamiinia tuotetaan hevosen suolistossa ja siksi puutosta voi esiintyä, mikäli suoliston toiminta jostain syystä häiriintyy. Tällaisia häiriöitä voi aiheuttaa sairaudet, stressi, suoliston toimintahäiriöt tai antibioottikuurit. (Saastamoinen ym. 2007, 45.) Yleinen suoliston toimintaan vaikuttava tekijät on

väärä heinä-väkirehu suhde ruokinnassa. Väkiirehut sulavat ennen paksusuolta ja näin ollen väkiirehut eivät työllistä suoliston mikrobeja. Riittävä laadukkaalla heinällä ruokkiminen on tärkeää, jotta suoliston pieneliöstö työllistyy, eikä suoliston toiminta näin ollen häiriinny. (Lillkvist 2007, 105.) Karvapeitteen vaihtumisen aikana B-vitamiinilisää on suotavaa syöttää vaihtuvan karvan tueksi (Suomen Hevostietokeskus 2016).

Tiamiinia tarvitsevat erityisesti kilpailevat hevoset, koska B1-vitamiini on tärkeä osa entsyymijärjestelmää, jossa imeytetään energiaa (Cuddeford 2003, 53). Tiamiinin tarve on suoraan verrannollinen ravinnon energiapitoisuuteen. Mikäli ruokinnassa on runsaasti hiilihydraatteja, eli viljaa, tulisi tiamiini pitoisuudenkin olla korkeammalla. (Ellis ja Hill 2005, 247.) Myös riboflaviini ja pyridoksiini ovat samalla tavalla verrannollisia ruokinnan energia pitoisuuteen (Cuddeford 2003, 53). Tiamiinin puutosta on varottava huonokuntoisilla ja sairailta hevosilla sekä helposti stressaavilla hevosilla. Pyridoksiinin tarve on linkittynyt myös valkuaispitoisuuteen sekä glukogeenivarastojen ehtymiseen. Mikäli glykogeenivarastot ehtyvät, kuten esimerkiksi kilpailuissa, tarvitaan pyridoksiinia enemmän. (Lillkvist 2007, 108.)

Kilpailevilla hevosilla B-vitamiinin puutos on yleistä. Kilpailemiseen liittyy paljon hevosta stressaavia tilanteita sekä usein runsas vilja ruokinta. Nämä tekijät vaikuttavat suoliston toimintaan ja suolistossa valmistettavan B-vitamiinin määrään. Tämän lisäksi rasitus lisää hevosen hikoilua ja vesiliukoisten vitamiinien tarvetta. (Lillkvist 2007, 105.) B-vitamiini osallistuu energian tuotantoon, jolloin se on kisaavilla hevosilla tärkeässä roolissa, jotta suorituskyky voidaan optimoida (Cuddeford 2003, 53). B-vitamiinilisä voi olla tarpeellinen stressitilanteissa kuten esimerkiksi kisahevosilla kilpailujen yhteydessä ja kuljetuksessa. Stressi tilanteissa hevosen suolisto ei välttämättä toimi normaalilla tavalla ja se tuottaa tällöin tavallista vähemmän B-ryhmän vitamiineja. Tämä voi aiheuttaa B-vitamiinien puutosta. Iäkkäillä hevosilla tämä on yleistä suoliston kunnon heikkenemisen vuoksi. (Saastamoinen ym. 2007, 45.)

4.1.5 Biotiini

Biotiini kuuluu B-vitamiineihin, mutta sitä kutsutaan myös H-vitamiiniksi. Biotiinia hevonen tuottaa suolistossaan mikrobiston avulla ja lisäksi saa sitä ruokinnastaan. (Coenen ym. 2013, 183.) Se kuinka paljon hevonen tuottaa päivässä biotiinia, riippuu siitä kuinka paljon hevonen vitamiinia sillä hetkellä tarvitsee (Briggs 2007, 73). Optimaalista biotiinitasoa hevosille ei ole kuitenkaan määritetty. Biotiinin imeytymistä suolistosta edistää metioniiniaminohappo ja biotiinia varastoituu pienissä määrin maksaan, munuaisiin ja lihaksistoon (Ellis ja Hill 2005, 250; Lillkvist 2007, 110).

Biotiini vaikuttaa hevosen kavioiden ja karvan laatuun (Coenen ym. 2013, 183). Tämän vuoksi biotiinia voidaan käyttää niiden kunnon parantamiseen. Biotiini vaikuttaa positiivisesti soluväliaineeseen ja tämä voi olla yksi syy sen vaikutuksiin karvassa ja kavioissa (Coenen ym. 2013, 183). Kavioiden kasvu on hidasta, joten myös biotiinin vaikutukset kaviossa näkyvät vasta noin puolen vuoden päästä syöttämisen aloittamisesta (Lillkvist 2007, 110). Biotiinin lisäämisen ruokavalioon on myös todettu nopeuttavan kavioiden kasvua (Autsbo 2013). Huonon kavionhoidon aiheuttamaa kavion

huonoa kuntoa ei kuitenkaan voi parantaa yksin biotiinilisällä vaan tarvitaan myös oikeanlaista kavion hoitoa. Kun biotiinilisällä pyritään kavioden kunnon parantamiseen, tulisi biotiinia antaa 20 mg päivässä (DSM 2016).

Lähes kaikki solutyypit ottavat vastaan biotiinia ja muuntavat sitä karsoksibiotiiniksi, joka on osa laajaa entsyymiryhmää (Coenen ym. 2013, 183). Näiden kyseisten entsyymien aktiivisuuden vuoksi biotiini osallistuu rasvahappojen ja proteiinien synteisiin, glukoneogeneesiin sekä hiilihydraattien, rasvojen, proteiinien ja aminohappojen metaboliaan ja muihin aineenvaihdunta tapahtumiin (Autsbo 2013). Biotiinin epäillään olevan tärkeä osa myös geeniekspressiota ja DNA:n rakennusaineiden kiinnittymistä (Coenen ym. 2013, 183). Tällöin biotiini vaikuttaa solujen nopeaan lisääntymiseen, eli myös kasvuun (Autsbo 2013). Biotiini kontrolloi scleroproteiinien tuotantoa ja irtautumista. Scleroproteiineilla tarkoitetaan kovia proteiineja kuten keratiinia. Biotiini osallistuu myös epidermaalisten kudosten ylläpitoon ja on tärkeää hermokudosten toiminnalle. (Cuddeford 2003, 55.)

Hevosilla biotiinin puutos ei ole yleistä, koska hevonen tuottaa sitä suolistossaan. Antibiootit ja suolistosairaudet voivat häiritä biotiinin tuotantoa ja imeytymistä ja aiheuttaa puutosta. Biotiinin puutos ilmenee ihon, karvan ja kavioden kuntona. (Coenen ym. 2013, 184.) Kavioihin biotiinin puutos voi aiheuttaa valkeita raitoja, kavion murenemistä sekä halkeilua (NRC 2007, 120). Muita puutosoireita ovat ihotaudit, lihaskivut ja huono kunto (Lillkvist 2007, 110). Muilla eläimillä biotiinin puutos on aiheuttanut hidastunutta kasvua, ihottumaa, ihon paksuuntumista, heikentyntä lisääntymiskykyä, anemiasiaa ja korkeaa veren kolesteroli pitoisuutta (Ellis ja Hill 2005, 250). Biotiinin puutoksessa puutosoireet häviävät jo muutamien päivien päästä biotiinin saamisesta (Nurminen 1997, 43). Biotiinin liikasaanti ei yleensä ole vaarallista, koska ylimääräinen biotiini erittyy virtsan mukana. Hevosilla biotiinin liikasaantia ei ole tavattu. (Coenen ym. 2013, 184.)

Biotiinia sisältävät sinimailanen, kaura, ohra, soija sekä kaupan teolliset rehut. Tuoreessa sinimailanessa biotiinia on runsaasti ja kuivatussa kohtalaisesti. (Coenen ym. 2013, 183.) Myös maississa ja oluthiivassa on pienissä määrin biotiinia (Lillkvist 2007, 110). Luonnollisissa rehuissa biotiini on sitoutunut biosytiini proteiiniin (Coenen ym. 2013, 183).

4.2 C-Vitamiini

C-vitamiini, eli askorbiinihappo, on mukana monissa elimistön aineenvaihdunta tapahtumissa ja reaktioissa. Se toimii myös vesiliukoisena antioksidanttina reagoitien vapaiden radikaalien kanssa ja auttaen E-vitamiinia toipumaan "hyökkäysten" jälkeen takaisin E-vitamiinin aktiiviseen muotoon. Antioksidanttina C-vitamiini tehtävänä on suojella rasvoja, proteiineja ja solukalvoja. (Briggs 2007, 75.) Sen tehtävänä on myös kollageenin muodostus. Kollageeni sitoo elimistössä soluja toisiinsa ja kiinteittää näin kudoksia. Se on oleellinen luuston, hampaiden, sidekudosten ja verisuonten kunnolle. (Nurminen 1997, 57.)

C-vitamiinin tehtäviä ovat antioksidanttina toimimisen lisäksi raudan imeytymisessä auttaminen, siidekudosten muodostukseen ja elimistön kemiallisiin tapahtumiin osallistuminen sekä luun-, hampaiden-, aminohappojen- ja adrenaliinin muodostus. C-vitamiini osallistuu vastustuskyvyn ylläpitoon ja sillä on vaikutuksia vastustuskykyyn ja se edistää infektiotautien paranemista sekä haavojen umpeutumista. C-vitamiini vaikuttaa myös A-, E-, B1-, B2- ja B6-vitamiinien sekä foolihapon toiminnan säätelyyn. (Saastamoinen ym. 1997, 19, 45.) C-vitamiini avustaa vitamiinien käytössä edistämällä esimerkiksi glukoosin ja kolesterolin toimimista elimistössä (Briggs 2007, 75).

C-vitamiini toimii pelkistimenä hapettuessaan dehydroaskorbiinihapoksi (Aro ym. 2007, 166). Dehydroaskorbiinihappo voi muuntua askorbiiniksi tai epäaktiivisiksi hajoamistuotteiksi. Elimistön solujen hapetus ja pelkistys reaktioissa toimii hapetuspelkistyspari, joka rakentuu dehydroaskorbiinihaposta ja askorbiinihaposta. Näiden reaktioiden johdosta askorbiinihappo edesauttaa joidenkin metalli-ionien imeytymistä. (Nurminen 1997, 57.)

Hevonen pystyy tuottamaan käyttöönsä itse C-vitamiinia glukoosista maksassaan. Varsoilla C-vitamiinin tuotanto käynnistyy vasta muutama päivä syntymän jälkeen. (Cuddeford 2003, 52.) Hevosilla paksusuolesta imeytyy heikosti C-vitamiinia ja siksi elimistön tuottama C-vitamiini on tärkeä vitamiinin lähde hevoselle (Lillkvist 2007, 110). C-vitamiini kulkeutuu hevosen elimistössä vapaana plasmassa (Aro ym. 2007, 151). Hevosilla veren seerumin C-vitamiinipitoisuuden on todettu olevan matalampi talvella kuin kesällä. Hevosen rehusta saaman C-vitamiinin muodon on havaittu vaikuttavan vitamiinin hyväksikäyttöön. Askorbyylipalminaatin on todettu olevan paremmin hevosen saatavilla kuin askorbiinihapon. (Coenen ym. 2013, 185.)

4.2.1 C-vitamiinin puutos

Aikuisilla hevosilla C-vitamiinin puutosta ei yleensä esiinny, mikäli suolisto toimii normaalisti eikä hevonen ole stressaantunut. Stressitekijöiden lisäksi infektiot ja loiset voivat heikentää C-vitamiinin toimintaa elimistössä. C-vitamiinin puutosta voidaan havaita iäkkäillä hevosilla, koska vanhempien hevosten suoliston toiminta voi olla jo heikentynyt. (Cuddeford 2003, 52.) Mikäli C-vitamiini poistetaan ruokinnasta äkillisesti, voi ilmetä ohimeneviä puutosoireita. (Nurminen 1997, 64).

C-vitamiinin puutoksen ilmaantuessa oireina ovat väsymys, ruokahaluttomuus, sieraimen verenvuodot, vastustuskyvyn-, suorituskyvyn- sekä karvan kunnon heikkeneminen ja sydämen tiheälyöntisyys (Lillkvist 2007, 111). On todettu alhaisen seerumin C-vitamiini pitoisuuden aiheuttavan haavainfektioita, kuumetta, keuhkokuumetta, hevosinfluenssaa sekä toistuvia hengitysteiden tukoksia (Coenen ym. 2013, 185). Pitkäaikainen C-vitamiinin puutos voi aiheuttaa keripukkia (Lillkvist 2007, 111). Keripukki aiheuttaa kipua nivelissä ja luustossa, mustelmia, lihas väsymystä, turvotusta, hidastunutta haavojen paranemista, sisäisiä verenvuotoja, osteoporoosia ja anemiaa (Ellis ja Hill 2005, 251). Keripukin oireiden epäillään johtuvan kollageenin muodostuksen häiriöistä, joita syntyy kun C-vitamiinia ei ole riittävästi (Nurminen 1997, 62).

4.2.2 C-vitamiinin liikasaanti

Vesiliukoisena C-vitamiini ei juurikaan varastoidu, joten myrkytys on harvinaista eikä hevosilla ole todettu C-vitamiinin yliannostuksia (Ellis ja Hill 2005, 251). Liikasaanti voi aiheuttaa ripulia ja ruuan-sulatuskanavan ärsytystä, jotka johtuvat suuresta määrästä C-vitamiinia suolistossa, joka hapettuesaan saattaa aiheuttaa oireita (Coenen ym. 2013, 186).

Muilla eläinlajeilla suuret C-vitamiiniannokset ovat aiheuttaneet allergisia reaktioita, oksaluriaa, eli virtsan saostumista, virtsahapon esiintymistä virtsassa, häiriöitä hapetuksessa ja vähentänyt kehon omaa C-vitamiinin tuotantoa. Näitä oireita ei kuitenkaan ole havaittu hevosilla. (Coenen ym. 2013, 185; NRC 2007, 123.)

4.2.3 C-vitamiinin lähteet

Hevosen tärkein C-vitamiinin lähde on hevosen omassa maksassaan valmistama C-vitamiini, koska C-vitamiini imeytyy heikosti suun kautta annettuna (Briggs 2007, 75). Hevosen kohdalla on oltava tarkkana C-vitamiinitäydennyksen antoajasta sillä suun kautta annettu C-vitamiinitäydennys vähentää kortisolin erittymistä. Tieteellistä todistetta sille että terveille hevosille kannattaisi antaa suun kautta C-vitamiinilisää, ei ole. (Coenen ym. 2013, 186.)

Rehuissa olevasta C-vitamiinista uskotaan ainakin osan imeytyvän hevosen käyttöön (Briggs 2007, 75). C-vitamiinia on laidunruohossa ja lisärehuissa (Suomen Hevostietokeskus 2016) ja etenkin tuoreessa ruohossa ja tamman maidossa C-vitamiinia on runsaasti. Viljoissa C-vitamiinia ei juurikaan ole. (Lillkvist 2007, 111.) Hevosen heinärehuissa oleva C-vitamiini on askorbyyilpalminaattia, jota hevonen pystyy käyttämään hyödyksi (Briggs 2007, 75).

Ruusunmarjan C-vitamiinin on todettu olevan paremmin hevosen hyväksikäytettävissä kuin askorbiinihappo. Winther, Kharazmi, Hansen ja Falk-Ronne (2010) ovat tutkineet ruusunmarjan C-vitamiinin vaikutuksia hevosiin. Tutkimuksissa selvisi ruusunmarjan syötöllä olevan hevosille anti-inflammatorisia, eli tulehdusta ehkäiseviä tai lievittäviä vaikutuksia ja antioksidatiivisia vaikutuksia. Ruusunmarjan antioksidanttisen vaikutuksen epäillään olevan ruusunmarjan sisältämän C-vitamiinin vaikutuksia. Tutkimuksissa selvisi myös että ruusunmarja parantaa hevosten suorituskykyä ja palautumista. (Winther, Kharazmi, Hansen ja Falk-Ronne, 2010.)

4.2.4 C-vitamiinin tarve

Normaalitilanteessa hevonen kykenee tuottamaan riittävästi C-vitamiinia tarpeisiinsa (Saastamoinen ym. 2007, 19). C-vitamiini lisälle voi kuitenkin olla tarvetta sairaustiloissa sekä iäkkäillä hevosilla, joiden suoliston ja maksan kunto on heikentynyt iän vuoksi (Suomen Hevostietokeskus 2016). C-vitamiinin tarvetta kasvattaa myös rasitus sekä stressitekijät, kuten kuumuus, kylmyys, loiset, äänet, infektiot, ilmanvaihto, kuljetus ja tilanahtaus (Saastamoinen ym. 2007, 19).

Varsoilla C-vitamiinilisää tarvitaan ensimmäisten elinpäivien aikana varsojen elimistön ollessa vielä kehittymätön valmistaman itse C-vitamiinia (Cuddeford 2003, 52). Elimistön kehittyessä vitamiinien hyödyntäminen parantuu. Vieroitettavien varsojen vastustuskykyä voidaan tukea C-vitamiini lisällä. (Suomen Hevostietokeskus 2016.)

5 TYÖN TOTEUTUS

Tämä opinnäytetyö on kehittämistyö, jossa tavoitteena on koota sisältöä toimeksiantajan tarpeita vastaavaan oppaaseen. Kehittämistyöllä tarkoitetaan työtä, jossa kehitetään tilaajan tarpeita, esimerkiksi oppaan tai muun oppimateriaalin luominen (Niemi 2019). Opinnäytetyöstä tullaan tiivistämään sisältö hevosten kanssa toimiville tulevaan oppaaseen hevosten vitamiiniruokinnasta. Opinnäytetyön on tarkoitus sisältää kaikki oppaaseen tuleva materiaali. Lisäksi opinnäytetyössä kerrotaan työn toteutuksesta ja sen tavoitteista. Opinnäytetyön raportti tullaan julkaisemaan Theseuksessa.

Opinnäytetyön aiheen valinnan tautalla on opinnäytetyön tekijän mielenkiinto hevosten ruokintaa kohtaan. Aloituskokouksessa 25.9.2018 aiheeksi esitettiin hevosten ravintoaineiden puutosta sekä liikasaantia. Aiheen laajuuden vuoksi sisältö rajattiin hevosten vitamiiniruokintaan, ja opinnäytetyön tavoitteeksi asetettiin luoda opas hevosten vitamiiniruokinnasta. Vitamiinien puutoksien ja liikasaannin lisäksi päätettiin opinnäytetyössä ottaa käsiteltäväksi myös hevosten vitamiinien käsittely elimistössä, vitamiinien lähteet sekä hevosten vitamiinien tarpeet. Aloituskokouksen jälkeen alkoi työsuunnitelman laadinta ja työsuunnitelmaseminaari pidettiin marraskuussa 2018. Tiedon kerääminen ja lähteiden etsiminen lähti liikkeelle jo aloituskokouksen jälkeen, mutta tiivis tiedonkeruu ja opinnäytetyön raportin koostaminen alkoi työsuunnitelmaseminaarin jälkeen. Myöhemmin tiedonkeruun aikana toimeksiantajan kiireiden vuoksi oppaan teko jäi myöhemmäksi ja työn tavoitteeksi vaihtui sisällön kerääminen oppaaseen. Tiedonkeruu ja opinnäytetyön raportin kirjoittaminen jatkui maaliskuuhun 2019, jonka jälkeen alkoi opinnäytetyön raportin viimeistely. Opinnäytetyön loppuseminaari pidetään toukokuussa 2019.

Toimeksiantajan on tarkoitus vuoden 2019 loppupuolella koostaa hevosten vitamiiniruokinnan opas heidän asiakkaidensa käyttöön. Oppaan teossa tullaan käyttämään tätä opinnäytetyöraporttia ja koostamaan sisällöstä tiivis tietopaketti. Tässä työssä on siis tarkoitus koota tietoa oppaaseen, ei itse opasta. Oppaan tarkoituksena on neuvoa hevosten parissa toimivia ihmisiä vitamiinien tehtävistä ja vitamiinien vaikutuksista hevoseen, opastaa lukijoita tunnistaman vitamiinien puutos- ja liikasaannin oireita, opastaa annostelevaan vitamiineja sekä valitsemaan hevoselleen sopivimman vitamiinin lähteen ja tunnistamaan hevosensa vitamiinin tarpeet. Opas on tiivis tietopaketti vitamiiniruokinnasta ja halutessaan oppaan lukija voi perehtyä aiheeseen syvällisemmin opinnäytetyön kautta. Ruokinnan virheiden välttämiseksi ja hevosten ruokinnan parantamiseksi tarvitaan tällaista opasta. Oppaassa tulee olemaan myös tarpeelliset vitamiinien suositusmäärät, joita tarvitaan hevosen ruokintaa suunniteltaessa.

Jotta oppaasta tulisi selkeää, työssä on laadittu taulukoita ja kuvia. Kuvien ja taulukoiden on tarkoitus helpottaa oppaan lukijaa löytämään haettu tieto nopeasti sekä helpottaa oppaan lukua. Taulukoita on luotu yhdistämällä eri lähteiden tietoa ja koostamalla niistä tiedot taulukkoon. Kuvien ja taulukoiden avulla lukijan on helpompaa ymmärtää tutkittua teoretietoa kuin pelkän tekstin avulla. Kuvien luomisessa on käytetty kirjallisuuslähteitä. Taulukoiden aiheena ovat vitamiinien saantisuosituksukset, yleisimpien hevosrehujen vitamiini määrät, vitamiinien tehtävät ja -lähteet sekä vitamiinien puutos-

ja liikasaannin oireet. Osa taulukoista on sisällytetty opinnäytetyön raporttiin ja osa on opinnäytetyön liitteenä. Oppaan sisältö pyritään pitämään helppolukuisena ja selittämään asiat oppaassa niin että kokemattomankin hevosen ruokkijan on se helppo ymmärtää.

Opinnäytetyö on laadittu kokoamalla yhteen useiden eri lähteiden tietoja vitamiineista sekä tutustumalla aiheetta koskeviin tutkimuksiin. Tietojen keruuta on rajattu toimeksiantajan tarpeita vastaaviin aiheisiin. Lähteinä on käytetty kirjallisia ja sähköisiä lähteitä kotimaasta sekä ulkomailta. Lisäksi opinnäytetyön raportin laadinnassa on käytetty lähteenä tutkimuksia. Lähteitä on etsitty Suomen yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen tietokannoista ja Google Scholaria hyödyntämällä. Lisäksi toimeksiantajalta on saatu hyviä artikkeleita aiheesta. Lähteitä on vertailtu keskenään ja koostettu tämä opinnäytetyö. Työ on vaatinut paljon tiedonhakuja, koska tietoa vitamiineista on monissa lähteissä vähäisesti. Opinnäytetyössä asioissa on pyritty kertomaan laajasti, jotta oppaan lukijan olisi mahdollista perehtyä aiheeseen tarkemmin opinnäytetyön raportin kautta.

Opinnäytetyötä tehdessä on huomioitu hyvä tieteellinen käytäntö ja se noudattaa opinnäytetyön eettisiä ohjeita (Arene s.a.a; Arene s.a.b). Lähteet on merkittynä selkeästi opinnäytetyönraporttiin ja löydettävissä lähdeluettelosta ja näin myös kunnioitus tekstien alkuperäisiä kirjoittajia kohtaan säilyy. Opinnäytetyö on tehty suunnitelmallisesti yhteistyössä ohjaajien ja toimeksiantajan kanssa.

6 PÄÄTÄNTÖ

Hevosten vitamiiniruokinnan virheet johtuvat usein joko liiallisesta vitamiinilisäravinteiden käytöstä tai heikkolaatuisesta rehusta. Paras vitamiinien lähde hevoselle on tuore hyvälaatuinen heinä, jota hevonen saa esimerkiksi laiduntamalla. Normaali hevonen saa hyvälaatuisesta heinästä tarvitsemansa ravintoaineet, eikä ravintolisiä tarvita. Vitamiinilisän tarvetta on hyvä tarkkailla tiineillä ja imettävillä tammoilla, oreilla, varsoilla ja kasvavilla hevosilla sekä kilpahevosilla. Oikein optimoidulla ruokinnalla mahdollistetaan hevoselle entistä parempi suorituskyky ja hyvinvointi. Tämän työn avulla hevosten hyvinvoinnin tasoa pystytään parantamaan vaikuttamalla hevosten ruokinnan onnistumiseen.

Tämän työn vahvuus on vahva teoreettinen tietopohja, joka on esitetty työssä laajasti. Opas on helppo koota opinnäytetyön raportin pohjalta, sillä asiat on esitetty laajasti. Työn heikkouksiksi osoittautui tutkimustiedon vähäisyys. Hevosten vitamiiniruokintaan liittyviä tutkimuksia on tehty vähäisästi ja hevosten vitamiiniruokinnasta on vielä useita kohti selvittämättä.

Opinnäytetyöni tavoitteena oli luoda sisältöä hevosten vitamiiniruokinnan oppaaseen. Mielestäni tämä tavoite on työssä onnistunut sillä teoretietoa vitamiineista on onnituttu keräämään kattavasti. Osaan vitamiineista olisi kuitenkin voinut paneutua vielä syvemmin, mutta totesin teoretiedon olevan liian haasteellista lukijalle ymmärtää, mikäli se esitellään liian syvällisesti. Tämän vuoksi esimerkiksi vitamiinien kemiallinen rakenne on jätetty työn ulkopuolelle.

Aineistoa kerätessä on pohdittu lähteiden luotettavuutta ja pyritty käyttämään kaikista luotettavimpia lähteitä. Opinnäytetyön sisällön luotettavuuteen vaikuttaa englannin kielisten aineistojen kääntämisestä mahdollisesti seuranneet käänkövirheet. Opinnäytetyössä käytetyt lähteet myös joissakin tilanteissa riitelivät keskenään. Näissä tilanteissa työn sisältöön on lisätty tietoa, josta on maininta useammassa lähteessä tai tieteellinen tutkimus taustalla. Hevosilla vitamiinien toimintaa on tutkittu vähäisesti. Monia vitamiineja on tutkittu muilla eläimillä ja tämän jälkeen verrattu hevoseen. Suoraan hevosella tehtyjen tutkimusten vähäisyyden vuoksi opinnäytetyön sisältöä koostettaessa on jouduttu pohtimaan joidenkin tutkimusten soveltuvuutta hevosiin.

Oppaassa olisi kannattavaa käyttää taulukoita ja kuvia, joita on sisällytetty tähän raporttiin, jotta oppaasta saadaan helppolukuisempi. Taulukot ja kuvat sisältävät paljon tietoa, joka vähentää teoretiedon kirjoittamista. Oppaassa olisi kuitenkin hyvä kertoa hieman kaikista aihealueista ja etenkin vitamiinien lähteiden valinnasta. Myös vitamiinien tarpeet olisi hyvä olla selkeästi lyhyesti esillä, jotta kunkin hevosryhmän hevosen omistajan olisi helppo tunnistaa vitamiinien lisääntyneen tarpeen ajankaksot hevosestaan. Oppaaseen ei ole kannattavaa kirjoittaa liian teoreettista tekstiä, jotta oppaasta ei tule liian haastava lukuinen. Oppaassa voisi olla maininta opinnäytetyöstä, josta tietoa löytyy lisää.

Valmiina opas edesauttaa toimeksiantajan neuvojen ja myyjien asiakaspalvelukontakteja. Oppaan avulla tuotteiden neuvonta on helpompaa kun esillä on konkreettista materiaalia, johon tiedon voi

perustaa. Lisäksi opas helpottaa myös tallilla toimivien ihmisten työskentelyä, kun oppaan voi antaa asiakkaalle mukaan. Näin tallilla toimivien henkilöiden on helppo tarkistaa vitamiineihin liittyvät tiedot oppaasta, kuten esimerkiksi vitamiinisuositukset.

Talleille voisi olla tarvetta luoda taulukot, joista selviäisi hevosten ravintoaineiden tarpeet. Näin ruokinnan suunnittelu uudelleen olisi helppoa aina hevosen elämän tilanteen muuttuessakin kun tarvittava tieto löytyisi läheltä. Myös tiivistetyt oppaat muista hevosen ravintoaineista voisi olla talleilla ja hevosten kanssa toimivien ihmisten parissa tarpeen. Oppaita olisi mahdollista luoda esimerkiksi ki-vennäisaineille. Tiedon lisäämiseksi olisi tarpeen tehdä lisää tutkimuksia hevosen vitamiiniruokinnasta, jotta kaikkien vitamiinien ruokintasuositukset ja tarpeet hevosella saataisiin tiedostettua.

Opin opinnäytetyötä tehdessä vitamiinien toiminnasta, hevosten vitamiinin tarpeista suomessa eri hevosryhmillä ja tasapainottamaan hevosen vitamiiniruokinnan. Lisäksi opin hevosten vitamiinin puutos ja liikasaannin oireet. Työ opetti myös vitamiinien vaikutuksista toisiinsa ja hevosen elimistön toiminnasta vitamiinien kanssa. Taitoni toimia hevosten ruokinnan asiantuntujana ovat kehittyneet tämän työn johdosta. Tämä työ lisää mahdollisuuksia toimia tulevaisuudessa hevosten ruokinnan parissa. Työ opetti myös käsittelemään ulkomaalaisia lähteitä sekä taitojani hakea tietoa. Olen kiitollinen toimeksiantajalleni tästä mahdollisuudesta toimia mukana oppaan teossa sekä kaikille heille, jotka ovat toimineet tämän työn parissa ja auttaneet rakentamaan opinnäytetyöstä lopullisen version.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- ARENE s.a.a. Ammattikokeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. [Viitattu 2019-05.07.] Saatavissa: http://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2018/arene_ammattikorkeakoulujen-opinnaytetoiden-eettiset-suositukset.pdf?_t=1526903222
- ARENE s.a.b. Opinnäytetyön eettiset ohjeet. [Viitattu 2019-05-07.] Saatavissa: http://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2018/arene-opinnaytetyoprosessin-eettiset-suositukset_muistilistat-opiskelijalle-ja-ohjaajalle.pdf?_t=1526903222
- ASSENZA, Anna., CAOLA, Giovanni, GRASSO, Fortunata ja PICCIONE, Guiseppe 2004. Daily rhythm of circulating fat soluble vitamin concentration in the horse. [verkkojulkaisu] [Viitattu 2019-03-12.] Saatavissa: <https://jcircadianrhythms.biomedcentral.com/articles/10.1186/1740-3391-2-3>
- AUTIO, Elena 2015. Ravintoaineet ja niiden tehtävät. [verkkojulkaisu]. Suomen Hevostietokeskus. [Viitattu 2019-03-12.] Saatavissa: https://hevostietokeskus.fi/uploads/files/Suomen_Hevostietokeskus_Hevosten_ruokintakoulu_osa-2_A4_15_03_10_net_SUOJATTU.pdf
- AUSTBO, Day 2012a. A-vitamiini. [verkkojulkaisu]. PC-Horse. [Viitattu 2019-03-10.] Saatavissa: <http://pchorse.se/index.php/fi/articles/topics-topics-fi/4160-january-2015-vitamin-a-4>
- AUTSBO, Day 2012b. E-vitamiini ja seleeni suojaavat soluja hapettumisvaurioilta. [verkkojulkaisu]. PC-Horse. [Viitattu 2019-03-10.] Saatavissa: <http://pchorse.se/index.php/fi/articles/topics-topics-fi/4163-oct201490112-3>
- AUTSBO, Day 2014. D-vitamiini. [verkkojulkaisu]. PC-Horse. [Viitattu 2019-03-11.] Saatavissa: <http://pchorse.se/index.php/fi/articles/topics-topics-fi/4162-nov201489566-3>
- AUTSBO, Day 2015a. Kobalamiini, B12-vitamiini. [verkkojulkaisu]. PC-Horse. [Viitattu 2019-03-10.] Saatavissa: <http://pchorse.se/index.php/fi/articles/topics-topics-fi/4149-dec2015-fi>
- AUTSBO, Day 2015b. Pyridoksiini, B6-vitamiini. [verkkojulkaisu]. PC-Horse. [Viitattu 2019-03-10.] Saatavissa: <http://pchorse.se/index.php/fi/articles/topics-topics-fi/4151-oct2015-fi>
- AUTSBO, Day 2015c. Riboflaviini, B2-vitamiini. [verkkojulkaisu]. PC-Horse. [Viitattu 2019-03-10.] Saatavissa: <http://pchorse.se/index.php/fi/articles/topics-topics-fi/4153-aug2015-fi>
- BRIGGS, Karen 2007. Understanding equine nutrition. United States: Blood-horse publications.
- BREIDENBACH, Alexander, HARMEYER, Johein ja SCHLUNBOBM, Christina 1998. Peculiarities of vitamin D and of the calcium and phosphate homeostatic system in horses. [Viitattu 2019-01-31.] Saatavissa: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00902522/document>
- CHIA DE GRACIA s.a. Saako hevosesi riittävästi E-vitamiinia. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-03-13.] Saatavissa: <https://www.chiadegracia.fi/Saako-hevosesi-riittavasti-E-vitamiinia>
- COENEN, Manfred, GEOR, Raymond ja HARRIS, Patricia 2013. Equine applied and clinical nutrition. Elsevier Ltd.
- CUDDEFORD, Derek 2003. Equine nutrition. Iso-Britannia: Bookcraft.
- DAVIES, Zoe 2005. Introduction to horse biology. Australia; Blakwell publishing.
- DIVERS, Thomas, LAHUNTA, Alexander, MOHAMMED, Hussni ja SUMMER, Brian 2007. Vitamin E deficiency and risk of equine motor neuron disease. [Viitattu 2019-01-31.] Saatavissa: <https://actavetscand.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1751-0147-49-17>
- DSM 2016. DSM Vitamin Supplementation Guidelines 2016 for Animal Nutrition. Saatavissa: https://www.dsm.com/markets/anh/en_US/products/products-vitamins/products-vitamins-ovn/horses.html

- DUODECIM TERVEYSKIRJASTO 2015. Antioksidantit. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-02-31.] Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=skr00037
- EUROFINS OY 2019. [haastattelu] 7.4.2019. Haastattelijana Pirje Puumalainen
- EUROFINS OY s.a. Hevosten rehuanalyysit. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-03-01.] Saatavissa: <https://www.eurofins.fi/agro/analyysit/hevosten-rehuanalyysit/>
- FINELLI 2019. Ravintotekijä A-vitamiini RAE. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-05-06.] Saatavissa: <https://fineli.fi/fineli/fi/ravintotekijat/2298>
- FINELLI 2019. Ravintotekijä D-vitamiini. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-05-06.] Saatavissa: <https://fineli.fi/fineli/fi/ravintotekijat/2271>
- HIRVONEN, Päivö, HYYPPÄ, Seppo, JANSSON, Helena, LAINE, Päivi, SAASTAMOINEN, Markku ja TERÄVÄINEN, Hanne 2007. Hevosen ruokinta ja hoito. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- KANE, Ed, NASH Delia ja PAGAN, Joe 2005. Form and source of tocopherol affects vitamin E status in Thoroughbred horses. Equine Nutrition Conerence Hannover 2005, 101-102.
- KENTUCKY EQUINE RESEARCH STAFF 2011. Vitamin K Essential for bone development in horses. [Viitattu 2019-02-22.]
- LILLKVIST, Anneli 2007. Ruokinnalla tuloksiin 4, Pietarsaari; Forsberg Rahkola Oy.
- LUKE s.a. Hevosten vitamiinisuositukset. [Viitattu 2019-03-03.] Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/Rehutaulukot/Ruokintasuositukset/Hevoset/hevosten_vitamiinisuositukset
- MTT s.a. Rehutaulukot. [Viitattu 2019-03-03.] Saatavissa: https://portal.mtt.fi/portal/pls/portal/rehu_mtt.REHU_MTT_VITAMIINI_PACK.report?p_kieli=1
- MÄKINEN, Sanna ja PUUMALAINEN Pirje 2019-04-04a. Kuvakaappaus hevosen ruuansulatuselimistöstä [digikuva]. Sijainti: Konnevesi: Pirje Puumalaisen sähköiset kokoelmat
- MÄKINEN, Sanna ja PUUMALAINEN Pirje 2019-04-04b. Luonnollisten retinoidien muuttuminen ja niiden tehtävät [digikuva]. Sijainti: Konnevesi: Pirje Puumalaisen sähköiset kokoelmat
- NIEMI, Petri 2019. Kehittämistyö. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-05-06.] Saatavissa: <http://www.opilaanohjaus.fi/kehittamistyö.php>
- NURMINEN, Marja-Leena 1997. Vitamiinien ja kivennäisaineiden abc. Juva: Wsoy.
- PARKER, Rick 2013. Equine Science. USA; Cengage learning International Offices.
- PUUMALAINEN, Pirje 2019-04-04. D-vitamiinin muuttuminen hevosen elimistössä [digikuva]. Sijainti: Konnevesi: Pirje Puumalaisen sähköiset kokoelmat
- PEARSON, P.B., SHEYBANI M.K., ja SCHMIDT H. 1994. The vitamin B requirements of the horse. [Viitattu 2019-02-12.] Saatavissa: <http://www.vetnil.com.br/wp-content/uploads/2012/05/the-vitamin-b-requirements-of-the-horse.pdf>
- REHULAKI 2008/86. Annettu Helsingissä 8.2.2008. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080086?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=rehulaki#Lidp446667936>
- RUDRA, M. 1946. Vitamin A in the horse. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 19-02-04.] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1258387/pdf/biochemj00956-0076.pdf>
- SUOMEN HEVOSTIETOKESKUS OY 2016. Hevosten vitamiinilisäruokinta. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-02-13.] Saatavissa: <https://hevostietokeskus.fi/index.php?id=1046&kieli=3>
- SUOMEN HEVOSTIETOKESKUS OY 2017. Kivennäis-, hivenaine- ja vitamiinivalmisteet. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2019-03-01.] Saatavissa: <https://hevostietokeskus.fi/index.php?id=825&kieli=3>

SUOMEN HEVOSTIETOKESKUS RY s.a. Rehunäytteiden otto ja rehuanalyysin tulkinta. [verkkójulkaisu]. [Viitattu: 2019-03-01.] Saatavissa: https://hevostietokeskus.fi/uploads/files/OHJE_E_Rehunaytteiden_otto_ja_rehuanalyysin_tulkinta.pdf

SVARTSJÖ, Minna 2012. Lannehalvaus. SKHL 2012 (5), 6-8. [Viitattu 2019-22-03.] Saatavissa: <https://www.shkl.net/wp-content/uploads/2016/06/Lannehalvaus.pdf>

TIETEEN TERMIPANKKI s.a. [verkkójulkaisu]. [Viitattu 2019-05-07.] Saatavissa: http://tieteen-termipankki.fi/wiki/Mikrobiologia:in_vitro

TURUNEN, Heta 2016. Kaikki hevoset tarvitsevat E-vitamiinia. [verkkójulkaisu]. Hevosesi hyväksi. [Viitattu 2019-03-13.] Saatavissa: <http://hevosesihyvaksi.fi/tietoiskut/kaikki-hevoset-tarvitsevat-e-vitamiinia>

VETCARE 2019. Luonnollinen E-vitamiini. [verkkójulkaisu]. [Viitattu 2019-03-13.] Saatavissa: <http://hevosesihyvaksi.fi/tietoiskut/luonnollinen-e-vitamiini>

WALDRIDGE, Bryan 2017. Nutritional management of equine diseases and special cases. Versailles: Wiley Blackwell.

WINTHER, K., KHARAZMI, A., HANSEN, A.S.V., ja FALK-RONNE, J. 2010. A randomised placebo controlled double blind study on the effect of subspecies of rose hip (*Rosa canina*) on the immune system, working capacity and behaviour of horses. The impact of nutrition on the health and welfare of horses, 283-287.

LIITE 1: TAULUKKO VITAMIINIEN TEHTÄVISTÄ JA LÄHTEISTÄ

Vitamiinien tehtävät ja lähteet	Tehtävät	Lähteet
A-vitamiini	Progesteronin erity Ovulaatio Alkion kiinnittyminen Tiineyden ylläpito Limakalvojen ja hengitysteiden suojaus Ihon, karvan ja kavioiden kunto Luun kasvun turvaaminen Vasta-aineiden tuotanto Solujen erilaistuminen Näkö	Laidunruoho Karkearehut Porkkana Kalanmaksaöljy Väki- ja täysrehut
D-vitamiini	Kalsiumin aineenvaihdunta Luun ja hampaiden muodostus Solukasvu ja erilaistuminen Solujen proteiini synteesi Kivennäisten pidättyminen luustoon ja hyväksikäyttö Kilpirauhasen terveys Lihasten toiminta Veren hyytyminen Vastustuskyky	Auringon uv-säteily Aurinkokuivattu heinä Sinimailanen Kalaöljy
E-vitamiini	Antioksidantti Solujen hyvinvointi ja suojaus Soluhengitys Punasolujen säilytys Verisuonten kunto A-vitamiinin imeytyminen ja varastoituminen DNA-synteesi Immuunijärjestelmän toiminta Hormonien tuotanto Lihaskudoksen kunto Energian tuotanto	Tuoreet nurmirehut Säilörehu Aikaisin korjatut nurmirehut Viljat
K-vitamiini	Luun muodostus Aineenvaihdunta Elektronien siirtäminen Auttaa vapaiden radikaalien puolustamisessa Veren hyytyminen Proteiinien aktivointi Verisuonien kunto	Laidunruoho Tuoreet nurmirehut
B-vitamiini	Energian tuotanto Hermoston toiminta Sydämen toiminta Lihasten toiminta Proteiinisynteesi Ruuansulatuksen toiminta Kavion ja karvan kunto Biomekaanisten reittien ylläpito Kasvu Limakalvojen kunto Hapetus-pelkistys reaktiot Verenkierron toiminta Aineenvaihdunta Entsyymireaktiot Foolihapon tuotanto	Suoliston pieneliöstö Vilja Lehtevät nurmirehut Vehnälese Hiiva Palkokasvit Pellavansiemenet Maitojauhe (B12) Merilevä (B12)
C-vitamiini	Antioksidantti Aineenvaihdunta E-vitamiinin avustaminen Rasvojen, proteiinien ja solukalvojen suojaus Kollageenin muodostus Raudan imeytyminen Sidekudosten muodostus Elimistön kemialliset reaktiot Luun ja hampaiden muodostus Aminohappojen ja adrenaliinin muodostus Vastustuskyky	Laidunruoho Ruusunmarja

LIITE 2: TAULUKKO VITAMIINIEN PUUTOS- JA LIIKASAANNIN OIREISTA

Vitamiinien puutos- ja liikasaannin oireet	Puutosoireet	Liikasaannin oireet
A-vitamiini	Ihon, karvapeitteen ja kavioiden kunnon heikentyminen Pica-oireet Limakalvojen kunnon heikkeneminen Alttius tartuntataudeille Suolistosairaudet, -häiriöt Ruokahalun heikentyminen Painon putoaminen Hidastunut kasvu Sylkirauhasten paiseet Kyynelehtiminen Hämäräsokeus Silmien kuivuus ja arkuus Sydämen tiheälyöntisyys Anemia Luomisriski Lisääntymishäiriöt Vähentynyt maidontuotanto Sikiön epämuodostumat Varsoilla ripuli ja luuston kasvun häiriintyminen	Myrkytys vaara! Kaljuuntunut iho Kuiva iho Ruokahaluttomuus Painon putoaminen Karvan lähtö Sikiön epämuodostumat ja kehityshäiriöt Luiden hauraus Sydämen tiheälyöntisyyttä Veren hyytymisen heikentyminen Rasvaliukoisten vitamiinien toiminnan häiriintyminen Kitukasvuisuus Näön heikentyminen
D-vitamiini	Luutumisoongelmat Luuston heikkeneminen Nivelten turpoaminen ja arkuus Selkäkivut Ruokahalun heikkeneminen Hidastunut kasvu	Myrkytys vaara! Ruokahalun heikkeneminen Karvan kunnon heikkeneminen Painon tippuminen Väsymys Heikkous Lisääntynyt juonti ja virtsaaminen Ripuli Kasvun ongelmat Hidastunut kasvu Elimistön kalkkeumat Anemia
E-vitamiini	Lihasvauriot Suorituskyvyn heikentyminen Ihonalainen turvotus Hedelmättömyys Kielen turvotus Rasvakudoksien tulehtumien Vastustuskyvyn heikentyminen Varsoilla lihasten epämuodostumat Hidastunut kasvu Hermoston ongelmat Sydänviat Lannehalvaus Lihasten arkuus Jäykkyys Motoneuroni sairaudet Maksan rappeuma	Ei vaarallista yliannosteltuna Rasvaliukoisten vitamiinien toiminnan häiriintyminen
K-vitamiini	Luun heikentyminen Veren hyytymisen heikentyminen Epäsäännöllinen syke Alakuloisuus Heikkous	Myrkytys vaara! Munuaisten pettäminen Virtsakivet Verivirtsaisuus Typpiverisyys

B-vitamiini	Ihon ja karvan huono kunto Ihotulehdukset Limakalvojen kuivuminen Ruokahaluttomuus Painon aleneminen Ripuli Ummetus Anoreksia Kunnan heikkeneminen Hermoston ongelmat Energian tuotannon väheneminen Väsymys Kasvu häiriöt Rehunhyväksikäytön ongelmat Lihasten maitohappo Krampit Sydämen epäsäännöllinen syke Veren muutokset Anemia Kasvun hidastuminen Kylmät korvat, kaviot ja lihakset Ataksia	Pulssin hidastuminen Rauhallisuus Hermoston ongelmat Plasman kolesterolin aleneminen
C-vitamiini	Väsymys Suorituskyvyn heikentyminen Ruokahalun heikentyminen Sieraimen verenvuodot Vastustuskyvyn heikentyminen Karvan kunnon heikentyminen Sydämen tiheälyöntisyys Keripukki	Ripuli Ruuansulatuskanavan ärsytys