
KESTÄVÄT JALAT – KETTUJEN JALKATERVEYDEN KEHITYSHANKE

Raportti nro 1

Hannu T. Korhonen¹, Eeva Ojala⁴, Anna-Maria Moisander-Jylhä⁵, Riitta Kempe³, Juhani Sepponen², Essi Tuomola⁵, Anu Lappalainen⁶, Jussi Peura⁵

¹Luonnonvarakeskus, Luke; Silmäjärventie 2, 69100 Kannus, ²Halolantie 31 A, 71750 Maaninka, ³Jokioinen, 31600

⁴Tutkimustila Luova Oy, 69100 Kannus

⁵STKL, PL 5 01601 Vantaa

⁶Helsingin yliopisto



Kannus 11.4.2017

Hankenumero: 41007-00076500

Rahoitus: MMM, STKL, Luke

Koe-eläinlupa: ESAVI/6937/04.10.07/2016

Tiivistelmä

Kenttäkoe tehtiin Kannuksessa tutkimustila Luova Oy:llä heinä-joulukuu 2016. Kokeessa oli kaksi koeryhmää: (1) Vapaa ruokinta; normaali tarharuokinta, vapaasti ruokahalun mukaan; (2) Rajoitettu ruokinta vieroituksesta syyskuun loppupuolelle (22.9.); eläimen kuntoluokka pyrittiin pitämään ”sopivan hoikkana” (40% rajoitus), jonka jälkeen eläimet ruokittiin vapaasti normaalin tarharuokinnan mukaisesti nahkontaan saakka. Kokeessa oli 100 eläintä per ryhmä; 2 eläintä per häkki (uros + naaras). Rehunkulutusta seurattiin päivittäin, tehtiin rehuanalyysit (energia, ravintoaineet; Ca, P, K, Mn, Na, Fe, Cu, Zn, Mg; A, D, E ja C-vitamiinit; aminohapot). Eläimet punnittiin kahden viikon välein. Jalkojen taipuneisuus, kääntyneisyys, liikkumisvaikeudet, kinnerkulma, patella luksaatio, kuntoluokka sekä kävely- ja tikkutestireaktiot arvioitiin kokeen aikana. Nahkonnan yhteydessä mitattiin ruhon pituus sekä kaulan ja niskan ympärysmitta. Ruhot avattiin ja niistä punnittiin maksa, sydän, perna, kateenkorva, munuaiset sekä vasen ja oikea lisämunuainen. Tulokset osoittivat, että rajoitettu ryhmä jäi painossa jo kokeen alkuvaiheessa selvästi jälkeen vapaasti ruokitusta. Keskimääräinen painoero ryhmien välillä ennen rajoitetun ruokinnan muuttamista vapaalle oli noin 2 kg ($P < 0.001$). Rajoitetun ryhmän siirryttyä vapaalle ruokinnalle tilanne alkoi osin muuttua. Entinen rajoitettu ryhmä söi nyt paremmin kuin vapaa. Samoin niiden painon kehityksessä oli nähtävissä kompensatorista kasvua eli ne saivat osittain painoeroa kiinni. Rajoitetut jäivät kuitenkin loppupainossa, pituudessa ja vyötärön ympärysmittassa jälkeen vapaalla ruokituista ($P < 0.01$). Sekä ruokinta että eläimen loppupaino vaikuttivat jalkojen taipuneisuuteen. Isoilla ja vapaasti ruokituilla ketuilla oli eniten taipuneisuutta. Etujalan kääntyneisyys ja liikkumisvaikeudet olivat vähäisiä. Alusta alkaen vapaalla ruokitut olivat passiivisempia ja käyttivät hyllyä selvästi vähemmän. Ero oli erittäin selvä naarailla. Liiallinen ruokinta näyttää siten vähentävän hyllyn virikearvoa ja voi heikentää hyvinvointia. Vitamiini-, kivennäis- ja aminohappoanalyysit eivät paljastaneet mitään hälyttävää niiden saannin osalta. Nahanlaatu oli parempi vapaalla ruokinnalla. Eläimen pituus ja paino korreloi nahan laadun kanssa eli laatu parempi isokokoisilla ketuilla. Nahan laatu ei korreloinut jalkojen taipuneisuuden, kääntyneisyyden eikä liikkumisvaikeuksien kanssa. Vapaasti ruokituilla oli suuremmat oikeanpuoleiset lisämunuaiset. Viittaa ruokinnalliseen stressiin. Kateenkorva oli suurempi vapaasti ruokituilla, mikä kertoo myöhäisemmästä sukukypsyys saavuttamisesta. Toisaalta suurempi kateenkorva voi olla elimistön puolustusmekanismin hyvän toimivuuden kannalta myönteinen asia. Mikä heijastelee pitkäaikaista stressiä. Lisämunuaisten paino ei korreloinut jalan kuntomuuttujien kanssa, mikä viittaa siihen ettei jalkojen kunto/taipuneisuus aiheuttanut stressiä eläimille. Yleisenä johtopäätöksenä voidaan sanoa, että pitkäaikainen liiallinen ruokinta on stressaavaa ja voi aiheuttaa jalkojen taipuneisuutta ja yleisen hyvinvoinnin heikkenemistä.

Avainsanat: Sinikettu, jalkaterveys, hyvinvointi, ruokinnan voimakkuus

1.Johdanto

Tutkimuksen lähtökohta

- Jalkakestävyys on eläinten hyvinvoinnin ja terveyden keskeinen tekijä. Kotieläintuotannossa jalostusohjelman painopisteet ovat usein taloudellisesti tärkeissä tuotanto-ominaisuuksissa jolloin on olemassa riski, että jalkaominaisuuksissa tapahtuu heikentymistä.
- Eläimen ennenaikainen poistaminen aiheuttaa turhia kustannuksia eläimen tuotantoajan lyhenemisenä sekä korvaavien eläinten uudistuskustannuksina. Jalkaongelmat myös heikentävät eläimen hyvinvointia.
- Tämä hanke tutkii monipuolisesti kivun ja jalka-asentojen yhteyttä, jalkakestävyyden perinnöllistä taustaa, kehittää käytännönläheisiä geneettisiä työkaluja sekä kehittää käytännön rakennearvostelua tarhatuilla ketuilla.

Tutkimuksen tavoitteet

- Tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tieteellisesti tutkittua tietoa kettujen jalkarakenteesta ja niissä esiintyvistä virheasunnoista sekä virheasentojen taustalla olevista syvemmistä syistä
- Kartoittaa mahdollisia ruokinnallisia tekijöitä, joilla jalkaterveyttä voitaisiin parantaa
- Kehittää jalkaterveyden arviointimenetelmiä



Kuva varjotalon sisältä kokeesta 2016.

2. Aineisto ja menetelmät

Koeryhmät

- Kenttäkoe tehtiin tutkimustila Luova Oy:llä Kannuksessa heinä-joulukuussa 2016: kokeessa oli kaksi koeryhmää
- (1) Vapaa ruokinta (normaali tarharuokinta: vapaasti ruokahalun mukaan, kontrolli)
- (2) Rajoitettu ruokinta vieroituksesta syyskuun loppupuolelle niin, että eläimen kuntoluokka BCS olisi tavoitteellisesti 2-3="sopivan hoikka" (40% rajoitus), jonka jälkeen eläimet ruokittiin vapaasti normaalin tarharuokinnan mukaisesti nahkontaan saakka. Kokeessa oli 100 eläintä per ryhmä; 2 eläintä per häkki (uros + naaras).

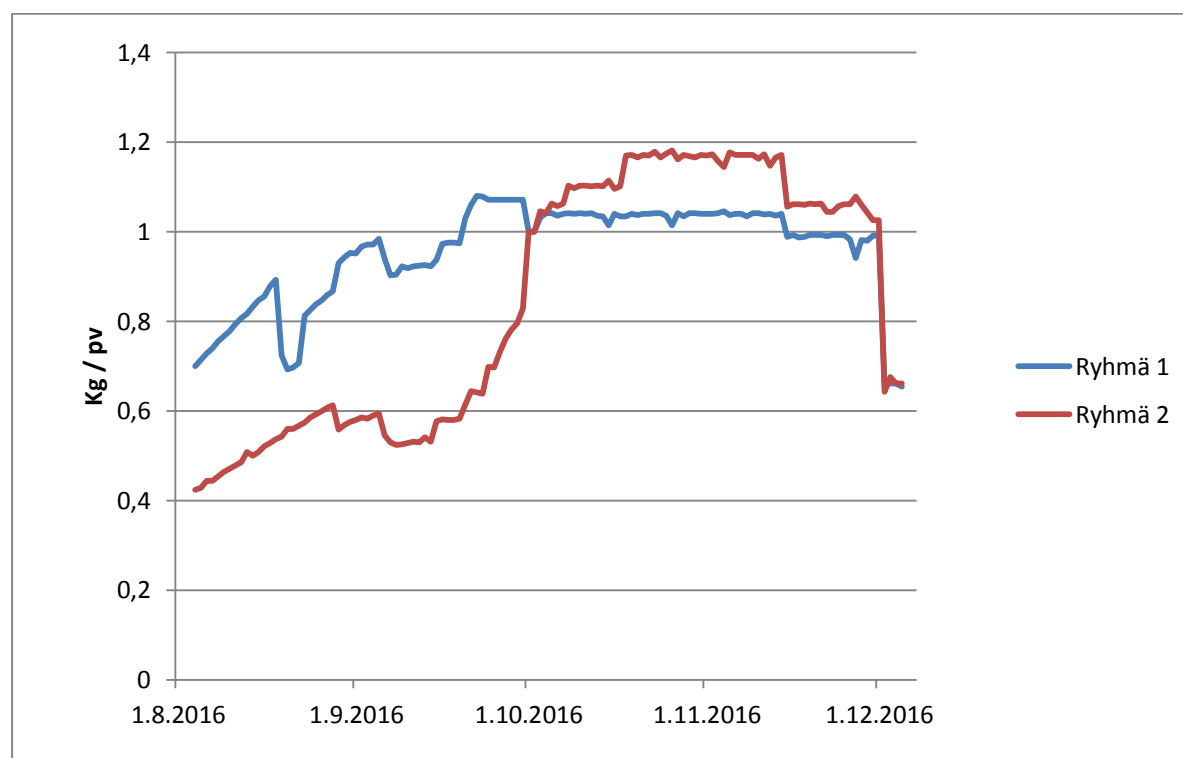
Taulukko 1. Raaka-aineet (kg ja %) kasvatuskauden rehussa. Kalajoen jäähdyttämö Oy.

Feedex Ohra	550	8,5
S-Rehu Taru hiven	200	3,1
Valk.tiiviste FEEDEX 65	100	1,6
Lihaluujauho	400	6,2
Silakka/muikku	600	9,3
Lohiperkeet	1400	21,5
Keittopuuro	800	12,4
Ketturasva	100	1,6
Vesi	100	1,6
Happokana	2200	34,1
Metioniini	8	0,1
Yhteensä	6458	100

Taulukko 2. Rehun kemiallinen koostumus (kasvatuskausi 2016). Kts. ryhmäkohtaiset tarkemmat tiedot liitekuvasta 3.

	Näytteessä	Kuiva-aineessa	% of ME
pH	5.3		
Kuiva-aine	42.1%		
Tuhka	4.5%	10.6%	
Raakavalkuainen	14.1%	33.4%	27.6%
Raaka-rasva	12.9%	30.7%	60.2%
Raakahiilihydraatti	10.6%	25.3%	12.2%
ME	7.7 MJ/kg	18.3 MJ/kg	
Sulava valkuainen	14.7 g/MJ		

Rehunkulutuksen seuranta tehtiin päivittäin (farm planner), rehusta analysoitiin energia, ravintoaineet; Ca,P, Ka, Mn, Na, Fe,Cu, Zn, Mg; A, D, E ja C-vitamiinit; aminohapot (Fin Furlab Oy, Vaasa). Kts. tarkemmin liitekuvat 3-6.



Kuva. Koeryhmien rehunkulutus. R1=vapaa ruokinta, R2=rajoitettu ruokinta.

Koeaikataulu 2016

Koe toteutettiin oheisen aikataulun mukaan:

- 29.7. Lähtöpainot
- 3.8. Jalkojen asento, jalkojen kääntyneisyys, liikkumisvaikeudet
- 4.8. Tikkutesti, kävelytesti
- 10.8. Patella luksaatio, kinnerkulma
- 11.8. Punnitus
- 25.8. Punnitus
- 8.9. Punnitus, kuntoluokka
- 19.9. Tikkutesti, kävelytesti
- 21.9. Patella luksaatio, kinnerkulma
- 21.9. Taipuneisuus, jalkojen kääntyneisyys, liikkumisvaikeudet
- 22.9. Punnitus, kuntoluokka
- 22.9. Molemmat ryhmät vapaalle ruokinnalle
- 6.10. Punnitus, kuntoluokka , kävelytesti, tikkutesti
- 20.10. Punnitus, kuntoluokka
- 24.10. Kävelytesti
- 31.10. Kävelytesti
- 3.11. Punnitus, kuntoluokka
- 7.11. Kävelytesti, tikkutesti
- 14.11. Kävelytesti
- 17.11. Punnitus, kuntoluokka
- 21.11. Tikkutesti, kävelytesti
- 29.11. Patella luksaatio
- 30.11. Kävelytesti, tikkutesti
- 5.12. Taipuneisuus, jalkojen kääntyneisyys, liikkumisvaikeudet
- 7.-8.12. Nahkonta, elinten preparointi, röntgenruhot pakkaseen

Rakenne- ja liikunta-arvostelu

- Etujalkojen asento (perustuu artikkeliin: Kempe ym. 2010)
- Etujalkojen kääntyneisyys sivuille (asteikko kehitetty hankkeen aikana/koira)
- Liikunnan arviointi (käytettiin WelFur asteikkoa)
- Patella-luksaation arviointi (käytetään pääosin koirilla kehitettyä asteikkoa)
- Kinnerkulman arviointi (asteikko kehitetty hankkeen aikana/koira)

Etujalkojen taipuneisuus



1= erinomainen 2= hyvä 3= riittävä 4= huono 5= erittäin huono

Taipuneisuuden arviointi perustuu artikkeliin: Kempe ym. (2010) The genetics and body condition and leg weakness in the blue fox (*Alopex lagopus*). Acta Agric. Scand. 60: 141-150.

Kuntoluokitus

- Kuntoluokitus (BCS) perustuu artikkeliin: Kempe ym. (2009) Body condition scoring method for blue fox (*Alopex lagopus*). Acta Agric. Scand. 59:85-92. Asteikko 1-5 (kts. alla oleva kuva)



1. Erittäin laiha

Yleisvaikutelma eläimestä on laiha. Kylkiluut tuntuvat helposti eikä niiden päällä ole käsin tuntuva rasvakerros. Lavan ja lantion luut erottuvat selvästi ja olemus on luinen. Lievää lihasten surkastumista. Vatsalinja vetäytyy ylös.



2. Laiha

Yleisvaikutelma eläimestä on hoikka. Kylkiluut, lavat ja lantio tuntuvat helposti ja niiden päällä on ohut rasvakerros. Vatsalinja vetäytyy ylös.



3. Normaali

Yleisvaikutelma eläimestä on sopusuhtainen. Kylkiluut, lavat ja lantio tuntuvat helposti selvän rasvakerroksen alta. Vatsalinja on suora.



4. Lihava

Yleisvaikutelma eläimestä on lihava. Kylkiluita on vaikea tuntea rasvakerroksen alta. Lapojen ja lantion alueella on selvä rasvakerros. Vyötärön seutu on pyöristynyt ja vatsassa selvä rasvakerros.



5. Erittäin lihava

Yleisvaikutelma eläimestä on erittäin lihava ja rasvakudos muodostaa "rasvamakkaroita". Kylkiluut eivät tunnu paksun rasvakerroksen alta. Vatsan alue on pullistunut. Lapojen ja lantion alueella on paksu rasvakerros. Selvä rasvakerros myös jaloissa ja naamassa.

Etujalkojen kääntyneisyys

- Peruskysymys: missä vaiheessa etujalat alkavat kääntyä ulospäin/sivuille?(kts. alla oleva kuva)
- Asteikko: 0=ei kääntyneisyyttä
- 1= lievä kääntyneisyys , $0-45^{\circ}$
- 2=voimakas kääntyneisyys, $>45^{\circ}$



Liikkumisvaikeudet

Arvioitu seuraavasti:

- **0=EI liikkumisvaikeuksia:** kettu liikkuu häkissä aktiivisesti, hyppää hyllylle vaikeuksitta ja käyttää kaikkia neljää jalkaansa tasapuolisesti liikkuessaan
- **1=Lieviä liikkumisvaikeuksia:** kettu liikkuu häkissä, mutta liikkuminen on hieman vaivalloista ja/tai kettu ei käytä kaikkia neljää jalkaansa tasapuolisesti liikkumiseen
- **2=Merkittäviä liikkumisvaikeuksia:** häiritessäkin kettu pysyttelee enimmäkseen istumassa tai makuulla häkissä. Ketun liikkuminen on selkeästi vaivalloista ja/tai kettu ei käytä kaikkia jalkojaan liikkuessaan
- **3=kettu ei liiku edes häiritessä:** tähän luokkaan ei liikutella kettuja, jotka eivät liiku selkeän puolustautumisen ja/tai kontaktin välttämisyrittelyn takia

Käyttäytymistestit

- Kävelytesti: havainnoitsija kävelee varjotalon päästä päähän. Kirjataan käyttäytyminen: 1=istuu, 2=seisoo, 3=liikkuu, 4=makaa/nukkuu, 5=hyllyllä
- Tikkutesti: havainnoitsija työntää tikun 30 cm häkin etuverkon läpi, ketun silmien korkeudella, 10 sek tarkkailu. Kirjataan käyttäytyminen: 0=kettu

tutkii/ koskettaa tikkua. 1=kettu ei kosketa tikkua, vaan pysyy liikkumattomana, nukkuu tai ei muuten reagoi tikkuun. 2=kettu hyökkää tikkua kohti ja/tai puree sitä aggressiivisesti 3=kettu vetäytyy/pakenee, 4=utelias tikku kohti, mutta pysyy paikallaan



Patella luksaatio (polvilumpion sijoiltaanmeno)

- 0= patella ei luksoi kumpaankaan suuntaan, on paikoillaan telaurassa
- 1= lievä luksaatio, luksoi vain manipuloimalla ja palautuu välittömästi
- 2= patella luksoi voimakkaasti jommallekummalle puolelle, voi vaatia manipulaatiota paikoilleen palautumiseen, tai on kokonaan poissa telaurasta (jälkimmäisiä ei aineistossa ollut)

Patellat tutkittiin siten, että ketulla ei ole ollut painoa jalalla, mutta jalkaa on koukistettu normaaliin asentoon luksaatioasteen arvioimiseksi.

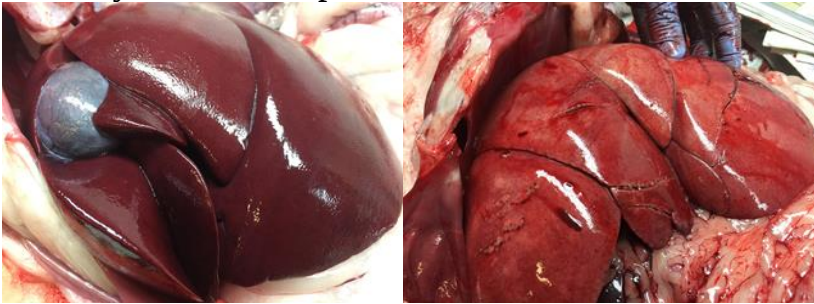
Kinnerkulma

- Arvioitiin seuraavasti:
- 0= hyvä kulma, ”tylppä kulma”, yli 90°
- 1= hieman vino, n. 90° (L)
- 2= reilusti vino, paha kulmautuneisuus, $\leq 45^{\circ}$

Nahkonta ja obduktiot

- Ennen nahkontaa eläimen pituus sekä vyötärön ja niskan ympärys mitattiin.
- 60 ruhoa valittiin CT-kuvauksiin (HY). Ne pakastettiin.

- Nahkonnan jälkeen ruhoista preparointiin ja punnittiin seuraavat elimet: sydän, maksa, perna, kateenkorva, munuaiset, vasen ja oikea lisämunuainen



Kuva: yllä vasemmalla terve ja oikealla voimakkaasti rasvoittunut maksa.

Alla ruhon pituuden mittaaminen.



Tilastolliset menetelmät

Tilastolliset analyysit tehtiin SAS 9.4 –tilasto-ohjelmalla. Jatkuvien muuttujien (eläinten painot, pituus, vyötärö ja niska ja jalkojen asento) analysoinnissa käytettiin lineaarista sekamallia (linear mixed model). Kiinteinä tekijöinä oli

käsittely ja sukupuoli. Koska eläimiä kasvatettiin pareittain, satunnaistekijänä oli häkin vaikutus käsittelyssä. Malli on muotoa:

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + v_j + \varsigma_{ij} + \rho_{k(i)} + \varepsilon_{ijkl}$$

jossa μ on yleiskeskisarvo, τ_i on käsittelyn i (ad libitum, rajoitettu ruokinta) vaikutus, v_j on sukupuolen j (uros, naaras) vaikutus, ς_{ij} on käsittelyn ja sukupuolen yhdysvaikutus, $\rho_{k(i)}$ on häkin k vaikutus käsittelyssä i ja ε_{ijkl} on jäännösvirhe.

Preparoidut eläimet olivat peräisin eri häkeistä, joten sisäelinten painojen analysoinnissa satunnaistekijä jätettiin pois ja kovariaattina käytettiin eläinten nahkontapainoa. Malli on muotoa:

$$y_{ijl} = \mu + \alpha + \tau_i + v_j + \varsigma_{ij} + \varepsilon_{ijl}$$

jossa α on eläinten nahkontapaino. Parittaisvertailut tehtiin Tukeyn testillä. Tilastollisesti merkitseväenä erona pidettiin viiden prosentin riskirajaa. Luokkamuuttujat analysoitiin Fisherin tarkalla testillä. Järjestysasteikollisten ja suhdeasteikollisten muuttujien välisiä suhteita tarkasteltiin Spearmanin korrelaatiokertoimen avulla.

Eläinten painon, kuntoluokan, jalkojen taipuneisuuden ja polvilumpion luksaation vaikutusta hyllyn käyttöön analysoitiin logistisella regressiolla

$$\log(p/(1-p)) = \alpha + \beta X$$

-jossa p on hyllyä käyttäneiden eläinten osuus kävelytestissä, α on vakiotermi, X on selittävä muuttuja ja β on regressiokerroin

3. Tulokset

Taulukko 3. Kettujen painot (kg) ja kuntoluokka (BCS) . Ad Lib= vapaa ruokinta, Rajoit.=rajoitettu ruokinta. Merkitsevyys P₁: ryhmien välillä; P₂: sukupuolten välillä; ns=ei merkitsevää eroa. Standard deviation (SD) suluissa. Kts. myös liitekuvasta 1 **kasvukäyrät**.

Muuttuja	Ad Lib ♂	Rajoit. ♂	Ad Lib ♀	Rajoit. ♀	P ₁	P ₂
Paino: Heinä 29	2,94	2,96	2,89	2,90	ns	ns
	(0,37)	(0,31)	(0,35)	(0,32)		
Elo 11	4,88	4,30	4,62	3,96	<0.001	<0.001
	(0,59)	(0,44)	(0,54)	(0,41)		
Elo 25	6,74	6,10	6,46	5,35	<0.001	<0.001
	(0,86)	(0,68)	(0,79)	(0,57)		
Syys 8	8,85	7,47	8,34	6,57	<0.001	<0.001
	(1,14)	(0,71)	(0,91)	(0,58)		
Syys 22	10,62	8,60	9,96	7,72	<0.001	<0.001
	(1,20)	(0,66)	(1,00)	(0,51)		
Loka 6	13,00	11,1	11,87	9,69	<0.001	<0.001
	(1,41)	(0,79)	(1,16)	(0,67)		
Loka 20	14,76	13,67	13,59	11,85	<0.001	<0.001
	(1,78)	(0,91)	(1,34)	(0,76)		
Marras 3	16,73	15,84	15,13	13,59	<0.001	<0.001
	(1,77)	(1,20)	(1,52)	(1,07)		
Marras 17	18,33	17,46	16,55	14,99	<0.001	<0.001
	(2,03)	(1,57)	(1,76)	(1,27)		
Joulu 8	18,85	17,64	17,00	15,23	<0.001	<0.001
	(2,36)	(2,01)	(2,19)	(1,60)		
BCS: Elo 8	2,82	2,04	2,84	1,90	<0.001	<0.001
	(0,38)	(0,36)	(0,28)	(0,36)		
Syys 22	2,98	2,57	3,00	2,32	<0.001	<0.001
	(0,24)	(0,49)	(0)	(0,46)		
Loka 6	3,08	2,98	3,10	2,98	<0.01	ns
	(0,33)	(0,14)	(0,33)	(0,14)		
Loka 20	3,62	3,06	3,62	3,00	<0.01	ns
	(0,48)	(0,23)	(0,48)	(0)		
Marras 3	3,84	3,61	3,74	3,40	<0.01	ns
	(0,36)	(0,48)	(0,43)	(0,49)		
Marras 17	4,18	4,06	4,16	3,86	<0.01	ns
	(0,52)	(0,31)	(0,57)	(0,34)		

Taulukko 4. Etujalan taipuneisuus. Asteikko: 1= erinomainen, 2=hyvä, 3=riittävä, 4=huono, 5=erittäin huono; ns =ei merkitsevä ero.

	1	2	3	4	5	P
Elokuu 3						
Urokset: R1	16	26	8	0	0	ns
R2	13	27	10	0	0	
Naaraat: R1	19	22	9	0	0	0.075
R2	13	33	4	0	0	
Syyskuu 21						
Urokset: R1	2	8	28	11	1	<0.001
R2	0	31	16	2	0	
Naaraat: R1	4	17	23	6	0	< 0.001
R2	19	23	7	0	0	
Joulukuu 5						
Urokset: R1	0	1	2	13	33	ns
R2	0	1	2	18	28	
Naaraat: R1	1	0	1	4	24	<0.01
R2	0	6	13	23	7	

Taulukko 5. Patella luksaatio ja kinnerkulma (N). Ad Lib= vapaa ruokinta, Rajoit.=rajoitettu ruokinta. Merkitsevyys P₁: ryhmien välillä; P₂: sukupuolten välillä ns=ei merkitsevä ero.

Muuttuja	Ad Lib ♂	Rajoit. ♂	Ad Lib ♀	Rajoit. ♀	P ₁	P ₂
Elokuu 10						
Patella 0	35	30	33	29	ns	ns
1	13	18	15	15		
2	2	2	2	6		
Kinner 0	5	3	5	7	ns	ns
1	38	32	40	33		
2	7	15	5	10		
Syyskuu 21						
Patella 0	37	36	37	35	ns	ns
1	2	5	4	6		
2	11	8	9	8		

Kinner	0	6	7	6	15	<0.001	<0.001
	1	32	38	33	33		
	2	12	4	11	1		
Marraskuu 29							
Patella	0	28	29	23	25	ns	ns
	1	4	5	6	3		
	2	17	15	21	21		

Taulukko 6. Kävelytestin tulokset (N). 1=istuu, 2=seisoo, 3=liikkuu, 4=makaa, 5= hyllyllä.
R1=Ad Lib; R2=Rajoit. ns=ei merkitsevä ero. P_1 : ryhmien välillä; P_2 =urosten välillä;
 P_3 =naaraiden välillä.

		1	2	3	4	5	P_1	P_2	P_3
Elo 4	R1	22	0	30	36	11	<0.01	0.05	<0.01
	R2	35	4	16	23	22			
Syys 19	R1	12	8	29	17	34	ns	ns	ns
	R2	11	3	24	10	50			
Loka 6	R1	20	13	24	20	23	<0.001	0.05	<0.01
	R2	9	9	25	5	49			
Loka 20	R1	32	9	15	22	22	<0.001	ns	0.05
	R2	14	7	24	10	43			
Loka 24	R1	40	14	6	20	20	<0.001	<0.05	<0.001
	R2	20	9	14	13	42			
Loka 31	R1	31	27	12	13	17	<0.001	ns	<0.001
	R2	14	16	23	8	37			
Marras 7	R1	35	38	7	4	15	<0.001	<0.001	<0.001
	R2	21	21	12	7	37			
Marras 14	R1	32	30	10	13	14	<0.01	ns	< 0.001
	R2	28	12	15	14	29			
Marras 21	R1	36	25	11	15	12	<0.01	ns	0.06
	R2	34	14	20	5	25			
Marras 30	R1	38	29	9	17	5	<0.01	ns	ns
	R2	27	26	15	10	20			

Taulukko 7. Hyllynkäyttö (%). Ryhmä 1= Ad Lib; Ryhmä 2=Rajoit. Kts. myös **liitekuva 2:** hyllynkäytön ja painon välinen riippuvuus.

	04.08.	19.09.	06.10.	20.10.	24.10.	31.10.	07.11.	14.11.	21.11.	30.11.
Ryhmä 1	11	34	23	22	20	17	15	14	11	5
Urokset	14	30	10 **	20	12	10	6 *	6 *	8	4
Naaraat	8	38	36 **	24	28	24	24 *	22 *	16	6
Ryhmä 2	22	49	51	44	43	38	38	30	26	20
Urokset	18	43	31 ***	27 **	20 ***	22 **	16 ***	10 ***	14 *	14
Naaraat	26	55	71 ***	61 **	65 ***	53 **	59 ***	49 ***	37 *	26
P (ryhmä)	0,0556	0,0431	<0.0001	0,0014	0,0007	0,0013	0,0004	0,0098	0,0182	0,0022
* < 0.05, ** < 0.01, *** < 0.001 ryhmän sisällä										

Taulukko 8. Tikkutestin tulokset. 0= lähestyy tikkua, nuuskii/tutkii tikkua (luottavainen) 1=ei reaktiota (passiivinen), 2=hyökkää (aggressiivinen), 3=pakenee (pelokas), 4=utelias, ei lähesty. R1=Ad Lib, R2=Rajoit. ns=ei merkitsevää eroa. P_1 : ryhmien välillä; P_2 = urosten välillä; P_3 =naaraiden välillä.

		0	1	2	3	4	P_1	P_2	P_3
Elo 4	R1	5	56	18	11	10	<0.001	<0.05	0.06
	R2	4	31	43	7	15			
Syys 19	R1	24	37	3	35	1	<0.05	ns	<0.01
	R2	43	20	2	32	1			
Loka 6	R1	43	32	6	19	0	ns	ns	ns
	R2	51	23	2	22	0			
Marras 7	R1	35	35	2	17	10	ns	ns	ns
	R2	40	24	0	11	23			
Marras 30	R1	36	24	0	21	17	ns	ns	ns
	R2	43	26	0	13	26			

Taulukko 9. Elinten painot, g (keskiarvo, SD suluissa). Ad Lib= vapaa ruokinta, Rajoit. = rajoitettu ruokinta. P_1 : ero absoluuttisten elinten painojen välillä; P_2 : ero eläimen painolla korjattujen elinten painojen välillä. ns=ei merkitsevä ero. V=vasen, O=oikea.

Muuttuja	Ad Lib ♂	Rajoit. ♂	Ad Lib ♀	Rajoit. ♀	P ₁	P ₂
Maksa	500,7	483,3	440,7	414,3	ns	ns
	(93,2)	(48,8)	(41,4)	(42,0)		
Sydän	48,9	48,8	41,4	42,0	ns	ns
	(3,37)	(3,29)	(3,42)	(3,56)		
Perna	12,31	10,95	8,37	8,09	ns	ns
	(2,75)	(2,84)	(1,49)	(1,24)		
Lisäm, O	0,251	0,246	0,257	0,199	<0.01	<0.05
	(0,039)	(0,026)	(0,056)	(0,049)		
Lisäm, V	0,272	0,283	0,256	0,241	ns	ns
	(0,069)	(0,026)	(0,063)	(0,049)		
Munuaiset	57,7	53,1	51,1	47,1	<0.01	<0.05
	(8,22)	(6,46)	(4,11)	(4,22)		
Kateenkorva	12,1	15,8	10,5	12,8	<0.01	<0.01
	(3,54)	(3,99)	(3,89)	(4,91)		

Taulukko 10. Ruhon pituus sekä niskan ja vyötärön ympärysmitta nahkonnassa (keskiarvo, SD). Nahka-arvostelutulokset laatuluokittain parhaasta heikoimpaan. . Laatu 1=Saga royal (paras), laatu 2=Saga, laatu 3=Saga I , laatu 4=Saga II (heikoin) . Merkitsevyys P₁: ryhmien välillä; P₂: sukupuolten välillä.

	Vapaa ♂	Rajoitettu ♂	Vapaa ♀	Rajoitettu ♀	P ₁	P ₂
Pituus, cm	76,32	75,02	72,02	70,00	<0.01	<0.001
	(2,12)	(2,20)	(2,34)	(2,29)		
Niska, cm	40,98	40,06	38,95	36,97	<0.01	<0.001
	(3,89)	(3,53)	(3,47)	(3,03)		
Vyötärö, cm	76,34	72,91	74,44	69,14	<0.01	<0.001
	(5,71)	(5,64)	(6,52)	(5,53)		
Laatu 1 ,kpl	5	7	1	3	<0.05	<0.05
Laatu 2, kpl	28	19	26	16		
Laatu 3, kpl	10	9	18	23		
Laatu 4, kpl	0	0	1	2		

Taulukko 11. Kasvu ja arvioitu kompensatorinen kasvu (kg). Jaksolla 29.7.-22.9. rajoitetulla olleet ketut saivat noin 40% vähemmän kuin vapaalla ruokitut. Jaksolla 8.12.-22.9. molemmat ryhmät ruokittiin vapaasti. Kompensatorinen kasvu on erotus (painonmuutos) jaksojen välillä rajoitetulla ryhmällä.

Jakso	Vapaa ♂	Rajoitettu♂	Vapaa ♀	Rajoitettu♀	
29.7.-22.9.	7.68	5.64	7.07	4.82	rajoitettu jakso
22.9.-8.12.	8.23	9.04	7.04	7.51	vapaan ruokinnan jakso
Erotus	0.55	3.40	-0.03	2.69	ns. kompensatorinen kasvu

Taulukko 12. Etujalkojen kääntyneisyys ja liikkumisvaikeudet (%). R1=vapaa ruokinta, R2=rajoitettu ruokinta.

		Kääntyneisyys	Liikkumisvaikeudet (%)
1.9.	R1	3.0	7.0
	R2	2.0	0
29.11.	R1	3.1	6.1
	R2	0.5	2.5

Taulukko 13. Spearmanin korrelaatiot keskeisimpien muuttujien välillä. ^aP<0.001, ^bP<0.05. ns=eimerkitsevä ero. LP=loppupaino; KL=kuntoluokka; LV=liikkumisvaikeudet; Taip=jalkojen taipuneisuus; Käänt=jalkojen kääntyneisyys; Patella=patella luksaatio; LMO=lisämunuainen, oikea; LMV=lisämunuainen, vasen.

	KL	Pituus	Niska	Vyötärö	LV	Taip	Käänt	Patella	LMO	LMV
LP	0.944 ^a	0.588 ^a	0.508 ^a	0.625 ^a	0.259 ^a	0.575 ^a	ns	ns	0.251 ^b	ns
KL		0.304 ^a	0.378 ^a	0.482 ^a	0.262 ^a	0.385 ^a	ns	ns	ns	ns
Pituus			0.476 ^a	0.475 ^a	ns	0.332 ^a	ns	ns	0.323 ^b	0.294 ^b
Niska				0.700 ^a	0.249 ^b	0.231 ^b	ns	ns	ns	0.293 ^b
Vyötärö					0.249 ^b	0.315 ^a	0.206 ^b	ns	ns	ns

LV	0.148 ^b	ns	ns	ns	ns
Taip		ns	ns	ns	ns
Käänt			ns	ns	ns
Patella				ns	ns
LMO					0.583 ^a



Koeketut tunnistettiin maalaamalla naaraan otsa punaisella.



4. Tulosten tarkastelua

Yhteenvedo tuloksista löytyy edellä olevista taulukoista 1-13 sekä liitetiedostokuvista 1-6.

Ruokinnan rajoitus asetettiin tässä kokeessa riittävän korkeaksi eli 40% vapaasta annoksesta jotta olisi mahdollisuus saada todellisia eroja koeryhmien välille. Tämä tavoite saavutettiin. Aiemmin tehdyssä sinikettujen jalkakokeessa (Korhonen ym. 2014) ruokinnan rajoitus oli 30-40% ja se kesti vieroituksesta aina nahkontaan saakka. Tässä nykyisessä kokeessa rajoitus kesti vain voimakkaimman kasvun ajan eli heinäkuun lopulta syyskuun 22.päivään. Loppupainojen osalta vapaalla ruokitut urokset olivat noin 6% painavampia ja naaraat vastaavasti 10% painavampia kuin rajoitetulla ruokitut. Ruokinnan rajoituksen lopulla syyskuun 22. vastaavat erot uroksilla ja naarailla olivat 19% ja 22%.

Koeryhmien painoissa ja kuntoluokassa ei ollut eroa kokeen alussa. Kokeen kuluessa tilanne muuttui. Tulokset osoittivat, että ruokinnan rajoituksella ketut jäivät merkitsevästi jälkeen kasvussa ja kuntoluokassa rajoitusjakson aikana. Kokeen lopussa myös ruhon pituus ja niskan sekä vyötärön ympärysmittat olivat rajoitetusti ruokituilla selvästi pienemmät. Sekä ruokinta että eläimen loppupaino vaikuttivat jalkojen taipuneisuuteen. Isoilla ja vapaasti ruokituilla ketuilla oli eniten taipuneisuutta. Toisaalta etujalan kääntyneisyys oli vähäistä, mikä kertoo siitä, että jalat olivat niiltä osin kunnossa. Ketuilla oli kokeen aikana vähän liikkumisvaikeuksia, joten taipuneisuus ja lihavuus eivät aiheuttaneet mitään suurempaa liikuntaongelmaa. Kääntyneisyys ja patella luksaatio näyttävät olevan melko huonoja jalkojen taipuneisuuden mittareita verrattuna taipuneisuuteen.

Spearmanin korrelaatioanalyysi osoitti, että eläimen loppupaino korreloi voimakkaasti eläimen pituuden, vyötärön ympäryksen ja niskan ympäryksen kanssa. Eli näitä kaikkia dimensioita voidaan käyttää eläimen koon mittana. Erityisen mielenkiintoista on se, että loppupaino korreloi myös jalkojen taipuneisuuden kanssa erittäin merkittävästi. Tämä tarkoittaa sitä, että mitä suurempi ketun loppupaino on, sitä taipuneemmat sen jalat ovat. Taipuneisuus ei korreloi mitenkään jalkojen kääntyneisyyden eikä myöskään patella luksaation kanssa. Taipuneisuus sen sijaan korreloi liikuntavaikeuksien kanssa eli suurempi taipuneisuus tarkoittaa myös enemmän liikuntavaikeuksia. Tärkeä tulos oli myös se, ettei lisämunuaisen koko korreloinut taipuneisuuden, kääntyneisyyden eikä patella luksaation välillä. Sen sijaan lisämunuaiset korreloivat selvästi eläimen kokomittojen kanssa. Tämä viittaa siihen, ettei lisämunuaisen koon heijastama stressi johdu niinkään jalkojen kunnosta vaan enemmänkin liiallisesta ruokinnasta.

Tikkutestin perusteella voimakas ruokinnan rajoitus aiheutti aluksi aggressiivisuutta rajoitetulla oleville ketuille, mutta tilanne korjaantui myöhemmin. Kävelytesti osoitti, että rajoitetulla ruokinnalla olevat ketut – etenkin naaraat – käyttivät hyllyjä selvästi enemmän kuin vapaalla ruokitut. Hyllynkäytön ja ketun koon välillä oli selvä riippuvuus kokeessa (logistinen regressio). Kevyen ketun on helpompi hypätä hyllylle, mikä selittää tulokset. Lisäksi hyvin ruokitut, liian painavat ketut ovat tyypillisesti passiivisempia ja siten vähemmän kiinnostuneita hyllynkäytöstä. Hyllyä pidetään tärkeänä virikkeenä ketuille. Vähäinen hyllynkäyttö ei siis ainakaan edistä eläimen hyvinvointia.

Niukka ravinnon ja ravintoaineiden saanti aiheuttaa eläimillä kasvun hidastumista verrattuna runsaasti ravintoa saaneisiin eläimiin. Mikäli heikkoa ravintoa saaneet eläimet saavat myöhemmässä vaiheessa enemmän ravintoa, on havaittavissa kompensatorista eli korvaavaa kasvua (Hornick ym. 2000). Tällaisessa tilanteessa rajoitetusti ruokitut eläimet kasvavat paremmin kuin koko ajan runsaasti ruokitut

eläimet. Kompensatorisesti kasvaneilla eläimillä rehun muuntosuhde saattaa olla parempi, sillä niiden kasvatusaikaisesta pienestä koosta ja paljon energiaa vaativien sisäelinten pienemmästä koosta johtuen ylläpitoenergian tarve on pienempi. Tämän kokeen tulokset osoittivat, että rajoitetulla ruokinnalla olleilla ketuilla oli nähtävissä kompensatorista kasvua rajoituksen loputtua. Voimakkaammin tämä ilmeni uroksilla. Loppupainot nahkonnassa kuitenkin osoittivat, etteivät rajoitetulla olleet ketut saaneet painossa kiinni vapaalla ruokittuja.

Lisämunuaisen kokoa käytetään pitkäaikaisen stressin mittarina. Useilla lajeilla (hopeakettu, minkki, rotta ym.) on havaittu, että toinen lisämunuainen - yleensä vasen - reagoi voimakkaammin stressiin eli sen koko on suurempi (Truth ym. 2002; Ahola ym. 2009). Toisaalta on myös havaittu, että tietyissä tilanteissa oikean lisämunuaisen toiminnallinen aktiviteetti on suurempi (Perel'muter & Paderov 2004). Ruokinallinen stressi voi vaikuttaa lisämunuaisen rakenteeseen ja asymmetriaan. Esim. zona reticularis oli korkeaa sokeridieettiä syövillä rotilla paksumpi kuin kontrollidieetillä (Diaz-Aguila ym. 2016). Lisämunuaisen koon epäsymmetria oli nähtävissä myös tässä kokeessa. Vapaalla ruokituilla oli suurempi oikea lisämunuainen verrattuna rajoitetulla ruokittuihin. Näyttää siis siltä, että voimakas ruokinta ja liika lihavuus stressaa sinikettua. Sen sijaan ruokinnan rajoituksen ei havaittu aiheuttavan sanottavaa stressiä.

Kateenkorva on suurimmillaan ja aktiivisin nuorilla yksilöillä. Sukukypsyyden saavuttamisen jälkeen kateenkorva alkaa pienentyä (Mitchell et al. 2006). Punaketulla on todettu, että kateenkorva saavuttaa maksimikokonsa noin 5 kuukauden iässä (Twigg & Harris, 1982). Stressitekijät kuten taudit ja ruokinnan häiriöt voivat vaikuttaa kateenkorvan kokoon. Suurempi kateenkorva pystyy tarjoamaan pientä paremman vastuskyvyn nuorelle, kasvavalle eläimelle. Kokeessa havaittiin, että kateenkorva oli suurempi rajoitetun ruokinnan ketuilla. Tämä kertoo

mm. siitä, että rajoitetut saavuttivat aikuiskypsyyden vapaasti ruokittuja hitaammin. Toisaalta suurempi kateenkorva saattoi tarjota niille paremman suojan tauteja vastaan.

Kokeen aikana eläimiä sekä kuoli että niitä jouduttiin poistamaan kokeesta. Syyskuun 9. päivä jouduttiin yksi pari rajoitetusta ryhmästä poistamaan. Syynä olivat ko. kettujen väliset voimakkaat taistelut j aggressiot. Ne selvästikin liittyivät voimakkaaseen ruokinnan rajoitukseen. Marraskuun 3. päivä jouduttiin vapaasti ruokitusta ryhmästä lopettamaan kettu koska sen takajalat olivat halvaantuneet. Tämä saattoi liittyä siihen, että lihavan ketun on vaikea hypätä hyllylle ja sieltä pois ja silloin voi tapahtua halvaantumisia (Korhonen ym. 1995). Marraskuun 29. päivä jouduttiin vapaalla ruokitusta ryhmästä lopettamaan kettu kivuliaan niveltulehduksen takia. Tämän taustalla todennäköisesti oli liikalihavuudesta johtuva ongelma. Marraskuun 3-7 päivä jouduttiin lisäksi antamaan antibiootteja virtsatietulehduksen vuoksi kahdelle naaraalle vapaalla ruokinnalla ja yhdelle rajoitetulla ruokinnalla. Virtsatietulehduksen ovat melko yleisiä tarhoilla eikä niillä todennäköisesti ole yhteyttä tämän kokeen koejärjestelyihin.

Tutkimuksessa pyrittiin löytämään erilaisia menetelmiä jalkojen hyvinvoinnin arvioimiseksi. Jo aiemmin käytetty menetelmä (Kempe ym. 2010) eli jalkojen taipuneisuus osoittautui tässäkin kokeessa toimivimmaksi. Liikkumisvaikeuksien arviointi edellyttää sitä, että eläimet saadaan liikkeelle. Siinä on oma vaikeutensa etenkin loppusyksyllä. Polvilumpion sijoiltaan menon (patella luksatio) arviointi toimii etenkin alkusyksyllä vielä kohtuullisesti, mutta siihen tarvitaan pätevää asiantuntijaa eli eläinlääkäreä. Näin oli tilanne myös tässä kokeessa. Kinnerkulman arviointi osoittautui vaikeaksi, etenkin kun ketut kasvoivat. Marraskuussa arviota ei enää pystytty tekemään. Jalkojen kääntyneisyyden arviointi ei myös vaikuttanut kovin toimivalta koska on vaikea saada kettu pysymään paikallaan ja seisaallaan arviota varten.

Lihavuus on ravitsemuksellinen häiriö, johon liittyy liiallinen rasvakudoksen kertyminen kehoon. Milloin eläin sitten on ylipainoinen ja liian lihava? Koirilla on määritelty ylipainoisiksi sellaiset yksilöt, joiden paino ylittää 15% 'optimaalisen' painon ja lihavaksi taas sellaiset, joiden paino ylittää 30% 'optimaalisen' painon (German, 2006). Ketuille ei ole olemassa mitään erityistä määritelmää siitä, mikä on normaali paino, mikä ylipaino ja mikä liiallinen lihavuus. Yleisvaikutelma kokeesta kuitenkin oli, että vapaalla ruokitut olivat aivan liian lihavia. Mikä sitten on ketun ihanteellinen loppupaino ja ihanteellinen kasvukäyrä? Tähän ei tämä tutkimus pysty antamaan selvää vastausta.

Kokeessa tehtiin rehuanalyyskejä sekä aminohappo-, vitamiini- ja kivennäisanalyyskejä säännöllisesti. Kettujen hyvinvointi molemmissa ryhmissä oli pääsääntöisesti hyvä. Näyttää siltä, että ruokinnan rajoituksesta tai ylikuokinnasta huolimatta ketut eivät kärsineet ravintoaineiden puutteesta tai yliannostuksesta. Luonnossa sinikettu (naali) on sopeutunut voimakkaisiin ravintoaineiden saannin vaihteluihin. Se kestää hyvin myös paastoa (Fuglei 2004; Korhonen ym. 2015).

Aminohappojen tarvetta ja merkitystä kasvavilla siniketuilla on tutkittu Suomessa 2000-alkupuolella laajaltikin (esim. Dahlman, 2003; Dahlman ym. 2004).

Tärkeimpiä aminohappoja eläimen kasvun ja karvanlaadun osalta ovat metioniini ja kysteiini. Niiden puute on kasvavilla ketuilla ensisijaisesti rajoittava tekijä ja vaikuttaa voimakkaasti myös orgaanisen aineksen sulavuuteen. Muita tärkeitä aminohappoja ovat lysiini, treoniini, tryptofaani ja histidiini. Nykyisessä kokeessa tehtiin rehusta aminohappo-analyysit, jotta olisi ollut mahdollisuutta arvioida niiden riittävää saantia koe-eläimille. Merkkejä aminohappojen liiallisesta niukkuudesta ei kokeessa havaittu.

Turkiseläinten vitamiinintarve ja erityisesti vitamiinien yliannostuksen haittavaikutukset mm. nivelten kehittymiseen sekä lisääntymistulokseen eivät ole tällä hetkellä kovin hyvin tiedossa. Tutkimustulokset sioilla ja koirilla kuitenkin osoittavat, että erittäin runsas rasvaliukoisten vitamiinien saanti ravinnosta saattaa aiheuttaa heikentynyttä kasvua, anoreksiaa, luuston ja nivelten kehityshäiriöitä ja eläinten normaalin liikuntakyvyn heikkenemistä (NRC, 1982; Blair ym. 1989; 1992). Minkeillä ja ketuilla esiintyviä A-vitamiinin yliannostuksen oireita voivat olla esim. anoreksia, luuston muutokset ja spontaanit murtumiset, dekalsifikaatio sekä karvanlähtö (NRC, 1982). Kannuksessa 2011 tehdyssä kokeessa (Koskinen & Sepponen, 2012; Korhonen et al. 2016) ketuille syötettiin rehussa ylimäärin monivitamiiniseosta sekä erikseen myös B-vitamiinilisää. Kokeessa ei havaittu mitään yliannostuksen oireita, ei myöskään vitamiininmäärien vaikutusta kettujen jalkaterveyteen ja tuotannollisiin ominaisuuksiin. Nykyisen kokeen tulokset ovat samansuuntaisia. Koskinen & Sepponen (2012) totesivat, että turkiseläimet kestävät hyvinkin suuria vitamiininmääriä. Tuotantokaudella ruokintamäärät ovat suuria ja rehu sisältää paljon eläinperäisiä, runsaasti etenkin rasvaliukoisia vitamiineja sisältäviä raaka-aineita. Toisaalta raaka-aineiden käsittely, hapotus ja rehun sekoittaminen vaikuttavat vitamiinien säilyvyyteen. Esim. tiamiini, foolihappo ja A-vitamiini ovat herkkiä oksidaatiolle. Nykyisessä kokeessa rehun rajoitus oli 40% vapaasta annoksesta. Tästä huolimatta näyttää siltä, ettei ketuille tullut myöskään vitamiininpuutetta vaan niiden saantimäärät olivat rajoitetullakin ruokinnalla riittävät. Norjan liiton suositus ketunrehun vitamiinien osalta on alhaisempi kuin Suomessa STKL:n (Koskinen & Sepponen, 2012). Norjassa ei ole tietojemme mukaan todettu vitamiininpuutosta.

Vitamiini D säätelee kalsium- ja fosforimetaboliaa ja voi siten vaikuttaa myös luuston mineralisaatioon (Jensen, 2014). Hopeaketulla on todettu, että alhainen kalsium ja fosfori rehussa lisää jalkojen taipuneisuutta ja liikkumisvaikeuksia (Harris ym. 1951). Aiemmissa tutkimuksissa siniketuilla alhainen kalsium-fosforisuhde rehussa saattaa joko lisätä jalkojen taipuneisuutta (Korhonen ym.

2014) tai sitten sillä ei ole ollut mitään vaikutusta (Valaja 2000; Korhonen ym. 2005).

Turkiseläinten rehussa on voimakkaimman kasvun aikaan usein selvästi enemmän kalsiumia ja energiaa kuin mitä ruokintasuosituksissa suositellaan. Tämä johtuu käytettävissä olevista raaka-aineista, jotka sisältävät runsaasti mineraaleja ja rasvaa (Valaja ym., 2000; Tauson ym., 1993). Koirilla kalsiumin ja energian liian suuri määrä rehussa voi johtaa luuston kasvuhäiriöihin (Dobenecker ym. 2006: 2010; 2011;2013). Rajoitetun ruokinnan lopulla syyskuussa jalkojen kunto oli nykyisessä kokeessa huonompi vapaalla kuin rajoitetulla ruokinnalla. Tämä viittaa siihen, että ainakin liiallinen energian saanti ja liikalihavuus voimakkaamman kasvun aikana heikentävät jalkaterveyttä. Vapaan ruokinnan ryhmä sai tietenkin myös enemmän kalsiumia, mutta on vaikea sanoa mikä osuus sillä oli jalkaterveyteen.

Nahan laatu oli parempi vapaalla ruokinnalla. Lisäksi uroksilla oli keskimäärin paremmat nahat kuin naarailla. Eläimen paino näyttää korreloivan nahan laadun välillä eli mitä painavampi kettu, sitä parempi nahan laatu ($r=-0.1669$, $P=0.025$). Myös nahan pituus korreloi laadun kanssa eli mitä pitempi nahka, sitä parempi laatu ($r=-0.2336$, $P=0.001$). Nahan laatu ei korreloinut jalan taipuneisuuden, kääntyneisyyden eikä liikuntavaikeuksien kanssa. Näin ollen tarhoilla ilmenevät jalka- ja liikkumisongelmat eivät aiheuta tarhaajille taloudellisia tappioita nahka-arvostelutietojen perusteella.

Kokeesta pakastettiin 60 ruhoja tarkempia computed tomography (CT) -analyysijä varten . Ruhot on toimitettu Helsingin yliopistoon. Nämä tulokset puuttuvat, joten johtopäätöksiä koejärjestelyjen vaikutuksesta luustoon ei voi tehdä tässä vaiheessa.

5. kirjallisuus

Ahola, L., Koistinen, T. & Mononen, J. 2009. Sand floor for farmed blue foxes: effects on claws, adrenal cortex function, growth and fur properties. *Int. J. Zool.* doi:10.1155/2009/563252.

Blair, R., Burton, B.A., Doige, C.E., Halsyard, A.C. & Newsome, F.E. 1989. Tolerance of weanling pigs for dietary vitamin A and D. *International Journal of Vitamin Nutrition Research* 59: 329-332.

Blair, R., Aherne, F.X. & Doige, C.E. 1992. Tolerqance of growing pigs for dietary vitamin A, with special reference to bone integrity. *International Journal of Vitamin Nutrition Research* 62: 130-133.

Dahlman, T. 2003. Protein and Amino Acids in the Nutrition of the Growing-Furring Blue Fox. Väitöskirja. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja 69.

Dahlman, T., Valaja, J., Venäläinen, E., Jalava, T. & Pölönen, I. 2004. Optimum dietary amino acid pattern and limiting order of some essential amino acids for growing-furring blue foxes (*Alopex lagopus*). *Animal Science* 78: 77-86.

Diaz-Aguila, Y., Castelan, F., Cuevas, E., Zambrano, E., Martinez-Gomez, M., Munoz, A., Rodriguez-Antolin, J. & Nicolas-Toledo, L. 2016. Consumption of sucrose from infancy increases the visceral fat accumulation, concentration of triglycerides, insulin and leptin, and generates abnormalities in the adrenal gland. *Anat. Sci. Int.* 91: 151-162.

Dobenecker, B., Kasbeitz, N., Flinspach, S., Köstlin, R., Matis, U. & Kienzle, E. (2006). Calcium-excess causes subclinical changes of bone growth in Beagles but not in Foxhound-crossbred dogs, as measured in X-rays. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 90: 394-401.

Dobenecker, B. (2011). Factors that modify the effect of excess calcium on skeletal development in puppies. *British Journal of Nutrition* 106: 142-145.

Dobenecker, B., Frank, V. & Kienzle, E. (2010). High calcium intake differentially inhibits nutrient and energy digestibility in two different breeds of growing dogs. *Animal Physiology and Animal Nutrition* 94: 109-114.

Dobenecker, B., Endres, V. & Kienzle, E. (2013). Energy requirements of puppies of two different breeds for ideal growth and weaning to 28 weeks of age. *Animal Physiology and Animal Nutrition* 97: 190-196.

Fuglei E, Mustonen A.-M. and Nieminen P. 2004. Effects of season, food deprivation and re-feeding on leptin, ghrelin and growth hormones in arctic foxes (*Alopex lagopus*) on Svalbard, Norway. *Journal of Comparative Physiology B* 174: 157-162.

German, A.J. 2006. The growing problem of obesity in dogs and cats. *J. Nutr.* 136:1940S-1946S.

Harris, L.E., Bassett, C.F. & Wilke, C.F. 1951. Effect of various levels of calcium, phosphorus and vitamin intake in bone growth. I. Foxes. *Journal of Nutrition* 43: 153-165.

Hornick, J.L., Van Eenae, C., Gerard, O., Dufrasne, I. & Istasse, L. 2000. Mechanisms of reduced and compensatory growth. *Domestic Animal Endocrinology* 19: 121-132.

Jensen, S.K. 2014. Metabolism of natural and synthetic vitamin E in mink kits and their interaction with vitamin A and D. NJF seminar nr 482. Kystvejens Hotel og Conference Center, Grenaa, 30.9.-3.10. 2014, Denmark, 74 s.

Kempe, R., Koskinen, N., Peura, J., Koivula, M. & Strandén, I. 2009. Body condition scoring method for blue fox (*Alopex lagopus*). *Acta Agric. Scand.* 59: 85-92.

Kempe, R., Koskinen, N., Mäntysaari, E. & Sepponen, J. 2010. The genetics and body condition and leg weakness in the blue fox (*Alopex lagopus*). *Acta Agric. Scand.* 60: 141-150.

Korhonen, H., Ketoja, E. & Niemelä, P. 1995. Comparison of daytime use between platform types, materials, ceilings and experiences in juvenile blue foxes (*Alopex lagopus*). *Applied Animal Behaviour Science* 45: 125-138.

Korhonen, H.T., Eskeli, P., Lappi, T., Huuki, H. and Sepponen, J. 2014. Effects of feeding intensity and Ca:P ratio on foot welfare in blue foxes (*Vulpes lagopus*). *Open Journal of Animal Sciences*, 4, 153-164.

Korhonen, H.T., Sepponen, J., Eskeli, P., Lindeberg, H. & Koskinen, N. 2015. Effect of feeding intensity on hormonal variations and reproductive success in blue fox vixens. NJF Seminar 485, Autumn Meeting in Fur Animal Research 2015, Turku, Finland, 29 September-1 October 2015. pp.53-58.

Korhonen, H.T., Sepponen, J. & Koskinen, N. 2016. Effects of vitamin supplement on foreleg welfare, growth and fur properties in blue fox (*Vulpes lagopus*). *Scientifur* 40 (3/4): 379-382.

Koskinen, N. & Sepponen, J. 2012. Tuotantokauden ketunrehun vitamiinipitoisuuden vaikutus siniketun tuotantotuloksiin. MTT Agrifood Research Finland. Report 14 pp.

Mitchell, W.A., Meng, I., Nicholson, S.A. & Aspinall, R. 2006. Thymic output, ageing and zinc. *Biogerontology* 7: 461-470.

National Research Council (NRC). 1982. Nutrient Requirements of Mink and Foxes. National Academy Press.

Perel'muter V.M., Paderov Y.M. 2004. Initial morphofunctional asymmetry of the adrenal glands in CBA/Lacy mice. *Bull Exp. Biol. Med.* 137:392–394.

Twigg, G.I. & Harris, S. 1982. Seasonal and age changes in the thymus gland of the red fox, *Vulpes vulpes*. *J. Zool. Lond.* 196: 355-370.

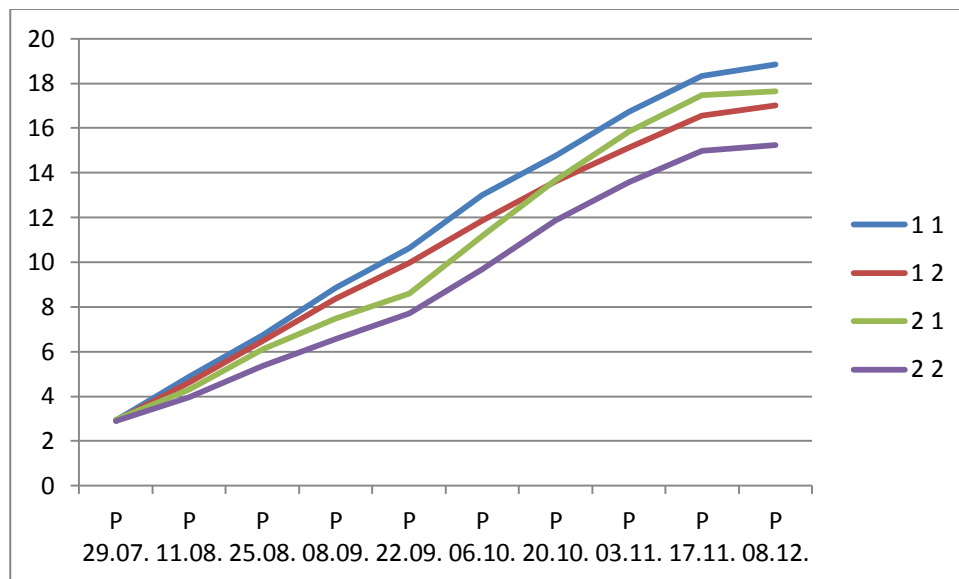
Truth, L.N., Prasolova, L.A., Kharlamova, A.V. & Plyusnina, I.Z. 2002. Directional left-sided asymmetry of adrenals in experimentally domesticated animals. *Bull. Exp. Biol. Med.* 133(5): 506-509.

6. KIITOKSET

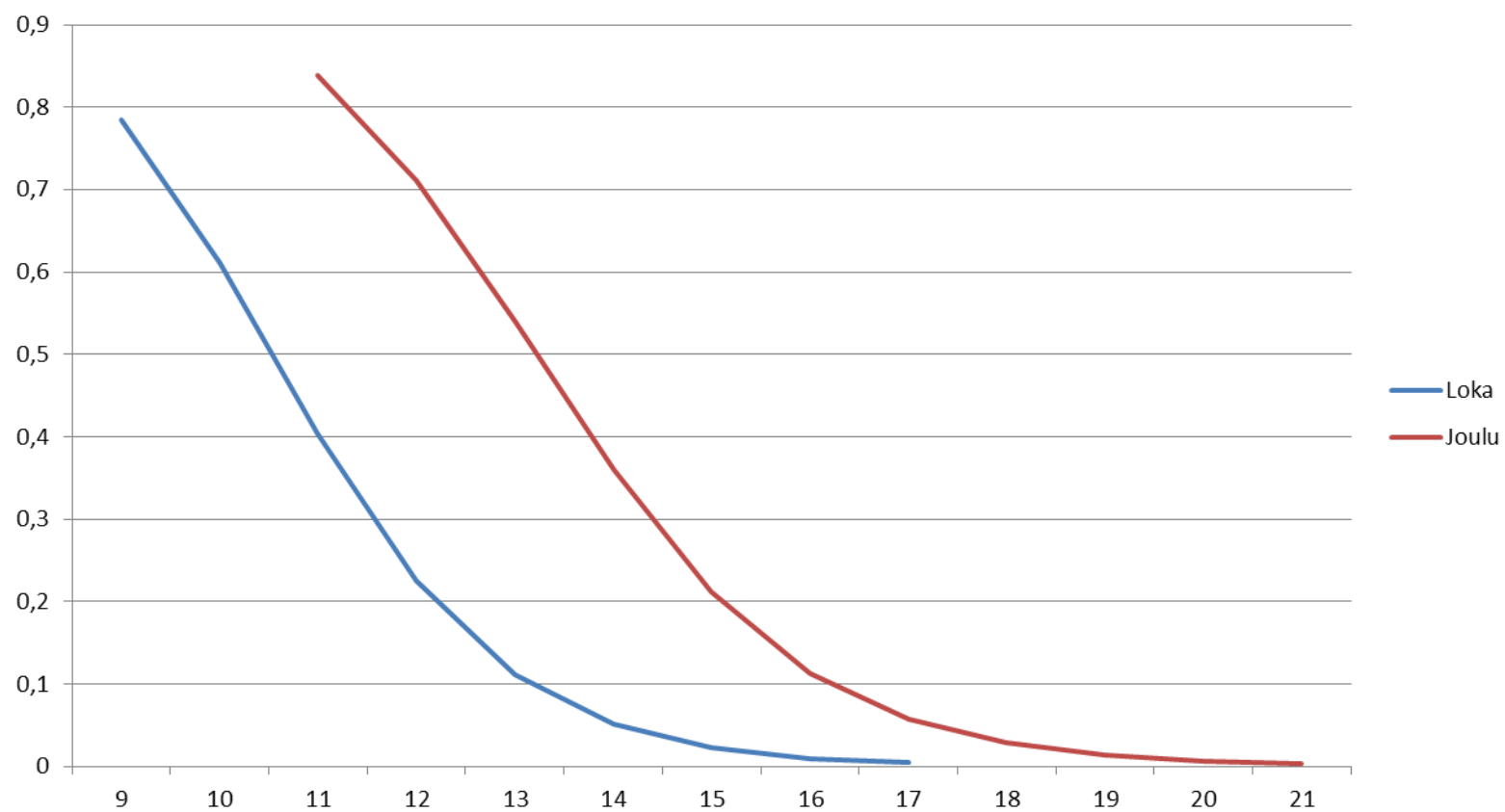
Kiitokset Tutkimustila Luova Oy:n henkilökunnalle osallistumisesta kokeen suorittamiseen. Heistä mainittakoon erityisesti Päivi Pylkkö, Pekka Pöyhtäri, Heli Koskinen, Tommi Pääkkönen, Jaakko Huuki ja Raimo Hulkko. Lisäksi Luke:sta kiitokset Tarja Koistiselle preparointiavusta. Tässä väliraportissa olevat valokuvat on ottanut Päivi Pylkkö (maksat) ja Eeva Ojala (kaikki muut). Kiitos rahoituksesta MMM, STKL ja Luke.



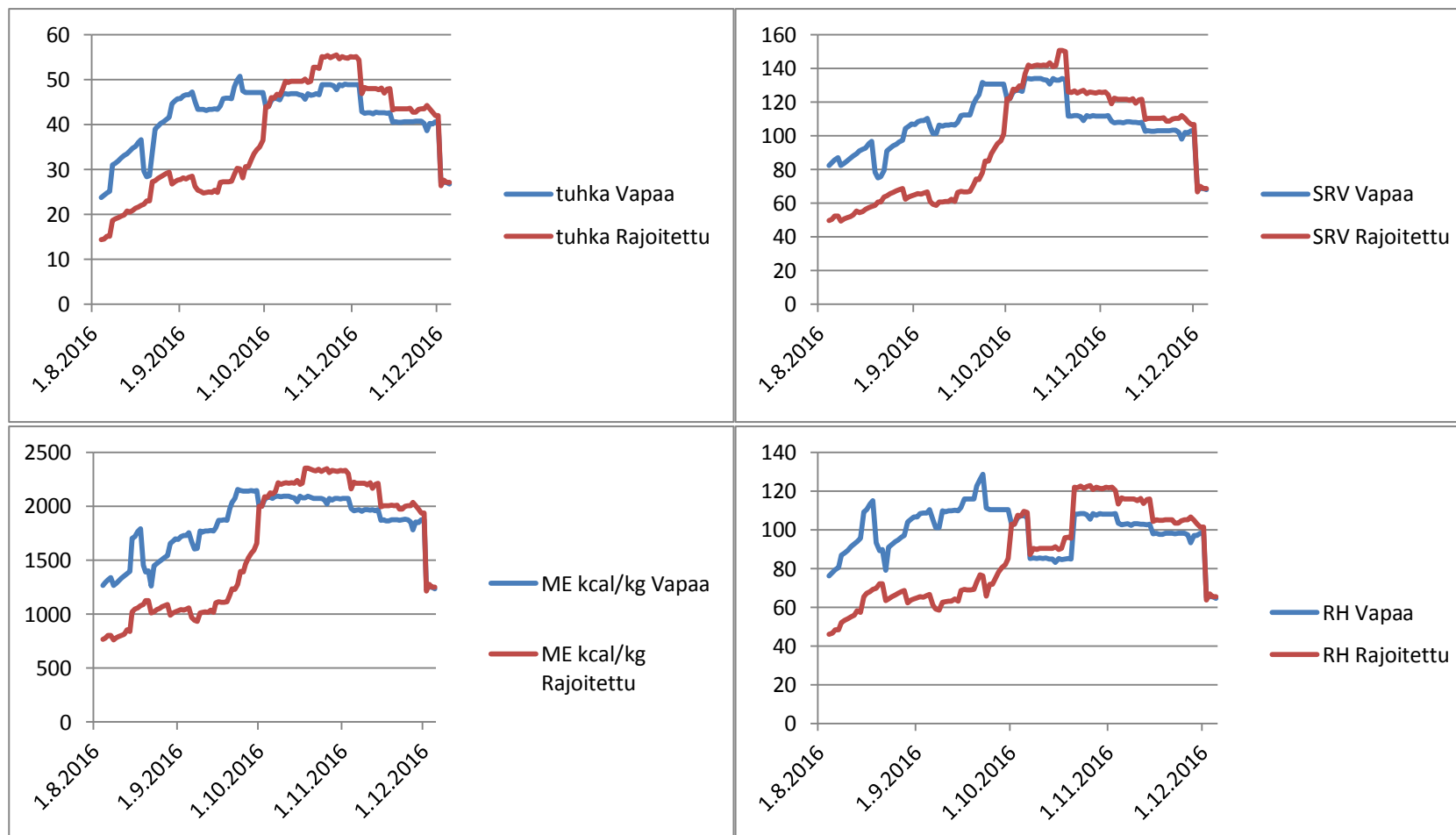
7. Liitteet

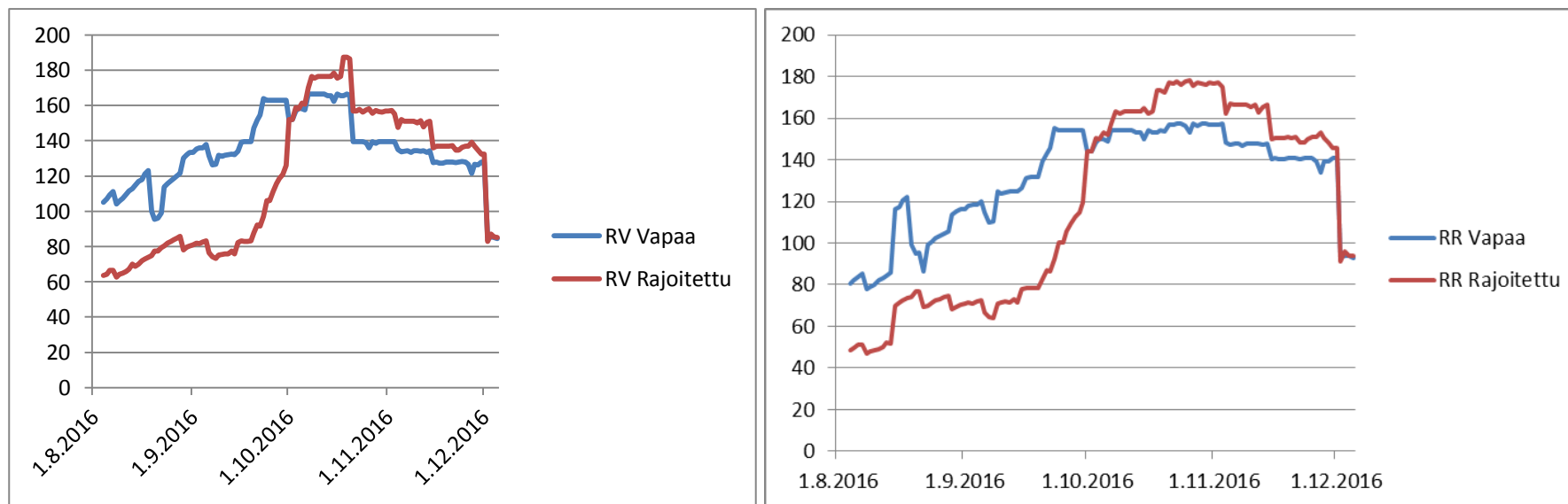


Liitekuva 1. Kettujen painonkehitys (kg). 11=vapaa ruokinta, urokset; 12=vapaa ruokinta, naaraat; 21=rajoitettu ruokinta, urokset; 22=rajoitettu ruokinta, naaraat. P=päivä.

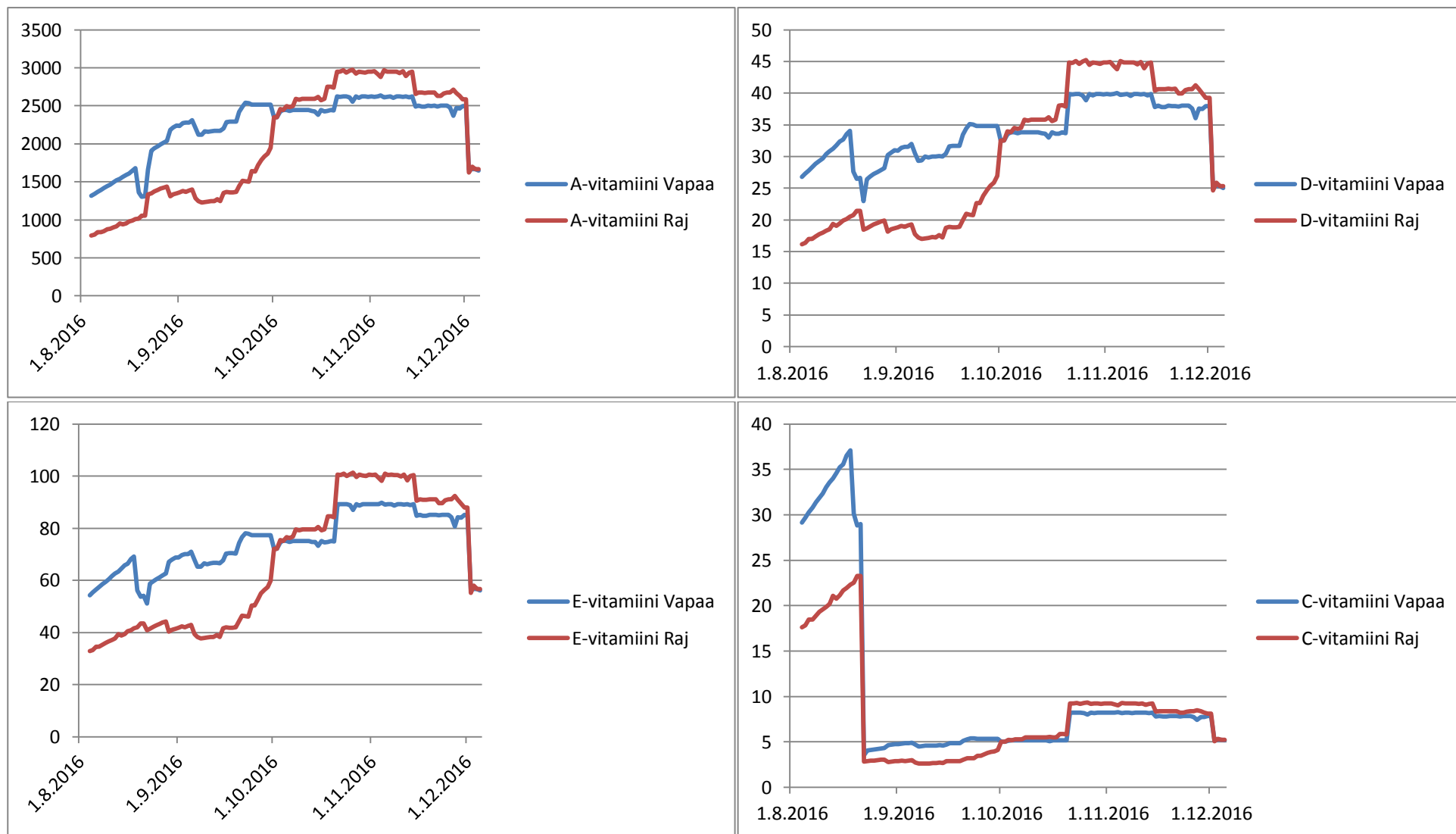


Liitekuva 2. Hyllynkäytön ja ketun painon (kg) välinen riippuvuus (logistinen regressioanalyysi).

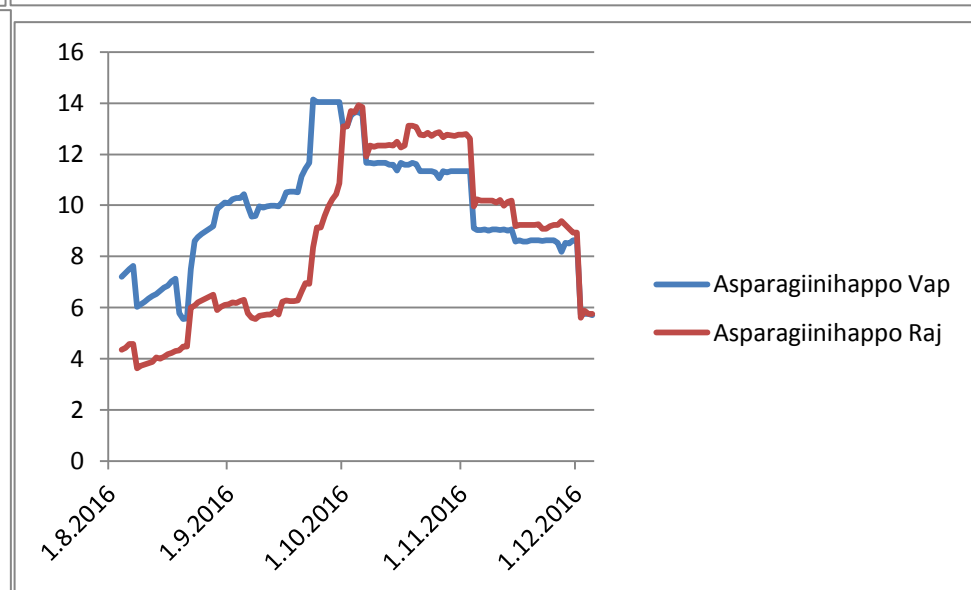
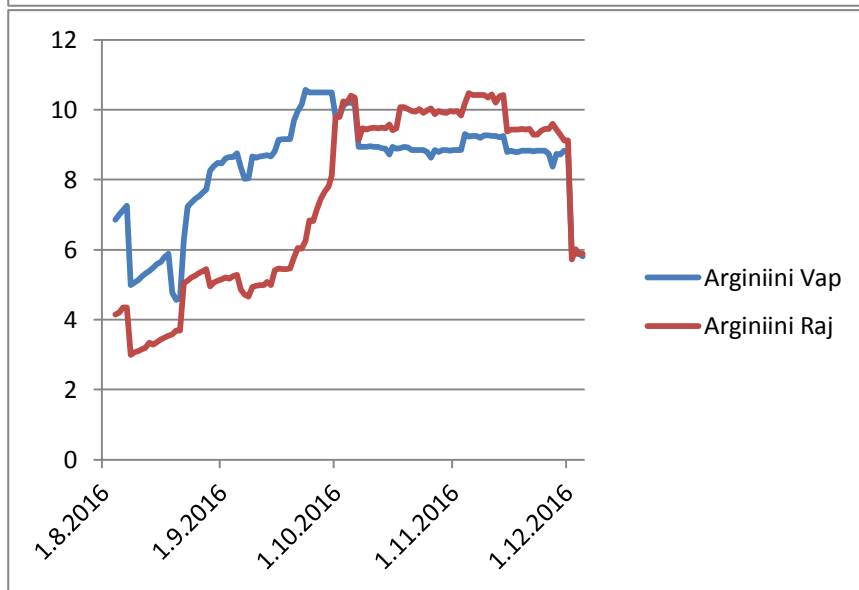
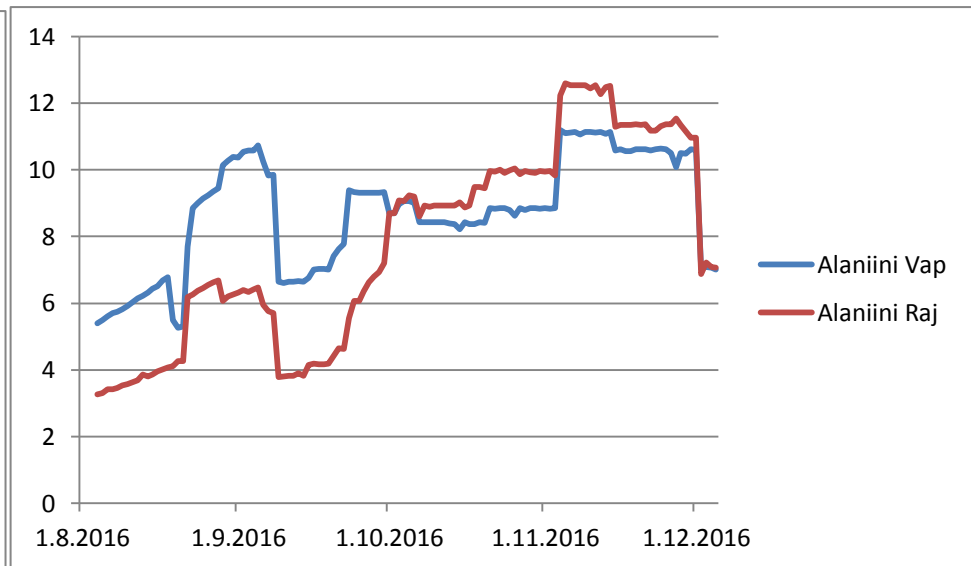
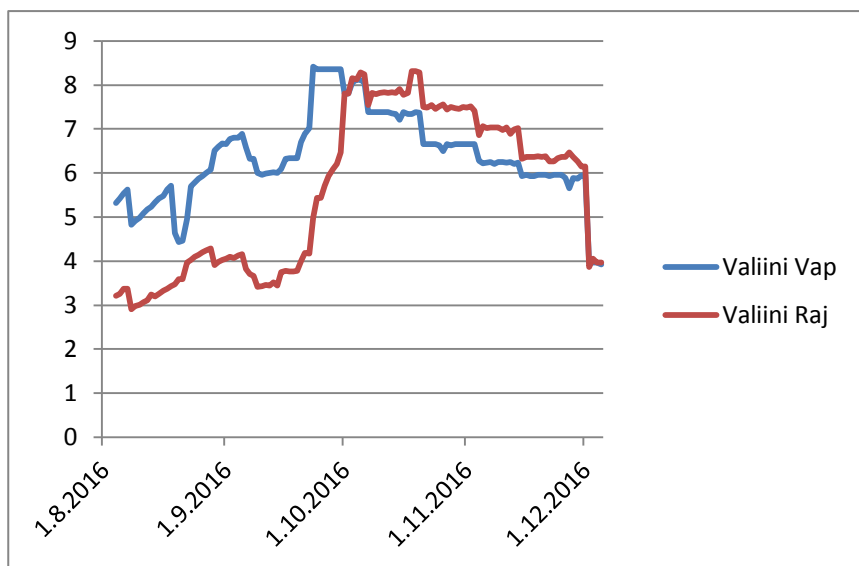


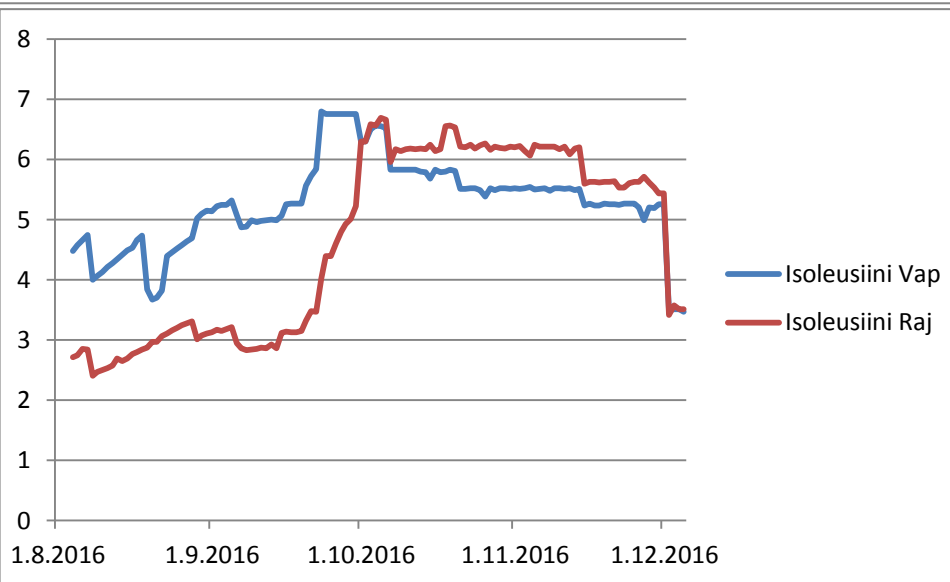
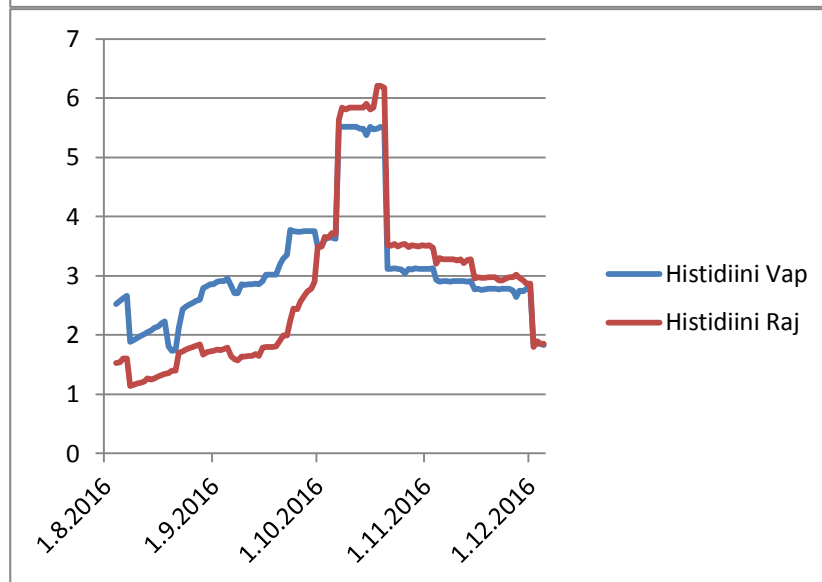
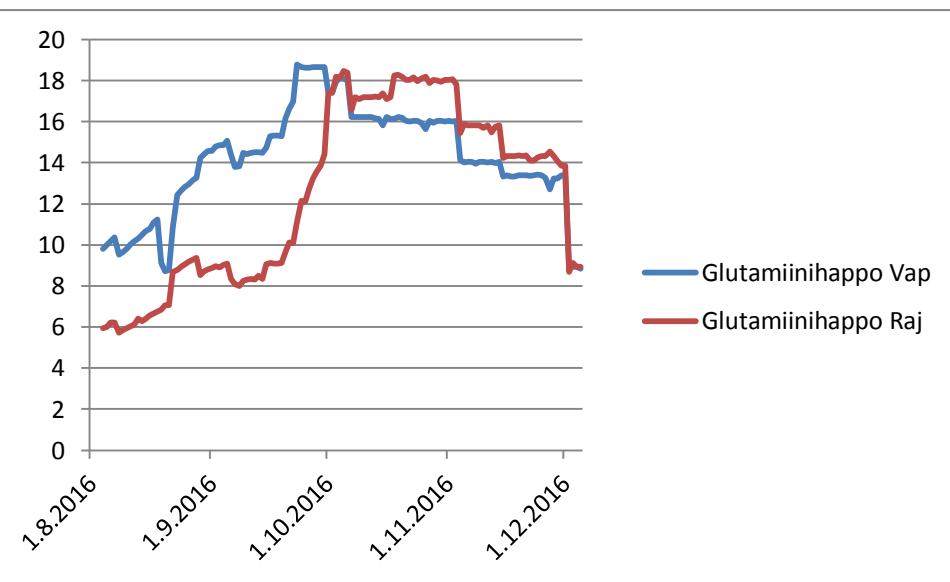
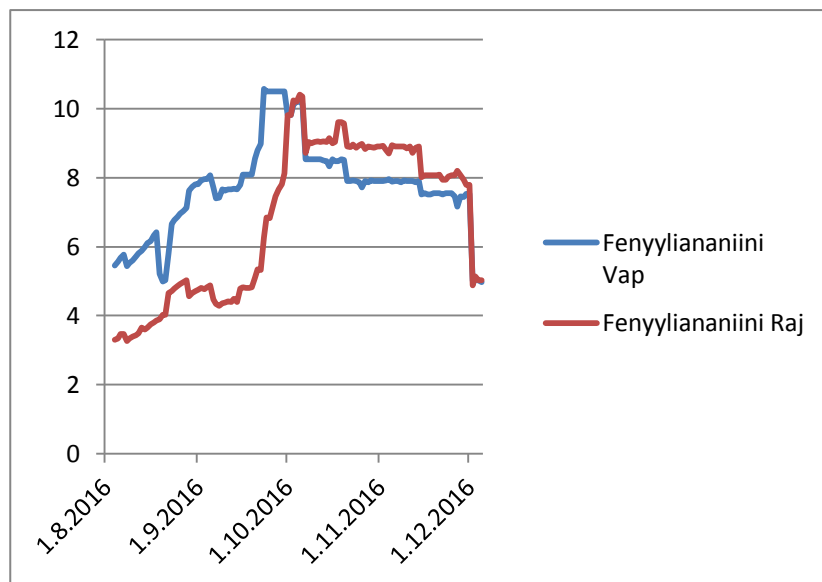


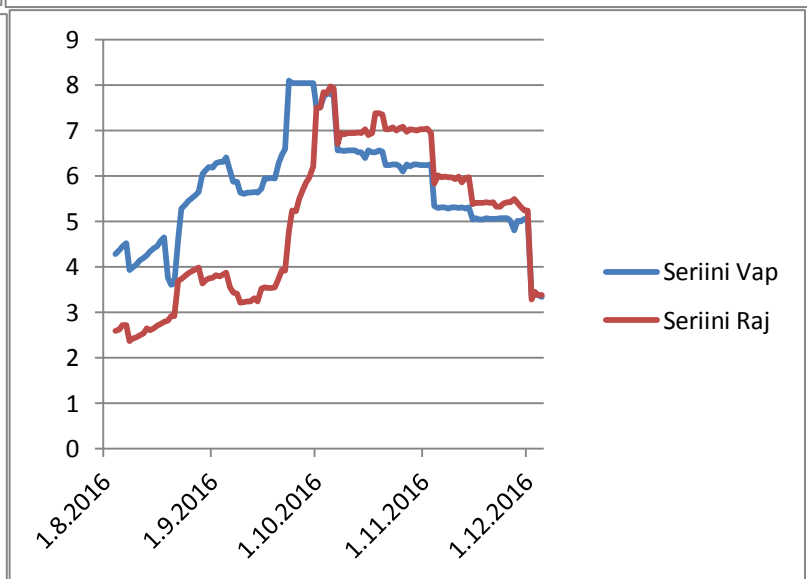
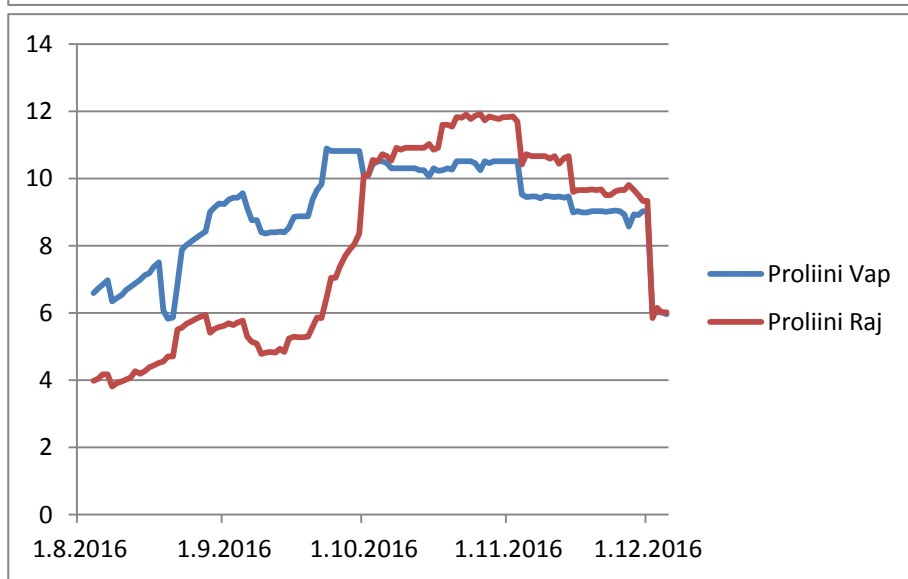
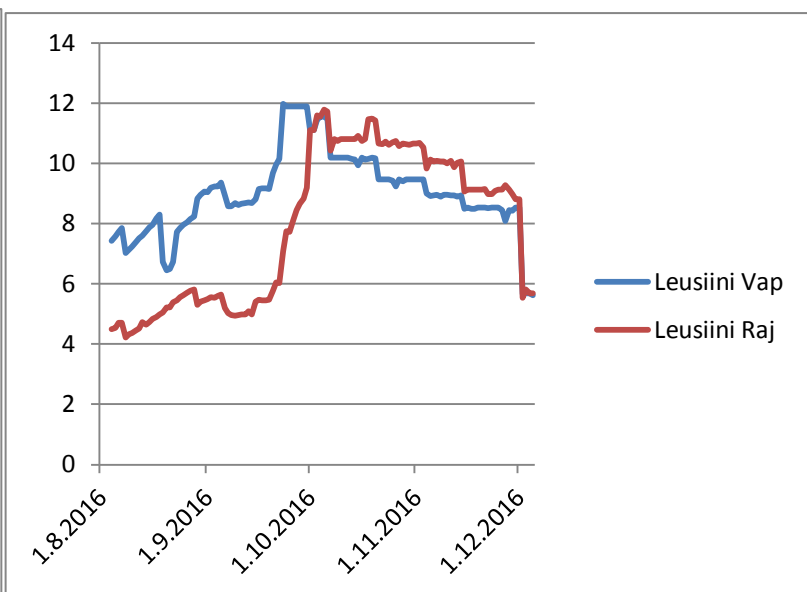
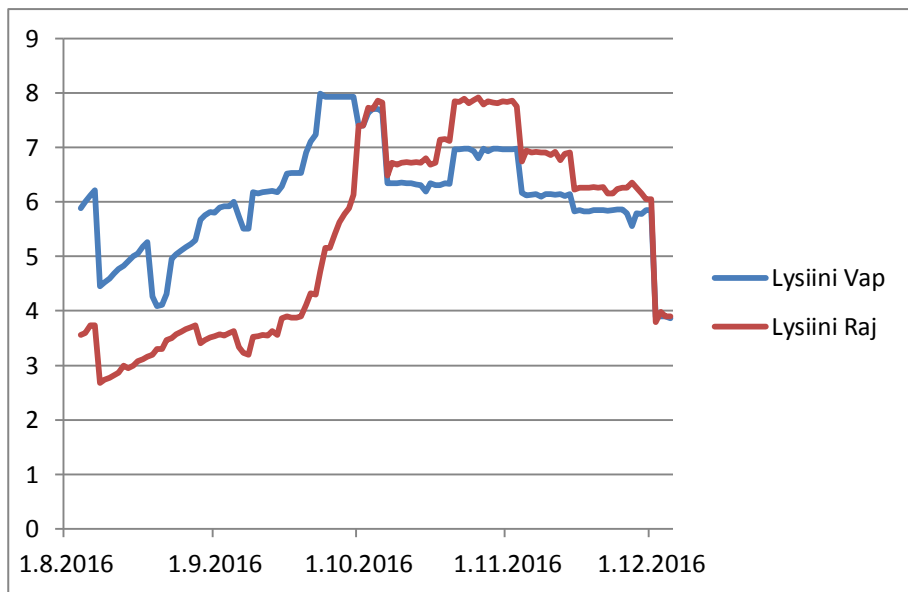
Liitekuva 3. Rehun tuhka, sulava raakavalkuainen, ME energia, raakahiilihydraatti, raakavalkuainen ja raakahiilihydraatti koeryhmissä kokeen aikana. Laskettu syödyn rehun (g/pv) perusteella.

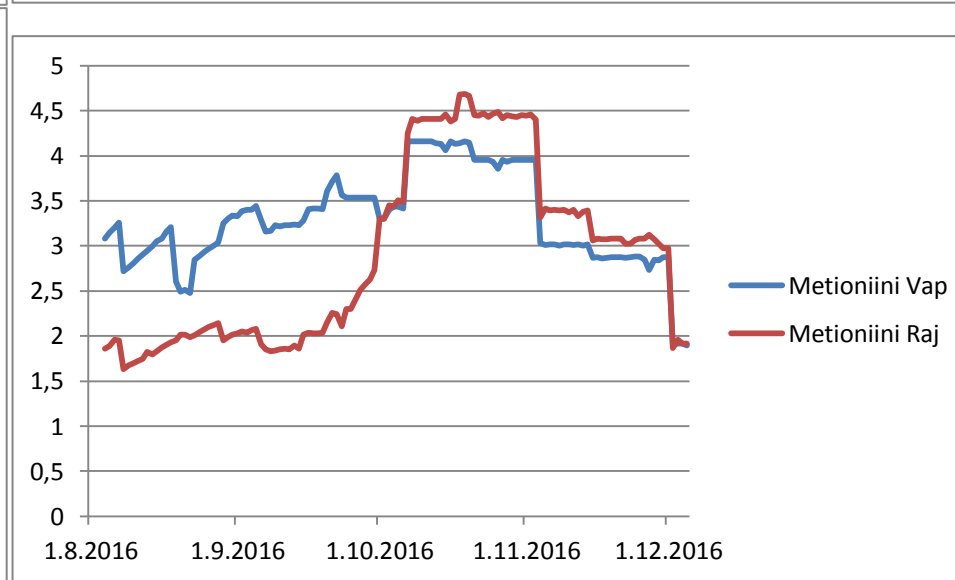
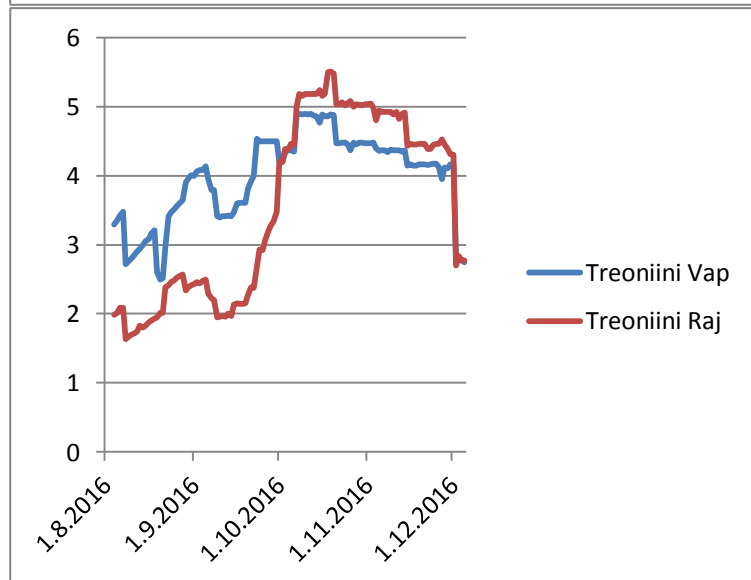
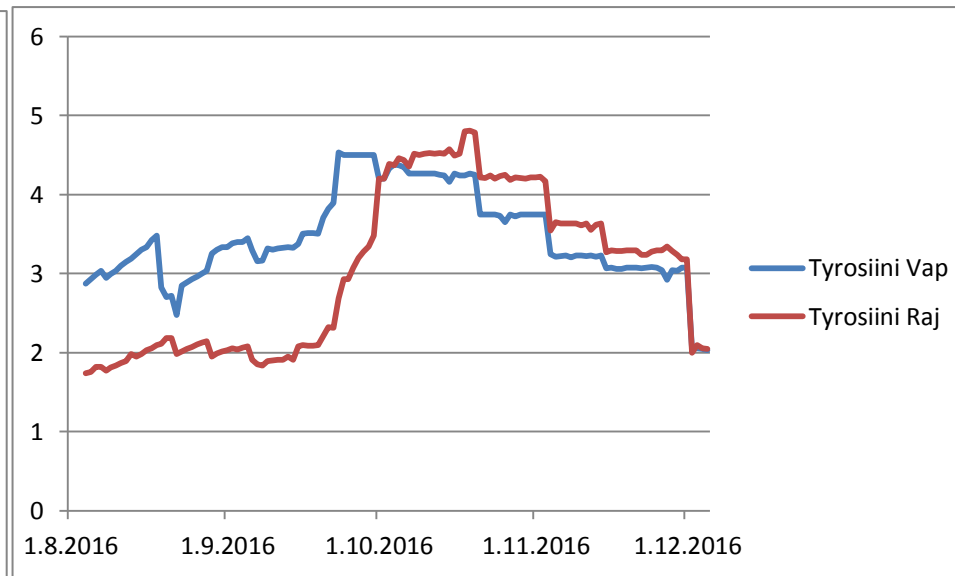
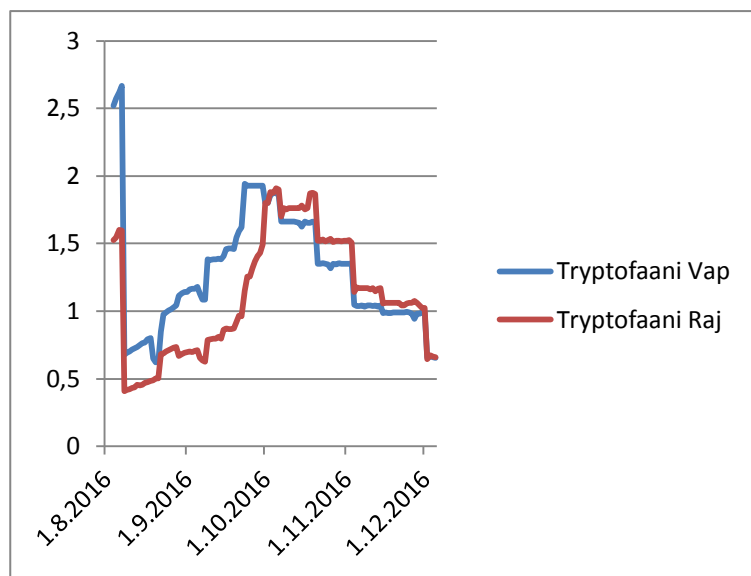


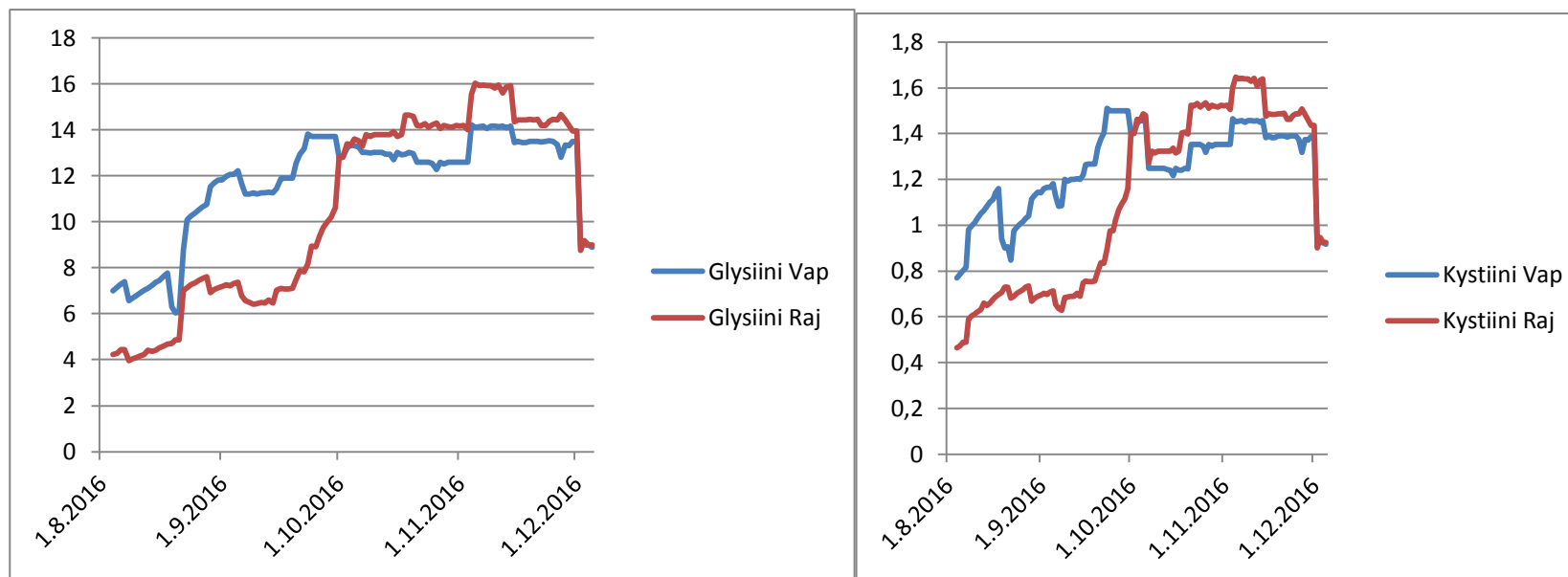
Liitekuva 4. Vitamiinien saanti koeryhmissä. A- ja D vitamiinien yksikkö $\mu\text{g}/100\text{g}$. E- ja C -vitamiinien yksikkö $\text{mg}/100\text{g}$. Laskettu päivittäisen rehunkulutuksen perusteella.



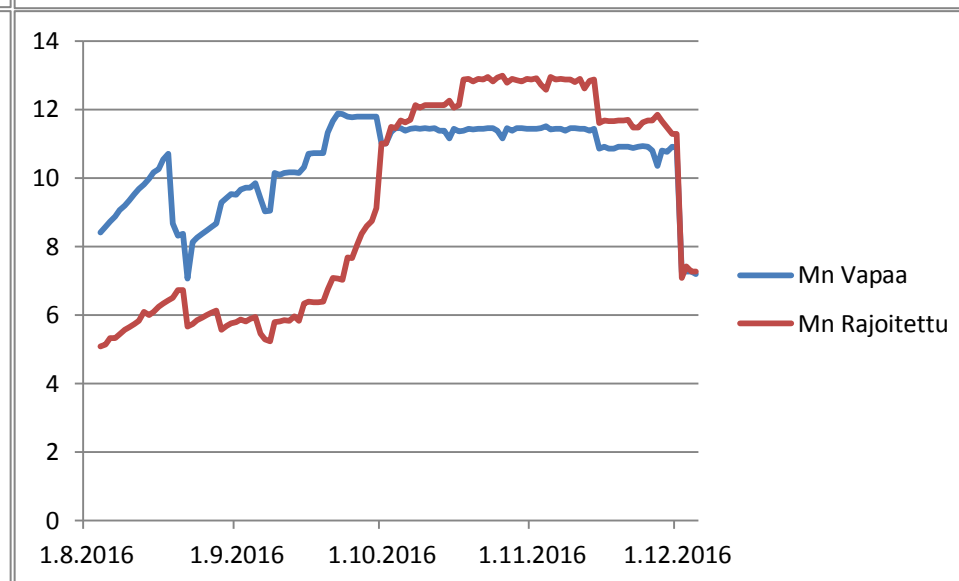
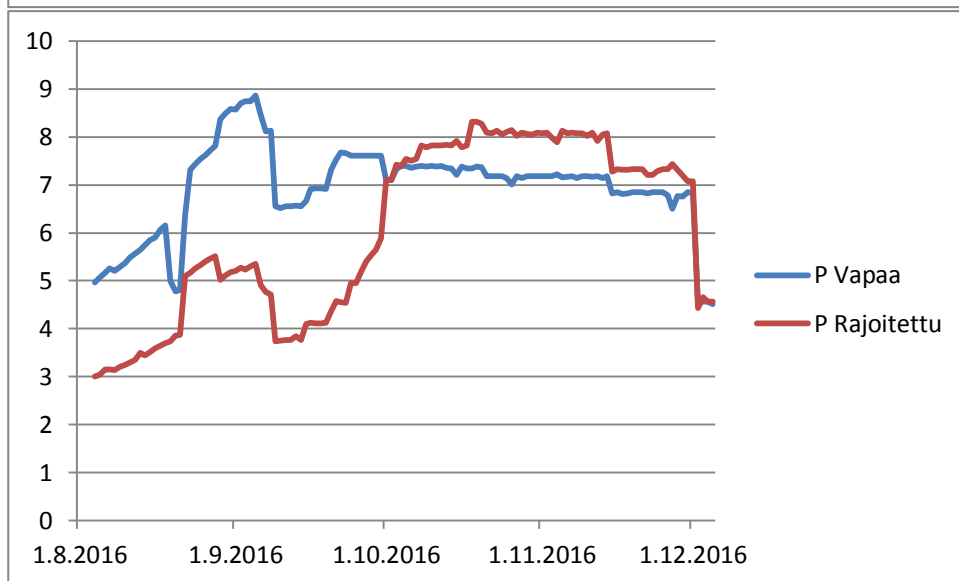
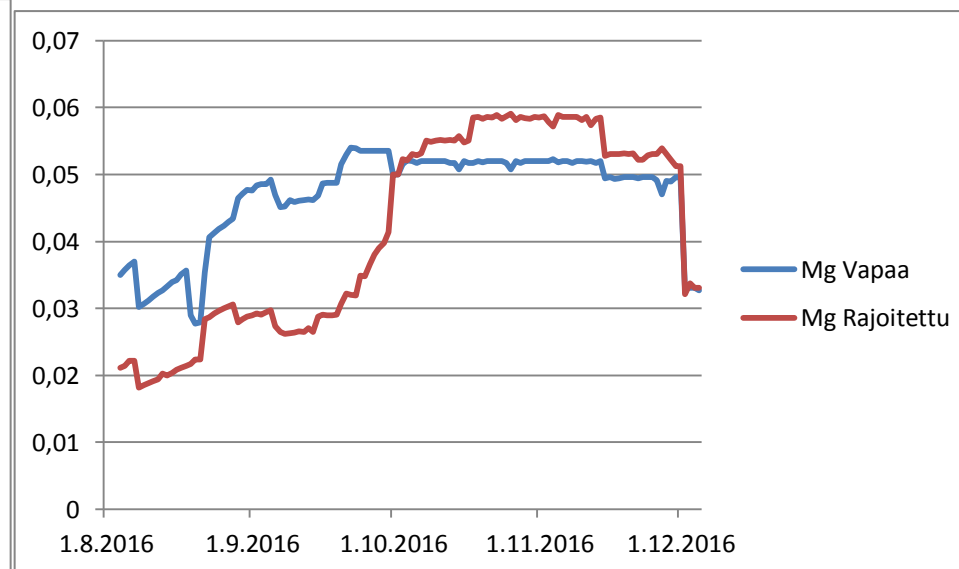
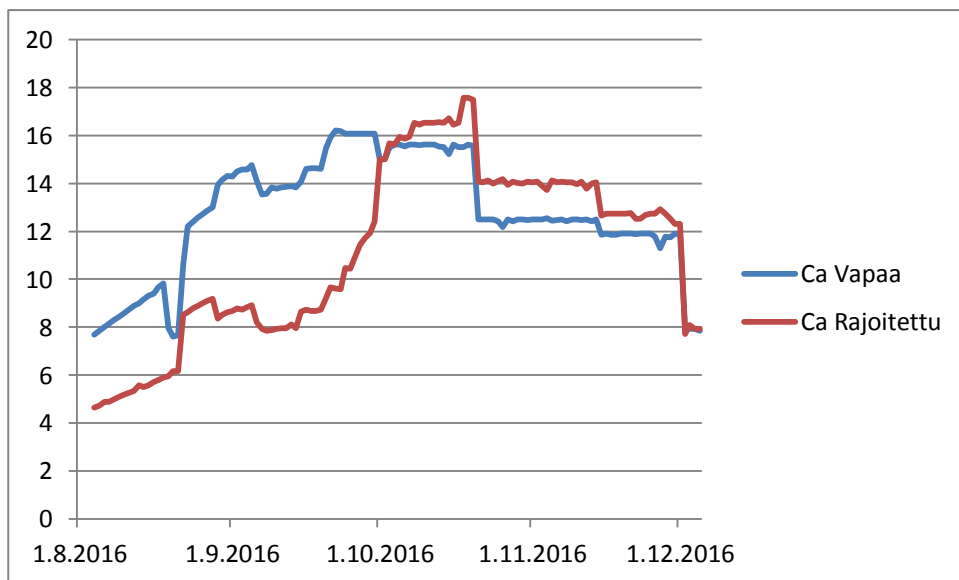


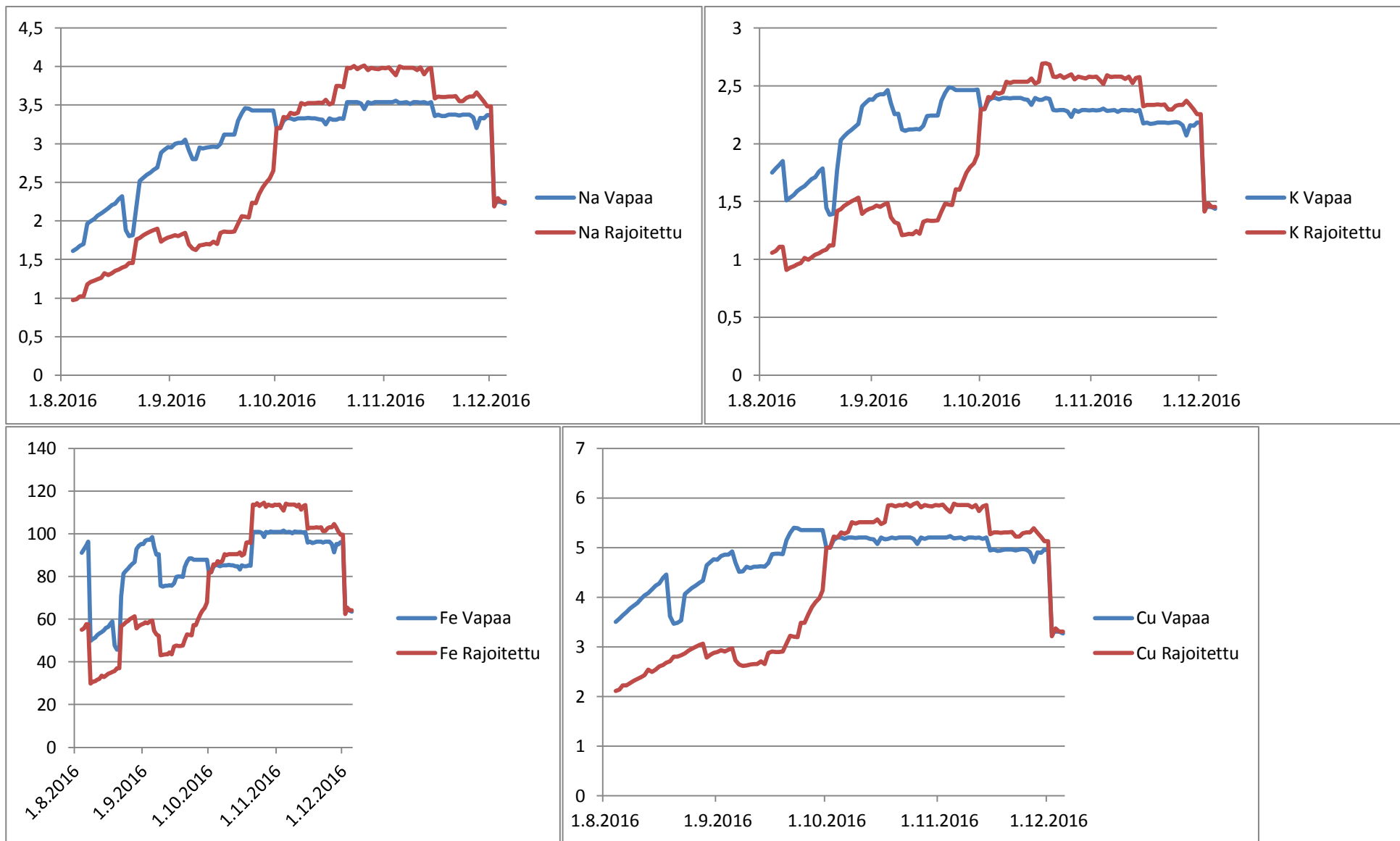


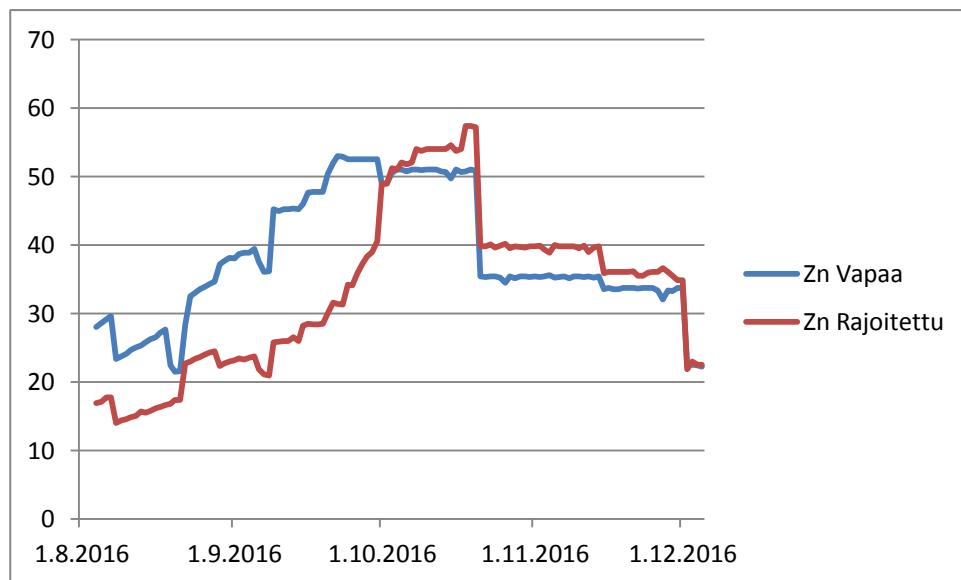




Liitekuva 5. Aminohappojen saanti koeryhmissä (g/kg). Laskettu päivittäisen rehunkulutuksen perusteella.







Liitekuva 6. Kivennäisaineiden saanti kokeessa. P, K, Ca, Mg, Na yksikkö g/100g. Muut mg/100g. Perustuu päivittäisiin rehunkulutustietoihin.

MUUTA TIETOA HANKKEESTA:

Tutkimustuloksia on esitetty Rehupäivillä Tampereella 26-27.1. 2017. Esitelmän aihe: ”Ruokinnan vaikutus siniketun jalkaterveyteen. Esitelmä saatavana tarvittaessa pdf-liitteenä.