

Väkirehun koostumus ja intensiteetti hereford-sonnien loppukasvatuksessa

a) Tuotanto sekä ruhon ja lihan laatu

Merja Manninen¹⁾, Marita Ruusunen²⁾, Reeta Pösö²⁾, Timo Soveri²⁾, Lauri Jauhiainen¹⁾ ja Marjatta Suvitie³⁾

¹⁾ MTT, 31600 Jokioinen, merja.manninen@mtt.fi, lauri.jauhiainen@mtt.fi

²⁾ HY, 00014 Helsingin yliopisto, marita.ruusunen@helsinki.fi, reeta.poso@helsinki.fi, timo.soveri@helsinki.fi

³⁾ MTT, 71750 Maaninka, marjatta.suvitie@mtt.fi

Johdanto

Teurassonnien perusrehu maassamme on ollut nurmisäilörehu. Viime aikoina myös kokoviljasäilörehun ja seoskasvustoista valmistettujen säilörehujen käyttö on lisääntynyt (Joki-Tokola ym. 2002, Kiljala ym. 2002) kuin myös seosrehuruokinta. Rehuviljan edullinen ostohinta ja toisaalta käytön helppous ovat lisänneet sen käyttöä lihanautojen ruokinnassa. Runsas väkirehuruokinta ja samalla niukka kuidun saanti saattavat aiheuttaa erityisesti lypsylehmille ongelmia: sorkkakuumetta, juoksumahan kiertymää ja maksatulehduksia (Huhtanen 1998). Liiallinen pötsin happamoituminen voi aiheuttaa myös lihanaudoille ongelmia, vaikkakin ne ovat harvemmin todettavissa johtuen lihanautojen lyhyemmästä eliniästä. Väkiherutasa ja annoksen jaksotusta selvittäneessä tutkimuksessa (Rinne ym. 1998) todettiin väkiheruannoksen suurentamisen nopeuttavan ay-sonnien kasvua tuottaen samalla rasvaisemmat ruhot. Annoksen jaksottaminen tuotti vähärasvaisempia ruhoja sonnien kasvunopeuden heikentymättä. Rajoitettu ruokinta nurmisäilörehulla ja ohralla ja sitä seurannut 109 päivän loppukunnostus ei vaikuttanut ay-sonneilla toteutuneisiin teuraspainoihin, vaikka ruokinnan tehostaminen loppukasvatusvaiheessa sai aikaan kompensatorisen kasvun lisäten samalla ruhojen rasvoittumista selvästi (Rinne ym. 2000). Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten lihanautojen vapaa väkirehuruokinta kolme kuukautta ennen teurastusta vaikutti tuotantoon, lihan aistinvaraiseen laatuun sekä lihaksen glykogeeni- ja maitohappopitoisuuksiin. Väkiheru oli joko ohra-kaura-rypsiruuhe -seos tai täysrehu. Ruokinnan vaikutus eläinten hyvinvointiin, sorkkaterveyteen, fysiologiseen stressiin ja pötsin haihtuvien rasvahappojen kuljettajaproteiineihin, mm. monokarboksy-laatteihin sekä tuotannon talouteen kuvataan osajulkaisuissa b-e.

Aineisto ja menetelmät

Eläinaines ja tuotanto-olosuhteet

Kokeessa oli 32 24.2.-17.4.2001 syntynyttä hf-sonnivasikkaa, isinä hf-sonnit Koskis Noak (15), Thorsvik Kentauri (13) ja Innilän Leevi (4). Ennen koetta vasikat olivat emineen laiturilla eivätkä saaneet väkiherua. Koe alkoi 12.10.2001 vasikoiden ollessa keskimäärin 6,7 kk:n ikäisiä ja 307 kiloisia. Koe tehtiin MTT:n emolehmanavetalla, jossa eläimet olivat neljän eläimen karsinoissa. Eläimet ulkoilivat jaloittelutarhoissa karsinoiden kuivituksen ajan ja ne punnittiin säännöllisesti.

Rehut ja ruokinta

Koemalli oli 2*2 faktoriaalinen, faktoreina väkiherutyypin (kotiseos, K vs. täysrehu, T) ja loppukasvatuksen väkiheruintensiteetin (rajoitettu, R vs. vapaa, V). Kotiseos oli jauhettu kaura-ohra-rypsiruuheseos (46,5–31,0–22,5 % KA-kiloista). K-eläimet saivat kivennäis- ja vitamiinitäydennyksen (Seleeni Hertta-Minera Muro; Ca 200, P 50, Na 70 ja Mg 70 g/kg ja ADE-xylitol-Vita; A 2 000 000 ja D₃ 400 000 ky/kg, E 1 000 ja Se 20 mg/kg). Rakeisen täysrehun koostumus oli: ohra (30 % ilmakuivasta), vehnärehujauho (19,4 %), rypsiiruue (12 %), kaura (10 %), soijaruue (8 %), melassileike (8 %), vehnäsiirappi (6 %), vitamiinit ja kivennäiset esiseoksessa (6 %) ja kasviöljy (0,6 %). Kotiseoksen raakavalkuais- ja laskennallinen energiapitoisuus yhdenmukaistettiin täysrehun kanssa. Esikuivatun säilörehun kasvusto kaadettiin 18.-20.6.2001 ja 19.-23.8.2001 (timotei-nurminata-apila -kasvusto 65–30–5 %) Elho-niittomurskaimella ja korjattiin Ylö-tarkkuussilppurilla. Säilöntään käytettiin AIV 2 Plus -liuosta (760 g muurahais happoa/kg ja 55 g ammoniumformiaatti/kg) 5 l/t. Toisen niiton säilörehu käytettiin kokeen ensimmäisten 56 päivän aikana. Kaikki sonnit saivat väkiherua ensimmäiset 56 d 2,0 (alkujakso, Al), seuraavat 84 d 2,5 (keskijakso, Ke) ja loppukasvatuksen (Lo, keskimäärin 87 d) ajan joko 3 kg KA/d tai vapaasti. Vettä eläimet saivat vapaasti. Säilörehusta analysoitiin MTT:llä kuiva-ainetta (KA), tuhkaa, raakaproteiiniä, NDF-kuitua (Van Soest ym. 1991) ja orgaanisen aineen *in vitro*

-sellulaasisulavuus (Friedel 1990). Väkirehujen rehuarvo laskettiin raaka-ainekoostumuksen perusteella (Tuori ym. 2000). Dieetin sulavuus määritettiin neljä kertaa kokeen aikana, kahdesti Ke- ja kahdesti Lo-jaksolla käyttäen merkkiaineena happoon liukenematonta tuhkaa (Anon 1971).

Teurastus sekä ruhon ja lihan laatu

Sonnit teurastettiin Kiteen opetusteurastamossa ja ruhot luokitettiin EUROP-luokituksen mukaisesti. Ulkofileestä otettiin lihasnäyte n. 1 h teurastuksesta glykogeeni- (G) ja maitohappopitoisuuden (LA) määrittämiseksi. Glykogeenipitoisuus määritettiin glukosina Roche/Hitachin määrittyskitillä no. 1447521 ja maitohappopitoisuus Boehringer-Mannheimin määrittyskitillä no. 139 084 (Immonen 2000). Glykolyyttinen potentiaali (GP) laskettiin Monin'in ja Sellier'in (1985) mukaan: GP ($\mu\text{mol LA/g lihasta}$) = $2(\text{glykogeeni} + \text{glukoosi} + \text{glukoosi-6-fosfaatti}) + \text{maitohappo}$. Glykogeeni hajoaa lihaksessa teurastuksen jälkeen, minkä seurauksena muodostuu maitohappoa ja pH-arvo laskee. Glykogeenipitoisuus (G) kuvaa lihaksen energiavarastoja näytteenottohetkellä ja glykolyyttinen potentiaali (GP) kuvaa lihaksen glykogeenipitoisuutta teurastushetkellä ottaen huomioon myös glykogeenimäärän, joka hajoaa teurastuksen ja näytteenoton välillä. Ulkofileen loppu-pH mitattiin 48 h teurastuksesta. Ulkofileestä leikattiin aistinvaraisia arviointeja varten 15 cm:n pala, jota raakakypsytettiin 14 d + $2 \pm 1^\circ\text{C}$ ennen pakastusta. Lihan maku, mureus ja mehukkuus arvioitiin aistinvaraisesti käyttämällä 10 cm:n jana-asteikkoa, jossa 0=ei-tyypillinen maku, sitkeä, kuiva ja 10=parempi kuin tyypillinen maku, murea, mehukas. Määritykset tehtiin HY:n Elintarviketeknologian laitoksella.

Tilastollinen käsittely

Eläimet jaettiin koon mukaan kahteen lohkokon. Lohkon sisällä eläimet arvottiin neljään karsinaan, joihin kuhunkin kohdistettiin yksi käsittelyistä. Syönti ja sulavuus mitattiin karsinakohtaisesti, jolloin standardia satunnaistettujen täydellisten lohkojen varianssianalyysiä pystyttiin käyttämään käsittelyiden välisten erojen testauksessa. Muut muuttujat mitattiin eläinkohtaisesti. Koska käsittelyt oli kohdistettu karsinoin, ei eläimiin, eläinten välistä vaihtelua ei voitu käyttää virheterminä käsittelyiden välisiä eroja testattaessa. Käytettäväksi valitun tilastollisen mallin on esittänyt mm. Morris (1999) ja siinä virheterminä on lohko 'nested' käsittely -tekijä. Analyysit suoritettiin SAS:n (1999) versiolla 8.2. Mallin ja aineiston yhteensopivuus tarkastettiin tutkimalla jännöksiä graafisin menetelmin.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Koe kesti keskimäärin 227 d. Yksi KV-eläin poistettiin 30.4.2002 toistuvien puhaltumisten johdosta. Muiden eläinten terveys oli moitteeton. Säilörehun KA-pitoisuus oli 276 g, D-arvo 68 % ja energiapitoisuus 0,93 RY/kg KA. KA-kilo sisälsi raakavalkuaista 167 g ja OIV:sta 84 g. Säilönnällinen laatu oli hyvä ja pH 3,85. K-rehun KA-kilo sisälsi raakavalkuaista 184 g, OIV:sta 111 g, tärkkelystä 420 g ja 1,07 RY. Vastaavat luvut T-rehulle olivat 184 g, 109, 289 ja 1,07. Lo-kaudella väkirehun osuus syönnistä oli TV-sonneilla 72 % ja KV-sonneilla 62 % (Taulukko 1). Koko koekaudelle laskettuna väkirehu-% oli KR- ja TR-sonneilla 29, KV-sonneilla 44 ja TV-sonneilla 50. Lo-kaudella TV-sonnit söivät väkirehun KA:tta 1,8 kg/d enemmän ja säilörehun KA:tta 0,6 kg/d vähemmän kuin KV-sonnit.

Taulukko 1. Sonniin syönti (kg KA/d).

Väkirehu (V)	Intensiteetti (I)	Kotiseos		Täysrehu		SEM ²	Merkitsevyys ¹		
		Rajoitettu	Vapaa	Rajoitettu	Vapaa		V	I	V*I
Ryhmä		2	2	2	2				
Säilörehu	Al+Ke	6,01	5,88	6,08	6,01	0,057			
	Lo	6,54	4,06	6,41	3,47	0,323		**	
	Keskimäärin	6,24	5,18	6,22	4,99	0,145		**	
Väkirehu	Al+Ke	2,32	2,32	2,30	2,30				
	Lo	3,03	7,00	3,00	8,76	0,354	o	***	o
	Keskimäärin	2,63	4,12	2,60	4,90	0,132	o	***	o
Kivennäinen		0,146	0,146						
Vitamiini		0,022	0,022						
Yhteensä	Al+Ke	8,50	8,37	8,38	8,31	0,057			
	Lo	9,74	11,23	9,41	12,23	0,374		*	
	Keskimäärin	9,04	9,46	8,83	9,88	0,111		**	o

¹ o p<0,10; * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001. ² Keskiarvon keskivirhe (Standard error of mean).

Teurastettaessa eläimet olivat keskimäärin 14,1 kuukauden ikäisiä (Taulukko 2). V-sonnien teuraspaino oli 12 kg suurempi ja ne teurastettiin keskimäärin 2 viikkoa aiemmin kuin R-sonnit. Viimeiset 7 eläintä teurastettiin 17.6.2002 säilörehun määrän ja laadun heikkenemisen johdosta ja näistä 6 (3 KR ja 3 TR) ei saavuttanut 350 kilon teuraspainotavoitetta (toteutuneet 321-347 kg). V-sonnit kasvoivat Lo-kaudella paremmin kuin R-sonnit ($p<0,001$, 1894 vs. 1442 g/d), myös koko kaudelle laskettuna ero oli merkitsevä ($p<0,01$, 1580 vs. 1413 g/d). Väkipuhutyypin ei vaikuttanut kasvuun kokeen missään vaiheessa ollen koko kaudelle laskettuna K-sonneilla 1497 ja T-sonneilla 1496 g/d. Kaikki sonnit rasvoituivat runsaasti, R-sonnit jopa hieman enemmän kuin V-sonnit ($p>0,10$, 4,6 vs. 4,3). R-sonnien rehujen muuntosuhde oli V-sonneja heikompi ($p<0,05$, 6,42 vs. 6,15 kg KA).

Taulukko 2. Sonnien kasvu, teurastulokset ja rehun muuntosuhde.

Väkipuhu (V) Intensiteetti (I)	Kotiseos		Täysrehu		SEM ²	Merkitsevyys ¹		
	Rajoitettu	Vapaa	Rajoitettu	Vapaa		V	I	V*I
Eläinten lukumäärä	8	7 ^o	8	8				
<i>Paino, kg</i>								
Kokeen alussa	308	307	307	307	23,8			
Kokeen lopussa	631	653	639	656	8,6		o	
Teuraspaino	353,8	364,8	354,0	366,9	5,18		o	
<i>Ikä, d</i>								
Kokeen alussa	201	203	202	206	5,3			
Kokeen lopussa	429	423	440	424	7,0			
Kokeen kesto	228	220	238	218	10,3			
<i>Kasvu, g/d</i>								
Al + Ke	1419	1380	1375	1417	27,5			
Lo	1462	1858	1421	1930	48,4		***	
Kokeen aikana	1434	1561	1393	1599	25,3		**	
Nettokasvu	888	958	842	978	21,3		**	
Teuras-%	56,1	55,9	55,4	55,9	0,45			
Lihakkuus ⁴	7,9	7,8	8,1	7,9	0,22			
Rasvaisuus ⁵	4,5	4,2	4,7	4,3	0,30			
Kg KA / lisäkasvu-kg	6,46	6,10	6,38	6,19	0,069		*	
Kg KA / nettokasvu-kg	10,41	9,96	10,56	10,13	0,207			
RY / lisäkasvu-kg	6,17	5,94	6,21	6,21	0,061	o		
RY / nettokasvu-kg	9,93	9,71	10,29	10,16	0,195			
NDF / lisäkasvu-kg	2674	2249	2686	2224	45,9		***	
NDF / nettokasvu-kg	4308	3673	4448	3636	102,3		**	

¹ o $p<0,10$; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$. ² Keskiarvon keskivirhe (Standard error of mean).

³ Nettokasvu laskettaessa alkupainon teuras-%:na käytetty 50.

⁴ EUROP-luokitus: R=7, R=8, R+=9. ⁵ EUROP-luokitus: 3=keskinkertainen, 4=rasvainen.

^o Yksi eläin poistettiin kokeesta 30.4.2002. SEM tulee kertoa luvulla 1,0801, jotta saadaan SEM käsittelylle KV.

Käsittelyt eivät vaikuttaneet dieetin orgaanisen aineen (OA) tai proteiinin sulavuuteen siirryttäessä Ke-kaudelta Lo-kaudelle (Taulukko 3). NDF:n sulavuus sen sijaan heikkeni V-sonneilla siirryttäessä loppukasvatukseen ($p<0,05$, -20,1 vs. -1,4 %-yksikköä).

Taulukko 3. Dieetin orgaanisen aineen (OA), proteiinin ja NDF:n sulavuus ja sulavuuden muutos.

Väkipuhu (V) Intensiteetti (I)	Kotiseos		Täysrehu		SEM ²	Merkitsevyys ¹		
	Rajoitettu	Vapaa	Rajoitettu	Vapaa		V	I	V*I
Ryhmä	2	2	2	2				
OA, %	Ke	75,5	75,1	79,7	79,5	1,50	o	
	Lo	75,5	72,5	74,7	72,9	1,65		
Proteiini, %	Ke	72,2	71,3	76,7	75,4	2,26		
	Lo	71,3	70,5	69,9	66,4	2,16		
NDF, %	Ke	66,5	68,2	74,5	75,0	1,59	*	
	Lo	68,9	50,4	69,2	52,6	2,90		**
<i>Muutos keskijaksolta loppujaksolle, %-yksikköä</i>								
OA		0,0	-2,6	-5,0	-6,7	2,57		
Proteiini		-1,0	-0,8	-6,8	-9,0	4,12		
NDF		2,4	-17,9	-5,3	-22,4	3,68		*

¹ o $p<0,10$; * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$. ² Keskiarvon keskivirhe (Standard error of mean).

Täysrehulla ruokittujen nautojen ulkofilee oli murempaa kuin kotiseoksella ruokittujen, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Makuun ja mehukkuuteen ei ruokinta vaikuttanut. Lihaksen glyko-geenipitoisuus teurastushetkellä oli kaikilla ruokintatavoilla riittävän korkea, jotta muodostuva maitohappo laski lihan loppu-pH:n naudanlihan normaalille tasolle, n. pH arvoon, 5,6 (Taulukko 4).

Taulukko 4. Lihan aistinvarainen laatu ja pH-arvo sekä lihaksen glykogeeni- (G) ja maitohappopitoisuus (LA) ja glykolyyttinen potentiaali (GP).

Väkirehu (V)	Kotiseos		Täysrehu		SEM ²	Merkitsevyys ¹		
	Rajoitettu	Vapaa	Rajoitettu	Vapaa		V	I	V*I
Näytteiden lukumäärä	8	7 ^o	8	8				
Aistinvarainen arvio ³								
Mureus	4,7	4,5	5,1	5,6	0,39			
Mehukkuus	4,6	4,4	4,8	4,6	0,41			
Maku	4,5	4,5	4,4	4,6	0,18			
G, µmol/g	76,7	87,8	97,4	90,7	5,68			
LA, µmol/g	43,2	53,3	33,2	59,1	4,80		*	
GP, µmol LA/g	196,6	228,9	228,0	240,6	9,66	o	o	
Ulkofileen pH 48 h	5,58	5,62	5,53	5,61	0,067			

¹ o p<0,10; * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001. ² Standard error of mean. ³ Asteikko: 0-10.

^o Yksi eläin poistettiin kokeesta 30.4.2002. SEM tulee kertoa luvulla 1,0801, jotta saadaan SEM käsittelylle KV.

Johtopäätökset:

Vapaa väkirehuruokinta kolme kuukautta ennen teurastusta paransi sonnien kasvua merkitsevästi. Väkirehutyypillä sen sijaan ei ollut vaikutusta tuotantotuloksiin. Väkirehutyypin valinta on lähinnä tilakohtainen ratkaisu: tuotetaanko vilja omilla pelloilla vai ostetaanko se, pellon vaihtoehtoinen käyttö, kotiseoksen jauhatus- ja käsittelykulut, täysrehun käytön helppous, pölyämättömyys ja maittavuus. Kaikki sonnit rasvoituivat, joten teuraspainotavoite olisi voinut olla hieman pienempi. Ruokinnat eivät vaikuttaneet lihan loppu pH-arvoon eikä aistinvaraiseen laatuun. Tuotantotulokset yksin eivät kuitenkaan kuvaa voimakkaan väkirehuruokinnan soveltuvuutta loppukasvatukseen yksiselitteisesti, vaan tarvitsevat rinnalleen muuttujia osakokeista b-e, jotka kuvaavat mahdollisesti eläimelle aiheutunutta fysiologista stressiä.

Kiitokset Rehuraisio Oy:lle kokeeseen toimitetusta täysrehusta sekä MTT:n emolehmänavetan ja Kiteen opetusteurastamon henkilökunnalle hyvin sujuneesta yhteistyöstä.

Kirjallisuus:

- Anon**, 1971. Determination of ash which is insoluble in hydrochloric acid. Method B. Official Journal of European Community, 2155/13:30-31.
- Friedel, K.** 1990. Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulasemethode. [The estimation of the energetic feeding value of roughages by means of cellulase method]. Wissenschaftliche Zeitung Universität Rostock, N-Reihe 39, 78-86.
- Huhtanen, P.** 1998. Sonnia ei pidä kasvattaa sian rehuilla. Lihatalous 1: 24-25.
- Immonen, K.** 2000. Bovine muscle glycogen concentration in relation to diet, slaughter and ultimate beef quality. Diss. EKT series 1203. University of Helsinki. Dept. of Food Technology. 64 + 44 pp.
- Joki-Tokola, E., Huuskonen, A., Huttu, S. & Kiljala, J.** 2002. Rehuvirma lihanautojen kokoviljasäilörehuruokinnassa. Kotieläintieteen päivät 2002. MKL:n julkaisuja no 977. p. 196 – 199.
- Kiljala, J., Huuskonen, A., Joki-Tokola, A. & Huttu, S.** 2002. Vaihtoehtoiset karkearehut luomunaudanlihan tuotannossa. Kotieläintieteen päivät 2002. MKL:n julkaisuja no 977. p. 200 – 203.
- Monin, G. & Sellier, P.** 1985. Pork of low technological quality with a normal rate of muscle pH fall in the immediate post mortem period: The case of the Hampshire breed. Meat Sci. 13:49-63.
- Morris T.R.** 1999. Experimental Design and Analysis in Animal Sciences. CABI Publishing, Wellington, UK. 134 p.
- Rinne, M., Manni, K. & Huhtanen, P.** 1998. Väkirehuruokintastrategiat lihanautoilla. Kotieläintieteen päivät 1998. MKL:n julkaisuja no 924. p. 131 - 136.
- Rinne, M., Khalili, H., Saastamoinen, K. & Huhtanen, P.** 2000. Rajoitettu ruokinta ja loppukunnostus lihanautojen kasvatusvaihtoehtoina. Kotieläintieteen päivät 2000. MKL:n julkaisuja no 952. p. 181 - 184.
- SAS.** 1999. SAS/STAT User's Guide, Version 8, Cary, NC: SAS Institute Inc. 3809 p.
- Tuori, M., Kaustell, K., Valaja, J., Aimonen, E., Saarisalo, E. & Huhtanen, P.** 2000. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Helsinki. 88 p.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. & Lewis, B.A.** 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.