

Tiivistetyn tärkkelysrankin ja ohravalkuaisrehun käyttö sonnien seosrehuruokinnassa

Arto Huuskonen¹⁾, Sirpa Lunki²⁾ ja Asko Rantanen³⁾

¹⁾ Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, Halolantie 31A, 71750 Maaninka, arto.huuskonen@mtt.fi

²⁾ Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus, Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimusasemantie 15, 92400 Ruukki, sirpa.lunki@mtt.fi

³⁾ Altia Corporation, Koskenkorvan tehdas, 61330 Koskenkorva, asko.rantanen@altiacorporation.com

Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tiivistetyn tärkkelysrankin ja ohravalkuaisrehun käyttöä sonnien seosrehuruokinnassa. Koe toteutettiin 32 maitorotuisella sonnilla. Neljä koeruoikintaa erosi toisistaan valkuaisruokinnan koostumuksen osalta. Kontrolliruokinta (0) sisälsi syyssadosta korjattua nurmisäilörehua (D-arvo 659 g/kg ka) (45 % kuiva-aineesta), ohraa (27,5) ja ohrarehua (27,5) ilman valkuaislisäystä. Kolme valkuaislisäyksen sisältänyttä koedieettiä olivat (1) rypsirouhe (RYPSI), (2) tiivistetty tärkkelysrankki (TTR) ja (3) ohravalkuaisrehun (90 % tuorepainosta) ja tiivistetyn tärkkelysrankin (10 %) seos (OVRTTR). Kaikilla kolmella valkuaislisäyksen sisältäneellä ruokinnalla raakavalkuaislisäys oli 170 g/pv eläintä kohti, jolloin väkirehun raakavalkuaispitoisuus nousi 9 % kontrolliruokintaan verrattuna. Väki-rehun tavoiteltu osuus sonnien päivittäisestä kuiva-aineen saannista oli 55–60 % kaikilla ruokinnoilla.

Sonnit painoivat kokeen alkaessa keskimäärin 272 kg. Kokeen lopussa eläinten keskimääräinen elopaino oli 666 kg ja teuraspaino 351 kg. Kasvutuloksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ruokintaryhmien välillä. Sonnien nettokasvu kokeen aikana oli keskimäärin 678 g/pv ja koko elinajalle laskettu nettokasvu 622 g/pv. Valkuaislisä ei vaikuttanut merkitsevästi teurastuloksiin. Sonnien keskimääräinen teurasprosentti oli 516 g/kg, eläimet sijoituivat lihakuudeltaan EUROP-luokkien O- ja O välille, ja ruhojen rasvaisuusluokka EUROP-luokituksessa oli keskimäärin 3,1.

Sonnien rehun syönnissä oli eroja ruokintaryhmien välillä, sillä OVRTTR-ryhmän sonnit söivät 7 % enemmän rehua kuin 0-ryhmän sonnit ($P<0,01$). Sen sijaan RYPSI- ja TTR-ruokinnat eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi 0-ruokinnasta rehun syönnin osalta. Ero rehun syöntimäärässä näkyi myös erona eläinten energian saannissa, sillä OVRTTR-ryhmän sonneilla energian saanti oli suurempaa kuin 0-ryhmän sonneilla ($P<0,05$). RYPSI- ja TTR-ruokinnat eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi 0-ruokinnasta energian saannin osalta. Raakavalkuaisen saanti oli kaikilla valkuaislisää saaneilla ruokinnoilla selvästi 0-ruokintaa suurempi.

Valkuaislisäyksestä saatava hyöty on lihanaudoilla yleensä marginaalinen, kun ruokinnassa käytetään hyvälaatuisia nurmisäilörehua, jota täydennetään sopivalla energiarehulla. Tämän tutkimuksen perusteella myöskään sulavuudeltaan keskinkertaista (D-arvo 66) nurmisäilörehua käytettäessä valkuaislisälle ei näytä tulevan merkittävää tuotosvastetta yli puolen vuoden ikäisten lihanautojen ruokinnassa. Valkuaisrehujen käyttö lisää eläinten fosforin saantia ja erityistä sontaan, mikä on ympäristön kannalta negatiivinen tulos. Tämän vuoksi lisävalkuaisen antamisesta kasvaville sonneille tulisi useimmissa tapauksissa pidättäytyä, koska se ei ole perusteltua myöskään tuotantotulosten kannalta.

Asiasanat: naudanlihantuotanto, sonnit, valkuaisrehut, tiivistetty tärkkelysrankki, ohravalkuaisrehu, seosrehuruokinta

Johdanto

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) koordinoimassa ”Vilja rehuksi suoraan tiloilla” -hankkeessa selvitettiin teollisuuden sivutuotteiden käyttömahdollisuuksia naudanlihanuotannossa. Tässä raportoidun kokeen tarkoituksena oli selvittää alkoholiteollisuuden sivutuotteena syntyvien tiivistetyn tärkkelysrankin (TTR) ja ohravalkuaisrehun (OVR) tuotantovaikutusta sonnien seosrehuokinnassa.

Aineisto ja menetelmät

Lihautojen ruokintakoe toteutettiin MTT:n Ruukin toimipisteessä. Koe-eläimet (yhteensä 32 kpl maitorotuisia sonneja) olivat keskimäärin 191 vuorokauden ikäisiä ruokintakokeen alkaessa. Sonneista 24 oli ayrshirejä ja 8 holstein-friisiläisiä. Kokeen alussa eläimet siirrettiin vasikkakasvatustiloista parsinavettaan. Eläimet ryhmiteltiin kokeen alussa elopainon ja rodun perusteella neljään blokkiin, joista ne sijoitettiin satunnaisesti eri ruokinnoille.

Koeruokinnat erosivat toisistaan valkuaisruokinnan koostumuksen osalta. Kokeen perusrehuna oli nurmisäilörehu, joka oli korjattu syysadosta (D-arvo tavoite 64–65). Väkirehuna kaikilla sonneilla oli ohra + ohrarehu (50 % + 50 % väkirehun kuiva-aineesta). Väkirehun tavoiteltu osuus sonnien päivittäisestä kuiva-aineen saannista oli 55–60 % kaikilla ruokinnoilla. Kokeessa käytettiin seosrehuokintaa siten, että säilörehusta, ohrasta ja ohrarehusta tehtiin perusseos seosrehuvaunulla. Tässä perusseoksessa oli säilörehua 45 % ja väkirehua 55 % kuiva-aineesta. Valkuaislisäykset tehtiin käsin erikseen jokaisen sonnien päivittäiseen seosrehuannokseen. Tällä tavalla varmistettiin, että jokainen sonni sai varmasti halutun suuruisen valkuaislisäyksen.

Perusseokseen lisättiin erilaiset valkuaisrehutäydennykset seuraavasti:

Ryhmä 1: Ainoastaan perusseos ilman valkuaislisää. Kontrolliruokinta. Ryhmän sonneille lisättiin rehuannokseen 600 g ohraa eläintä kohti päivässä, jotta dieetin väkirehuprosentti muodostui samansuuruiseksi ryhmien 2–4 kanssa. (Tuloksissa ja taulukoissa käytetään lyhennettä **0**).

Ryhmä 2: valkuaislisänä rypsi – lisäysmäärä 600 g/eläin/pv. (**RYPSI**).

Ryhmä 3: valkuaislisänä TTR – lisäysmäärä 2 kg/eläin/pv. (**TTR**).

Ryhmä 4: valkuaislisänä OVR+TTR –yhdistelmä (90% OVR, 10 % TTR) –lisäysmäärä 2,2 kg/eläin/pv. (**OVRTTR**).

Kaikilla valkuaislisän sisältäneillä ruokinnoilla raakavalkuaislisäys oli 170 g/pv, joka käytännössä tarkoitti sitä, että väkirehun raakavalkuaispitoisuus nousi 9 % kontrolliruokintaan verrattuna (137 vs. 150 g/kg ka). Rypsilisäys oli tällöin 530 g ka/pv, tiivistettyä tärkkelysrankkia lisättiin 600 g ka/pv ja OVR-TTR seosta 480 g ka/pv.

Sonnit punnittiin jokaisen ruokintajakson alussa noin neljän viikon välein. Kokeen alussa ja loppuun eläimet punnittiin kahtena päivänä peräkkäin, jolloin kokeen aloitus- ja loppupaino määritettiin kahden päivän punnitusten keskiarvona. Sonnien päiväkasvu laskettiin loppupainon ja kokeen alun painon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Nettokasvu laskettiin teuraspainon ja kokeen alun ruhopainon erotuksena jaettuna kasvatuspäivillä. Ruhopainona kokeen alussa käytettiin elopaino x 0,50. Teurasruhot luokiteltiin EUROP -luokituksen mukaisesti.

Säilörehusta kerättiin näytettä, joka yhdistettiin vastaamaan kunkin ruokintajakson (4 viikkoa) aikana syötettyä säilörehua. Väkirehuista näytteet otettiin jokaisesta rehuerästä. Rehunäytteistä määritettiin kuiva-aine, tuhka, raakavalkuainen ja neutraalidetergenttikuitu MTT:llä käytössä olevin menetelmin (ks. esim. Huuskonen ym. 2007). Rehujen fosforipitoisuus määritettiin Luh Huangin ja Schulten (1985) kuvaamalla tavalla. Säilörehun D-arvo ja käymislaatu määritettiin samoin menetelmin kuin Huuskosen ym. (2007) kokeessa. Rehujen sisältämä muuntokelpoisen energian (ME) pitoisuus laskettiin rehutaulukoissa kuvatuilla menetelmillä (MTT 2006). Rehuyksikköarvot (ry) laskettiin jakamalla ME-arvo 11,7:llä. Ohutsuolesta imeytyvien aminohappojen (OIV) saanti ja rehujen OIV-arvot laskettiin Suomen olosuhteisiin muunnetun pohjoismaisen valkuaisarvojärjestelmän mukaisesti (MTT 2006). Ruokintojen näennäinen in vivo -sulavuus määritettiin kaikilta sonneilta AIA –menetelmällä (Van Keulen ja Young 1977). Säilörehun ME-arvo laskettiin rehun sisältämän sulavan orgaanisen aineen perusteella kertomalla D-arvo 16:lla (MTT 2006). Väkirehujen sulavuuskertoimet laskettiin MTT:n rehutaulukoiden arvojen ja Altian analyysien perusteella (MTT 2006). Rehuyksikköarvot (ry) laskettiin jakamalla ME-arvo 11,7:llä (MTT 2006). Rehujen valkuaisarvot laskettiin Suomen olosuhteisiin muunnetun pohjoismaisen valkuaisarvojärjestelmän mukaan ohutsuolesta imeytyvinä amino-

happoina (OIV) ja pötsin valkuaisaseena (PVT) (MTT 2006). Sonniin ravintoaineiden saanti laskettiin kertomalla syötyjen rehujen määrä niiden ravintoainepitoisuuksilla.

Tilastollisen testauksen koemalli oli lohkoittain satunnaistettu koe, jossa havaintoyksikkönä oli eläin. Tulosten tilastollisena käsittelyä tehtiin varianssianalyysi SAS-ohjelmiston MIXED-proseduurilla. Testauksessa käytetty koemalli oli: $y_{ijk} = \mu + B_j + P_i + e_{ijk}$, missä μ on yleiseskiarvo, B_k on lohkon vaikutus ($k=1, \dots, 4$) ja e_{ijk} on virhetermi. Jokainen lohko sisältää kaksi eläintä ($k=1, 2$) samalta koeruokinnalta. P_i on valkuaislisän vaikutus. Koeruokintojen välisessä tilastollisessa testauksessa 0-ruokinta toimi kontrollikäsittelyä, johon muita mukana olleita ruokintoja verrattiin. Testaus tehtiin *a priori* -vertailuihin sopivalla Dunnetin testillä. Tilastolliset merkitsevyydet on ilmaistu seuraavasti: o $P < 0,10$, * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$.

Tulokset

Kokeessa käytettyjen rehujen kemiallinen koostumus, rehuarvot sekä säilörehun säilönnällinen laatu on esitetty taulukossa 1. Säilörehun säilönnällinen laatu oli kokeen aikana hyvä käymishappojen pitoisuuden sekä ammonium- ja liukoisen typen osuuksien perusteella mitattuna. Säilörehun sulavuus nousi hieman kokeessa tavoiteltua tasoa (D-arvo 64–65) korkeammaksi D-arvon ollessa keskimäärin 65,9 kokeen aikana. Ohravalkuaisrehun raakavalkuaispitoisuus oli 13 % korkeampi kuin tiivistetyn tärkkelysrankin ja 8 % korkeampi kuin rypsin raakavalkuaispitoisuus. Ohravalkuaisrehun energia-arvo oli 2,5–3 % korkeampi kuin rypsin ja tiivistetyn tärkkelysrankin energia-arvot. Valkuaisrehujen fosforipitoisuudet olivat selvästi korkeammat kuin säilörehun, ohran tai ohrarehujen fosforipitoisuudet. Kokeessa käytettyjen rehuseosten laskennalliset koostumukset ja rehuarvot on ilmoitettu taulukossa 2. Kuiva-ainepitoisuus oli 0- ja RYPSI-ruokinnoilla hieman korkeampi kuin TTR- ja OVRTTR-ruokinnoilla, sillä märkien rehukomponenttien lisäys pienensi seosten kuiva-ainepitoisuutta TTR- ja OVRTTR-ruokinnoilla. Seoksen raakavalkuaispitoisuus oli 0-ruokinnalla 4 % pienempi kuin valkuaislisän sisältäneillä ruokinnoilla, mutta OIV-pitoisuudessa oli vain noin 2 prosentin ero 0-ruokinnan ja valkuaislisän sisältäneiden ruokintojen välillä.

Taulukko 1. Rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

	Säilörehu	Ohra	Ohrarehu	OVR ^{a)}	TTR ^{b)}	Rypsi
Kuiva-aine (g/kg)	228	879	920	202	320	880
Kuiva-aineessa (g/kg)						
Orgaaninen aine	937	977	963	946	871	913
Raakavalkuainen	167	128	147	360	318	333
NDF	551	191	599	73	3	254
Fosfori	2,7	3,8	3,6	9,4	16,0	10,8
D-arvo (g/kg ka)	659	ND ^{c)}	ND	ND	ND	ND
RY-arvo (ry/kg ka)	0,90	1,12	0,98	1,13	1,10	1,09
OIV (g/kg ka)	83	106	98	164	117	150
Hehtolitraino (kg/hl)		62				
Säilörehun säilönnällinen laatu						
pH	4,0					
Haihtuvat rasvahapot (g/kg ka)	20					
Maito- ja muurahaishappo (g/kg ka)	61					
Sokerit (g/kg ka)	20					
Kokonaistypestä, g/kg N						
Ammonium tyyppi	60					
Liukoinen tyyppi	490					

^{a)} Ohravalkuaisrehu.

^{b)} Tiivistetty tärkkelysrankki.

^{c)} Ei määritetty.

Sonniin rehun syönti oli kokeen aikana keskimäärin 9,95 kg ka/pv. Sonniin rehun syönnissä oli eroja ruokintaryhmien välillä, sillä OVRTTR-ryhmän sonnit söivät 7 % enemmän rehua kuin 0-ryhmän sonnit ($P < 0,01$) (Taulukko 3). Sen sijaan RYPSI- ja TTR-ruokinnat eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi 0-ruokinnasta rehun syönnin osalta. Ero rehun syöntimäärässä näkyi myös erona eläinten energian saannissa, sillä OVRTTR-ryhmän sonneilla energian saanti oli suurempaa kuin 0-ryhmän sonneilla ($P < 0,05$). RYPSI- ja TTR-ruokinnat eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi 0-

ruokinnasta energian saannin osalta. Valkuaisen saannin osalta koeryhmien välillä oli selkeitä eroja. Raakavalkuaisen saanti oli kaikilla valkuaislisää saaneilla ruokinnoilla selvästi 0-ruokintaa suurempi (Taulukko 3). Ohutsuolesta imeytyvän valkuaisen osalta saanti oli OVRTTR-ruokinnalla 9 % suurempi kuin 0-ruokinnalla ($P<0,001$), mutta RYPSI- ja TTR-ruokinnat eivät poikenneet 0-ruokinnasta OIV:n saannin osalta. Myös kuidun saanti oli OVRTTR-ruokinnalla 0-ruokintaa korkeampi ($P<0,05$).

Taulukko 2. Kokeessa käytettyjen rehuseosten kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

	Ruokinnat ^a			
	0	RYPSI	TTR	OVRTTR
Kuiva-aine (g/kg)	402	402	383	373
Kuiva-aineessa (g/kg)				
Orgaaninen aine	956	953	950	955
Raakavalkuainen	150	160	161	161
NDF	461	453	437	444
Fosfori	3,3	3,8	4,2	3,8
RY-arvo (ry/kg ka)	0,99	0,99	0,99	0,99
OIV (g/kg ka)	94	96	95	97

^a 0 = kontrolliruokinta (ei valkuaislisää). RYPSI = valkuaislisänä rypsi. TTR = valkuaislisänä tiivistetty tärkkelysrankki. OVRTTR = valkuaislisänä ohravalkuaisehujen ja tiivistetyn tärkkelysrankin seos (90 % OVR, 10 % TTR). Kaikilla valkuaislisän sisältäneillä ruokinnoilla raakavalkuaislisäys oli 170 g/pv, joka käytännössä tarkoitti sitä, että väkirehun raakavalkuaispitoisuus nousi 9 % kontrolliruokintaan verrattuna (137 vs. 150 g/kg ka).

Myös ruokintojen näennäisissä *in vivo* -sulavuuksissa oli eroja koeruokintojen välillä (Taulukko 3). Dieetin orgaanisen aineen sulavuus oli OVRTTR-ruokinnalla 5 % korkeampi kuin 0-ruokinnalla ($P<0,001$). RYPSI- ja TTR-ruokinnoilla dieetin orgaanisen aineen sulavuus ei poikennut 0-ruokinnasta. Raakavalkuaisen sulavuus oli RYPSI- ja OVRTTR-ruokinnoilla merkitsevästi 0-ruokintaa korkeampi ($P<0,001$), mutta TTR-ruokinnalla dieetin raakavalkuaisen sulavuus ei poikennut 0-ruokinnasta. Kuidun sulavuudessa ei ollut merkitseviä eroja ruokintojen välillä (Taulukko 3).

Taulukko 3. Rehun syönti, ravintoaineiden saanti ja ruokintojen sulavuus eri koeruokinnoilla.

	Ruokinnat ^a				SEM ^b	Tilastollinen merkitsevyys ^c		
	0	RYPSI	TTR	OVRTTR		1	2	3
Eläinmäärä (kpl)	8	7	8	8				
Kesto (vrk)	319	323	306	319				
Rehun syönti (kg ka/pv)	9,69	9,92	9,88	10,38	0,257			**
Ravintoaineiden saanti								
Ry (ry/pv)	9,61	9,71	9,78	10,28	0,170			*
OIV (g/pv)	913	946	938	1002	25,2			***
Raakavalkuainen (g/pv)	1467	1587	1607	1677	40,5	**	***	***
NDF (g/pv)	4368	4447	4310	4640	135,7			*
Näennäinen sulavuus								
Orgaaninen aine	0,751	0,750	0,756	0,785	0,0056			***
Raakavalkuainen	0,760	0,794	0,760	0,836	0,0051	***		***
NDF	0,635	0,644	0,647	0,611	0,0099			o

^a Koeruokinnat on esitetty taulukossa 2.

^b Keskiarvon keskivirhe.

^c Koeruokintojen välisessä tilastollisessa testauksessa 0-ruokinta toimi kontrollikäsitteilynä, johon muita mukana olleita ruokintoja verrattiin. Testaus tehtiin Dunnetin-testillä. Kontrastit: 1 = 0 vs. RYPSI, 2 = 0 vs. TTR, 3 = 0 vs. OVRTTR. Tilastollinen merkitsevyys: *** $P<0,001$; ** $P<0,01$; * $P<0,05$; o $P<0,10$.

Sonnit painoivat kokeen alkaessa keskimäärin 272 kg. Kokeen lopussa eläinten keskimääräinen elopaino oli 666 kg ja teuraspaino 351 kg. Kaikkien ruokintaryhmien sonnit pyrittiin teurasamaan tavoitellussa 340–350 kg:n teuraspainossa. Tässä onnistuttiinkin muiden ryhmien osalta kohtuullisen hyvin, mutta OVRTTR-ryhmän sonnit olivat elopainoltaan 30–35 kg ja teuraspainoltaan 10–20 kg muita ryhmiä suurempia (Taulukko 4). Kasvutuloksissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ruokintaryhmien välillä. Sonnien nettokasvu kokeen aikana oli keskimäärin 678 g/pv ja koko elinajalle laskettu

nettokasvu 622 g/pv. Valkuaislisä ei vaikuttanut merkitsevästi teurastuloksiin (Taulukko 4). Sonnien keskimääräinen teurasprosentti oli 516 g/kg, eläimet sijoituivat lihakuudeltaan EUROP-luokkien O- ja O välille, ja ruohojen rasvaisuusluokka EUROP-luokituksessa oli keskimäärin 3,1.

Taulukko 4. Kasvu- ja teurastulokset sekä rehun hyväksikäyttö eri koe ruokinnolla.

	Ruokinnat ^a				SEM ^b	Tilastollinen merkitsevyys ^c		
	0	RYPPI	TTR	OVRTTR		1	2	3
Paino kokeen alussa (kg)	271	261	275	279	14,5			
Paino kokeen lopussa (kg)	655	656	661	691	12,5			**
Kasvu (g/pv)								
Päiväkasvu	1214	1229	1265	1301	44,6			o
Nettokasvu	653	660	696	699	27,0			
Rehuhyötysuhde								
kg ka / päiväkasvu-kg	8,02	8,00	7,83	8,01	0,229			
kg ka / nettokasvu-kg	14,90	14,86	14,32	15,00	0,539			
Teurastulokset								
Teuraspaino (kg)	337	338	344	355	7,9			o
Teurasprosentti (g/kg)	515	514	520	514	5,9			
Lihakkuus (EUROP) ^d	4,4	4,6	4,1	5,0	0,41			
Rasvaisuus (EUROP) ^e	2,9	3,3	3,0	3,3	0,21			

^a Koeruokinnat on esitetty taulukossa 2.

^b Keskiarvon keskivirhe.

^c Koeruokintojen välisessä tilastollisessa testauksessa 0-ruokinta toimi kontrollikäsittelemänä, johon muita mukana olleita ruokintoja verrattiin. Testaus tehtiin Dunnetin-testillä. Kontrastit: 1 = 0 vs. RYPPI, 2 = 0 vs. TTR, 3 = 0 vs. OVRTTR. Tilastollinen merkitsevyys: *** P<0,001; ** P<0,01; * P<0,05; o P<0,10.

^d EUROP-laatuokat: O- = 4, O = 5, O+ = 6.

^e EUROP-rasvaisuusasteet: 1= rasvaton, 2 = ohutrasvainen, 3 = keskirasvainen, 4 = ylirasvainen, 5 = erittäin rasvainen.

Tulosten tarkastelu

Vaikutus kasvuun ja teurastuloksiin

Tässä tutkimuksessa valkuaislisäykset eivät vaikuttaneet tilastollisesti merkitsevästi eläinten kasvu- eivätkä teurastuloksiin. Vaikka rehun syönnissä ja dieetin näennäisessä sulavuudessa oli jonkin verran eroja koeruokintojen välillä, nämä erot eivät vaikuttaneet merkitsevästi kasvutuloksiin. Joissakin aikaisemmissa tutkimuksissa (Aronen 1991, Aronen ja Vanhatalo 1992) rypsilisällä on raportoitu olleen positiivinen vaikutus lihanautojen kasvuun. Tätä on kyseisissä tutkimuksissa selitetty lisääntyneellä säilörehun syönnillä ja sitä kautta lisääntyneellä energian saannilla. Eräissä tutkimuksissa (Huhtanen ym. 1989, Aronen 1990) valkuaislisän positiivinen vaikutus kasvuun on rajoittunut ensimmäisiin ruokintajaksoihin (elopaino alle 300 kg). Tämä selittyy sillä, että nuorella naudalla mikrobisynteesi ei yleensä riitä tyydyttämään nopean kasvun vaatimaa aminohappotarvetta. Elopainon noustessa rehun syönti kuitenkin lisääntyy ja kasvun koostumus muuttuu, jolloin mikrobisynteesin pitäisi ARC:n (1980) mukaan keskimäärin 250 elopainokilon jälkeen riittää tyydyttämään lihanaudan aminohappotarpeen.

Valkuaislisä voi parantaa nautojen kasvua korkeimmissakin elopainoissa, jos perusrehut ovat huonolaatuisia ja eläinten kasvu on sen vuoksi hidasta. Tutkimuksissa valkuaislisä on parantanut lihanautojen kasvua heikosti sulavalla säilörehulla (Steen 1988) tai heinällä (Aronen 1990) ruokittaessa. Lisäksi on todettu, että säilönnälliseltä laadultaan heikolla säilörehulla ruokittaessa valkuaislisä voi vaikuttaa kasvutuloksiin enemmän kuin hyvin säilynyttä säilörehua käytettäessä (Jaakkola ym. 1990). Jos sonnien ruokinnassa käytetään karkearehuna nurmisäilörehun sijaan kokoviljasäilörehua (Joki-Tokola 2003) tai heinää (Aronen 1990), valkuaislisä yleensä parantaa jonkin verran kasvua.

Säilörehuruokinnassa lihanautojen rehuannosta täydennetään yleensä viljalla. Viljan lisäys ruokintaan vähentää säilörehun syöntiä, mutta kokonaiskuiva-aineen syönti lisääntyy. Väkiurealla saatava lisäkasvu on yleensä sitä pienempi mitä parempi kasvu saavutettaisiin pelkällä säilörehulla. Tähän vaikuttaa ensisijaisesti säilörehun sulavuus (Wilkinson 1985). Viljan tärkkelys hajoaa pötsissä nopeasti, jolloin se lisää mikrobien energian saantia ja siten myös ammoniakkin hyväksikäyttöä mikrobisynteesiin.

teesiin. Hyvin matalilla väkirehutasoilla (väkirehuprosentti alle 25–30) ruokittaessa ammoniakkin käyttö mikrobisynteessin voi olla heikkoa, ja myös näissä tapauksissa valkuaisrehulisäyksellä voi olla myönteinen vaikutus lihanautojen kasvuun (Pike ym. 1988).

Tässä raportoidussa tutkimuksessa käytettiin toisen sadon säilörehua, koska tavoitteena oli selvittää valkuaislisän vaikutusta sulavuudeltaan heikohkolla säilörehulla. Säilörehun sulavuus nousi hieman tavoiteltua tasoa (D-arvo 64–65) korkeammaksi D-arvon ollessa keskimäärin 65,9 kokeen aikana. Kokeessa käytetty säilörehu oli säilönnälliseltä laadultaan hyvää ja väkirehun osuus sonnien rehun syönnistä oli noin 60 %. Nämä seikat mahdollistivat sonnien suuren sulavan orgaanisen aineen saannin myös 0-ruokinnalla. Tämän seurauksena pötsin mikrobisynteessin voidaan olettaa olleen suhteellisen suuren, minkä vuoksi valkuaislisillä ei saavutettu tilastollisesti merkitsevää kasvun lisäystä.

Valkuaislisäys ei tässä kokeessa vaikuttanut sonnien teurastuloksiin. Yleensäkin valkuaislisän vaikutukset ruhon koostumukseen ovat olleet vähäisiä (Solomon ja Elsasser 1991, McKinnon ym. 1993). Arosen ja Toivosen (1995) kokeessa lisävalkuaisista saaneet sonnit olivat rasvaisempia kuin ilman valkuaisista kasvaneet. Dieetin valkuaispitoisuuden nostaminen korvaamalla ohraa soijalla loppukasvatettavien lihanautojen säilörehupohjaisella ruokinnalla on lisännyt ruhojen rasvaisuutta useissa kokeissa (Steen ja Robson 1995, Steen 1996). Näiden eri tutkimusten tulosten perusteella voi päätellä, ettei valkuaislisä ehkäise ruhojen rasvoittumista ainakaan kasvavilla sonneilla.

Vaikutus syöntiin ja sulavuuteen

Rypsin lisääminen ei tässä tutkimuksessa vaikuttanut sonnien rehun syöntiin. Tulos on yhdenmukainen Huuskosen ym. (2007) seosrehuruokinnalla toteuttaman tutkimuksen kanssa. Joissakin aikaisemmissa erillisruokintakokeissa rypsilisällä on raportoitu olleen positiivinen vaikutus lihanautojen heinän (Aronen 1990) tai säilörehun (Aronen 1990, Aronen ja Vanhatalo 1992) syöntiin, mutta esimerkiksi Huhtanen ym. (1985, 1989) eivät raportoineet valkuaislisän lisäyksen säilörehun syöntiä. Näissä aikaisemmissa tutkimuksissa on käytetty erillisruokintaa, joten koejärjestely eroaa tässä raportoidusta seosrehuruokintakokeesta. Seosrehuruokinnalla eläin ei pysty lisäämään pelkästään säilörehun syöntiä, vaan sen olisi lisättävä koko seoksen syöntimäärää. Uusimpien kotimaisten tutkimustulosten perusteella rypsilisäys ei kuitenkaan lisää koko seoksen syöntiä seosrehuruokinnalla (Huuskonen ym. 2007).

Kontrolliruokintaan verrattuna TTR-ruokinta lisäsi raakavaluaisen saantia, mutta ei vaikuttanut kuiva-aineen syöntiin eikä energian tai OIV:n saantiin. Kokeessa ei myöskään havaittu eroja sulavuuksissa 0-ruokinnan ja TTR-ruokinnan välillä. Myöskään Root ja Huhtanen (1998) eivät havainneet kokeessaan eroja sonnien rehun syönnissä tai energian ja valkuaisen saannissa, kun rankkia lisättiin säilörehu-ohraruokintaan. Huhtasen (1992) mukaan tärkeä rankin valkuaisen pötsihajoavuus on varsin suuri, mistä johtuen rankkilisäys ei juuri nosta ohutsuoleen virtaavan valkuaisen määrää, vaikka eläimen valkuaisen saanti lisääntyikin.

Lisääntynyt kuiva-aineen syönti OVRTTR-ruokinnalla näkyi myös 0-ruokintaa suurempana energian, OIV:n ja NDF:n saantina. Mahdollisesti ohravalkuaisen rehun hyvä maittavuus voi osin selittää nousua rehun syöntiä OVRTTR-ruokinnalla. Subjektiiiviset havainnot kokeen aikana tukevat tätä päätelmää. Lisäksi Aronen (1990) raportoi, että ohravalkuaisen rehun maittavuus oli hyvä kokeessa, jossa ruokittiin kasvavia maitorotuisia sonneja. Nocekin ja Russelin (1988) mukaan lisääntynyt rehun syönti on yhteydessä parantuneeseen mikrobiaktiivisuuteen ja sitä kautta parantuneeseen dieetin sulavuuteen. Tämä voisi selittää osittain myös tässä kokeessa OVRTTR-ruokinnalla tapahtunutta rehun syönnin lisäystä, sillä myös dieetin näennäinen sulavuus oli 0-ruokintaa korkeampi OVRTTR-ruokinnalla.

Valkuaisehujen lisääminen rehuannokseen lisää merkittävästi fosforin saantia, koska valkuaisehujen fosforipitoisuudet ovat selvästi nurmisäilörehua, ohraa ja ohrarehua suurempia. Fosforin saanti ylitti kaikilla ruokinnoilla eläinten tarpeen (MTT 2006). Perusruokinnan kautta saatu fosfori riitti varsin hyvin täyttämään sonnien fosforin tarpeen, minkä vuoksi ruokinnassa käytettiin vähäfosforista kivennäistä (Ca:P, 30:1). Fosforin hyväksikäyttö eläintuotannossa vaikuttaa maatalouden ravinneylijäämään. Eläin käyttää ravintoaineet entistä heikommin hyväkseen ruokintaintensiteetin noustessa, ja ylimääräinen fosfori eritetään sonnan mukana (Van Bruchem ym. 1999).

Yhteenveto ja johtopäätökset

Kasvutulokset olivat hyvät kaikilla ruokinnoilla, myös ilman valkuaislisää kasvaneella kontrolliruokinnalla. Valkuaislisäyksestä saatava hyöty on lihanautoilla yleensä marginaalinen, kun ruokinnassa käytetään hyvälaatuista nurmisäilörehua, jota täydennetään sopivalla energiarehulla. Tämän tutkimuk-

sen perusteella myöskään sulavuudeltaan keskinkertaista (D-arvo 66) nurmisäilörehua käytettäessä valkuaislisälle ei näytä tulevan merkittävää tuotosvastetta yli puolen vuoden ikäisten lihanautojen ruokinnassa. Valkuaisrehujen käyttö lisää eläinten fosforin saantia ja eritystä sotaan, mikä on ympäristön kannalta negatiivinen tulos. Tämän vuoksi lisävalkuaisen antamisesta kasvaville sonneille tulisi useimmissa tapauksissa pidättäytyä, koska se ei ole perusteltua myöskään tuotantotulosten kannalta.

Kirjallisuus

- ARC (Agricultural Research Council)** 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, Surrey, UK. 351 s.
- Aronen, I.** 1990. Barley protein and rapeseed meal as protein supplements for growing cattle. *Acta Agric. Scand.* 40: 297–307.
- Aronen, I.** 1991. Influence of frequency and accuracy of supplement feeding on rumen fermentation, feed intake, diet digestion and performance of growing cattle I. Studies with growing bulls fed grass silage *ad libitum*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 34: 49–65.
- Aronen, I. & Toivonen, V.** 1995. Säilörehun korjuuasteen ja väkirehutäydennyksen vaikutukset tuotannon tehokkuuteen naudalla. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 12/95: 33–45.
- Aronen, I. & Vanhatalo, A.** 1992. Heat-moisture treatment of rapeseed meal: effect on diet digestion, voluntary grass silage intake and growth of Ay-bulls. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci.* 42: 157–166.
- Huhtanen, P.** 1992. The effects of barley vs. barley fibre with or without distiller's solubles on site and extent of nutrient digestion in cattle fed grass-silage-based diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 36: 319–337.
- Huhtanen, P., Näsi, M. & Khalili, H.** 1989. By-products from integrated starch-ethanol production from barley in the diets of growing cattle. *J. Agric. Sci. Finl.* 61: 451–462.
- Huhtanen, P., Poutainen, E. & Mikkola, T.** 1985. The effect of supplementation of grass silage with rapeseed meal or Gasol-treated barley on the performance of growing cattle. *J. Agric. Sci. Finl.* 57: 75–84.
- Huuskonen, A., Khalili, H. & Joki-Tokola, E.** 2007. Effects of three different concentrate proportions and rapeseed meal supplement to grass silage on animal performance of dairy-breed bulls with TMR feeding. *Livest. Sci.* 110: 154–165.
- Jaakkola, S., Huhtanen, P. & Vanhatalo, A.** 1990. Fermentation quality of grass silage treated with enzymes or formic acid and nutritive value in growing cattle fed with or without fish meal. *Acta Agric. Scand.* 40: 403–414.
- Joki-Tokola, E.** 2003. Kokoviljasäilörehu ruokinnassa: lihanautojen ruokinta. Teoksessa: Kyllikki Lampinen, Taina Harmoinen, Hanne Teräväinen (toim.). Kokoviljasäilörehun tuotanto ja käyttö. Maaseutukeskusten Liiton julkaisuja 993: Tieto tuottamaan 102: 38–43.
- Luh Huang, C.-Y. & Schulte, E.E.** 1985. Digestion of plant tissue for analysis by ICP emission spectrometry. *Communications in Soil Science and Plant analysis* 16: 943–958.
- McKinnon, J.J., Cohen, R.D.H., Jones, S.D.M., Laarveld, B. & Christensen, D.A.** 1993. The effects of dietary energy and crude protein concentration on growth and serum insulin-like growth factor-I levels of cattle that differ in mature body size. *Can. J. Anim. Sci.* 73: 303–313.
- MTT** 2006. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Verkkodokumentti. Jokioinen: MTT. Julkaistu: 14.2.2006, Viitattu: 1.11.2007. Saatavilla internetistä: <http://www.agronet.fi/rehutaulukot/>. URN:NBN:fi-fe20041449.
- Nocek, J.E. & Russel, J.B.** 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.* 71: 2070–2106.
- Pike, I.H., Smith, G. & Miller, E.L.** 1988. An evaluation of fish meal as a protein supplement for beef cattle. *Proceedings of the VII World Conference in Animal Production.* s. 427.
- Root, T. & Huhtanen, P.** 1998. Barley fibre and wet distillers' solubles in the diet of growing cattle. *Agric. Food Sci. Finl.* 7: 357–366.
- Solomon, M.B. & Elsasser, T.H.** 1991. Dietary energy and protein effects on partitioning of carcass components in beef cattle. *Meat Sci.* 29: 365–373.
- Steen, R.W.J.** 1988a. Factors affecting the utilisation of grass silage for beef production. Teoksessa: J. Frame (ed.). Efficient beef production from grass, Occasional Symposium No. 22, British Grassland Society. s. 129–139.
- Steen, R.W.J.** 1996. Effects of protein supplementation of grass silage on the performance and carcass quality of beef cattle. *J. Agric. Sci., Camb.* 127: 403–412.
- Steen, R.W.J. & Robson, A.E.** 1995. Effects of forage to concentrate ratio in the diet and protein intake on the performance and carcass composition of beef heifers. *J. Agric. Sci., Camb.* 125: 125–135.
- Van Bruchem, J., Sciere, H. & Van Keulen, H.** 1999. Dairy farming in the Netherlands in transition towards more efficient nutrient use. *Livest. Prod. Sci.* 61: 145–153.
- Van Keulen, J. & Young, B.A.** 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44: 282–287.
- Wilkinson, J.M.** 1985. Beef production from silage and other conserved forages. London: Longmans. 140 s.