
Tuotanto- ja siitoskauden ruokinnan vaikutus siniketun rasva-aineenvaihduntaan sekä siitoskuntoon

Loppuraportti

Juhani Sepponen, Hannu T. Korhonen, Pekka Eskeli & Nita Koskinen

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT, Kotieläintuotannon tutkimus



Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT 12.2.2014

Hankenumero 21080017

Rahoitus: Helven Säätiö ja MTT

Tiivistelmä

Viime vuosien valkuai tutkimusten tulosten mukaan tuotantokauden valkuaisosuus on alennettu merkittävästi. Vaikka tuotantokauden aikainen valkuaisen tarve on määritetty, niin tutkimuksia tuotantokauden valkuaisruokintahistorian vaikutuksesta siitoskauden tuloksiin ei ole. Ei tiedetä varmuudella miten tuotantokauden vilja- ja rasvapitoinen rehu ja siten rehun alhainen valkuaispitoisuus vaikuttaa naaraiden rasva-aineenvaihduntaan ja siitoskuntoon. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tuotanto- ja siitoskaudella lihotus-laihdutuskäsittelyn sekä rehun valkuaispitoisuuden vaikutusta emän sokeritasapainoon, rasva-aineenvaihduntaan, painonkehitykseen sekä pentutulokseen. Koe suoritettiin MTT:n turkistutkimusasemalla Kannuksessa 1.8.2008-1.8.2009. Koeryhmiä oli neljä, jokaisessa ryhmässä 70 nuorta sinikettunaarasta. Kokeessa pyrittiin samaan siemennysketken keskipainoon kaikissa ryhmissä. Tulokset osoittivat, että ero oli kuitenkin n. 1.5 kg ruokintatasojen välillä ($P < 0.001$). Emien kuntoluokituksessa oli merkitsevä ero ruokintaryhmien välillä sekä siemennyksen yhteydessä että yksi viikko penikoimisesta ($P < 0.001$). Sen sijaan valkuaisen määrä ei vaikuttanut kuntoluokitukseen. Myöskään ruokintatason ja valkuai tason yhdysvaikutusta ei löytynyt. Pienen veren kuvan arvot koe-eläimillä olivat normaalit. Niissä ei ollut myöskään eroja ryhmien välillä. Tämä viittaa siihen, että lihotus-laihdutusruokinnalla eikä rehun valkuai tasolla ollut kielteistä vaikutusta eläinten yleiseen terveydentilaan. S-ALAT ja S-ASAT -pitoisuuksissa veressä ei ollut eroa ryhmien välillä. Ryhmien arvot olivat kuitenkin hieman koholla viitearvoihin verrattuna. Myös AFOS arvot olivat samansuuntaisia. Siemennettyjen naaraiden määrät olivat samat koeryhmissä. Tyhjien naaraiden osuus oli tavallista suurempi, mutta ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Ruokintataso ei vaikuttanut pentujen painonkehitykseen. Viikon iässä uros- ja naaraspentujen yhteispainot olivat korkeammat alhaisen valkuaisen ryhmissä. Kahdeksan viikon iässä urospentujen painot olivat suuremmat alhaisen valkuaisen ryhmissä. Kokeessa saatu pentutulos on aika lähellä normaalia keskipentutulosta. Lihotus-laihdutusruokinnalla eikä valkuaisen tasolla ollut vaikutusta pentutulokseen. Sen sijaan viikon iässä uros- ja naaraspentujen yhteispainot olivat korkeammat alhaisen valkuaisen ryhmissä. Kahdeksan viikon iässä urospentujen painot olivat suuremmat alhaisen valkuaisen ryhmissä. Näiden erojen perusteella on vaikeat tehdä mitään yksiselitteistä johtopäätöstä ruokintakäsittelyjen merkityksestä ja vaikutuksesta. Tutkimuksen tavoitteet eivät täyttyneet täysin, sillä tuotanto- ja siitoskauden lihotus-laihdutuskäsittely ei onnistunut suunnitelmien mukaan eikä tavoitteena olleeseen samaan siemennysketken keskipainoon kaikissa ryhmissä päästy. Tarvitaan vielä jatkokokeita ennekuin mitään lopullisen varmaa voidaan asiasta sanoa.

Avainsanat:

Sinikettu, rasvametabolia, sokeritasapaino, painonkehitys, pentutulos

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Tavoitteet ja hypoteesi	1
2 Aineisto ja menetelmät	2
2.1 Ryhmät ja ruokinta	2
2.2 Analyysit ja mitattavat vasteet	2
2.3 Tilastolliset analyysit.....	3
3 Tulokset.....	4
3.1 Rehujen koostumus	4
3.2 Rehunkulutus.....	4
3.3 Painonkehitys	5
3.4 Veriarvot	6
3.5 Lisäöntymistulos.....	7
4 Pohdinta.....	10
5 Kirjallisuus	11
Liitteet	12

1 Johdanto

1.1 Tutkimuksen tausta

Siniketun pentutulos on heikentynyt huomattavasti viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana (Tarhaajankalenterit 1983-2004). Suoranaista syytä pentutuloksen alenemiseen ei ole selvitetty.

Viime vuosien valkuaistutkimusten tulosten mukaan tuotantokauden valkuaissuosituksia on alennettu merkittävästi. Vaikka tuotantokauden aikainen valkuaisen tarve on määritetty, niin tutkimuksia tuotantokauden valkuaisruokintahistorian vaikutuksesta siitoskauden tuloksiin ei ole. Ei tiedetä varmuudella miten tuotantokauden vilja- ja rasvapitoinen rehu ja siten rehun alhainen valkuaispitoisuus vaikuttaa naaraiden rasva-aineenvaihduntaan ja siitoskuntoon. Siitoskauden valkuaisarpeesta on suoritettu koe sekä siniketuilla että minkeillä keväällä 2005 (Pylkkö ja Koskinen 2006, Pylkkö ym.2006).

Nykykäytännön mukaan siitoseläimet valitaan vasta marraskuussa, jolloin eläimet ovat lihavimmillaan. Siitokseen valitut eläimet laihdutetaan usein yli 20 % painostaan 2,5 kk aikana. Viimeaikaiset tutkimukset kyseenalaistavat naaraiden lihotus-laihdutuskäsittelyn tuotanto- ja siitoskauden aikana (Pylkkö ym. 2005, Koskinen ym. 2006). Rasvaliukoisten sukupuolihormonien tasot voivat häiriintyä voimakkaassa rasvan mobilisaatiossa. Naaraiden voimakkaalla laihdutuksella ennen siitoskautta voi olla vaikutusta pentutulokseen. Siten siitoseläinvalinnan ajankohtaan tulisi kiinnittää huomiota (Koskinen ym. 2008b). Lihotus-laihdutuskäsittelyllä voi olla myös vaikutusta rasvamaksasyndrooman esiintymiseen. Vuosina 2001-2003 STKL ry:n kaikista tutkimuksiin lähetetyistä näytteistä n. 24 %:lla diagnosoitiin rasvamaksa. Sama ongelma on todettu myös minkillä (esim. Damgaard ym. 1998), ja on ilmeistä että liiallinen syyslihotus vaikuttaisi siitoseläinten verensokeritasapainon hallintaan (Rouvinen-Watt et al. 2004).

1.2 Tavoitteet ja hypoteesi

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tuotanto- ja siitoskaudella lihotus-laihdutuskäsittelyn sekä rehun valkuaispitoisuuden vaikutusta emän sokeritasapainoon, rasva-aineenvaihduntaan, painonkehitykseen sekä pentutulokseen.

2 Aineisto ja menetelmät

Koe aloitettiin MTT:n turkistutkimusasemalla Kannuksessa 1.8.2008. Vuoden 2009 alusta koe-eläintoiminta siirtyi perustetun yrityksen, Kannuksen tutkimustila Luova Oy:lle. Luova Oy vastasi siitä eteenpäin kokeen käytännön toteutuksesta yhdessä MTT:n kanssa. Koe päättyi pentujen vieroitukseen elokuussa 2009.

Koeryhmiä oli neljä, jokaisessa ryhmässä 70 nuorta sinikettunaarasta.

2.1 Ryhmät ja ruokinta

Koeryhmät:

1. Siitoseläinruokinta, normaali valkuainen: ylläpidon ja kasvun mukainen ruokinta, normaali valkuainen (valkuaista 30% ME:stä)
2. Siitoseläinruokinta, alhainen valkuainen: ylläpidon ja kasvun mukainen ruokinta, alhainen valkuainen (valkuaista 20% ME:stä)
3. Lihotusruokinta, normaali valkuainen: syyskauden lihotusruokinta, 1.12. alkaen laihdutus, normaali valkuainen (valkuaista 30% ME:stä)
4. Lihotusruokinta, alhainen valkuainen: syyskauden lihotusruokinta, 1.12. alkaen laihdutus, alhainen valkuainen (valkuaista 20% ME:stä)

Ryhmien 3 ja 4 siniketuilla aloitettiin laihdutus siitoskautta varten 1.12. alkaen. Joulukuun alusta alkaen kaikki ryhmät ruokittiin normaalivalkuaisen rehulla (valkuaista 38 % ME:stä). Koerहत sisälsivät normaaleja turkiseläinrehun raaka-aineita ja ne vastasivat muilta osin ko. ajankohdan sinikettujen ravintoainesuosituksia.

Eläimet valittiin perimän mukaan ryhmiin siten, että jalostusarvo on sama kaikissa ryhmissä. Siitokseen käytettiin samaa urosta kaikille sisaruksille eri ryhmissä, jotta uroksen vaikutus pentutulokseen on sama kaikissa ryhmissä.

Eläimiä ruokittiin normaalitarhakäytännön mukaisesti. Ryhmien 1 ja 2 eläimiä ruokittiin kuten siitoseläimiä ylläpidon ja kasvun mukaan. Vältettiin tarpeetonta lihottamista. Ryhmien 3 ja 4 eläimiä ruokittiin kuten nahkottavia eläimiä, ruokinta ad libitum. Päivittäinen naaraiden rehunkulutus rekisteröitiin. Pyrittiin samaan siemennysketken keskipainoon kaikissa ryhmissä.

2.2 Analyysit ja mitattavat vasteet

Naaraat punnittiin tuotantokaudella neljän viikon välein joulukuun alkuun asti. Tuotantokauden aikana 10 eläimeltä/ryhmä määritettiin veren sokeripitoisuus 23.10.

Siitoskaudella emät punnittiin tammikuussa ja siemennysshetkellä sekä yhden ja kahdeksan viikon kuluttua penikoinnista. Kuntoluokitus tehtiin siemennysshetkellä ja viikon kuluttua penikoinnista. Kiimankehitystä seurattiin normaalein mittauksin. Kantoajan loppupuolella noin kymmenen päivää ennen arvioitua penikoimista määritettiin veren sokeri kymmeneltä eläimeltä/ryhmä.

Kymmeneltä emältä/ryhmä määritettiin verestä hematologiset ja kliinis-kemialliset veriarvot noin viikon kuluttua penikoinnista. Emien aktiiviset nisät laskettiin viikon kuluttua penikoinnista.

Siemennettyjen, tyhjien, pentunsa menettäneiden ja vieroittaneiden emien määrä rekisteröitiin. Penikoimispäivänä laskettiin elävät sekä kuolleenä löydetty pennut. Viikon iässä pentueista rekisteröitiin lukumäärä ja paino sukupuolittain. Vieroituksessa kahdeksan viikon iässä laskettiin pentujen lukumäärä sukupuolittain ja pennut punnittiin yksitellen.

Rehuista määritettiin kuiva-aine ja kemiallinen rehuanalyysi valmistuksen yhteydessä otetuista näytteistä Fin FurLab Oy Ab:ssa Vaasassa.

2.3 Tilastolliset analyysit

Tilastolliset analyysit tehtiin SAS 9.2 –tilasto-ohjelman MIXED-proseduurilla (eläinten painot, verianalyysit). Kiinteinä tekijöinä olivat ruokintataso (siitoseläinruokinta ja lihotus-laihdutusruokinta) ja valkuais-aste syyskauden aikana (30 % ME:stä ja 20 % ME:stä). Ilmoitetut merkitsevyydet P_{Ruokinta} , $P_{\text{Valkuainen}}$ ja $P_{\text{R}*V}$ viittaavat näihin tutkittaviin tekijöihin. Tilastollisesti merkitsevä erona pidettiin viiden prosentin riskirajaa

Luokitteleva aineisto testattiin χ^2 -testillä (mm. siemennettyjen, tyhjien, pentuneiden, hävittäneiden ja vieroittaneiden osuudet).

Pentujen lukumääräaineisto ei täyttänyt normaalijakaumaolettamusta. Ne analysoitiin parametrittomalla Kruskal-Wallis -testillä.

3 Tulokset

3.1 Rehujen koostumus

Koerehujen valmistuksessa käytettiin normaaleja kunakin ajankohtana käytettäviä raaka-aineita. Ainoa poikkeus oli vehnätärkkelys, jota käytettiin 3,9-11,6 % ME-jakauman säätämiseen. Vitamiineja lisättiin STKL:n suositusten mukaisesti. Rautalisä oli 1/3 normaalimäärästä, joka lisätään yleensä noin joka kolmas tai toinen päivä. Valmistuseräkohtaiset pääraaka-aineet on esitetty liitteessä 1.

Koerehujen ensimmäiset erät valmistettiin 25.8. ja 27.8. Ensimmäisissä erissä valkuaisen osuus ME:stä oli 27,6 % (ryhmät 1 ja 3) ja 22,7 % (ryhmät 2 ja 4). Toiset erät valmistettiin 6.10 ja 13.10. Näissä erissä valkuaisen osuus oli analyysitulosten mukaan 29,0 % ja 17,4 %. Jälkimmäisen energiapitoisuuden ja -jakauman laskemisessa oli käytetty muista selvästi poikkeavaa hiilihydraatin sulavuuskerrointa 72 (liite 2). Energiapitoisuuden lisäksi liian korkea sulavuuskerroin vääristää myös energiajakaumaa. Voidaan olettaa, että valkuaisen osuus on lähempänä 20 prosenttia kuin analyysituloksissa ilmoitettu 17,4 %. Rehujen analysoidut koostumukset on esitetty liitteessä 2.

3.2 Rehunkulutus

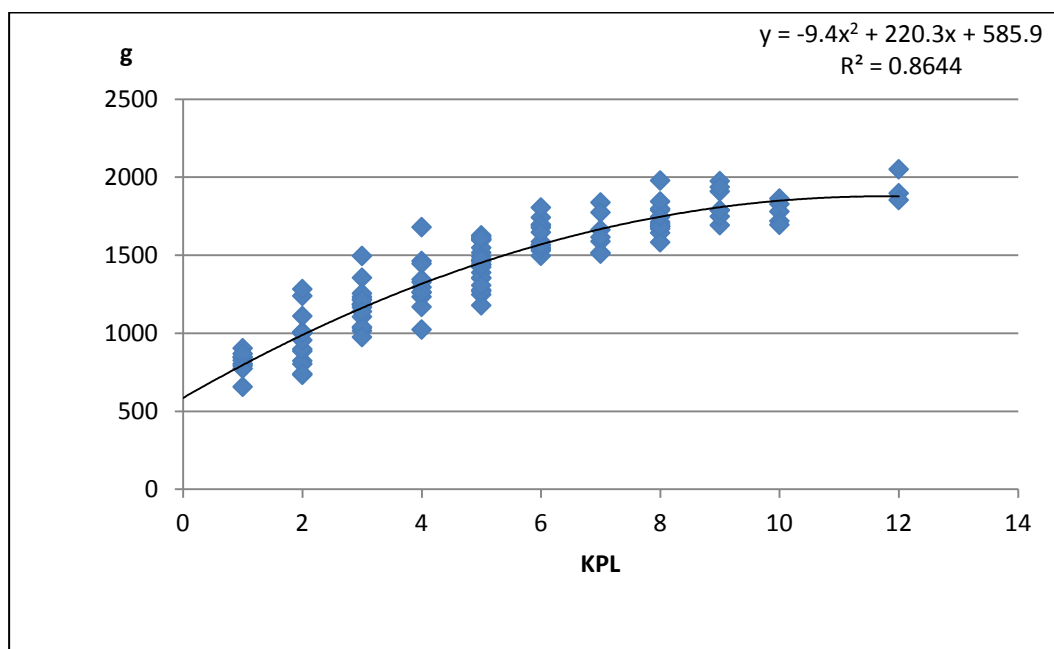
Syyskuun alusta marraskuun loppuun lihotusruokinnalla olleet eläimet söivät keskimäärin vajaan kilon rehua päivässä. Rajoitetulla ruokinnalla olleet söivät siitä määrästä noin 65 %. Joulukuun alusta alkoi lihotusruokinnalla olleiden eläinten voimakas laihduttaminen. Joulu - helmikuussa ne saivat keskimäärin noin 200 grammaa rehua päivässä. Siitoseläinruokinnalla olleiden rehuannos oli puolestaan vajaa 300 grammaa (Taulukko 1).

Maaliskuun alusta kaikki ryhmät saivat yhtä paljon rehua. Maaliskuun päivittäinen rehuannos oli keskimäärin 267 grammaa. Huhtikuun alusta penikoimiseen asti kestäneen jakson aikana (keskimäärin 2.kesäkuuta) rehunkulutus vaihteli 150 ja 350 gramman välillä normaalin ruokintakäytännön mukaisesti. Koeryhmien välillä ruokinnassa ei ollut edelleenkään eroja.

Taulukko 1. keskimääräinen rehunkulutus päivässä kokeen aikana, g.

Ryhmä	1	2	3	4
Syys-marraskuu	624	660	958	998
Joulu-helmikuu	291	291	198	198
Maaliskuu	267	267	267	267
Huhtikuusta penikoimiseen	150-350	150-350	150-350	150-350
Penikoimisesta vieroitukseen	1470	1471	1374	1314

Penikoimisesta vieroitukseen rehunkulutus oli keskimäärin 1314-1471 grammaa päivässä. (Taulukko 1). Luvuissa ovat mukana vain vieroittaneet naaraat. Syöntimäärä lisääntyi pentujen lukumäärän kasvaessa, ei kuitenkaan aivan lineaarisesti (Kuva 1). Regressiomallin mukaan emon osuus rehuannoksesta oli vajaa 600 grammaa. Siitoseläinruokintaryhmissä 1 ja 2 rehunkulutus oli hieman suurempi, mutta vai suuntaa antavasti ($P=0,06$).



Kuva 1. Päivittäinen rehunkulutus keskimäärin penikoimisesta vieroitukseen pentuekoon mukaan (vieroitetut pennut)

3.3 Painonkehitys

Kokeen alussa eläinten keskipaino oli kaikissa ryhmissä vähän yli kuusi kiloa. Lokakuun alussa vapaan ruokinnan ryhmät 3 ja 4 olivat noin kaksi kiloa painavampia kuin rajoitetun ruokinnan ryhmät 1 ja 2. Valkuaistasojen välillä oli myös tilastollisesti merkitsevä ero ($p<0,001$). Ryhmät, joiden rehussa oli 30 % valkuaista ME:stä, olivat keskimäärin vajaa 400 grammaa painavampia kuin alhaisemman valkuaisen ryhmät. Marraskuun alussa painoero valkuaistasojen välillä oli hävinnyt. Joulukuun alussa painoero rajoitetusti ruokittujen ja vapaasti ruokittujen välillä oli noin 3,7 kiloa.

Joulukuun alussa aloitettiin ryhmien 3 ja 4 laihduttaminen. Tavoitteena oli päästä samaan siemennyshetken keskipainoon kaikissa ryhmissä. Tavoitteeseen ei kuitenkaan päästy. Painoero oli noin 1,5 kg ruokintatasojen välillä ($P<0.001$). Vieroituksessa ryhmien 3 ja 4 keskipainot olivat edelleen noin 700 grammaa korkeammat (Taulukko 2).

Taulukko 2. Emien painonkehitys kokeen aikana.

	Ryhmä				P	P	P
	1	2	3	4	Ruokinta	Valkuainen	R*V
1.9.2008	6,18±0,57	6,20±0,60	6,13±0,57	6,16±0,57	NS	NS	NS
8.10.2008	8,62±0,54	8,30±0,63	10,67±0,70	10,23±0,71	<0,001	<0,001	NS
3.11.2008	9,78±0,48	9,68±0,70	13,01±0,97	13,03±1,12	<0,001	NS	NS
3.12.2008	11,00±0,50	11,04±0,64	14,70±1,29	14,72±1,39	<0,001	NS	NS
20.1.2009	9,96±0,47	9,87±0,63	12,83±1,17	12,74±1,24	<0,001	NS	NS
Siemennys	8,06±0,82	7,93±0,83	9,62±1,15	9,45±1,13	<0,001	NS	NS
1 vko penikoimisesta	7,00±0,68	6,92±0,74	7,93±0,95	7,95±0,89	<0,001	NS	NS
Vieroitus*	7,32±0,78	7,32±0,87	8,24±0,98	7,80±0,94	<0,001	NS	NS

*luvuissa mukana vain vieroittaneet naaraat

Emien kuntoluokituksessa oli merkitsevä eroja ruokintaryhmien välillä sekä siemennyksen yhteydessä että yksi viikko penikoimisesta. Sen sijaan valkuaisen määrä ei vaikuttanut kuntoluokitukseen (Taulukko 3). Myöskään ruokintatason ja valkuaisason yhdysvaikutusta ei löytynyt.

Taulukko 3. Emien kuntoluokat

Ryhmä	1	2	3	4	P	P	P
					Ruokinta	Valkuainen	R*V
Siemennys	2,46 ± 0,82	2,36 ± 0,69	3,49 ± 0,80	3,34 ± 0,91	<0,001	NS	NS
1 vko penikoimisesta	2,28 ± 0,72	2,14 ± 0,77	3,08 ± 0,81	2,92 ± 0,74	<0,001	NS	NS

3.4 Veriarvot

Pienessä verenkuvassa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä (Taulukko 4) ja tulokset vastasivat siniketuilta aikaisemmissa tutkimuksissa mitattuja arvoja (Brandt 1989, Szymeczko ym. 2007).

Taulukko 4. Pieni verenkuvaa (ka±sd)

	Ryhmä (n)				P	P	P
	1	2	3	4	P	P	P
	(11)	(10)	(10)	(11)	Ruokinta	Valkuainen	R*V
WBC, 10 ⁹ /l	8,43±1,51	9,73±4,12	9,02±2,77	8,98±4,41	NS	NS	NS
RBC, 10 ¹² /l	7,53±0,51	7,06±1,00	7,44±0,89	7,49±0,94	NS	NS	NS
HGB, g/l	142±11	135±16	140±15	142±19	NS	NS	NS
HCT, %	45,5±3,4	43,6±5,8	45,1±5,4	45,7±6,9	NS	NS	NS
MCV, fl	60,5±1,0	61,5±1,3	60,9±2,0	60,9±2,4	NS	NS	NS
MCH, pg	18,6±0,3	19,2±0,6	18,8±0,8	19,2±0,6	NS	NS	NS
MCHC, g/l	312±5	312±10	311±6	314±10	NS	NS	NS
PLT, 10 ⁹ /l	536±112	520±188	571±105	549±113	NS	NS	NS

Veren kemiallisessa analyysissä ainoastaan alkalisen fosfataasin (P-AFOS) arvoissa oli eroja. Joulukuun alkuun asti vähemmän valkuaista (20 % ME:stä) saaneilla ryhmillä alkalisen fosfataasin arvot olivat korkeammat ($P<0,01$) (Taulukko 5). ALAT- ja ASAT-arvot olivat hieman koholla kaikilla ryhmillä Brandtin (1989) esittämiin viitearvoihin verrattuna. Arvot eivät kuitenkaan poikkea oleellisesti MTT:n muissa viimeaikaisissa tutkimuksissa saaduista tuloksista (esim. Koskinen ym. 2008a, Korhonen ym. 2001).

Tilastanalyysistä poistettujen eläinten ALAT-arvot olivat 400-500 U/l, ASAT-arvot yli 230 U/l ja ryhmän 4 eläinten AFOS-arvot yli 50 U/l. Kaikki kolme entsyymiä toimivat maksasolujen sisällä ja kohonneet arvot voivat viitata maksasairauteen.

Taulukko 5. Veren kemiallinen analyysi (ka±sd)

	Ryhmä (n)				P Ruokinta	P Valkuainen	P R*V
	1 (11)	2 (9)*	3 (10)	4 (9)*			
ALAT, U/l	130±62	115±43	118±48	122±70	NS	NS	NS
ASAT, U/l	50,1±20,4	63,0±59,3	54,8±21,5	47,4±14,8	NS	NS	NS
KREA, µmol/l	64,0±6,8	61,3±7,5	61,1±5,8	61,7±4,4	NS	NS	NS
UREA, mmol/l	6,18±1,72	6,42±1,71	6,42±1,71	6,67±1,41	NS	NS	NS
AFOS, U/l	34,0±5,2	36,8±5,0	30,3±5,1	37,6±5,5	NS	<0,01	NS

*ryhmästä 2 poistettu yksi eläin ja ryhmästä 4 kaksi eläintä poikkeavien arvojen vuoksi. Ryhmien välisiin tilastollisiin eroihin poikkeavien arvojen mukana olo ei vaikuta.

Lokakuun loppupuolella alemmalla valkuaisruokinnalla (20 % ME:stä) veren sokeriarvot olivat korkeammalla kuin vertailuryhmillä. Tiineyskauden loppupuolella eroja ei ollut havaittavissa (Taulukko 6).

Taulukko 6. Veren sokeriarvot (ka±sd)

	Ryhmä (n)				P Ruokinta	P Valkuainen	P R*V
	1 (11)	2 (10)	3 (10)	4 (10)			
23.10.2008	7,04±2,96	8,24±2,40	6,68±0,98	9,09±3,24	NS	<0,05	NS
10 pv ennen laskettua penikoimista	5,37±1,16	5,71±1,37	4,95±0,64	5,59±1,19	NS	NS	NS

3.5 Lisääntymistulos

Sinikettunaaraat siemennettiin 30.3. ja 27.4. välisenä aikana. Siemennettyjen naaraiden määrät olivat samat kaikissa koeryhmissä (Taulukko 7).. Myöskään tyhjien, pentueensa menettäneiden ja vieroittaneiden osuuksissa ei ollut tilastollisia eroja ($P>0,05$, χ^2 - testi).

Taulukko 7. Lisäntymistulos

	Ryhmä			
	1	2	3	4
Naaraiden lukumäärä	70	70	70	70
Siemennetty	65	66	64	65
Tyhjiä	24	20	16	18
Menetti koko pentueen	12	14	17	14
Vieroitti	29	32	31	33

Pentutuloksissa ei ollut tilastollista eroa koeryhmien välillä (Taulukko 8). Tulosten tulkinnassa kannattaa huomioida, että suuresta hajonnasta johtuen mahdollisia eroja on tilastotieteen keinoin vaikea osoittaa tämän kokoisilla koeryhmillä. Yhden viikon pentulaskennan yhteydessä laskettiin penikoineilta emiltä aktiiviset nisät. Niitä oli keskimäärin 7,4-8,2 kappaletta. Ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

Taulukko 8. Pentujen lukumäärä siemennettyä naarasta kohti (ka±sd)

	Ryhmä (n)				P
	1	2	3	4	
	65	66	64	65	Ryhmä*
Syntyneet:					
elävinä	4,05 ± 4,57	4,61 ± 4,78	5,08 ± 4,69	5,03 ± 4,85	NS
kuolleina	1,11 ± 2,76	0,76 ± 1,55	1,58 ± 2,53	1,15 ± 2,46	NS
yhteensä	5,15 ± 5,24	5,36 ± 5,43	6,66 ± 5,86	6,18 ± 5,53	NS
1 viikon laskenta:					
uroksia	1,43 ± 2,06	1,67 ± 2,12	1,91 ± 2,57	1,49 ± 1,99	NS
naaraita	1,63 ± 2,26	1,76 ± 2,35	1,48 ± 1,94	1,71 ± 2,24	NS
yhteensä	3,06 ± 4,09	3,42 ± 4,13	3,39 ± 3,89	3,20 ± 3,80	NS
8 viikon laskenta:					
uroksia	1,08 ± 1,66	1,17 ± 1,61	1,38 ± 2,10	1,08 ± 1,64	NS
naaraita	1,40 ± 1,88	1,45 ± 2,00	1,09 ± 1,46	1,32 ± 1,82	NS
yhteensä	2,48 ± 3,34	2,62 ± 3,23	2,47 ± 3,18	2,40 ± 3,09	NS

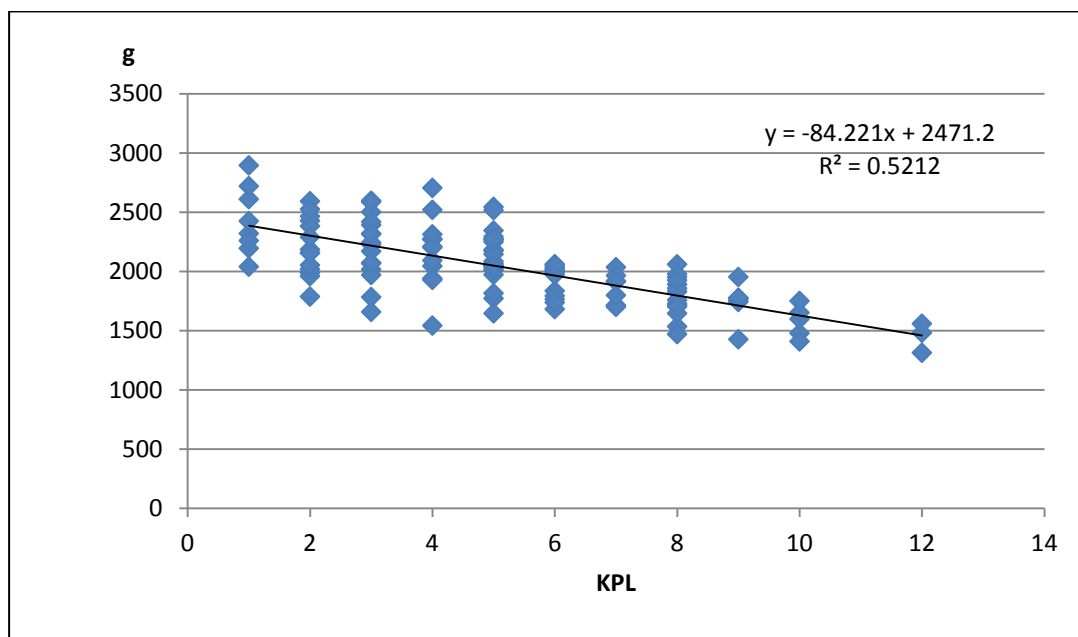
* Kruskal-Wallis -testi

Emon edellisen syksyn määrällinen ruokintataso ei vaikuttanut pentujen painonkehitykseen. Viikon iässä uros- ja naaraspentujen yhteispainot olivat korkeammat alhaisen valkuaisen ryhmissä. Kahdeksan viikon iässä olivat painavampia alhaisen valkuaisen (20 % ME:stä) ryhmissä (Taulukko 9).

Taulukko 9. Pentujen keskipaino, g (ka±sd)

	Ryhmä				P	P	P
	1	2	3	4	Ruokinta	Valkuainen	R*V
1 viikon laskenta:							
urokset	137 ± 31	143 ± 43	123 ± 31	141 ± 42	NS	0,07	NS
naaraat	141 ± 29	137 ± 39	125 ± 33	139 ± 36	NS	NS	NS
yhteensä	138 ± 29	145 ± 42	125 ± 30	143 ± 42	NS	<0,05	NS
8 viikon laskenta:							
urokset	1934 ± 289	2099 ± 385	2003 ± 286	2100 ± 332	NS	<0,05	NS
naaraat	1941 ± 313	2038 ± 363	1975 ± 323	1995 ± 252	NS	NS	NS
yhteensä	1965 ± 299	2101 ± 368	2005 ± 300	2031 ± 287	NS	NS	NS

Pentuekoko vaikutti pentujen keskipainoon vieroitusiässä (kuva 2). Vieroitettujen pentujen lukumäärän kasvaessa yhdellä keskipaino aleni noin 84 grammaa ($p < 0,001$). Pentuekoon lisääminen malliin ei muuttanut tilastollisia merkitsevyyksiä ryhmien välillä.

**Kuva 2. Pentuekoon vaikutus pentujen vieroituspainoon**

4 Pohdinta

Kokeen alussa eläinten keskipaino oli kaikissa ryhmissä samaa luokkaa. Lokakuun alussa vapaan ruokinnan ryhmät 3 ja 4 olivat noin kaksi kiloa painavampia kuin rajoitetun ruokinnan ryhmät 1 ja 2. Tulos on odotettu koska vapaalla ruokinnalla ketut söivät enemmän.

Valkuaistasojen välillä oli myös tilastollisesti merkitsevä ero. Ryhmät, joiden rehussa oli 30 % valkuaista ME:stä, olivat noin 400 grammaa painavampia kuin alhaisemman valkuaisen ryhmät. Marraskuun alussa painoero valkuaikestaoljen välillä oli hävinnyt. Kokeen alkupuolella havaittu painoero saattaa johtua siitä, että ketut olivat siinä vaiheessa nopean kasvun vaiheessa. Erityisesti silloin tarvitaan valkuaista.

Pienen veren kuvan arvot koe-eläimillä olivat normaalit (Brandt 1989, Szymeczko ym. 2007). Niissä ei ollut myöskään eroja ryhmien välillä. Tämä viittaa siihen, että lihotus-laihdutusruokinnalla eikä rehun valkuaikestaollla ollut kielteistä vaikutusta eläinten yleiseen terveydentilaan.

S-ALAT ja S-ASAT pitoisuuksissa veressä ei ollut eroa ryhmien välillä. Ryhmien arvot olivat kuitenkin hieman koholla viitearvoihin verrattuna. Myös AFOS-arvot olivat samansuuntaisia. Kaikki kolme entsyymiä toimivat maksasolujen sisällä ja kohonneet arvot voivat joissakin tapauksissa viitata maksasairauteen. Lihavuus johtaa usein maksasolujen rasvoittumiseen, joka suurentaa arvoja. Arvot yleensä paranevat kun ylipainoa reilusti saadaan alas. Tämän kokeen arvot eivät kuitenkaan poikenneet oleellisesti MTT:n aiemmissa kokeissa (Koskinen ym. 2008a, Korhonen ym. 2001) saaduista arvoista. Tämä viittaa siihen, ettei kyse ollut siis maksasairaudesta.

Vähemmän valkuaista saaneilla AFOS-arvot olivat korkeimmat. Alhaisempi rehun valkuainen tarkoittaa yleensä sitä että rehussa on vastaavasti korkeampi rasvapitoisuus. Liian korkea rasvapitoisuus voi johtaa maksan rasvoittumiseen.

Kokeessa saatu pentutulos on aika lähellä normaalia keskipentutulosta. Lihotus-laihdutusruokinnalla eikä valkuaisen tasolla ollut oleellista vaikutusta pentutulokseen. Sen sijaan viikon iässä uros- ja naaraspentujen yhteispainot olivat korkeammat alhaisen valkuaisen ryhmissä. Kahdeksan viikon iässä urospentujen painot olivat suuremmat alhaisen valkuaisen ryhmissä. Näiden erojen perusteella on vaikeat tehdä mitään yksiselitteistä johtopäätöstä ruokintakäsittelyjen merkityksestä ja vaikutuksesta.

Tutkimuksen tavoitteet eivät täyttyneet täysin, sillä tuotanto- ja siitoskauden lihotus-laihdutuskäsittely ei onnistunut suunnitelmien mukaan eikä tavoitteena olleeseen samaan siemennysketken keskipainoon kaikissa ryhmissä päästy.

Tarvitaan vielä jatkotutkimuksia ennen kuin mitään lopullisen varmaa voidaan sanoa ruokintatasojen vaikutuksesta tuotantoon ja lisääntymiseen.

5 Kirjallisuus

- Brandt, A. 1989. Haematology and clinical chemistry of fur animals – a current treatise, 1st ed. Scientifur, Tjele
- Damgaard, B. M., Clausen, T. N. and Borsting, C. F. 1998. Effects of dietary supplement of essential amino acids on mortality rate, liver traits and blood parameters in mink (*Mustela vison*) fed low-protein diets. Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. 48: 175-183.
- Korhonen, H., Jauhiainen, L., Niemelä, P., Harri, M. & Sauna-aho, R. 2001. Physiological and behavioural responses in blue foxes (*Alopex lagopus*): comparisons between space quantity and floor material. Animal Science 72: 375-387.
- Koskinen, N., Pölönen, I., Sepponen, J., Valaja, J. ja Rekilä, T. 2008a. Korkea muurahaishappopitoisuus ketunrehussa, pitkäaikaisvaikutukset. Hankkeen loppuraportti. MTT Kotieläintuotannon tutkimus. 13 p.
- Koskinen, N., Tauson, A-H., Sepponen, J. and Rekilä, T. 2008b. Feeding history affects cub survival of young breeding blue foxes (*Alopex lagopus*), a field study. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production — Halifax, Nova Scotia, Canada, August 19-23.
- Koskinen, N., Pylkkö, P. ja Rekilä, T. 2006. Early selection of young breeding blue foxes (*Alopex lagopus*) improves breeding result In: NJF Seminar : NJF's Subsection for Fur Animals, No. 392, Akyreyri, Island, 25. august 2006. 5 p.
- Pylkkö, P. & Koskinen, N. 2006. Valkuaisella suuri merkitys siitoskauden rehussa. In: Turkistalous / Maj-Britt Johansson, Leena Klemettilä. Turkistalous 78 2/2006: 17-19.
- Pylkkö, P., Koskinen, N., Valaja, J., Sepponen, J., Rekilä, T., Dahlman, T. ja Pölönen, I. 2006. Alhainen valkuainen siitoskauden rehussa minkki/kettu. In: Rehunvalmistajien luontopäivät, Nokia 9.2. - 10.2.2006 / Leena Jokela. [1].
- Pylkkö, P., Korhonen, H.T., Sepponen, J. ja Rekilä, T. 2005. Siniketun lisääntymisongelmat. Loppuraportti. 26 s.
- Pylkkö, P., Lindeberg, H., Sepponen, J. ja Rekilä, T. 2005. Sinikettujen lisääntymisprojektin tuloksia. Julkaisussa: Rehunvalmistajien luontopäivät Jyväskylä 15.-16.2. 2005 / Leena Jokela
- Rouvinen-Watt K, Murphy J, Chan C. 2004. Effect of feeding intensity on body condition and glycemic control in mink (*Mustela vison*). Proceedings of the VIII International Scientific Congress in Fur Animal Production, De Ruwenberg, 's-Hertogenbosch, The Netherlands, 15-18 September 2004. Scientifur 2004, 28(3):129-135.
- Szymeczko, R., Piotrowska, A., Blaszyk, J., Boguslawska-tryk, M. and Burlikowska, K. 2007. Effect of the number of rearing kits on selected parameters in blood of polar foxes female. Journal of Central European Agriculture Vol 8 (2007) No 4 (429-434).

Liitteet

Liite 1 Koerehujen pääraaka-aineet valmistuserittäin

Raaka-aine	Valmistuserä								
	25.8.08 30 %	27.8.08 20 %	6.10.08 30 %	13.10.08 20 %	1.12.08 yhteinen	26.1.09 yhteinen	15.4.09 yhteinen	24.6.09 yhteinen	15.7.09 yhteinen
Silakka	25,1	16,1	10,0	6,6	35,0	35,0	33,5	35,0	35,0
Kalasivutuote (turska)			14,0	9,2					
Teurassivutuote, broileri	18,7	12,1	21,5	14,2	10,0	10,0	7,5	11,0	20,0
Teurassivutuote, s-n	18,7	12,1	21,5	14,2	10,0	10,0	7,5	11,0	
Ketunruhot	0,9	0,7	0,9	0,6					
Lihahöyhenjauho	1,0	0,7	1,0	0,6					
Kalajauho	1,0	0,7	1,2	0,6	1,3	1,3	1,5	3,5	3,5
Valkuaistiiviste	1,6	1,0	1,8	1,2	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0
HP310, soijatiiviste			1,8	1,2	1,0	1,5	3,3	0,8	
Vehnätärkkelys	5,9	11,6	3,9	9,8					
Ohra, esikypsytetty	10,0	10,0	10,0	10,1	15,0	15,0	14,0	13,0	15,0
Soija-/rypsiöljy									1,0
Ketunrasva	2,5	5,6	2,7	5,9					
Arbocel					0,5				
Vesi	14,6	29,4	9,7	25,8	24,2	24,2	27,7	20,7	20,5

Syyskauden rehuissa (30 % ja 20 %) kalan, teurassivutuotteiden ja valkuaisraaka-aineiden keskinäiset osuudet olivat samat molemmissa rehuissa. ME-jakaumaa säädettiin vehnätärkkelyksellä ja rasvalla.

Liite 2 Rehujen analysoidut koostumukset valmistuserittäin

	Valmistuserä								
	25.8.08 30 %	27.8.08 20 %	6.10.08 30 %	13.10.08 20 %	1.12.08 yhteinen	26.1.09 yhteinen	15.4.09 yhteinen	24.6.09 yhteinen	15.7.09 yhteinen
Näytteessä:									
KA, %	37.8	37.6	39.1	39.7	31.5	31.4	32.8	33.2	34.4
TU, %	3.4	2.9	3.5	3.1	2.7	2.4	2.7	3.0	2.5
RV, %	11.6	9.3	12.5	8.4	11.7	12.3	12.8	14.3	12.9
RR, %	10.0	9.9	10.2	11.4	5.6	5.6	5.4	6.0	7.5
RHH, %	12.8	15.6	12.9	16.8	11.4	11	11.9	9.9	11.4
ME, MJ/kg	6.6	6.6	6.8	7.6	5.0	5.1	5.0	5.2	5.9
ME, kcal/kg	1570	1580	1610	1810	1190	1210	1200	1230	1410
SRV, g/MJ	14.7	12	15.4	9.2	19	20.2	20.8	22.1	17.9
SRV, g/100 kcal	6.1	5.0	6.4	3.9	8.1	8.5	8.7	9.2	7.5
pH	5.2	?	5.1	5.2	5.4	5.5	5.7	5.4	5.5
Valkuaisen sulavuus	83	86	83	83	83	83	82	80	82
Rasvan sulavuus	87	92	89	91	89	89	86	90	90
Hiilihydraattien sulavuus	57	55	52	72*	59	59	58	50	61
Kuiva-aineessa:									
TU, %	9.1	7.6	9.0	7.9	8.6	7.8	8.2	9.1	7.3
RV, %	30.6	24.6	32.0	21.2	37.2	39.3	38.9	43.0	37.7
RR, %	26.4	26.3	26.1	28.7	17.8	17.8	16.5	18.1	21.8
RHH, %	33.9	41.4	33.0	42.2	36.4	35.1	36.4	29.8	33.2
ME, MJ/kg	17.3	17.6	17.3	19.1	15.9	16.1	15.4	15.6	17.2
ME, kcal/kg	4140	4210	4120	4550	3800	3850	3670	3720	4110
SRV, g/kg	254	212	266	176	309	326	319	344	309
Osa ME:stä									
RV, %	27.6	22.7	29.0	17.4	36.6	38.2	39.2	41.6	33.8
RR, %	52.8	54.6	53.5	54.6	39.7	39.2	36.7	41.6	45.4
RHH, %	19.6	22.7	17.5	28.1	23.7	22.6	24.1	16.8	20.7

*Energiapitoisuuksien laskennassa käytetty hiilihydraattien sulavuuskerroin ilmeisesti liian korkea.