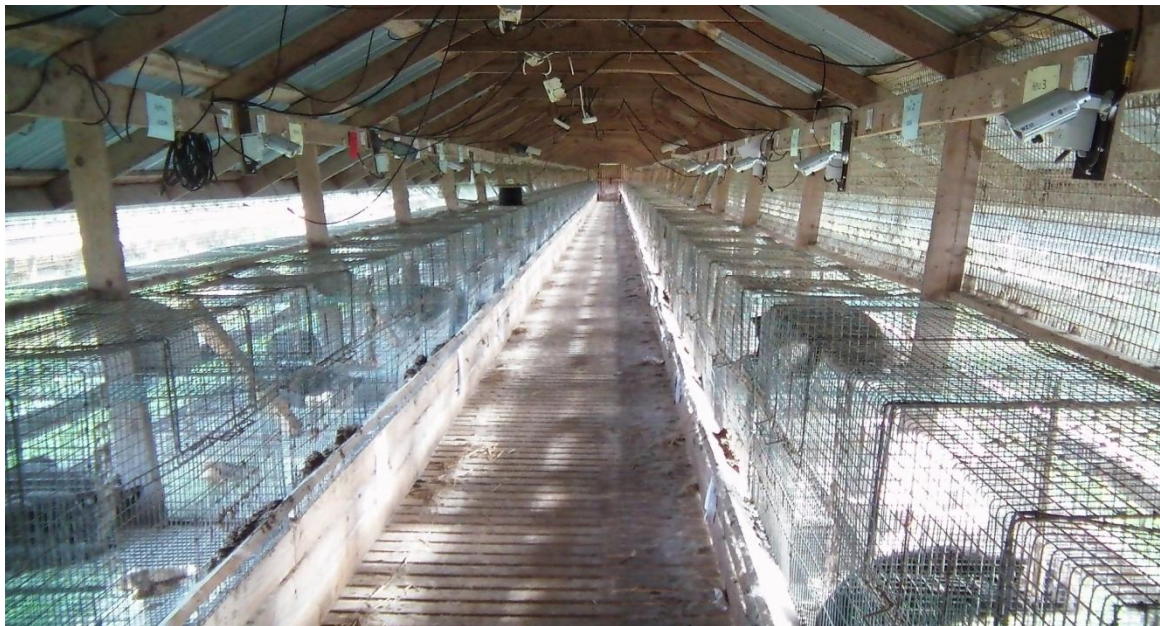

Siniketun hyvinvointi erilaisilla Ca:P suhteen dieeteillä

Loppuraportti

Hannu T. Korhonen, Pekka Eskeli, Teijo Lappi & Juhani Sepponen

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT, Kotieläintuotannon tutkimus



Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT 17.9. 2014

Hanke numero: 21990071

Rahoitus: STKL ja MTT

Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää ruokinnan voimakkuuden ja Ca:P suhteen vaikutusta siniketun (*Vulpes lagopus*) jalkaterveyteen. Koe aloitettiin vieroituksesta elokuun 6.pv ja se päättyi nahkontaan Marraskuun 26 pv, 2013. Koe tehtiin Tutkimustila Luova Oy:n tarhalla Kannuksessa yhdessä MTT:n kanssa. Kokeessa oli kaksi ruokinnan voimakkuutta: (1) rajoitettu; ja (2) vapaa, ad libitum. Lisäksi kokeessa oli kolme Ca:P suhteen dieettiä: (1) 1.5:1; (2) 2.9:1 ja (3) kontrolli, perusrehu (2.0:1). Eläinten kasvuun ja hyvinvointiin liittyvät muuttujat sekä rehunkulutus mitattiin kokeen aikana. Eläinten käyttäytyminen videokuvattiin. Eläinten liikuntavaikkeudet sekä etujalan taipuneisuus arvioitiin videolta sekä visuaalisesti tarhalla. Viikoilla 32-35 rajoitettu ruokintaryhmät söivät 60-65% vapaaruokintaryhmien rehumäärästä. Viikoilla 37-47 vastaavasti ne söivät 67-68% vapaasti ruokittujen eläinten rehumäärästä. Painonkehitys oli selvästi voimakkaampaa vapaalla kuin rajoitetulla rehulla. Erot ryhmien välillä olivat merkitsevät jo lokakuun alussa ($P < 0.001$). Nahoitusaikaan vyötärönympäryys ja niskan paksuus olivat merkitsevästi suuremmat vapaalla ruokinnalla verrattuna rajoitettuun ($P < 0.0001$). Ruhon kuntoluokituksessa vapaalla ruokinnalla olleet ketut saivat merkitsevästi suuremmat kuntoisuuspisteet verrattuna rajoitetulla ruokittuihin ($P < 0.001$). Ruhon pituus oli suurempi vapaalla ruokinnalla (< 0.05). Merkitseviä eroja ei löytynyt ruumiin kokoon liittyvissä muuttujissa Ca:P dieeteillä. Kokeen kuluessa jalkojen taipuneisuus kasvoi kaikissa koeryhmissä ($P < 0.05$). Suurimmat jalkojen taipuneisuudet löytyivät marraskuussa. Merkittäviä liikuntavaikkeuksia ei löytynyt mistään ryhmässä. Lievää liikuntavaikeutta oli enemmän vapaalla kuin rajoitetulla ruokinnalla ($P < 0.001$). Erot ryhmien välillä olivat hyvin vähäiset eksploraatiivisuudessa, luottavaisuudessa ja kiinniottoreaktiossa. Kipureaktioita ei esiintynyt kosketustestissä missään koeryhmässä. Tämä koe oli osa aiemmin STKL:n suunnittelemaa suurempaa jalkaterveyteen liittyvää koetta. Valitettavasti laajempaa koetta ei ole toteutettu. Tämän pienen osakokeen osalta johtopäätökset eivät ole lopullisia eikä kovin selvää eroa taipuneisuuteen saatu. Näkemyksemme mukaan tulisi tehdä vielä lisää laajempia kokeita jalkaongelmien lopulliseksi selvittämiseksi. Jalkaongelmat näyttävät olevan monen tekijän summa.

Avainsanat:

Sinikettu; jalkaterveys, hyvinvointi; ruokinnan voimakkuus; Ca:P dieetti

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Viime vuosikymmeninä sinikettujen koko on kasvanut huomattavasti. Nykyisin nahkonta-aikana sinikettujen paino vaihtelee yleisesti 15-20 kg, kun vastaavasti noin 30 vuotta sitten nahkontapaino oli alle 10 kg. Nahkontapainon kasvu aiheutuu osittain rajoittamattoman eli ad libitum-ruokinnan ja rehun korkean rasvapitoisuuden vuoksi. Kuitenkin myös ketun koko on kasvanut ja samanaikaisesti jalkojen heikkous ja jalkaongelmat, kuten etujalkojen vääntyminen ovat lisääntyneet. Jalkaheikkouden taustoja ja problematiikkaa ei ole tutkittu yksityiskohtaisesti ja voidaan olettaa, että jossain määrin se on monen tekijän yhteisesti aiheuttama ongelma. Oletettavissa on, että sub-optimaalinen ravinto on yksi jalkaongelmia aiheuttavista tekijöistä. Yksi tärkeimmistä ravitsemuksellisista tekijöistä on ravinnon kalsiumin (Ca) ja fosforin (P) määrä sekä niiden keskinäinen suhde rehussa.

Kettujen kivennäistarpeen osalta tutkimukset ovat sekä vanhoja että puutteellisia. NRC:n (1982) suosituksissa todetaan kasvavien kettujen Ca:n ja P:n vähimmäisvaatimukseksi 0.6% Ca ja 0.6% P / rehun kuiva-aineessa (KA). Vanhempien Harrisin ym. (1951) tutkimusten mukaan Ca: P suhteen tulisi olla 1-1.7. Minkkien ja kettujen mineraalien tarpeen uudelleenarvioinnissa ei ollut käytettävissä tutkimustuloksia suositusten muutoksiin ketunrehussa Ca:n ja P:n tarpeesta kasvavien kettujen osalta (Tauson ym. 1992). Valajan ym:n (2002) tutkimukset osoittivat, että rehun tuhkapitoisuus 50 g/kg KA ja P pitoisuus 6 g/kg KA on riittävä ylläpitämään nykyisten nopeasti kasvavien kettujen kivennäistarpeen.

Viimeaikaisimmissa tutkimuksissa rehun Ca:in ja energiansaannin vaikutusta osteokondroosin ja jalkaheikkouden kehittymiseen selvitettiin kahdessa tutkimuksessa kasvavilla siniketuilla heinäkuun puolivälistä lokakuun alkuun. Tutkittavina käsittelyinä olivat normaali ja alhainen rehun energiataso sekä normaali ja alhainen Ca-taso rehussa. Kuitenkin tutkimuksessa alhainen Ca-taso oli lähes 3 kertaa suurempi (16 g / kg KA) kuin NRC:n (1982) suositusten mukainen ja normaali Ca-taso ei poikennut merkittävästi alhaisen Ca-tason rehusta. Tutkimus ei pystynyt tuottamaan mitään selkeää Ca:n saannin vaikutusta kettujen jalkaterveyteen, vaikkakin luuston Ca ja P -pitoisuus oli korkeampi normaalin kuin matalan Ca:n ryhmissä. Muut ominaisuudet esim. luiden murtolujuus, olivat riippumattomia Ca-tasosta, rehun energian saannilla oli

taipumusta vaikuttaa enemmän mitattuihin vasteisiin kuin rehun kivennäistasoilla (Korhonen ym. 2005).

Tutkimustulosten vähäisiin eroihin vaikuttavat ryhmien Ca:n saannin alhainen ero ja tarpeen mukainen saanti sekä lähes suositeltava Ca:P-suhde. Ei ole yllättävää, että tutkimuksessa ei pystytty osoittamaan Ca:n tarpeen vaikutusta. Siten Korhonen ym. (2005) tutkimuksessa on hyvin vähän selittäviä tekijöitä Ca ja P riittävyyden vaikutuksesta jalkaterveyteen, etenkin kun tarkastellaan nykyisen rehun koostumusta, kettujen rehunkulutusta ja suurta kokoa.

Viimeaikaisten analyysitulosten (STKL ry) mukaan syyskauden ketunrehun Ca % kuiva-aineessa on 2.1-2.9% ja P % 1.2-1.7 % Ca:P suhteen ollessa 1.7:1%. Arvot ovat samalla tasolla tai korkeampia kuin vuoden 2005 tutkimuksessa (Korhonen ym. 2005) ja Ca:P suhde on NRC:n suositusten raja-arvoissa (1982). Kuitenkin rehun ravitsemukselliset arvot ovat huomattavasti korkeammat kuin NRC:n (1982) suosittelemat minimiarvot ja P määrä on tarpeen yläpuolella (Valaja ym. 2002). Koska vähimmäisvaatimus ilmoitetaan % kuiva-aineesta, nykypäivän korkeamman energian ketunrehujen kivennäistasoja ja Ca:P-suhdetta ei pystytä suoraan vertaamaan rehuihin, joissa minimitarve määritettiin.

Myös muilla eläinlajeilla luusto- ja jalkaterveysongelmat ovat yleisiä -erityisesti nopeasti kasvavilla jättikoiraroduilla. Isoilla roduilla on osoitettu, että rajoittamaton ruokinta altistaa kasvuaikana luuston ja nivelten kehitysongelmille. On myös dokumentoitu, että ruokinnassa lisätty Ca on haitallinen ja luuston terveys paranee, jos ruokinnan Ca sisältö pidetään 0.8 ja Ca:P suhde on 1.2:1. Taso on hieman yli NRC:n (1982) kasvavien kettujen suositusten osalta. Koiratutkimuksissa osoitettiin haitallisia vaikutuksia, jos rehussa oli korkea Ca pitoisuus. Tällöin Ca sisällön osalta ruokavalio on usein ollut korkeampi kuin 3% DM ja Ca: P-suhde erittäin vääristynyt ollen 3 ja 4 välillä. Siten ruokavalion P saanti on vaikuttava ja haitallinen tekijä (Dobenecker, 2011). Ca:n ylimäärän on havaittu aiheuttavan haittavaikutuksia nuorelle eläimelle varhaiskasvun aikana, jolloin Ca:n imeytyminen on passiivista. Elimistö ei pysty säätelemään Ca:n imeytymistä, jos varhaiskasvun ruokavalio sisältää liikaa Ca:a. Tällöin ylimääräinen Ca imeytyy ja vaikuttaa negatiivisesti luuston mineralisoitumiseen. Nopean varhaiskasvun jälkeen Ca:n imeytymistä ja hyväksikäyttöä säädellään tarpeen mukaan ja siten ylimääräistä Ca:a ei hyväksikäytetä. Suurikokoisilla koiraroduilla Ca:n imeytymisen säätely ei välttämättä toimi etenkin nopean varhaiskasvun aikana, jos ruokavaliossa on ylimääräistä Ca:a.

Pienet ja jättiläiskoirarodut poikkeavat hyvin laajalti kasvultaan, ja tämä näkyy myös kasvuhormonin (GH) ja insuliinin kaltaisen kasvutekijän IGF:n osalta. Suurilla koiraroduilla on havaittu huomattavasti korkeampia pitoisuuksia kasvun aikana kuin pienillä roduilla. Myös Ca:n, P:n ja D-vitamiinin aineenvaihdunta vaihtelevat roduittain, niin että suurikokoisilla koirilla on korkeampi plasman P, AFOS ja kalsitoniini $1,25(OH)_2D_3$. Yhdessä nämä fysiologiset erot aiheuttivat suurilla nopeasti kasvavilla roduilla ongelmia luuston ja nivelten muodostumisessa verrattuna pieniin rotuihin aiheuttaen luuston ja nivelten kehittymisongelmia, mm. osteokondroosia (Tryfonidou ym. 2003).

Jos ketun suuren koon valinta on johtanut fysiologiseen adaptaatioon, kuten on havaittu muilla eläinlajeilla, voi olla mahdollista että ruokinnan Ca ja P saanti ja ruokintastrategiat pitäisi muuttaa, jotta voidaan tukea luuston ja nivelten kehittymistä. Siksi kettujen nopean varhaiskasvun aikaisen Ca ja P tarpeen tutkiminen on välttämätöntä.

1.2 Tavoitteet ja hypoteesi

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Ca:n saannin sekä Ca:n ja P:n tasapainon sekä ruokintaintensiteetin (vapaa vs rajoitettu) vaikutusta sinikettujen (*Vulpes lagopus*) jalkaterveyteen.



2 Aineisto ja menetelmät

Tarhakoe suoritettiin Kannuksen tutkimustila Luova Oy:n tiloissa ajalla elokuu-marraskuu 2013.

2.1 Ryhmät ja ruokinta

Koeryhmät olivat seuraavat:

1. Kontrolli: ketunrehu, tämänhetkinen Ca ja P pitoisuus (2.0:1), vapaa ruokinta
2. Alhainen Ca, Ca:P suhde 1.5:1., vapaa ruokinta
3. Korkea Ca ja normaali P, ”vinoutunut” Ca:P, Ca:P suhde 2.9:1, vapaa ruokinta
4. Kontrolli: ketunrehu, tämänhetkinen Ca ja P pitoisuus (2.0:1), rajoitettu ruokinta 60%
5. Alhainen Ca, Ca:P suhde 1.5:1., rajoitettu ruokinta 60%
6. Korkea Ca ja normaali P, ”vinoutunut” Ca:P suhde: Ca:P suhde 2.9:1, rajoitettu ruokinta 60%

2.2 Mitattavat vasteet

Mitattavat muuttuvat kokeessa olivat seuraavat:

- eläinten kasvu (painot, pituus)
- rehunkulutus (annettu rehu, syöty rehu)
- käyttäytyminen ja aktiivisuus (videointi)
- jalkojen taipuneisuus ja liikkumisvaikeus
- jalkapohjien kosketusherkyys (kosketustesti jalkapohjista)



- kiinniottoreaktio
- exploratiivisuus (pallotesti)
- luottavaisuus (keppitesti)
- kävelytesti
- nahka-arvostelu (laatu, likaisuus, kulumat)
- kynsien kunto
- valokuvat ja videointi jaloista ketun kävellessä
- kuntoluokitus (kts. alla olevat kuvat ja teksti)



1. Erittäin laiha

Yleisvaikutelma eläimestä on laiha. Kylkiluut tuntuvat helposti eikä niiden päällä ole käsin tuntuva rasvakerrosta. 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 tunkea 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.

2.3 Tilastolliset analyysit

Tilastolliset testit tehtiin SAS/STAT ohjelmalla, versio 9.2 (Copyright © 2009, SAS Institute Inc. SAS).

Videoaineisto

Alkuperäinen aineisto koostui 11 kuvauksesta (tunti per päivä klo 10:00-11:00). Aineisto jaettiin kolmeen periodiin tilastollisia testejä varten: period1 1: Elokuu 13, Syyskuu 4, Syyskuu 23, periodi 2: Lokakuu 1, Lokakuu 8, Lokakuu 15, Lokakuu 22, ja periodi 3: Lokakuu 29, marraskuu 5, Marraskuu 12 ja Marraskuu 19.

Videokuvausten toistomittaukset analysoitiin lineaarisella mixed –mallilla:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijk},$$

missä μ oli yleinen keskiarvo, α_i ruokinnan voimakkuuden vaikutus (rajoitettu vs vapaa), β_j Ca:P suhteen vaikutus (1.5:1, 2.9:1, vertailu 2.0:1), γ_k kuvausperiodin vaikutus (1, 2, 3), ja $(\alpha\beta)_{ij}$, $(\alpha\gamma)_{ik}$, $(\beta\gamma)_{jk}$ ja $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ olit yhdysvaikutukset. ε_{ijk} oli jäännösvirhe.

Perustuen Akaike information kriteeriin (AIC), toistomittausten kovarianssirakenne mallinnettiin (compound symmetry (CS), auto-regressive order 1(AR1), unstructured (UN)).

Ruumiin koon muuttujat ja nahka-arvostelut

Ruumiin koon muuttujat ja nahka-ominaisuudet analysoitiin lineaarisella mixed-mallilla:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij},$$

missä μ oli yleinen keskiarvo, α_i ruokinnan voimakkuuden vaikutus (rajoitettu vs vapaa), β_j Ca:P suhteen vaikutus (1.5:1, 2.9:1, vertailu 2.0:1), ja $(\alpha\beta)_{ij}$ oli yhdysvaikutus. ε_{ij} oli jäännösvirhe.

Koska eläimet kasvatettiin kaksittain häkeissä, mitattujen muuttujien keskiarvoja häkin sisällä käytettiin kaikissa analyyseissä ja malleissa. Aineiston normalisuus jokaisessa analyysissä tarkistettiin (scatter plots of residuals, fitted values).

Kategoriset muuttujat

Kaikki kategoriset muuttujat analysoitiin Fisher'in exact testillä.



3 Tulokset

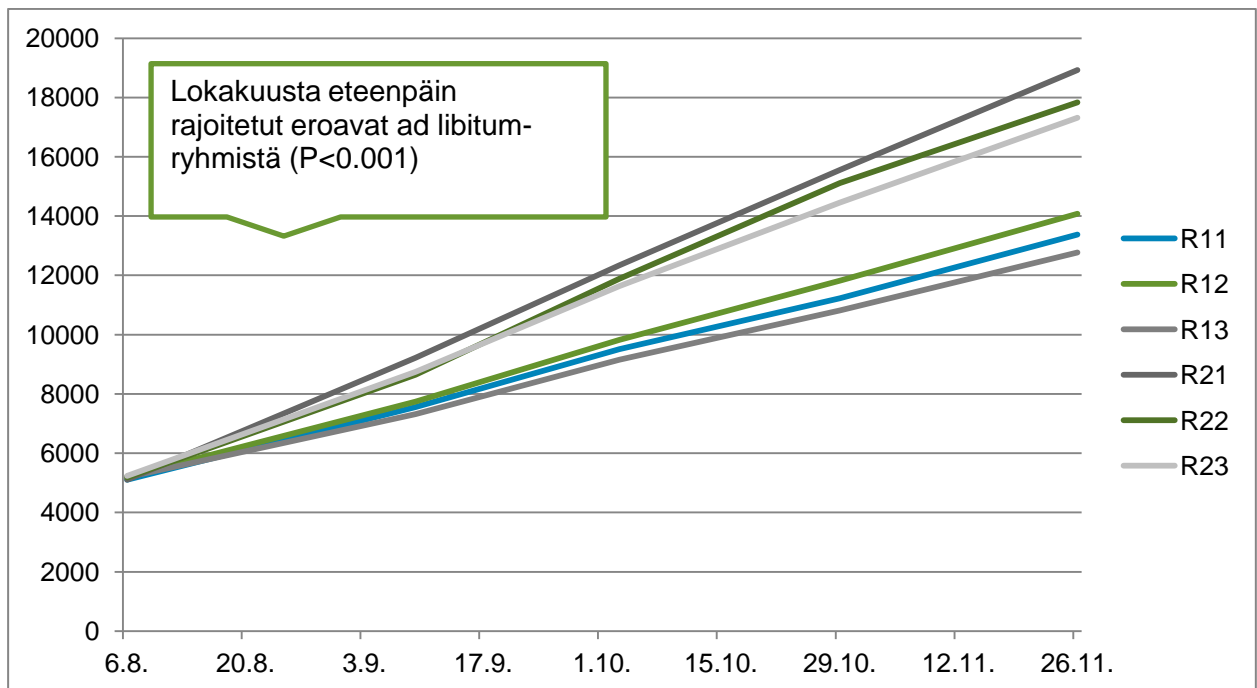
3.1 Rehujen koostumus

Kemiallinen koostumus	Ca:P	1.5:1	2.9:1	kontrolli
● Kuiva-aineessa				
● Tuhka	%	8,8	13,4	8,1
● Raakavalkuainen	%	34,5	29,4	33,0
● Raakarasva	%	28,2	30,9	27,8
● Raakahiilihydraatit	%	31,6	26,3	31,1
● Muunt. energia	MJ/kg	18,2	18,4	18,0
● Muunt. energia	kcal/kg	4350	4390	4300
● Kuiva-aine	%	34,5	36,9	33,1
● Osa ME:stä				
● Raakavalkuainen	%	27,4	25,0	28,3
● Raakarasva	%	55,3	60,2	54,7
● Raakahiilihydraatit	%	17,4	14,8	17,0



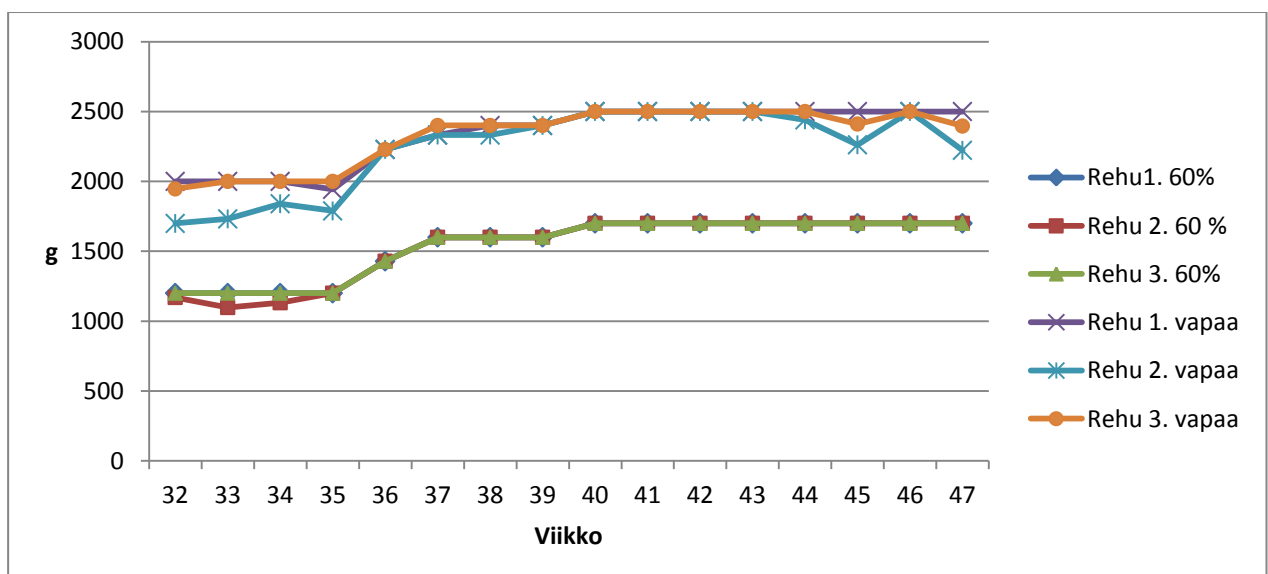
Raaka-aineet	Ca:P	1.5:1	2.9:1	kontrolli
• Silakka, Kannus		25,4	28.1	31.2
• Kalajäte Norja		5,0	5.0	6.8
• Lihaluu jauho, HONKAJOKI		1,0	2.1	1,3
• Teurasjäte, Atria, Nurmo Broil		5,0	17.8	2.7
• Teurasjäte Pouttu, nauta/sika		40,0	23.3	23.6
• Hamlet Protein HP330		-	-	0.015
• Höyhenjauho		0,261	0.244	2,000
• OHRA, Esikypsytetty		3,5	3.5	3.5
• Vehnä 90 % <0,5MM		10,000	10.000	10.000
•				
• KETUNRASVA		3,8	3.6	5.4
• Kridt "Liitu"		0,29	-	2.00
• DL-METHIONIN		-	0.038	0.058
• Fosforihappo 75%		0,2	-	-
• Vesi		5,4	6.0	11.0

3.2 Painonkehitys



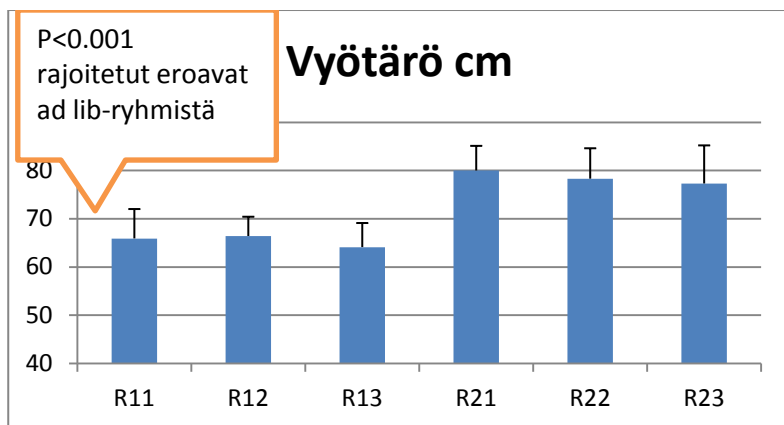
Kuva 1. Koeryhmien painonkehitys kokeen kuluessa. R11,R12 ja R13 rajoitetut ryhmät. R21, R22 ja R23 vapaasti ruokitut (ad libitum) ryhmät. Ruokintaryhmien sisällä ei eroa.

3.3 Rehunkulutus

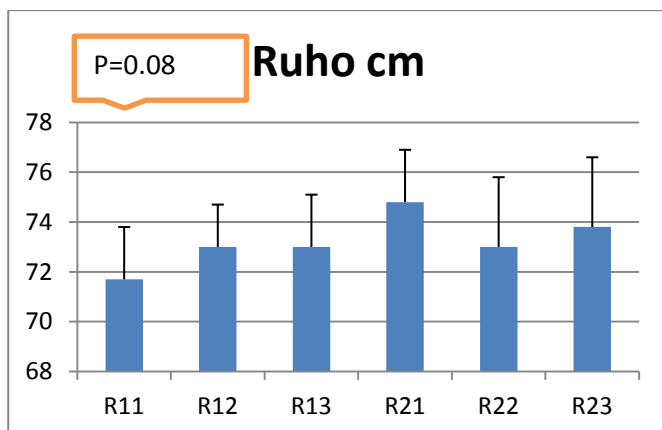


Kuva 2. Koeryhmien rehunkulutus (g/eläin/päivä). Vapaalla ruokitut söivät merkittävästi enemmän (P<0.001) kuin rajoitetulla annoksella olleet.

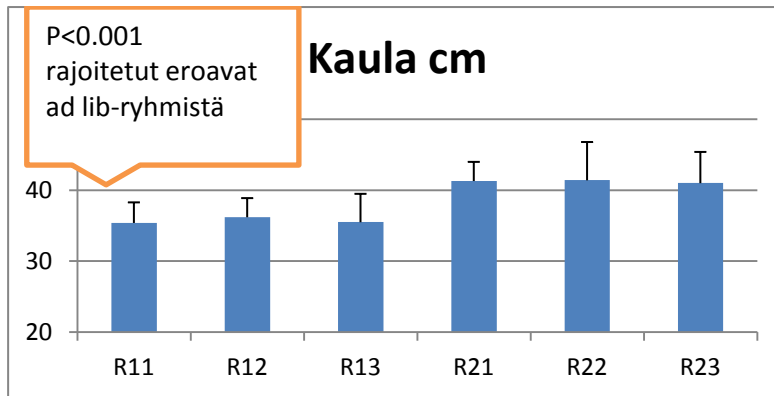
3.4 Kokoparametrit nahkonnän yhteydessä



Kuva 3. Vyötärön ympäryys (cm) koeryhmissä. R11, R12 ja R13 rajoitetusti ruokitut. R21, R22 ja R23 vapaasti (ad libitum) ruokitut. Tulokset muodossa keskiarvo \pm keskihajonta.

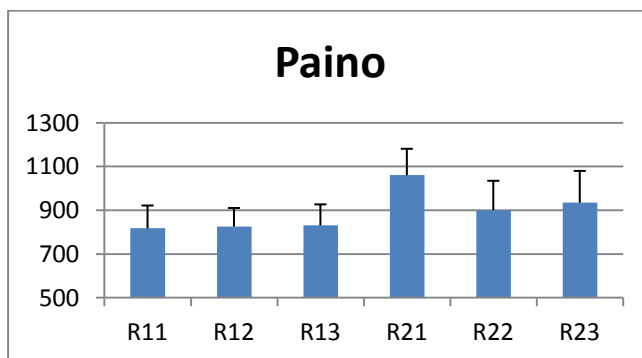


Kuva 4. Ruhon pituus (cm) koeryhmissä. R11, R12 ja R13 rajoitetusti ruokitut. R21, R22 ja R23 vapaasti (ad libitum) ruokitut. Vahva tendenssi, että vapaalla ruokituilla pitemmät ruhot kuin rajoitetulla (P=0.08).

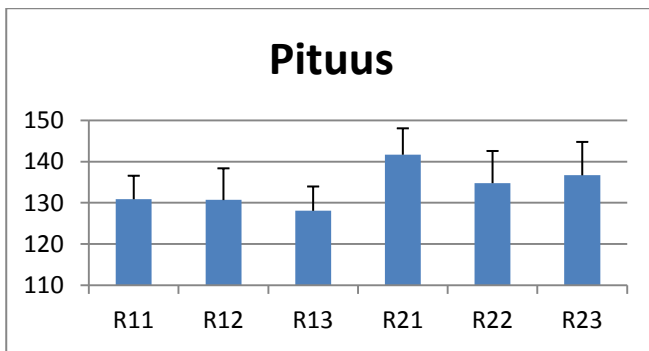


Kuva 5. Kaulan ympärysmitta (cm) koeryhmissä. R11, R12 ja R13 rajoitetusti ruokitut. R21, R22 ja R23 vapaasti (ad libitum) ruokitut.

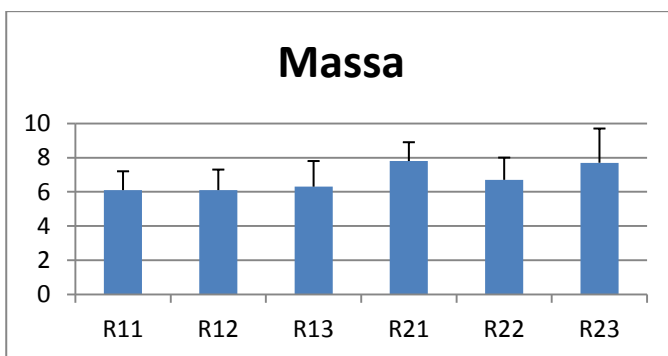
3.5 Nahka-arvostelu



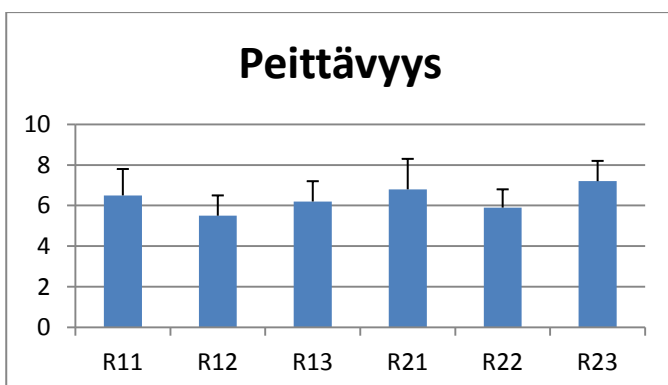
Kuva 6. Nahan paino (g) koeryhmissä. R11, R12 ja R13 rajoitetusti ruokitut. R21, R22 ja R23 vapaasti (ad libitum) ruokitut.



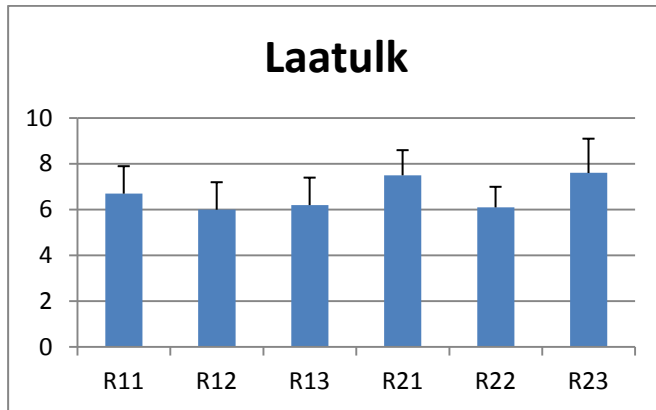
Kuva 7. Nahan pituus (cm) koeryhmissä. R11 ,R12 ja R13 rajoitetusti ruokitut. R21, R22 ja R23 vapaasti (ad libitum) ruokitut. Nahan pituus suurempi vapaalla kuin rajoitetulla rehulla ($P<0.001$).



Kuva 8. Koenahkojen massa koeryhmissä. R11 ,R12 ja R13 rajoitetusti ruokitut. R21, R22 ja R23 vapaasti (ad libitum) ruokitut. Massa parempi vapaalla kuin rajoitetulla ruokinnalla ($P<0.01$).



Kuva 9. Peittävyys koeryhmissä. R11 ,R12 ja R13 rajoitetusti ruokitut. R21, R22 ja R23 vapaasti (ad libitum) ruokitut. Ei tilastollista eroa, mutta tendenssi ($P=0.07$).

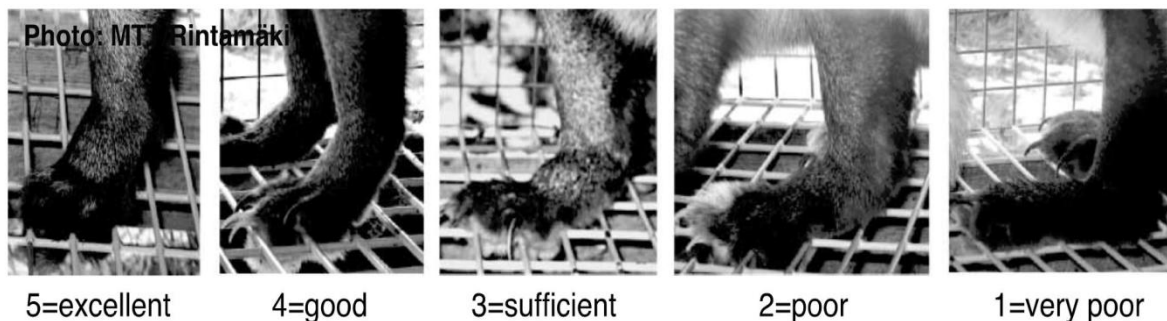


Kuva 10. Nahkojen laatu koeryhmissä. R11 ,R12 ja R13 rajoitetusti ruokitut. R21, R22 ja R23 vapaasti (ad libitum) ruokitut. Laatu parempi vapaalla ruokinnalla ($P < 0.05$).

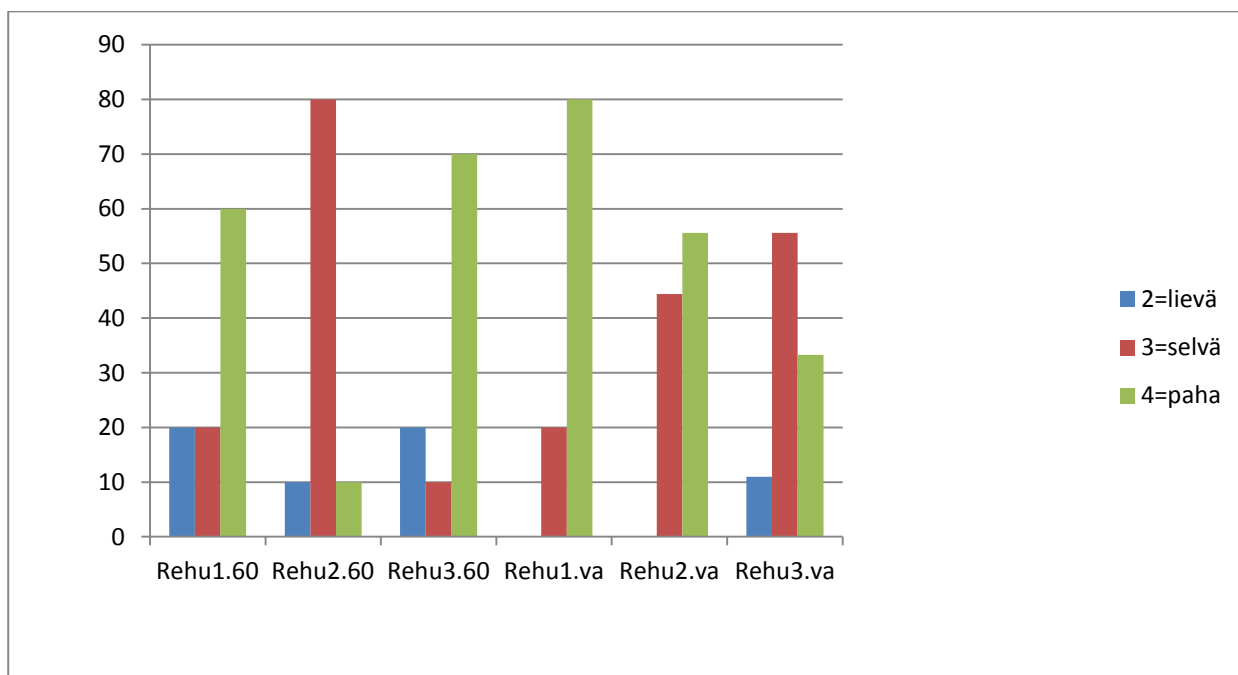
Taulukko 1. Nahkaominaisuuksien vertailu koeryhmissä. Standard deviations (SD) esitetty suluissa. P_1 = tilastollinen ero rajoitetun ja ad libitum ryhmien välillä; P_2 =tilastollinen ero Ca:P tasojen välillä; P_3 =Tilastollinen ero: yhdysvaikutus. * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$. ns=not significant difference. R=rajoitettu, AL=vapaa ruokinta (ad libitum). 1-3 ryhmät.

Muuttuja	R 1	R 2	R 3	AL 1	AL 2	AL 3	P_1	P_2	P_3
Nahan paino, g	817.5 (104.9)	825.5 (85.4)	831.0 (96.6)	1060.5 (121.1)	900.6 (134.7)	935.0 (145.5)	***	ns	0.06
Nahan pituus, cm	130.9 (5.7)	130.7 (7.7)	128.1 (5.9)	141.7 (6.4)	134.8 (7.8)	136.7 (8.1)	***	ns	ns
Massakkuus	6.1 (1.1)	6.1 (1.2)	6.3 (1.5)	7.8 (1.1)	6.7 (1.3)	7.7 (2.0)	**	ns	ns
Peittävyys	6.5 (1.2)	5.5 (1.0)	6.2 (1.9)	6.8 (1.5)	5.9 (0.9)	7.2 (1.0)	0.07	*	ns
Laatu	6.7 (1.2)	6.0 (1.2)	6.2 (1.2)	7.5 (1.1)	6.1 (0.9)	7.6 (1.5)	*	*	ns

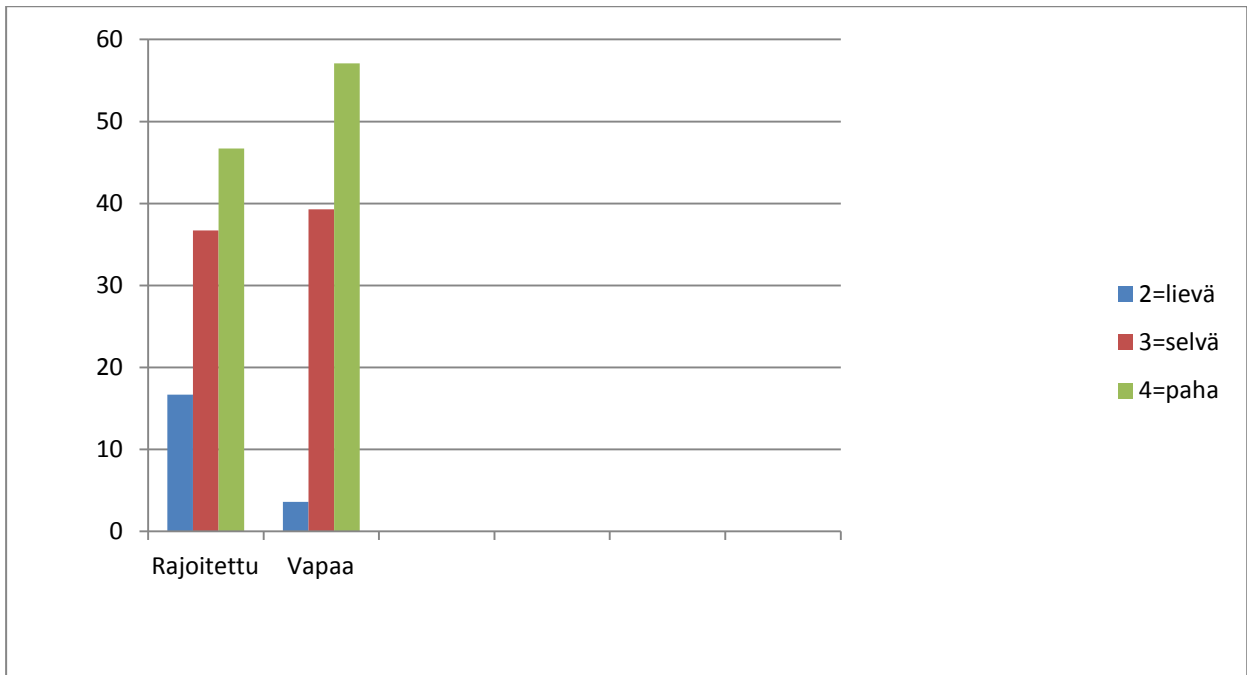
3.6 Jalkojen taipuneisuus ja liikkumisvaikeus



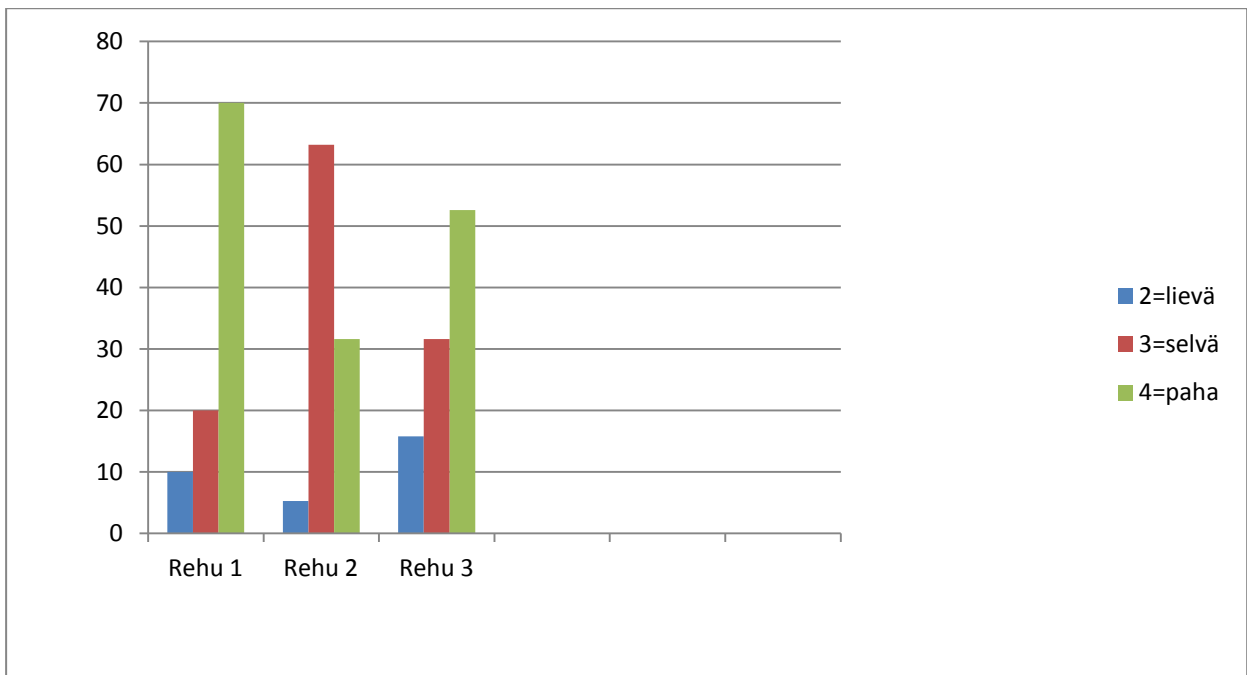
Kuva 11. Kuva 1 Sinikettujen etujalkojen asentomuutokset luokiteltiin normaalista vakava-asteiseen viisiportaisella asteikolla (Kempe ym. 2010). 5=erinomainen, 4=lievä, 3=selvä, 2=paha, 1=hyvin paha.



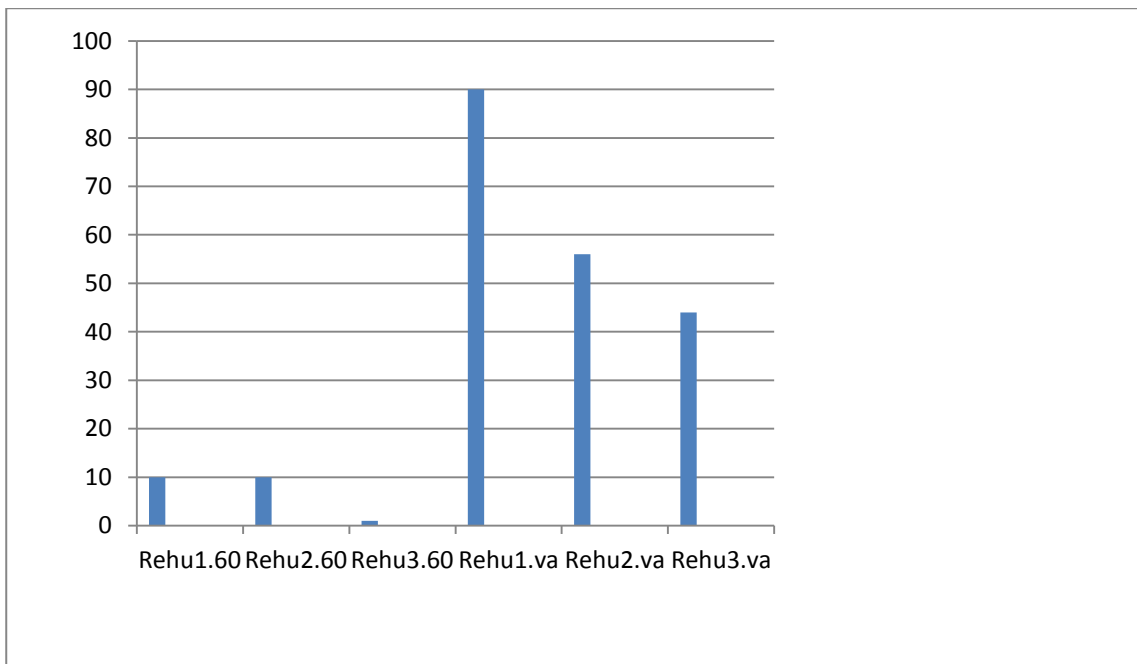
Kuva 12. Jalkojen taipuneisuus koeryhmissä. Kts. kuva 11. Mitään kovin selvää eroa taipuneisuudessa ryhmien välillä ei löytynyt.



Kuva 13. Jalkojen taipuneisuus rajoitetulla ja vapaalla ruokinnalla. Kts. kuva 11. Rajoitetulla ruokinnalla oli enemmän lievää taipuneisuutta.



Kuva 14. Jalkojen taipuneisuus erilaisilla Ca:P suhteen rehuilla. Kts. kuva 11. Vertailurehulla (Rehu 1) oli eniten jalkojen taipuneisuutta.



Kuva 15. Kettujen liikkumisvaikeudet (% eläimistä). Vaikeusaste on tässä kuvassa 2=lievä: merkitsevä ero vapaalla (va) ja rajoitetulla (60) rehulla olleiden eläinten välillä ($P < 0.001$). Voimakasta liikkumisvaikeutta ei ollut missään ryhmässä. Ei myöskään kettuja jotka eivät pystyisi liikkumaan.

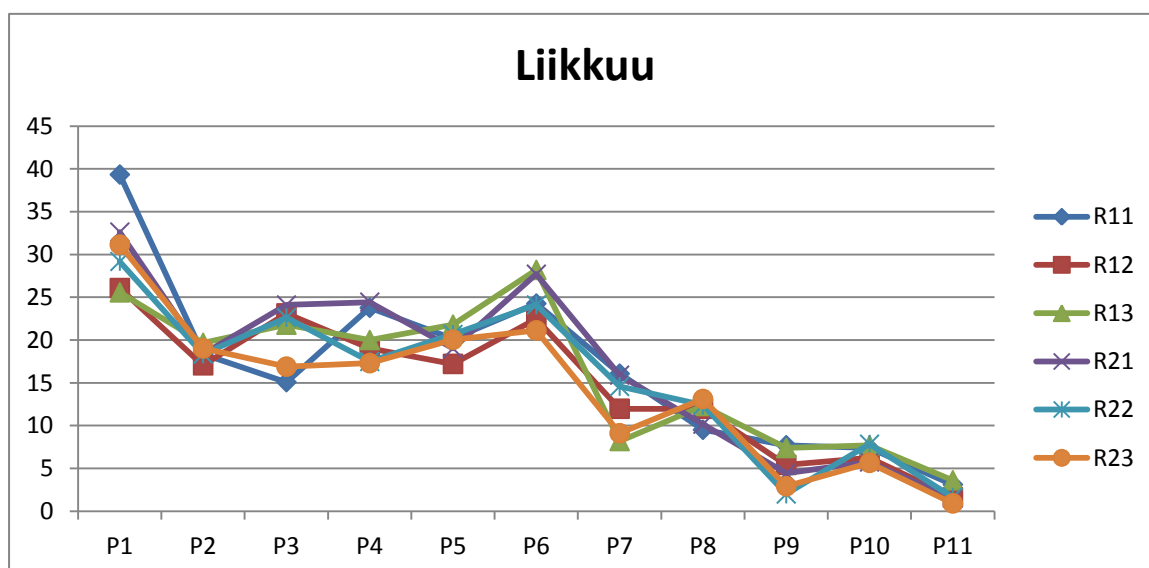
Taulukko 2. Jalkojen taipuneisuus (% eläimistä joilla taipuneisuus 1-4). R=rajoitettu, AL=vapaa ruokinta (ad libitum). 1-3 ryhmät.

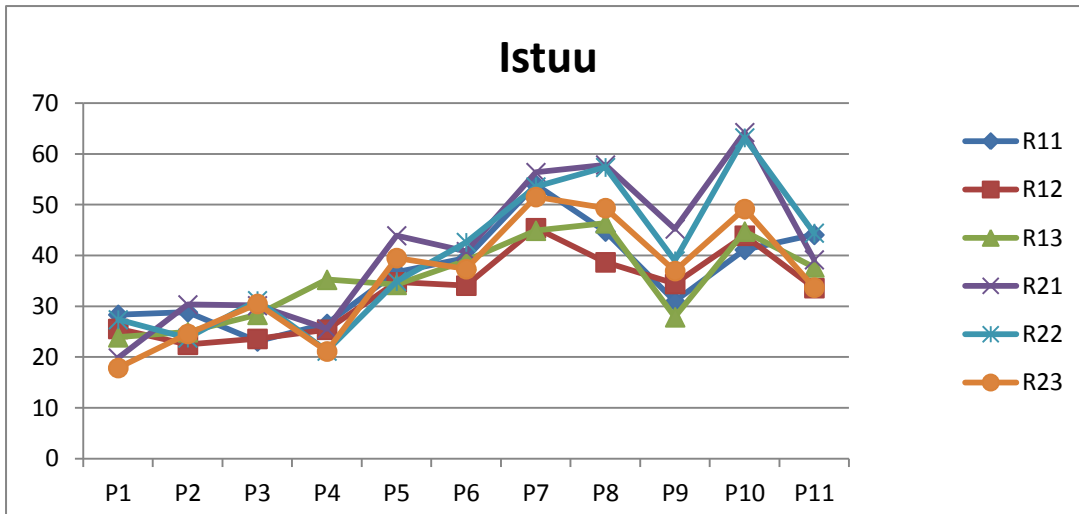
Pvm.	Taipuneisuus	R 1	R 2	R 3	AL 1	AL 2	AL 3
Elo 6	1	0	10	0	0	0	10
	2	80	90	80	90	100	80
	3	20	0	20	10	0	10
	4	0	0	0	0	0	0
Syys 6	1	0	10	0	0	0	10
	2	70	70	80	70	80	70
	3	30	20	20	30	20	20
	4	0	0	0	0	0	0
Loka 10	1	0	0	0	0	0	0
	2	40	60	60	30	50	33.3
	3	60	40	40	70	50	66.7
	4	0	0	0	0	0	0
Loka 29	1	0	0	0	0	0	0
	2	20	10	20	0	11.1	33.3
	3	20	90	30	40	33.3	33.3
	4	60	0	50	60	55.6	33.3
Marras18	1	0	0	0	0	0	0
	2	20	10	20	0	0	11.1
	3	20	80	10	20	44.4	55.6
	4	60	10	70	80	55.6	33.3

3.7. Käyttäytyminen ja aktiivisuus



Kuva 16. Kettujen liikkumisaktiivisuus (min/vrk) koeryhmissä. Liikkuminen väheni samalla lailla kaikilla ryhmillä syksyä kohti ($P < 0.001$). Ryhmien välillä ei eroa liikkumisaktiivisuudessa.





Kuva 17. Istumisen määrä (min/vrk) koeryhmissä. Istumisen määrä lisääntyi syksyä kohti kaikissa ryhmissä samalla lailla ($P < 0.001$). Ryhmien välillä ei tilastollista eroa.

Taulukko 3. Käyttäytyminen kävelytestissä (eläinten lukumäärä, kpl). P = tilastollinen ero ryhmien välillä. * $P < 0.05$. ns = ei eroa. R = rajoitettu, AL = vapaa ruokinta (ad libitum). 1-3 ryhmät.

Pvm	Muuttuja	R 1	R 2	R 3	AL 1	AL 2	AL 3	P
Elo 9	istuu	5	6	4	3	4	5	ns
	seisoo	0	0	1	0	0	1	
	liikkuu	2	2	0	4	0	1	
	makaa	2	0	1	0	3	0	
	hyllyllä	1	2	4	3	3	2	
Loka 1	istuu	1	4	2	2	5	4	ns
	seisoo	4	0	2	5	2	4	
	liikkuu	3	2	3	2	1	0	
	makaa	0	0	0	0	0	0	
	hyllyllä	2	4	3	1	2	1	
Loka 29	istuu	2	3	0	8	5	2	*
	seisoo	2	2	2	1	3	1	
	liikkuu	1	1	4	0	1	2	
	makaa	2	3	1	0	0	4	
	hyllyllä	3	1	3	1	0	0	
Marras 15	istuu	2	4	1	5	5	6	0.06
	seisoo	3	2	4	5	4	2	
	liikkuu	1	0	2	0	0	0	
	makaa	3	1	0	0	0	1	
	hyllyllä	1	3	3	0	0	0	

3.8. Testit

Taulukko 4. Luottavaisten kettujen lukumäärä kiinniotto- ja keppitestissä, ja exploratiivisuus pallotestissä. P =tilastollinen ero ryhmien välillä. *P<0.05; **P<0.01. ns=ei eroa. R=rajoitettu, AL=vapaa ruokinta (ad libitum). 1-3 ryhmät.

Muuttuja/Pvm	R 1	R 2	R 3	AL 1	AL 2	AL 3	P
Kiinniottotesti, luottavaisuus							
Elo 6	9	7	10	7	8	9	ns
Syys 9	5	4	5	8	10	5	*
Loka 3	8	8	5	9	10	8	ns
Loka 29	9	3	4	4	6	8	*
Marras 26	6	8	7	8	8	6	ns
Keppitesti, luottavaisuus							
Syys 6	1	0	1	0	1	2	ns
Syys 30	0	1	1	0	2	2	ns
Marras 14	0	0	0	0	0	0	ns
Pallotesti, exploratiivisuus							
Syys 6	3	1	4	3	2	2	ns
Syys 30	2	1	1	3	4	1	ns
Marras 14	3	1	4	3	2	2	ns



4 Pohdinta

Tässä kokeessa eläinten perinnöllinen tausta otettiin erityisesti huomioon eli kuhunkin koeryhmään tuli eläin samasta pentueesta. Tämä mahdollisti ruokinnan voimakkuuden ja Ca:P suhteen vaikutusten paremman selvittämisen. Kuten kokeen kasvutiedot selvästi osoittavat, onnistuimme tuottamaan eläinten painon suhteen kaksi hyvin erilaista painoryhmää: (1) lihavat, vapaasti ruokitut eläimet; ja (2) selvästi hoikemmat, rajoitetusti ruokitut eläimet. Vapaasti ruokittujen kasvukäyrät olivat selvästi rajoitetuista poikkeavat. Samoin merkittävät erot löytyivät vyötärön ja niskan ympärysmittassa, pituudessa ja kuntoisuusindeksissä. Tällä perusteella meillä oli periaatteessa hyvät mahdollisuudet vertailla ruumiinpainon ja koon vaikutusta jalkaterveyteen.

Liikkumisvaikeuden arviointi tässä kokeessa perustui samaan arviointimenetelmään kuin Welfur- protokollassa käytetään kettuille. Liikkumisvaikeuksia esiintyi kokeessa varsin vähän. Itse asiassa ei löytynyt yhtään kettua joka ei liikkuisi ollenkaan tai sillä olisi merkittäviä liikkumisvaikeuksia. Ainoastaan lievää liikuntavaikeutta löytyi. Näiltä osin ero vapaalla ja rajoitetulla ruokinnalla oli merkitsevä eli vapaalla ruokinnalla oli selvästi enemmän kettuja joilla oli lievää liikuntavaikeutta. Tämä viittaa siihen, että liiallinen ruokinta aiheuttaa jossain määrin liikkumisvaikeutta. Toisaalta jalkojen taipuneisuudella ja liikuntavaikeudella ei näytä olevan välttämättä mitään tekemistä keskenään. Jalkojen taipuneisuudessa ei ollut eroa vapaalla ja rajoitetulla ruokinnalla. Ca:P tasolla näytti toisaalta olevan lievää vaikutusta jalkojen taipuneisuuteen. Tämä vaikutus ei ollut kuitenkaan kovin selvä. Näyttää siltä että korkea vinoutunut Ca:P suhde ei ainakaan edistä taipuneisuutta. Eniten voimakasta taipuneisuutta oli vertailurehulla. Näyttääkin alustavasti siltä, että tarhoilla käytettävää perusrehua tulee edelleen kehittää. Iso kysymys tässä on se, että millä tavalla? Tämä tutkimus ei antanut siihen riittävästi selvyyttä. Tämä nykyinen koe oli osa aiemmin STKL:n suunnittelemaa suurempaa jalkaterveyteen liittyvää koetta. Valitettavasti laajempaa koetta ei ole toteutettu. Tämän pienen osakokeen osalta johtopäätökset eivät ole lopullisia eikä kovin selvää eroa taipuneisuuteen saatu. Näkemyksemme mukaan tulisi tehdä vielä lisää laajempia kokeita jalkaongelmien lopulliseksi selvittämiseksi. Jalkaongelmat näyttävät olevan monen tekijän summa.

Käytetyt eläinmäärät per koeryhmät olivat tässä kokeessa melko pienet eli 10 eläintä per ryhmä. Tämä johtui siitä, että myönnetty rahasumma koetta varten oli liian pieni, jotta suuremmat

koeryhmät olisi ollut mahdollista tehdä. Tästä asiasta informoitiin myös Timo Mikkolaa (STKL) ennen kokeen aloittamista, mutta päätöksenä oli että koe tehdään tällaisena.

Kaikesta huolimatta tämä koe on merkittävä askel jalkaongelmien tutkimisessa. Aiemmin asiaa ei ole paljonkaan selvitetty. Erityisen merkittävänä pidämme sitä, että kokeesta saatiin tehtyä tieteellinen referoitu artikkeli joka on nyt julkaistu kansainvälisessä sarjassa (Korhonen, H.T. ym. 2014. Effects of feeding intensity and Ca:P ratio on foot welfare in blue foxes. Open Journal of Animal Sciences 4: 153-164). Tieteellisestä pohdinnasta voi lukea tarkemmin ko. artikkelista.

Alustavia tuloksia on esitetty Rehunvalmistajien luentopäivillä Helsingissä 29.1.2014.

Esitelmästä ”Siniketun jalkaterveys erilaisilla Ca:P suhteen dieeteillä” on power point versio Väliraportin No:2 liitteenä (toimitettu STKL:lle 7.5.2014). Väliraportti N:o 1 toimitettu STKL:lle 15.11.2013.

Tuloksia esitellään myös NJF seminaarissa nr. 482 Tanskassa Grenaa'ssa (29.9.-3.10.2014; suullinen esitelmä ja poster). Kts. lähemmin raportin lopussa olevat liitteet 1-3



5 Kirjallisuus

Dobenecker, B. 2011. Factors that modify the effect of excess calcium on skeletal development in puppies. *British Journal of Nutrition* 106: S142-S145.

Harris, L.E., Basset, C.F. & Wilke, C.F. 1951. Effects of various levels of calcium, phosphorus and vitamin D intake on bone growth. I. Foxes. *Journal of Nutrition* 43: 153.

Korhonen, H.T., Happo, M., Rekilä, T., Valaja, J. & Pölönen, I. 2005. Effects of diet calcium: phosphorous ratio and metabolizable energy content on development of osteochondrosis, foot bending and performance in blue foxes. *Animal Science* 80: 325-331.

NRC, 1982. Nutrient requirements of mink and foxes. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.

Tauson, A-H., Lindal Olafsson, B., Elnif, J., Treuthardt, J. & Ahlstrøm, Ø. 1992. Minkens och rävens mineraLförsörjning. NJF-utredning/rapport nr 79, Jordbrugsforlaget, Copenhagen, 104 pp.

Tryfonidou, M. A., Holl, M. S., Vastenburger, M., Oosterlaken-Dijksterhuis, M. A., Birkenhäger-Frenkel, D. H. van den Brom, W. E. & Hazewinkel, H. A. W. 2003. Hormonal regulation of calcium homeostasis in two breeds of dogs during growth at different rates. *Journal of Animal Science* 81: 1568-1580.

Valaja, J., Pölönen, I., Rekilä, T., Nenonen, N. & Jalava, T. 2002. Calcium and phosphorus nutrition of blue foxes. NJF-seminar no. 347, Vuokatti, Finland.



Liitteet

Erillisenä pdf-liitteenä on tieteellinen referoitu julkaisu: Korhonen, H.T., Eskeli, P., Huuki, H. & Sepponen, J. 2014. Effects of feeding intensity and Ca:P ratio on foot welfare in blue foxes. Open Journal of Animal Sciences 4: 153-164.

Lisäksi ohessa seuraavat liitteet 1-3.

Liite 1: NJF seminar 482, Sept 30-Oct 3, 2014

A STUDY ON FOOT WELFARE IN FOXES

Hannu T. Korhonen, Pekka Eskeli, Teijo Lappi & Juhani Sepponen

MTT Agrifood Research Finland, Animal Production Research, Kannus

Abstract

The aim was to clarify effects of ad libitum and restricted feeding with three Ca:P ratios on foot welfare in blue foxes. Experiment was started at weaning on August 6th (wk 32) and finished at pelting on November 26th (wk 47). Treatment groups were: (1) restricted feeding (R 1), Ca:P ratio 1.5:1; (2) restricted feeding (R 2), Ca:P ratio 2.9:1; (3) restricted feeding Ca:P-ratio control level (R 3); (4) ad libitum feeding (AL 1), Ca:P ratio 1.5:1; (5) ad libitum feeding (AL 2), Ca:P-ratio 2.9:1; (6) ad libitum feeding (AL 3) Ca:P ratio control level. Body growth variables, feed consumption and several welfare variables were measured. The behaviour of animals was video recorded. Foreleg carpal joint angle as an indicator of leg weakness and the fox's ability to move about in the cage were evaluated. During weeks 32-35 and 37-47 animals from restricted groups ate 60- 65% and 67-

68% of the given feed, respectively. Body weight gain fed ad libitum foxes was faster. In Oct 3, ad libitum groups significantly differed from restricted feeding groups ($P < 0.001$). At pelting, waistline and neck circumference was significantly ($P < 0.001$) larger in ad libitum groups compared to restricted ones. Also body condition score (BSC) was significantly ($P < 0.001$) larger for ad libitum animals. Body length was greater for ad libitum than for restricted groups ($P < 0.05$). Significant differences were not found in body size variables between Ca:P- ratios. During the course of experiment bending of feet increased in each group. This increase between initial and final scoring was significant ($P < 0.001$). Most bended feed was found at last scoring on Nov 18. Significant differences were found in bending between ad libitum and restricted groups ($P < 0.05$). Pronounced difficulties in locomotor activity were not found. Differences between the groups were slight in stick, floorball test and capture test. No withdrawal or pain reaction was found at sensitivity test. Foot welfare problems seem to be a multi-factorial problem that requires further research.

INTRODUCTION

Body size of farmed blue foxes (*Vulpes lagopus*) has dramatically increased during the last decades. At pelting, foxes nowadays typically weight 15-20 kg compared to times 20-30 years ago when foxes pelting weight was clearly less than 10 kg (Korhonen et al., 2005; Rimeslåtten, 1976). *Ad libitum* feeding and the high amount fat in the diet can partly explain the marked increase of pelting weight. Also effective genetic selection has increased the body size of fox (Kempe et al. 2008; 2009; 2010). Simultaneously leg weakness and bending of carpal joint has come more common in farm-raised blue foxes (Kempe et al. 2010). Obviously, excessive body mass or size combined with such pre-symptoms of osteochondrosis may compromise animal welfare (Smith, 1991; Korhonen et al. 2005).

There is lack of proper research clarifying reasons causing foot problems (Tauson et al. 1992). However, it can be assumed to be a sum of various parallel factors. In addition to excessive body mass and size, other influential factors may be the amount of calcium (Ca) and phosphorus (P) and their mutual relationships in the diet (Tryfonidou et al. 2003; Dobenecker, 2011). Research on mineral requirement of foxes is unfortunately scarce and mainly published a quite long time ago. Study by Harris et al. (1951) recommends that Ca:P ratio should be 1:1.7. A dietary calcium content below the recommended level was found to cause lameness and bending of leg bones in silver foxes. According to the recommendations based on NRC (1982), growing blue foxes minimum requirements of Ca and P in the dry matter diets are 0.6% for each. Valaja et al. (2002) reported that ash content of feed 50 g/kg dry matter and P content 6 g/kg KA is sufficient to satisfy mineral requirement of growing foxes. A high amount of calcium in

the diet may be also problematic. In dogs, Hedhammer et al. (1974) reported that overfeeding caused a higher incidence of ossification problems than restricted feeding, and suggested that over supplementation with calcium was a major contributing factor. The upper limit of proper calcium supply in foxes is unknown.

The aim of the present study was to clarify effects of two feeding levels (restricted vs. *ad libitum*) and the three Ca:P ratios on foot welfare in growing juvenile blue foxes.

MATERIALS & METHODS

Experimental animals were juvenile male blue foxes born in May 2013. Experiment started at weaning on August 6th and finished at pelting on November 26th. The foxes were divided into six experimental groups: (1) restricted feeding, Ca:P ratio 1.5:1; (2) restricted feeding, Ca:P-ratio 2.9:1; (3) restricted feeding Ca:P-ratio control level; (4) *ad libitum* feeding, Ca:P ratio 1.5:1; (5) *ad libitum* feeding, Ca:P-ratio 2.9:1; (6) *ad libitum* feeding Ca:P-ratio control level. The amount of restricted feeding was set to be 60-70% of *ad libitum* level.

Animals were pair-housed in standard wire-mesh cages measuring 105 cm long x 120 cm wide x 70 cm high. Each cage was furnished with a wire-mesh platform (105 cm long x 25t cm wide) located at 23 cm from the ceiling. Furthermore, a bone (30 cm long x 7 cm diameter) as chewing and activity object was placed into cage floor. This furnishment is obligatory for farmed foxes (Koistinen & Korhonen, 2013).

Body weights were recorded five times during the study period with a Mettler SM 15 balance, accuracy ± 10 g. At pelting, body length, waistline and neck circumference were measured by using tape measure (accuracy ± 1 cm).

The thickness of subcutaneous fat was assessed by a subjective body condition score (BCS) method, which gives an estimate of the degree of fatness independent of the fox's body size (Kempe et al. 2009). BCS was evaluated for each animal on a scale of 1-5, where 1=very thin and 5=extremely fat.

Capture test was made before weighting. Foxes were caught with neck tongs. Capture reaction was classified as confident or fearful (Korhonen & Huuki, 2011).

The reactions of the foxes to humans were evaluated by performing a walking test (Korhonen et al. 2001a,b). The test was conducted four times during the study, i.e. on Aug 9, Oct 1, Oct 29 and Nov 15. In the test, researcher walked slowly past the cages and wrote down the behavioural reactions of the foxes. Behaviours recorded were: sitting, standing, moving, lying, on platform and stereotypy.

Explorative behaviour was evaluated with a ball test in which a floor ball was placed in the cage. Contact to ball was recorded. If there was no contact within 10 seconds, the test reaction was classified negative.

During the stick test, the researcher was standing in front of the cage and inserted a wooden stick (150 cm long, 5 mm Ø) through the wire-net 25 cm deep in to the cage. An immediate reaction to the stick stimulus was characterized as follows: (1) escape (fearful); the animal moved away from stimulus; (2) exploration (curious); the animal approached the stick and sniffed and/or bit at the stick; (3) aggressiveness (aggressive); the animal made fast and intense attack at the stick and maintained the bite.

Sensitivity to touch was evaluated four times during the course of study; On Sept 9, Oct 3, Oct 29 and Nov 26. Sensitivity test was performed by touching a footpad sole of fox with a ballpoint pen. Foxes' reaction to touch of an object was immediately recorded. 1= no reaction, 2= mild withdrawal, slight pain, 3= strong withdrawal, marked pain.

The behaviour was monitored during the experiment. The video recording setup comprised of MIRASYS recorder (V5016H1), monitor (TFTR 17) and 15 cameras (WZI8 PV312-0). The frequency of behaviour was analysed from videotapes using instantaneous sampling at 1 min intervals for one hour

(10:00-11:00 am) per recording day. Recording days were Aug 13, Sept 4, Sept 23, Oct 1, Oct 8, Oct 15, Oct 22, Oct 29, Nov 5, Nov 12 and Nov 19, respectively.

Foreleg carpal joint angle as an indicator of leg weakness and the fox's ability to move about in the cage were evaluated both live and from recordings. Evaluation of carpal tension was based on subjective evaluation fore legs (Kempe et al. 2010) by one evaluator on a scale of 1-5. In the worst case (score 5=very poor), the carpal joint was bended to a 90° angle compared to normal, only slight angled carpal joint (Score 1=excellent). If one of the carpal joints was more bent than the other, the score was based on the worse leg. Ability to move was evaluated as following (Mononen et al. 2012): If there was no difficulties to move, it was scored to be 0. The animal was actively moving about in the cage and was able to jump easily on to the platform. Mild difficulties to move were scored as 1. The fox sometimes moved about in the cage and was somehow capable of jumping on the platform. Marked difficulties to move were scored to be 2. The fox remained sitting or lying still in the cage, even when shoed off.

RESULTS

Feed consumption in ad libitum groups (AL 1-3) was significantly higher compared to restricted ones (R 1-3) ($P<0.001$). At early phase of the experiment, i.e. on weeks 32-35 (Aug 5-Sept 1), animals from restricted groups ate 60-65% of the amount given to *ad libitum* animals. During weeks 36-47 (Sept 2-Nov 24) feed consumption of restricted groups averaged 67-68% of *ad libitum* level. Animals from R 2 and AL 2 groups had initially slightly poorer appetite compared to other groups. Furthermore, AL 2 animals tended to have poorer feed consumption also on later part of the study, i.e. on weeks 44-45 (Oct 28-Nov 10), and week 47 (Nov 18-24) .

Initial body weights of all experimental groups were similar. However, already on Sept 9 *ad libitum* groups (AL 1-3) very significantly differed from restricted feeding groups (R 1-3) ($P<0.001$). This difference between the groups remained until pelting (Nov 26).

Waistline and neck circumference were significantly larger in *ad libitum* groups compared to restricted ones . Also body condition score (BSC) was significantly larger for *ad libitum* animals. Significant differences were not found in body length at pelting. However, there was a clear tendency ($P<0.08$) that the foxes in *ad libitum* group were longer than the ones in restricted diet groups.

In the beginning of experiment the condition of animals' joints was found to be either good (score 2) or excellent (score 1). Only few animals were classified to score 3 (sufficient). Initially, there were no significant differences in level of bent joints between study groups. During the course of experiment bending of joints increased in each group. This increase between initial and final scoring was significant ($P < 0.001$).

Most bended joints were found during the last scoring on Nov 18. Only significant differences ($P = 0.008$) here were found between R 1, R 2 and R 3 groups. Percentage of animals having score 4 (poor) was 60, 10 and 70%, respectively. Furthermore, when Nov 18 data from *ad libitum* and restricted feeding groups was pooled together, it was found that Ca:P level almost significantly ($P = 0.057$) explained amount bending of feet. During Nov 18, the percentage of animals having score 4 (=poor) in groups with Ca:P ratios of 1.5:1, 2.9:1 and control were 70, 31.6 and 52.6%, respectively.

Significant differences were found in joint bending between *ad libitum* and restricted groups. Neither significant differences between *ad libitum* groups, nor differences when Nov 18 data from Ca:P levels were pooled together was found.

Essential difficulties to move were not found. Thus, animals having a score 2 or 3 for the level of moving was not found until November. However, slight difficulties to move were more common in *ad libitum* fed animals compared to ones in restricted feeding group. Percentage of animals that scored 1 in groups R 1, R 2, R 3, AL 1, AL 2 and AL 3 were 10, 10, 0, 90, 56 44, respectively ($P < 0.001$). Significant differences were not found between AL groups in ability to move ($P = 0.121$).

No withdrawal or pain reaction was found when testing sensitivity to touch in foxes. All footpads were healthy in appearance.

Activity of foxes was highest in August and declined towards pelting at November ($P < 0.001$). Activity of foxes was same order of magnitude in all experimental groups. The amount of sitting was lowest in early August and increased gradually towards pelting ($P < 0.001$). Sitting increased more in the *ad libitum* fed groups than in the restrictedly fed groups ($P < 0.05$).

The amount of standing increased more in the restrictedly fed groups ($P < 0.05$). The amount of lying increased in the *ad libitum* fed groups while it remained constant in the restricted groups ($P < 0.001$). Platform use tended to be lowest in *ad libitum* fed groups. This tendency was more clear in late autumn.

CONCLUSIONS

Present results showed that *ad libitum* feeding produced obese foxes with high amount of subcutaneous fat around waist and neck. This was seen also as a high body condition score (BSC) index. Intensive feeding caused some difficulties to move particularly in approach of winter season. Bending of feet seems to be a multi-factorial problem, involved obviously in hereditary factors as well as feeding intensity and diet composition. However, more research on this subject must be carried out in order to understand this problematic more clearly.

REFERENCES

- Dobenecker, B. 2011. Factors that modify the effect of excess calcium on skeletal development in puppies. *British Journal of Nutrition* 106: S142-S145.
- Harris, L.E., Basset, C.F. & Wilke, C.F. 1951. Effects of various levels of calcium, phosphorus and vitamin D intake on bone growth. I. Foxes. *Journal of Nutrition* 43: 153.
- Hedhammer, A., Wu, F., Krook, L., Schryver, H.F., DelaHunta, A., Whalen, J.P., Kallfelz, F.A., Nunex, E.A., Hintz, H.F., Sheffy, B.E. & Ryan, G.D. 1974. Overnutrition and skeletal disease. An experimental study in growing Great Dane dogs. *Cornell Veterinary*, vol. 64, suppl. 5.
- Kempe, R., Strandén, I., Koivula, M., Rekilä, T., Koskinen, N. & Mäntysaari, E. 2008. Genetic parameters of feed efficiency and its relationships with feed intake, daily gain and animal size traits in Finnish blue fox (*Alopex lagopus*). *Scientific* 32: 47-52.
- Kempe, R., Koskinen, N., Peuta, 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. & Strandén, I. 2010. The genetics of body condition and leg weakness in the blue fox (*Alopex lagopus*). *Acta Agric. Scand. Section A*, 60: 141-150.

- Koistinen, T. & Korhonen, H.T. 2013. Complex housing environment for farmed blue foxes (*Vulpes lagopus*): use of various resources. *Animal* 7: 1354-1361.
- Korhonen, H. 1988. Seasonal changes in activity and behavioural patterns of farm-raised foxes (*Alopex lagopus*). *Scientifur* 12(1): 27-37.
- Korhonen, H.T., Jauhiainen, L., Niemelä, P., Harri, M. & Sauna-aho, R. 2001a. Physiological and behavioural responses in blue foxes (*Alopex lagopus*): comparisons between space quantity and floor material. *Anim. Sci.* 72: 375-387.
- Korhonen, H.T., Jauhiainen, L. & Niemelä, P. 2001b. Effect of space allowance and earthen flooring on behaviour of farmed blue foxes. *Acta ethol* 4:11-21.
- Korhonen, H.T., Happonen, M., Rekilä, T., Valaja, J. & Pölönen, I. 2005. Effects of diet calcium: phosphorous ratio and metabolizable energy content on development of osteochondrosis, foot bending and performance in blue foxes. *Animal Science* 80: 325-331.
- Korhonen, H.T. & Huuki, H. 2011. Digging and its welfare implications for farmed blue fox. *Ann. Anim. Sci.* 11(2): 293-305.
- Littell, R. C., Milliken, G.A., Stroup, W.W. & Wolfinger, R.D. 1996. SAS System for Mixed Models, Cary, NC. SAS Institute Inc., 633 pp.
- Mononen, J., Moller, S.H., Hansen, S.W., Hovland, A.L., Koistinen, T., Lidfors, L., Malmkvist, J., Vinke, C. & Ahola, L. 2012. The development of on-farm welfare assessment protocols for foxes and mink: the WelFur project. *Animal Welfare* 21(3): 363-371.
- NRC, 1982. Nutrient requirements of mink and foxes. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.
- Rimeslåtten, H. 1976. Experiments in feeding different levels of protein, fat and carbohydrates to blue foxes. The First International Scientific Congress in Fur Animal Production, Helsinki, 27-29 April 1976. p.21.
- SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Smith, C.W. 1991. Osteochondrosis in the dog – diagnosis, treatment, and prognosis. *Canine Practice* 16: 15-22.
- Tauson, A-H., Lindal Olafsson, B., Elnif, J., Treuthardt, J. & Ahlstrøm, Ø. 1992. Minkens och rävens mineralförsörjning. NJF-utredning/rapport nr 79, Jordbrugsforlaget, Copenhagen, 104 pp.
- Tryfonidou, M. A., Holl, M. S., Vastenburger, M., Oosterlaken-Dijksterhuis, M. A., Birkenhäger-Frenkel, D. H. van den Brom, W. E. & Hazewinkel, H. A. W. 2003. Hormonal regulation of calcium homeostasis in two breeds of dogs during growth at different rates. *Journal of Animal Science* 81: 1568-1580.

Valaja, J., Pölönen, I., Rekilä, T., Nenonen, N. & Jalava, T. 2002. Calcium and phosphorus nutrition of blue foxes. NJF-seminar no. 347, Vuokatti, Finland.

Liite 2: abstrakti; NJF seminar 482, Sept 30-Oct 3, 2014

FUR PROPERTIES IN BLUE FOXES FED AD LIBITUM AND RESTRICTED CA:P DIETS

Hannu T. Korhonen, Pekka Eskeli, Teijo Lappi & Juhani Sepponen

MTT Agrifood Research Finland, Animal Production Research, Kannus

Abstract

The present paper provides results from study which clarified effects of ad libitum and restricted Ca:P diets on fur properties in blue foxes. Treatment groups were: (1) restricted feeding (R 1), Ca:P ratio 1.5:1; (2) restricted feeding (R 2), Ca:P ratio 2.9:1; (3) restricted feeding Ca:P-ratio control level (R 3); (4) ad libitum feeding (AL 1), Ca:P ratio 1.5:1; (5) ad libitum feeding (AL 2), Ca:P-ratio 2.9:1; (6) ad libitum feeding (AL 3) Ca:P ratio control level. Animals were pelted (Nov 26) according to normal farming practice. Skin grading was performed by Turkistila Luova Oy, Kannus. Fur characteristics evaluated were fur mass, cover of hair and quality. The scale ranged from 1 (poorest) to 10 (best). Fur defects were also evaluated. Skins were weighed with a Mettler SM 15 balance, accuracy ± 10 g. Skin length was measured by using a tape measure, accuracy ± 1 cm. Fur properties were analysed using the following linear mixed model:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij},$$

where μ was the general mean, α_i was the fixed effect of feeding intensity (R or AL), β_j was the fixed effect of Ca:P ratio (1.5:1, 2.9:1, control level) and $(\alpha\beta)_{ij}$ was the interaction between fixed effects. ε_{ij} was the residual error. Clear differences were found in fur properties between the experimental groups. Skin length and weight was greater ($P < 0.001$) in foxes fed *ad libitum* compared to restrictedly fed ones. Furthermore, fur mass and fur quality were better ($P < 0.05$) in *ad libitum* fed animals. Ca:P levels did not affect skin weight, length or fur mass of animals. The cover of hair and fur quality were poorest in animals fed 2.9:1 diet.

1. INTRODUCTION

Body size of farmed blue foxes (*Vulpes lagopus*) has dramatically increased during the last decades. At pelting, foxes nowadays typically weight 15-20 kg compared to times 20-30 years ago when foxes pelting weight was clearly less than 10 kg [1, 2]. *Ad libitum* feeding and the high amount fat in the diet can partly explain the marked increase of pelting weight. Also effective genetic selection has increased the body size of animals [3,

The aim of the present study was to clarify effects of two feeding levels (restricted vs. *ad libitum*) and the three Ca:P ratios on fur properties in growing juvenile blue foxes.

2. MATERIAL AND METHODS

Experimental animals were juvenile male blue foxes born in May 2013. Experiment started at weaning on August 6th and finished at pelting on November 26th. The foxes were divided into six experimental groups: (1) restricted feeding, Ca:P ratio 1.5:1 (R 1); (2) restricted feeding, Ca:P-ratio 2.9:1 (R 2); (3) restricted feeding Ca:P-ratio control level (R 3); (4) ad libitum feeding, Ca:P ratio 1.5:1 (AL 1); (5) ad libitum feeding, Ca:P-ratio 2.9:1 (AL 2); (6) ad libitum feeding Ca:P-ratio control level (AL 3). The amount of restricted feeding was set to be 60-70% of ad libitum level.

Animals were pelted (Nov 26) according to normal farming practice. Skin grading was performed by Turkistila Luova Oy. Fur characteristics evaluated were fur mass, cover of hair and quality. The scale ranged from 1 (poorest) to 10 (best). Fur defects were also evaluated. Skins were weighed with a Mettler SM 15 balance, accuracy ± 10 g. Skin length was measured by using a tape measure, accuracy ± 1 cm.

The statistical analyses were carried out using SAS/STAT software, Version 9.2 of the SAS System for Windows. Copyright © 2009, SAS Institute Inc. SAS and all other SAS Institute Inc. product or service names are registered trademarks or trademarks of SAS Institute Inc[20] ., Cary, NC, USA.

Measurements of body size variables and fur properties were analysed using the following linear mixed model:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij},$$

where μ was the general mean, α_i was the fixed effect of feeding intensity (R or AL), β_j was the fixed effect of Ca:P ratio (1.5:1, 2.9:1, control level) and $(\alpha\beta)_{ij}$ was the interaction between fixed effects. ε_{ij} was the residual error.

Since the animals were pair-housed mean values of measured parameters of animals within each cage were used in all analyses in all the models. Normality of residuals was checked for each analysis using scatter plots of residuals and fitted values.

3. CONCLUSIONS

Clear differences were found in fur properties between the experimental groups. Skin length and weight was greater in foxes fed *ad libitum* compared to restrictedly fed ones. Furthermore, fur mass and fur quality were better in *ad libitum* fed animals. Ca:P levels did not affect skin weight, length or fur mass of animals. The cover of hair and fur quality were poorest in animals fed 2.9:1 diet.

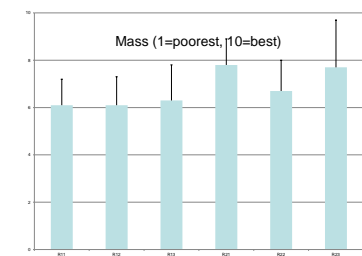
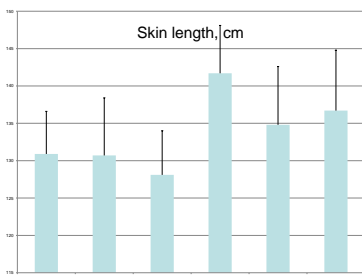
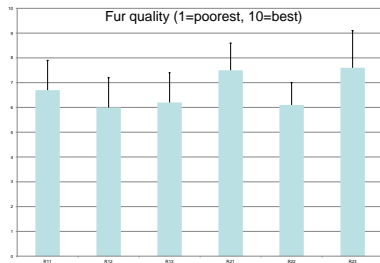
The reason why farmers typically produce large, obese foxes is their expectation of bigger size skins and better fur quality. The present results confirm this concept. *Ad libitum* fed foxes had longer skin and heavier skin weight. Also their fur quality was better than in foxes fed restricted amount.



Liite 3. NJF posterit.

Fur properties in blue foxes fed *ad libitum* and restricted Ca:P diets

Hannu T. Korhonen, Pekka Eskeli & Teijo Lappi
MTT Agrifood Research Finland



The present paper provides results from study which clarified effects of *ad libitum* and restricted Ca:P diets on fur properties in blue foxes.

Treatment groups were: (1) restricted feeding (R 11), Ca:P ratio 1.5:1; restricted feeding (R 12), Ca:P ratio 2.9:1; restricted feeding Ca:P-ratio control level (R 13); (4) *ad libitum* feeding (R 21), Ca:P ratio 1.5:1; (5) *ad libitum* feeding (R 22), Ca:P-ratio 2.9:1; (6) *ad libitum* feeding (R 23) Ca:P ratio control level. Animals were pelted (Nov 26) according to normal farming practice. Skin grading was performed by Turkistila Luova Oy, Kannus. Fur characteristics evaluated were fur mass, cover of hair and quality. The scale ranged from 1 (poorest) to 10 (best). Fur defects were also evaluated. Skins were weighed with a Mettler SM 15 balance, accuracy ± 10 g. Skin length was measured by using a tape measure, accuracy ± 1 cm. fur properties were analysed using the following linear mixed model:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

where μ was the general mean, α_i was the fixed effect of feeding intensity (R or AL), β_j was the fixed effect of Ca:P ratio (1.5:1, 2.9:1, control level) and $(\alpha\beta)_{ij}$ was the interaction between fixed effects. ε_{ij} was the residual error.

Clear differences were found in fur properties between the experimental groups. Skin length and weight was greater in foxes fed *ad libitum* compared to restrictedly fed ones. Furthermore, fur mass and fur quality were better in *ad libitum* fed animals. Ca:P levels did not affect skin weight, length or fur mass of animals. The cover of hair and fur quality were poorest in animals fed 2.9:1 diet.

