



# Tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteet lihanautojen seosrehuruokinnassa

Arto Huuskonen (toim.)



Maa- ja elintarviketalous 98  
76 s.

**Tärkkelys-etanolateollisuuden  
sivutuotteet lihanautojen  
seosrehuruokinnassa**

Arto Huuskonen (toim.)

ISBN 978-952-487-097-9 (Painettu)  
ISBN 978-952-487-098-6 (Verkkajulkaisu)  
ISSN 1458-5073 (Painettu)  
ISSN 1458-5081 (Verkkajulkaisu)  
[www.mtt.fi/met/pdf/met98.pdf](http://www.mtt.fi/met/pdf/met98.pdf)

Copyright

MTT

Arto Huuskonen (toim.)

Julkaisija ja kustantaja

MTT, 36100 Jokioinen

Jakelu ja myynti

MTT, Tietohallinto, 36100 Jokioinen

Puhelin (03) 4188 2327, Fax (03) 4188 2339

Julkaisuvuosi

2007

Kannen kuva

Paula Martiskainen

Painopaikka

Strålfors Oy

# Tärkkelys-etanoliiteollisuuden sivutuotteet lihanautojen seosrehuruokinnassa

Arto Huuskonen (toim.)

MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimus-  
asemantie 15, 92400 Ruukki, arto.huuskonen@mtt.fi

## Tiivistelmä

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää tärkkelys-etanoliiteollisuuden sivutuot-  
teiden käyttömahdollisuudet lihanautojen ruokinnassa. Ohrarehu osoittautui  
säilörehu-ohrapohjaisella ruokinnalla käyttökelpoiseksi energiarehuksi kas-  
vaville lihanaudoille. Tutkimustulosten perusteella on realistista korvata enin-  
tään puolet kasvavan lihanaudan väkirehuannoksesta ohrarehulla. Tätä suu-  
rempi ohrarehun osuus heikentää rehun syöntiä ja energian saantia, mikä  
vaikuttaa kielteisesti kasvu- ja teurastuloksiin.

Tiivistetty tärkkelysrankki (TTR) on sekä valkuais- että energiarehu, jolla  
voidaan korvata viljaa lihanautojen ruokinnassa. Suositeltu käyttömäärä on  
lihanaudoilla 1–4 kg/pv. Ruokintakokeen perusteella TTR soveltuu hyvin  
lihanautojen seosrehuruokintaan ja sitä voidaan käyttää valkuaislisänä, silloin  
kun sellaisen antaminen katsotaan tarpeelliseksi. Lisävalkuaisesta saattaa olla  
hyötyä, mikäli karkearehuna on kokoviljasäilörehu tai karkearehuna käytettä-  
vän nurmisäilörehun sulavuus on huono tai säilönnällinen laatu heikko. Kun  
lihanaudan ruokinnassa käytetään hyvälaatuista, sopivalla energiarehulla  
täydennettyä nurmisäilörehua, valkuaislisäyksestä saatava hyöty on yleensä  
varsin marginaalinen.

Ohravalkuaisrehu (OVR) on nestemäinen sivutuote, jota tällä hetkellä käyte-  
tään valkuaisrehuna sikojen ruokinnassa. Ohravalkuaisrehulla saavutettiin  
ruokintakokeessa vastaava tulos kuin tiivistetyllä tärkkelysrankilla. Nykyhin-  
noilla ohravalkuaisrehu on kuitenkin tiivistettyä tärkkelysrankkia kalliimpi  
rehukomponentti. Jatkossakin OVR lienee järkevintä käyttää hyödyksi ni-  
menomaan sikojen ruokinnassa.

Valkuaisrehujen käyttö lisää lihanautojen fosforin saantia ja erityistä sontaan,  
mikä on ympäristön kannalta kielteistä. Siksi lisävalkuaisen, kuten myös  
fosforipitoisen kivennäisen, antamisesta kasvaville sonneille tulee yleensä  
pidättäytyä. Lisävalkuaisen antaminen ei ole perusteltua myöskään tuotanto-  
tulosten kannalta.

---

*Avainsanat: naudanlihantuotanto, lihanaudat, sonnit, rehut, ruokinta, ohra-  
rehu, ohravalkuaisrehu, tiivistetty tärkkelysrankki, sivutuotteet*

---

## Alkusanat

Tässä julkaisussa raportoitujen ruokintakokeiden tavoitteena oli selvittää integroidun tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteiden käyttömahdollisuudet lihanautojen ruokinnassa. Kokeilla selvitettiin mahdollisuudet korvata ohraa ohrarehulla lihanautojen seosrehuruokinnassa. Lisäksi selvitettiin ohra-alkuvalkuaisrehun ja tiivistetyn tärkkelysrankin käyttöä seosrehuruokinnan valkuaislisänä. Lähes kaikki aikaisemmat tutkimukset tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteiden käytöstä lihanautoilla on tehty erillisruokinnalla. Tästä johtuen katsottiin tarpeelliseksi saada tuloksia sivutuotteiden käytöstä seosrehuruokinnan osana.

Tutkimukset toteutettiin useamman eri tutkimus- ja kehittämishankkeen yhteistyönä. Tämän julkaisun kirjoitustyö on pääosin tehty osana MTT:n hallinnoimaa ”Integroidun tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteiden käyttö lihanautojen ruokinnassa” -hanketta, joka saa rahoitusta MTT:n tutkimuksen strategisen suuntaamisen määrärahoista. Kokonaisuuteen kuuluvia kokeellisia osioita on toteutettu MTT:n hallinnoimissa ”Vilja rehuksi suoraan tiloilla” -hankkeessa ja ”Elintarviketeollisuuden sivutuotteiden hyödyntäminen naudanlihantuotannossa” -hankkeessa. ”Vilja rehuksi suoraan tiloilla” -hanketta ovat MTT:n lisäksi rahoittaneet Pohjois-Pohjanmaan TE-keskus EMOTR-hankerahoituksella, Altia Oyj, Työtehoseura ry, Melica Oy ja Kemira Oyj Industrial Chemicals. ”Elintarviketeollisuuden sivutuotteiden hyödyntäminen naudanlihantuotannossa” -hanke sai rahoitusta MTT:n tutkimuksen strategisen suuntaamisen määrärahoista. Tutkimusryhmä kiittää kaikkia rahoittajia hankkeille myönnetystä tuesta. Lisäksi kiitämme MTT:n Ruukin toimipisteen henkilökuntaa ja kaikkia kokeiden toteutukseen osallistuneita henkilöitä hyvästä yhteistyöstä.

Ruukissa toukokuussa 2007

*Arto Huuskonen*

MTT / Kotieläintuotannon tutkimus

# Sisällysluettelo

Tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteet lihanautojen seosrehuruokinnassa – tutkimuksen tausta ja tavoitteet, <i>Arto Huuskonen ja Riitta Niiranen</i> .....	6
Ohrarehun ja ohravalkuaisrehun käyttö sonnien seosrehuruokinnassa, <i>Arto Huuskonen, Erkki Joki-Tokola ja Asko Rantanen</i> .....	13
Nestemäisten sivutuotteiden käyttö sonnien seosrehussa, <i>Arto Huuskonen, Asko Rantanen ja Sirpa Lunki</i> .....	32
Erilaiset ohrarehutasot maitorotuisten sonnien loppukasvatuksessa, <i>Arto Huuskonen, Riitta Niiranen, Sirpa Lunki ja Asko Rantanen</i> .....	53
Suosituksia tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteiden käytöstä sonnien seosrehuruokinnassa, <i>Arto Huuskonen, Sirpa Lunki ja Asko Rantanen</i> .....	72

# Tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteet lihanautojen seosrehuruokinnassa – tutkimuksen tausta ja tavoitteet

Arto Huuskonen ja Riitta Niiranen

MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimus-  
asemantie 15, 92400 Ruukki, arto.huuskonen@mtt.fi, riitta.niiranen@helsinki.fi

## Tiivistelmä

Monet elintarviketeollisuuden sivutuotteet sisältävät eläimille arvokkaita ravintoaineita. Ilman kotieläintuotantoa useilla sivutuotteilla ei olisi mitään käyttöä. Niiden hyödyntäminen nautakarjan ruokinnassa onkin kansantalouden ja monesti myös yksittäisen maatilan kannalta taloudellisesti kannattavaa.

Suomessa etanolintuotanto perustuu integroituun tärkkelys-etanoliprosessiin, jonka raaka-aineena on ohra. Prosessissa syntyy myös kotieläinten ruokintaan soveltuvia sivutuotteita. Integroidun tärkkelys-etanoliprosessin sivutuotteita ovat ohrarehu (OR), ohravalkuaisrehu (OVR) ja tiivistetty tärkkelysrankki (TTR).

Tämän tutkimushankkeen tavoitteena oli selvittää integroidun tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteiden käyttömahdollisuudet lihanautojen ruokinnassa. Ruokintakokeilla selvitettiin mahdollisuudet korvata seosrehuruokinnassa ohraa ohrarehulla. Lisäksi tutkittiin ohravalkuaisrehun ja tiivistetyn tärkkelysrankin käyttöä seosrehuruokinnan valkuaislisänä.

Lähes kaikki aiemmat tutkimukset integroidun tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteiden käytöstä lihanautojen ruokinnassa on tehty erillisruokinnalla. Siksi nyt katsottiinkin tarpeelliseksi selvittää sivutuotteiden käyttöä seosrehuruokinnan osana. Tutkimus oli perusteltua tehdä myös sen vuoksi, että aiemmissa tutkimuksissa lihanaudat on teurastettu merkittävästi nykyistä alemmissa teuraspainoissa.

---

*Avainsanat: nautanlihantuotanto, lihanaudat, sonnit, rehut, ruokinta, sivutuotteet, ohra, tärkkelys-etanoliteollisuus*

---

## Tausta

Monet elintarviketeollisuuden sivutuotteet sisältävät eläimille arvokkaita ravintoaineita. Ilman kotieläintuotantoa monilla elintarviketeollisuuden sivutuotteilla ei olisi juuri käyttöä. Märehtijöille soveltuvia viljapohjaisia rehuja syntyy tärkkelys-, alkoholi- ja myllyteollisuudesta (Niiranen 2006). Kun elintarviketeollisuuden sivutuotteita käytetään kotieläinten rehuina, pienennetään jätehuoltokustannuksia, jotka nostavat varsinaisten elintarvikkeiden hintoja. Sivutuotteiden käyttö nautojen ruokinnassa on myös eettistä. Koska sivutuotteet ovat ravintoarvoltaan varsin hyviä, niitä käyttämällä säästetään muita eläinten rehuja. Samalla eläimet jalostavat ihmisille kelpaamatonta ravintoa lihaksi ja maidoksi. Teollisuuden sivutuotteiden käyttö nautakarjan ruokinnassa on kansantalouden ja usein myös yksittäisen maatilan kannalta taloudellisesti kannattavaa (Huhtanen 1995).

Nautojen ruokinnassa on viime vuosina siirrytty yksilöruokinnasta vähemmän työläisiin, yksinkertaisempiin ruokintamalleihin, kuten seosrehuruokintaan. Tiukasta eläinkohtaisesta väkirehuruokinnasta luopuminen mahdollistaa sen, että väkirehu ja karkearehu voidaan sekoittaa ennen ruokintaa seosrehuvaunulla seosrehuksi eli appeeksi. Seosrehuruokinnassa rehuannos voi sisältää vettä lukuun ottamatta kaikki eläimen tarvitsemat ravintoaineet. Seosrehuruokinnan yleistyminen lisää mahdollisuuksia elintarviketeollisuuden sivutuotteiden, erityisesti märkien rehukomponenttien, hyödyntämiseen.

Yksittäisen nautanlihantuottajan kannalta katsottuna elintarviketeollisuuden sivutuotteiden käyttö lihanaudan ruokinnassa on taloudellisesti järkevää, jos sivutuotteen hinta suhteessa sen tuotantovaikutukseen on edullisempi kuin muiden käytettävissä olevien rehujen. Rehuiksi sopivien teollisuuden sivutuotteiden täytyy sisältää sulavia ravintoaineita, ja lisäksi niiden hygieenisen laadun tulee säilyä moitteettomana tilavarastoinnin ajan. Viime vuosien aikana tapahtuneet viljan hinnan alennus Agenda 2000 ratkaisun seurauksena sekä rahtikustannusten nousu heikensivät sivutuotteiden edullisuutta suhteessa muihin rehuihin. Sivutuotteiden vähäinen kuiva-ainepitoisuus lisää rahtikustannuksia, vaikeuttaa tuotteiden varastointia ja lisää ruokintatyön määrää. Toisaalta seosrehuruokinnan yleistyminen on tuonut uusia mahdollisuuksia sivutuotteiden hyödyntämiseen. Lisäksi viime aikoina on ollut selvästi nähtävissä, että kiinnostus viljan non-food käytölle on lisääntynyt, ja tämä kehitys tulee todennäköisesti vaikuttamaan myös rehuviljan hintaan tulevaisuudessa.

## Integroitu tärkkelys-etanoliprosessi

Suomessa etanolintuotanto perustuu integroituun tärkkelys-etanoliprosessiin, joka korvasi perinteisen, hiivakäymiseen perustuvan menetelmän vuonna 1987 (Näsi 1988). Uuden tekniikan kehittäjä oli Oy Alko Ab (nykyinen nimi:



Altia Oyj), ja tekniikka on käytössä Altian Koskenkorvan tehtaiden tärkkelys-etanoliprosessissa. Integroidun tärkkelys-etanoliteollisuuden raaka-aineena on ohra. Prosessissa syntyy myös sivutuotteita, jotka on järkevää käyttää kotieläinten ruokinnassa. Integroidun tärkkelys-etanoliprosessin sivutuotteita ovat ohrarehu (OR), ohravalkuaisrehu (OVR) ja tiivistetty tärkkelysrankki (TTR). Integroidussa prosessointitavassa tuotantovaiheita pystyttiin yhdistämään ja sivutuotteiden ruokinnallinen arvo on parempi kuin vanhassa menetelmässä, jossa rehuotteet perustuivat kokoviljapohjaiseen rankkiin. Yksityiskohtainen kuvaus tärkkelys-etanoliprosessista ja prosessin tuotteista löytyy Näsin (1988) julkaisusta.

## Ohrarehu

Ohrarehu koostuu jyvän aleuronikerroksesta ja solunseinämäaineesta. Altian tehtailla valmistettu ohrarehu on kuivattua ja rakeistettua. Ohrarehuun lisätään hieman rankkia (TTR) nostamaan valkuaispitoisuutta sekä melassia parantamaan maittavuutta ja rakeen kestävyyttä. Ohrarehua on aiemmin tutkittu sekä lypsylehmien (Ala-Seppälä ym. 1988, Huhtanen ym. 1988) että lihanautojen (Huhtanen ym. 1989, Huhtanen 1992, Root ja Huhtanen 1998) ruokinnassa erillisruokintakokeissa. Seosrehuruokinnan osana ohrarehua on tutkittu ainoastaan yhdessä lypsylehmien ruokintakokeessa (Mäntysaari ym. 2007).

## Ohravalkuaisrehu

Ohravalkuaisrehu (OVR) on nestemäinen sivutuote, jota tällä hetkellä käytetään valkuaisrehuna sikojen ruokinnassa (Siljander-Rasi ym. 2002). Ohravalkuaisrehu sisältää suurimman osan ohran valkuaisesta ja kivennäisistä sekä osan tärkkelyksestä ja solunseinämäaineista (Siljander-Rasi 2006). Jyvien uloin kuori poistetaan ennen prosessointia, joten tuotteessa on vain jyvän sisäosan solunseinämäaineita. Valkuaisen aminohappokoostumus muistuttaa ohraa, eli siinä on vähän lysiiniä ja treoniinia. Kuivatun ohravalkuaisrehun käyttöä lihanautojen ruokinnassa on aiemmin tutkittu Huhtasen ym. (1989) ja Arosen (1990) kokeissa. Tällä hetkellä suurin osa ohravalkuaisrehusta kuljetetaan ja käytetään märkänä (kuiva-aine noin 20 %).

## Tiivistetty tärkkelysrankki

Tiivistetty tärkkelysrankki on nestemäistä ohrarankkia (kuiva-ainepitoisuus noin 30 %), josta osa vedestä on haihdutettu ja osa valkuaisjakeesta on poistettu. Tiivistetyssä tärkkelysrankissa on 2–3 kertaa enemmän valkuaisa kuin ohrassa, runsaasti kivennäisaineita, maitohappoa ja glyserolia (15 prosenttia kuiva-aineessa) ja kuitua ei juuri lainkaan. Tiivistetty tärkkelysrankki on sekä

valkuais- että energiarehu, jolla voidaan korvata viljaa lihanautojen ruokinnassa. Tiivistetty tärkkelysrankki kuljetetaan tiloille tankkiautoilla 1–2 viikon välein, ja se säilyy tilalla kaksi viikkoa. Päivittäinen rehun sekoittaminen parantaa säilyvyyttä. Yleisin varastosäilö on tehtaalta saatava kuution kontti, suurempia eriä voidaan varastoida maan alle sijoitetussa eristetyssä säiliössä. Toimitusten mukana asiakkaille jaetaan tuoteseloste, jossa on tulokset viimeksi tehdyistä kuiva-aine- ja valkuaisanalyyseistä ja näistä lasketuista rehuarvoista. Tiivistetyn tärkkelysrankin annostelu käsin lihanaudan rehuannokseen on ollut vallitseva rehunjakotapa, vaikka se onkin työlästä. Seosrehu-ruokinnassa TTR voidaan kätevästi laskea suoraan tai pumpata varastosäiliöstä apevaunuun. Tiivistetyllä tärkkelysrankilla on tehty joitakin kokeita sekä lihanaudoilla (Huhtanen 1992, Joki-Tokola 1996, Root ja Huhtanen 1998) että lypsylehmillä (Ala-Seppälä ym. 1988, Huhtanen ja Miettinen 1992, Mäntysaari ym. 2007). Mäntysaaren ym.(2007) tutkimusta lukuun ottamatta kokeet on toteutettu erillisruokinnalla.

## **Ulkomaiset tutkimukset etanolateollisuuden sivutuotteilla**

Ulkomailla alkoholiteollisuuden sivutuotteiden määrä on suurempi kuin Suomessa. Pohjois-Amerikassa etanolateollisuus perustuu pääosin maissiin ja vehnään, mutta raaka-aineina käytetään myös ruisvehnää, riisiä, ruista, ohraa ja durraa (Niiranen 2006). Kanadassa vehnä on viljoista tärkein etanolateollisuuden raaka-aine, mutta myös ohraa käytetään alentamaan tuotantokustannuksia (Mustafa ym. 1999). Pohjois-Amerikassa on tehty paljon tutkimusta rankkijyvien ja rankin käytöstä märehtijöiden ruokinnassa. Raaka-aineena on näissä tutkimuksissa ollut vehnä (Ojowi ym. 1996, 1997, Fisher ym. 1999, Iwanchysko ym. 1999, Mustafa ym. 2000), maissi (Larson ym. 1993, Ham ym. 1994, Lodge ym. 1997), ruis (Mustafa ym. 2000), ruisvehnä (Mustafa ym. 2000) ja durra (Lodge ym. 1997, Al-Suwaiegh ym. 2002). Mustafa ym. (2000) ovat myös tutkineet ohran rankkijyvien ravitsemuksellista arvoa märehtijöille. Pohjoisamerikkalaisissa tutkimuksissa vedellä laimennettua rankkia on tutkittu myös juomaveden korvaajana (Larson ym. 1993, Ham ym. 1994, Fisher ym. 1999, Iwanchysko ym. 1999).

Näiden tutkimusten perusteella on kuitenkin varsin hankalaa tehdä meidän olosuhteisiimme soveltuvia johtopäätöksiä, koska em. tutkimuksissa sivutuotteet ovat pääsääntöisesti syntyneet perinteisen, hiivakäymiseen pohjautuvan prosessin tuotteena. Suomessa hiivakäymiseen perustuvan prosessin tuloksena saatavan kokoviljapohjaisen ohrarankin ruokinnallisen arvon on todettu olevan heikko proteiinien denaturoitumisesta ja korkeasta kuitupitoisuudesta johtuen (Näsi 1984).

# Tutkimuksen tavoitteet

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää integroidun tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteiden käyttömahdollisuudet lihanautojen seosrehuruokinnassa. Kokeilla selvitettiin mahdollisuudet korvata ohraa ohrarehulla lihanautojen seosrehuruokinnassa. Lisäksi selvitettiin ohravalkuaisrehun ja tiivistetyn tärkkelysrankin käyttöä seosrehuruokinnan valkuaislisänä.

Lähes kaikki aikaisemmat tutkimukset integroidun tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteiden käytöstä lihanaudoilla on tehty erillisruokinnalla. Tästä johtuen katsottiin tarpeelliseksi saada tuloksia sivutuotteiden käytöstä seosrehuruokinnan osana. Lisäksi aikaisemmissa tutkimuksissa lihanaudat on teurastettu merkittävästi nykyistä alemmissa teuraspainoissa, mikä antoi lisäperusteita sivutuotteiden käytön tutkimiseen.

## Kirjallisuus

- Ala-Seppälä, H., Huhtanen, P. & Näsi, M. 1988. Silage intake and milk production in cows given barley fibre with or without dried distillers solubles. *Journal of Agricultural Science in Finland* 60: 723–733.
- Al-Suwaiegh, S., Fanning, K. C., Grant, R. J., Milton, R. J. & Klopfenstein, T. J. 2002. Utilization of distillers grains from the fermentation of sorghum or corn in diets for finishing beef and lactating dairy cattle. *Journal of Animal Science* 80: 1105–1111.
- Aronen, I. 1990. Barley protein and rapeseed meal as protein supplements for growing cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica*: 40: 297–307.
- Fisher, D. J., McKinnon, J. J., Mustafa, A. F., Christensen, D. A. & McCartney, D. 1999. Evaluation of wheat-based thin stillage as a water source for growing and finishing beef cattle. *Journal of Animal Science* 77: 2810–2816.
- Ham, G. A., Stock, R. A., Klopfenstein, T. J., Larson, E. M., Shain, D. H. & Huffman, R. P. 1994. Wet corn distillers byproducts compared with dried corn distillers grains with solubles as a source of protein and energy for ruminants. *Journal of Animal Science* 72: 3246–3257.
- 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. *Animal Feed Science and Technology* 36: 319–337.
- Huhtanen, P. 1995. Elintarviketeollisuuden sivutuotteet lypsylehmien rehuna. *Nauta* 25: 59–61.

- Huhtanen, P., Ala-Seppälä, H. & Näsi, M. 1988. Response of silage intake and milk production to replacement of barley fibre derived from integrated starch-ethanol process. *Journal of Agricultural Science in Finland* 60: 711–721.
- Huhtanen, P. & Miettinen, H. 1992. Milk production and concentrations of blood metabolites as influenced by level of wet distiller's solubles in dairy cows receiving grass silage-based diet. *Agricultural Science in Finland* 1: 279–290.
- Huhtanen, P., Näsi, M. & Khalili, H. 1989. By-products from integrated starch-ethanol production from barley in the diets of growing cattle. *Journal of Agricultural Science in Finland* 61: 451–462.
- Iwachysko, P., McKinnon, J. J., Mustafa, A. F., Christensen, D. A. & McCartney, D. 1999. Feeding value of wheat-based thin stillage: In vitro protein degradability and effects on ruminal fermentation. *Journal of Animal Science* 77: 2817–2823.
- Joki-Tokola, E. 1996. Rankista ja rypsiä ei sonnien säilörehuruokinnassa ollut hyötyä. *Koetoiminta ja käytäntö* 53: 52.
- Larson, E. M., Stock, R. A., Klopfenstein, T. J., Sindt, M. H. & Huffman, R. P. 1993. Feeding value of wet distillers byproducts for finishing ruminants. *Journal of Animal Science* 71: 2228–2236.
- Lodge, S. L., Stock, R. A., Klopfenstein, T. J., Shain, D. H. & Herold, D. W. 1997. Evaluation of corn and sorghum distillers byproducts. *Journal of Animal Science* 75: 37–43.
- Mustafa, A. F., McKinnon, J. J. & Christensen, D. A. 1999. Chemical characterization and in vitro crude protein degradability of thin stillage derived from barley- and wheat-based ethanol production. *Animal Feed Science and Technology* 80: 247–256.
- Mustafa, A. F., McKinnon, J. J., Ingledew, M. W. & Christensen, D. A. 2000. The nutritive value for ruminants of thin stillage and distillers' grains derived from wheat, rye, triticale and barley. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 607–613.
- Mäntysaari, P., Khalili, H., Sariola, J. & Rantanen, A. 2007. Use of barley fibre and wet distillers' solubles as feedstuffs for Ayrshire dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 135: 52–65.
- Niiranen, R. 2006. Alkoholiteollisuuden viljapohjaisten sivutuotteiden käyttö kasvavien lihanautojen ruokinnassa. Kandidaatin tutkielma. Helsingin yliopisto, Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta, Kotieläinten ravitsemustiede. 24 s.

- Näsi, M. 1984. Distillers dried by-products from barley as protein source for ruminants. *Journal of Agricultural Science in Finland* 56: 213–219.
- Näsi, M. 1988. Evaluating barley feed fractions from integrated ethanol-starch production in diets of ruminants. *Journal of Agricultural Science in Finland* 60: 701–709.
- Ojowi, M. O., Christensen, D. A., McKinnon, J. J. & Mustafa, A. F. 1996. Thin stillage from wheat-based ethanol production as a nutrient supplement for cattle grazing crested wheatgrass pastures. *Canadian Journal of Animal Science* 76: 547–553.
- Ojowi, M., McKinnon, J. J., Mustafa, A. & Christensen, D. A. 1997. Evaluation of wheat-based wet distillers' grains for feedlot cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 77: 447–454.
- Root, T. & Huhtanen, P. 1998. Barley fibre and wet distillers' solubles in the diet of growing cattle. *Agricultural and Food Science in Finland* 7: 357–366.
- Siljander-Rasi, H. 2006. Sikojen rehut. Teoksessa: Hilikka Siljander-Rasi, Ari Nopanen, Jukka Helin (toim.). Sikojen ruokinta ja hoito. ProAgria Maaseutokeskusten Liiton julkaisu 1024: Tieto tuottamaan 114: 27–36.
- Siljander-Rasi, H., Laurinen, P. & Partanen, K. 2002. Ohravalkuaisrehun käyttömäärä ja treoniinitäydennys lihasikojen ruokinnassa. Loppuraportti Altia Oyj:lle, Feedmix OY:lle ja Suurusrehu Oy:lle 30.11.2002. Hyvinkää: MTT/Sikatalous. 20 s.

# Ohrarehun ja ohravalkuaisrehun käyttö sonnien seosrehuruokinnassa

Arto Huuskonen<sup>1)</sup>, Erkki Joki-Tokola<sup>1)</sup> ja Asko Rantanen<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimus-  
asemantie 15, 92400 Ruukki, arto.huuskonen@mtt.fi, erkki.joki-tokola@mtt.fi

<sup>2)</sup> Altia Corporation, Koskenkorvan tehdas, 61330 Koskenkorva,  
asko.rantanen@altiacorporation.com

## Tiivistelmä

Ruokintakokeessa tutkittiin ohrarehun (energiarehu) ja ohravalkuaisrehun (valkuaisrehu) vaikutuksia 32 maitorotuisen lihanaudan rehunsyöntiin, kasvuun sekä teurastuloksiin. Koeruokinnat erosivat toisistaan väkirehu- ja valkuaisruokinnan koostumuksen osalta. Puolet koe-eläimistä sai väkirehuna pelkkää ohraa ja toinen puoli väkirehuseosta, jossa puolet ohran kuiva-aineesta oli korvattu ohrarehulla. Molemmilla väkirehuruokinnoina oli kaksi erilaista valkuaisruokintaa: 1) valkuaislisänä rypsirouhetta (500 g/eläin/pv) ja 2) valkuaislisänä ohravalkuaisrehua (2,5 kg/eläin/pv). Väkirehun tavoiteltu osuus oli 55 prosenttia päivittäisestä kuiva-aineen syönnistä kaikilla neljällä ruokinnalla. Sonnit ruokittiin seosrehuruokinnalla.

Ohrarehun käyttö lisäsi seosrehun syöntiä. Runsaampi rehun syönti ei kuitenkaan lisännyt ravintoaineiden saantia eikä siten vaikuttanut kasvutuloksiin. Tämä johtui siitä, että ohrarehun sulavuus ja energia-arvo ovat hieman heikompia kuin ohran ja ohrarehuseosta saaneet sonnit kompensoivat seoksen heikompaa energia-arvoa syömällä enemmän.

Kokeen perusteella ohrarehulla on mahdollista korvata puolet kasvavan lihanaudan väkirehuannoksesta ilman, että se vaikuttaa negatiivisesti tuotokseen. Tärkkelyspitoisen väkirehun osittainen korvaaminen kuitupitoisella ohrarehulla lienee perusteltua erityisesti silloin, kun ruokinnassa käytetään suuria väkirehumääriä, sillä kuitupitoinen väkirehu fermentoituu pötsissä viljan tärkkelystä hitaammin. Tämä puolestaan vähentää korkeisiin väkirehumääriin liittyviä ruokinnallisia riskejä.

Rypsin korvaaminen ohravalkuaisrehulla ei vaikuttanut tilastollisesti merkittävästi lihanautojen rehun syöntiin tai kasvutuloksiin. On kuitenkin huomattava, että useimmissa tapauksissa sonnit saavat riittävästi valkuaisruokintaa ilman valkuaisruokintaa.

---

*Avainsanat: naudanlihantuotanto, sonnit, rehut, ruokinta, ohrarehu, ohravalkuaisrehu, seosrehuruokinta*

---

# Johdanto

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) koordinoimassa ”Elintarviketeollisuuden sivutuotteiden hyödyntäminen naudanlihantuotannossa” -hankkeessa selvitettiin teollisuuden sivutuotteiden käyttömahdollisuuksia naudanlihantuotannossa. Tässä raportoidun osakokonaisuuden tarkoituksena oli tutkia integroidun tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteena syntyvien ohrarehun ja ohravalkuaisrehun tuotantovaikutusta lihanautojen seosrehuruokinnassa. Ruokintakokeella tutkittiin ohrarehun (energiarehu) ja ohravalkuaisrehun (valkuaisrehu) vaikutusta rehun syöntiin, sonnien kasvuun sekä teurastuloksiin. Tutkimus toteutettiin MTT:n Kotieläintuotannon tutkimuksen ja Altia Oyj:n yhteistyönä.

## Aineisto ja menetelmät

### Eläimet ja koejärjestelyt

Lihanautojen ruokintakoe toteutettiin MTT:n Ruukin toimipisteessä. Ruokintakoe alkoi tammikuussa 2004 ja päättyi joulukuussa 2004, jolloin viimeiset koe-eläimet teurastettiin. Koe-eläimet (yhteensä 32 kpl maitorotuisia sonneja) olivat MTT:llä välikasvatettuja sonnivasikoita, jotka olivat 6–7 kuukauden ikäisiä ruokintakokeen alkaessa. Kokeen alussa eläimet siirrettiin vasikkakasvatustiloista parsinavettaan, jolloin ne kytkettiin parteen. Järjestelyllä saatiin eläinkohtaisia havaintoja. Eläimet ryhmiteltiin kokeen alussa elopainon perusteella neljään blokkiin, joista ne sijoitettiin satunnaisesti eri ruokinoille.

Koeruokinnat erosivat toisistaan väkirehu- ja valkuaisruokinnan koostumusten osalta. Puolet koe-eläimistä sai väkirehuna pelkkää ohraa (= O-ryhmä) ja toinen puoli väkirehuseosta, jossa puolet ohran kuiva-aineesta oli korvattu ohrarehulla (OR-ryhmä). Molemmilla väkirehuruokinnoina oli kaksi erilaista valkuaisruokintaa: 1) valkuaislisänä rypsirouhetta (500 g/eläin/pv) (RYPSI) tai 2) valkuaislisänä ohravalkuaisrehua (2,5 kg/eläin/pv) (OVR). Erilaisia koeruokintoja oli siis yhteensä neljä (Taulukko 1). Väkirehun tavoiteltu osuus oli 55 % päivittäisestä kuiva-aineen syönnistä kaikilla neljällä ruokinnalla.

Taulukko 1. Koeruokinnat ja koefaktorit <sup>a</sup>.

Seos	Väkirehu	Valkuaislisä
O–RYPSI	Ohra	Rypsirouhe
O–OVR	Ohra	Ohravalkuaisrehu
OR–RYPSI	Ohra + Ohrarehu (1:1)	Rypsirouhe
OR–OVR	Ohra + Ohrarehu (1:1)	Ohravalkuaisrehu

<sup>a</sup>Väkirehufaktori: O–RYPSI + O–OVR vs. OR–RYPSI + OR–OVR;

Valkuaisfaktori: O–RYPSI + OR–RYPSI vs. O–OVR + OR–OVR.

Koe toteutettiin seosrehuruokintana, ja valkuaislisäykset tehtiin käsin erikseen jokaisen sonnin päivittäiseen seosrehuannokseen. Tällä tavalla varmistettiin, että jokainen sonni sai varmasti halutun suuruisen valkuaislisäyksen. Sonnit saivat vapaasti seosrehua, joka sisälsi edellä mainituissa suhteissa karkearehua ja väkirehujä. Karkearehuna oli hyvälaatuinen nurmisäilörehu. Ruokinnassa huolehdittiin myös eläinten kivennäisaineiden sekä vitamiinien tarpeesta. Kivennäisenä käytettiin Tähkä Apekivennäistä, joka sisälsi kalsiumia 235,2 g/kg, fosforia 7,8 g/kg, magnesiumia 39,8 g/kg ja natriumia 74,4 g/kg. Kivennäistä annettiin 150 grammaa eläintä kohti päivässä. Kivennäisen lisäksi annettiin ADE-vitamiinitäydennys.

Kokeen sonnit punnittiin jokaisen ruokintajakson alussa noin neljän viikon välein. Kokeen alussa ja lopussa eläimet punnittiin kahtena päivänä peräkkäin, jolloin kokeen aloitus- ja loppupaino määritettiin kahden päivän punnitusten keskiarvona. Kaikki punnitukset tehtiin aamulla ennen ruokintaa. Sonnien tavoiteltu teuraspaino oli noin 350 kiloa. 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  $\times 0,50$ . Sonnit teurastettiin normaalin teurastuskäytännön mukaan Atrian teurastamossa. Teuraspaino määritettiin sen jälkeen, kun ruhosta oli poistettu pää, vuota, jalat, häntä, sisäelimet ja sisälmysrasva. Ruhot luokiteltiin EUROP -luokituksen mukaisesti (OJEC 1981a, b, 1991a, b), jossa E kuvaa erittäin lihaksikasta ja P erittäin heikkoa ruhoa. Ruhojen rasvaisuus luokiteltiin asteikolla 1–5, jossa 1 kuvaa erittäin vähärasvaista ja 5 erittäin rasvaista ruhoa.

## **Näytteidenotto, esikäsittely ja analysointi**

Syötössä olleesta laakasiilosta otettiin kaksi kertaa kuukaudessa säilörehunäyte. Näytteet yhdistettiin vastaamaan kunkin ruokintajakson (4 viikkoa) aikana syötettyä säilörehua. Ohran, rypsin, ohrarehun ja ohravalkuaisrehun analyysinäytteenä käytettiin kahden ruokintajakson aikana kerätyistä osanäytteistä yhdistettyjä kokonaisnäytteitä. Rehujen primäärinen kuiva-aine määritettiin lämpökaapissa (105 °C, 20 h). Säilörehun kuiva-aine korjattiin haihtuvien yhdisteiden (maitohappo, haihtuvat rasvahapot ja ammoniakki) osalta Huidan ym. (1986) mukaan. Orgaanisen aineen pitoisuus määritettiin polttamalla näytettä (600 °C, 18 h). Neutraalidetergenttikuitu (NDF) analysoitiin Van Soestin ym. (1991) mukaan. Raakavalkuainen määritettiin Dumas -tyypin typpianalysaattorilla (Leco FP-428 N Analyser, Leco Corporation, St. Joseph, MO, USA). Tärkkelys analysoitiin McClearyn ym. (1994) ja rasva AOAC:n (1990) mukaan. Säilörehusta määritettiin käymislaatu (pH, kokonaistyyppi, liukoinen tyyppi, ammoniumtyppi, vesiliukoiset hiilihydraatit, haihtuvat rasvahapot ja maito- sekä muurahaishappo) Valio Oy:ssä käytössä olevalla puristenestetitruukseen pohjautuvalla laatumäärittelyllä (Moisio ja



Heikonen 1989). Säilörehun D-arvo (sulavan orgaanisen aineen pitoisuus ka:ssa) määritettiin Nousiainen ym. (2003) kuvaamalla tavalla.

Ruokintojen näennäinen *in vivo* -sulavuus määritettiin kaikilta sonneilta AIA-menetelmällä (Van Keulen & Young 1977) eläinten keskimääräisen elopainon ollessa 595 kg. Sulavuuskokeen kesto-aika oli viisi vuorokautta, eikä eläinten ruokinta sulavuuskokeen aikana poikennut muun ruokintakokeen aikaisesta ruokinnasta. Sulavuuskokeen aikana rehuista otettiin näytteet seosrehujen teon yhteydessä (seosrehu, säilörehu, ohrarehu, ohra ja kivennäinen). Keruujakson päätyttyä sonnikohtaiset sontanäytteet sekoitettiin kokonaisnäytteiksi sulatuksen yhteydessä. Kokonaisnäytteistä otettiin edustava näyte rehuanalyysia varten. Rehu- ja sontanäytteistä määritettiin tuhkan, raakavalikuaisen, NDF-kuidun ja happoon liukenemattoman tuhkan (AIA) pitoisuudet. Happoon (2 N HCl) liukenematon tuhka (AIA) määritettiin European Commissionin (1971) mukaan. Muut määrytykset tehtiin samoin kuin edellä rehunäytteiden kohdalla.

## Tulosten laskenta ja tilastollinen analysointi

Väkirehujen muuntokelpoinen energia (ME) laskettiin MAFFin mukaan (1975, 1981, 1984). Säilörehun ME-arvo laskettiin rehun sisältämän sulavan orgaanisen aineen perusteella kertomalla D-arvo 16:lla (MAFF 1975). Väki-rehujen 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 aminohappoina (OIV) ja pötsin valkuais-taseena (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 käsittelynä tehtiin varianssi-analyysi SAS-ohjelmiston GLM-proseduurilla. Testauksessa käytetty koemalli oli:

$$y_{ijkl} = \mu + B_k + E_i + P_j + EP_{ij} + e_{ijkl},$$

missä  $\mu$  on yleiskeskisarvo,  $B_k$  on lohkon vaikutus ( $k=1, \dots, 4$ ) ja  $e_{ijkl}$  on virhetermi. Jokainen lohko sisältää kaksi eläintä ( $l=1, 2$ ) samalta koeruokinnalta.  $E_i$  ( $i=1, 2$ ),  $P_j$  ( $j=1, 2$ ) ja  $EP_{ij}$  ovat energiarehun vaikutus, valkuaislisän vaikutus sekä energiarehun ja valkuaislisän yhdysvaikutus. Koska energiarehun ja valkuaislisän yhdysvaikutus ei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $P > 0,10$  kaikkien muuttujien osalta) tulokset esitetään ainoastaan koetekijöittäin eli erikseen energiarehun ja valkuaislisän osalta.

# Tulokset

## Rehujen koostumus

Kokeessa käytettyjen rehujen kemiallinen koostumus, rehuarvot sekä säilörehun säilönnällinen laatu on esitetty taulukossa 2. Säilörehun säilönnällinen laatu oli koesarjan aikana hyvä käymishappojen pitoisuuden sekä ammonium- ja liukoisen typen osuuksien perusteella mitattuna. Säilörehun sulavuus jäi hieman suositeltua tasoa (D-arvo 68–70) matalammaksi D-arvon ollessa keskimäärin 67,5 kokeen aikana. Ohran laskennallinen rehuyksikköarvo oli 11 % korkeampi kuin ohrarehun rehuyksikköarvo, mutta ohrarehu sisälsi hieman enemmän raakavalkuaista kuin ohra (146 vs. 136 g/kg ka). Ohrarehun tärkkelyspitoisuus oli selvästi ohraa alhaisempi (76 vs. 543 g/kg ka) ja NDF-pitoisuus selvästi ohraa korkeampi (467 vs. 172 g/kg ka). Ohravalkuaisrehun raakavalkuais- ja OIV-pitoisuudet olivat korkeammat kuin rypsin vastaavat (Taulukko 2). Ohravalkuaisrehun energia-arvo oli 13 % rypsin energia-arvoa korkeampi. Rypsi puolestaan sisälsi enemmän kuitua kuin ohravalkuaisrehu 261 vs. 119 g/kg ka).

Kokeessa käytettyjen seosrehujen kemialliset koostumukset ja rehuarvot on esitetty taulukossa 3. Ohraseosten laskennallinen energia-arvo oli korkeampi kuin ohrarehua sisältävien seosten, koska ohrarehun energia-arvo oli ohraa matalampi. Kaikkien seosten raakavalkuais- ja OIV-pitoisuudet olivat kutakuinkin samalla tasolla. Ohrarehua sisältävien seosten NDF-pitoisuus oli korkeampi ja tärkkelyspitoisuus matalampi kuin ohraseosten vastaavat pitoisuudet.

## Rehun syönti ja sulavuus

Ohrarehuryhmän (OR-ryhmä) sonnien rehun syönti oli kokeen aikana keskimäärin 6,5 % korkeampi ( $P < 0,01$ ) kuin ohraryhmän (O-ryhmä) sonneilla (Taulukko 4). Energiansaannissa (ry/pv) ei kuitenkaan ollut merkitsevää eroa O ja OR-ryhmän välillä. Keskimääräinen raakavalkuaisen saanti oli kokeen aikana 8,2 % korkeampi ( $P < 0,05$ ) OR-ryhmän sonneilla O-ryhmään verrattuna, mutta energiaruokinta ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi OIV-saantiin ( $P = 0,13$ ). Valkuaislisällä ei ollut vaikutusta kuiva-aineen syöntiin eikä energian tai valkuaisen saantiin keskimäärin kokeen aikana (Taulukko 4).

Taulukko 2. Rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

	Säilörehu	Ohra	Ohrarehu	Ohravalkuaisrehu	Rypsi
Kuiva-aine (g/kg)	314	893	920	201	880
Orgaaninen aine (g/kg ka)	917	976	961	940	914
Raakavalkuainen (g/kg ka)	168	136	146	383	355
NDF (g/kg ka)	520	172	581	119	261
Tärkkelys (g/kg ka)	ND <sup>a</sup>	543	76	149	21
D-arvo (g/kg ka)	675	ND	ND	ND	ND
RY-arvo (ry/kg ka)	0,91	1,10	0,99	1,13	1,00
OIV (g/kg ka)	84	108	96	164	151
Hehtolitrapaino (kg/hl)	ND	63	ND	ND	ND
Säilörehun säilönnällinen laatu					
pH	4,2				
Haihtuvat rasvahapot (g/kg ka)	12				
Maito- ja muurahais happo (g/kg ka)	46				
Sokerit (g/kg ka)	84				
Kokonaistypestä, g/kg N					
Ammonium tyyppi	40				
Liukoinen tyyppi	386				

<sup>a</sup> Ei määritetty.

Taulukko 3. Kokeessa käytettyjen rehuseosten kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

	Seos <sup>a</sup>			
	O-RYPSI	O-OVR	OR-RYPSI	OR-OVR
Kuiva-aine (g/kg)	488	446	490	448
Kuiva-aineessa (g/kg)				
Orgaaninen aine	946	948	943	944
Raakavalkuainen	161	163	162	163
NDF	333	326	442	434
Tärkkelys	273	279	155	162
RY-arvo (ry/kg ka)	1,01	1,02	0,98	0,99
OIV (g/kg ka)	99	100	96	96

<sup>a</sup> O-RYPSI: energiarehuna ohra, valkuaislisänä rypsi;

O-OVR: energiarehuna ohra, valkuaislisänä ohravalkuaisrehu;

OR-RYPSI: energiarehuna ohra ja ohrarehu (1:1), valkuaislisänä rypsi;

OR-OVR: energiarehuna ohra ja ohrarehu (1:1), valkuaislisänä ohravalkuaisrehu.

Taulukossa 4 on esitetty ruokintojen näennäiset *in vivo* -sulavuudet eri ravintoaineille. Kuiva-aineen, orgaanisen aineen ja kuidun sulavuus olivat selkeästi korkeammat O-ruokinnoilla kuin OR-ruokinnoilla ( $P < 0,001$ ), mutta energiaruokinta ei vaikuttanut raakavalkuaisen sulavuuteen. Valkuaislisä ei puolestaan vaikuttanut kuiva-aineen, orgaanisen aineen eikä kuidun sulavuuteen, mutta raakavalkuaisen sulavuus oli 4 % korkeampi RYPSI-ruokinnoilla kuin OVR-ruokinnoilla ( $P < 0,001$ ).

## Kasvutulokset ja rehun hyväksikäyttö

Sonnien paino ruokintakokeen alussa oli keskimäärin 279 kg ja kokeen lopussa 675 kg. Energiaruokinta tai valkuaislisä ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi sonnien keskimääräiseen päiväkasvuun tai nettokasvuun kokeen aikana. Myöskään keskimääräiseen rehun hyväksikäyttöön koetekijöillä ei ollut vaikutusta (Taulukko 5).

Kuitenkin jos ruokintakoe jaetaan kahteen eri tarkastelujaksoon (eläinten elopaino alle tai yli 500 kg) muodostuu väkirehuruokintojen vaikutus eläinten kasvuun erilaiseksi kokeen eri vaiheissa (Taulukko 6). Kokeen alkupuoliskolla (eläinten elopaino alle 500 kg) OR-ryhmän sonnit kasvoivat hieman nopeammin kuin O-ryhmän eläimet (päiväkasvut 1440 g/pv vs. 1309 g/pv) ( $P < 0,08$ ). Sen sijaan kokeen jälkimmäisellä puoliskolla (eläinten elopaino yli 500 kg) OR-ryhmän sonnien kasvu oli heikompaa kuin O-ryhmän sonneilla (päiväkasvut 1119 g/pv vs. 1217 g/pv) ( $P < 0,05$ ). Sonnien elopainon kehitys eri energiaruokinnoilla on esitetty kuvassa 1.

Taulukko 4. Rehun syönti keskimäärin kokeen aikana sekä ruokintojen näennäinen *in vivo* -sulavuus.

	Energiaruokinta (E) <sup>a</sup>		Valkuaislisä (P) <sup>b</sup>		SEM <sup>c</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>d</sup>		
	O	OR	RYPSI	OVR		E	P	E x P
Eläinmäärä (kpl)	16	16	16	16				
Kokeen kesto (vrk)	317	308	307	319				
<b>Syönti</b>								
Säilörehu (kg ka/pv)	3,98	4,24	4,20	4,03	0,069	**		
Väkirehu (kg ka/pv)	5,32	5,66	5,57	5,41	0,084	**		
Yhteensä (kg ka/pv)	9,30	9,90	9,77	9,44	0,153	**		
<b>Ravintoaineiden saanti</b>								
RY (ry/pv)	9,58	9,86	9,87	9,58	0,157			
Raakavalkuainen (g/pv)	1441	1559	1506	1493	36,3	*		
OIV (g/pv)	921	953	949	925	14,7			
<b>Näennäinen sulavuus</b>								
kuiva-aine	0,773	0,715	0,745	0,743	0,0043	***		
orgaaninen aine	0,792	0,734	0,764	0,762	0,0043	***		
raakavalkuainen	0,765	0,768	0,781	0,752	0,0049	***		***
NDF	0,645	0,576	0,611	0,609	0,0089	***		***

<sup>a</sup> O: energiarehuna ohra; OR: energiarehuna ohra ja ohrarehu (1:1).

<sup>b</sup> RYPSI: valkuaislisänä rypsi; OVR: valkuaislisänä ohravalkuaisirehu.

<sup>c</sup> Kesiarvon keskiarvo.

<sup>d</sup> E on energiarehun vaikutus (O vs. OR); P on valkuaislisän vaikutus (RYPSI vs. OVR); E x P on energiarehun ja valkuaislisän yhdysvaikutus. Tilastollinen merkitsevyys: (\* P<0,05), (\*\* P<0,01), (\*\*\*) P<0,001).

Taulukko 5. Eläinten kasvutulokset ja rehuhyötysuhde keskimäärin kokeen aikana sekä teurastulokset.

	Energiaruokinta (E) <sup>a</sup>			Valkuaisiä (P) <sup>b</sup>		SEM <sup>c</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>d</sup>		
	O	OR	RYPsi	OVR	E		P	E x P	
Elopaino kokeen alussa (kg)	277	281	282	276	3,8				
Elopaino kokeen lopussa (kg)	677	673	675	675	6,9				
<b>Kasvu (g/pv)</b>									
Päiväkasvu kokeen aikana	1265	1276	1286	1256	37,5				
Nettokasvu kokeen aikana	690	706	705	691	20,4				
Nettokasvu 2 vk – teurastus	618	632	628	622	13,9				
<b>Rehuhyötysuhde</b>									
kg ka/päiväkasvukg	7,44	7,78	7,63	7,58	0,157				
kg ka/nettokasvu-kg	13,63	14,05	13,95	13,73	0,284				
ry/nettokasvu-kg	14,04	13,99	14,09	13,94	0,286				
<b>Teurastulokset</b>									
Teuraspaino (kg)	351	351	350	352	4,3				
Teurasprosentti (g/kg)	0,519	0,522	0,519	0,522	0,0042				
Lihakkuus (EUROP) <sup>e</sup>	4,13	4,31	4,19	4,25	0,135				
Rasvaisuus (EUROP) <sup>f</sup>	3,25	3,38	3,06	3,56	0,133			*	

<sup>a</sup> O: energiarehuna ohra; OR: energiarehuna ohra ja ohrarehuna (1:1).

<sup>b</sup> RYPsi: valkuaisiänsä rypsi; OVR: valkuaisiänsä ohravalkuaisrehu.

<sup>c</sup> Kesiarvon keskivirhe.

<sup>d</sup> E on energiarehunun vaikutus (O vs. OR); P on valkuaisiänsä vaikutus (RYPsi vs. OVR); E x P on energiarehunun ja valkuaisiänsä yhdysvaikutus. Tilastollinen merkitsevyys: (\* P<0,05), (\*\* P<0,01), (\*\*\*) P<0,001).

<sup>e</sup> EUROP-laatuluokat: O = 4, O = 5, O+ = 6.

<sup>f</sup> EUROP-rasvaisuusasteet: 1=rasvaton, 2=ohutrasvainen, 3= keskirasvainen, 4 = yllirasvainen, 5 = erittäin rasvainen.

Taulukko 6. Sonnien rehun syönti, ravintoaineiden saanti, kasvu ja rehuhyötysuhde alle 500 kg:n ja yli 500 kg:n elopainossa.

	Energiaruokinta (E) <sup>a</sup>			Valkuaislisä (P) <sup>b</sup>		SEM <sup>c</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>d</sup>		
	O	OR	RYPPI	OVR	E		P	E x P	
<b>Syönti (kg ka/pv)</b>									
alle 500 kg	8,23	8,92	8,79	8,36	0,138	**	**		
yli 500 kg	10,80	11,03	10,99	10,84	0,186				
<b>RY-saanti (ry/pv)</b>									
alle 500 kg	8,74	9,13	9,14	8,74	0,150				
yli 500 kg	10,76	10,71	10,80	10,68	0,188				
<b>OIV-saanti (g/pv)</b>									
alle 500 kg	835	876	872	839	13,55	*			
yli 500 kg	1040	1042	1045	1037	17,87				
<b>Päiväkasvu (g/pv)</b>									
alle 500 kg	1309	1440	1418	1331	50,4				
yli 500 kg	1217	1119	1157	1178	30,9	*			
<b>Rehuhyötysuhde (kg ka/päiväkasvu-kg)</b>									
alle 500 kg	6,42	6,25	6,27	6,39	0,213				
yli 500 kg	8,93	9,90	9,55	9,27	0,162	***			

<sup>a</sup> O: energiarehuna ohra; OR: energiarehuna ohra ja ohrarehu (1:1).

<sup>b</sup> RYPPI: valkuaislisänä rypsi; OVR: valkuaislisänä ohravalkuaisrehu.

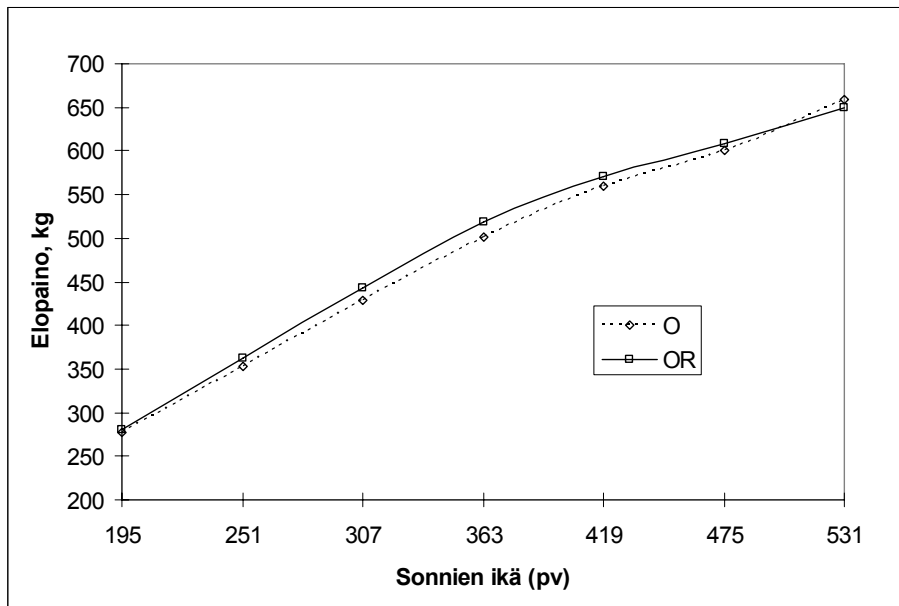
<sup>c</sup> Kesiarvon keskivirhe.

<sup>d</sup> E on energiarehun vaikutus (O vs. OR); P on valkuaislisän vaikutus (RYPPI vs. OVR); E x P on energiarehun ja valkuaislisän yhdysvaikutus. Tilastollinen merkitsevyys: (\* P<0,05), (\*\* P<0,01), (\*\*\*) P<0,001).

Myös eläinten rehun syönnissä oli eroja ruokintaryhmien välillä sonnien ollessa alle 500 kg:n painoisia (Taulukko 6). Ohrarehua saaneet sonnit söivät merkitsevästi enemmän kuiva-ainetta alkukasvatuskaudella ( $P < 0,01$ ), mikä näkyi myös lisääntyneenä OIV:n saantina ( $P < 0,05$ ). Ohrarehun heikommasta energia-arvosta johtuen ero energian saannissa ei ollut yhtä selvä, mutta kuitenkin tilastollisesti suuntaa-antava ( $P < 0,08$ ).

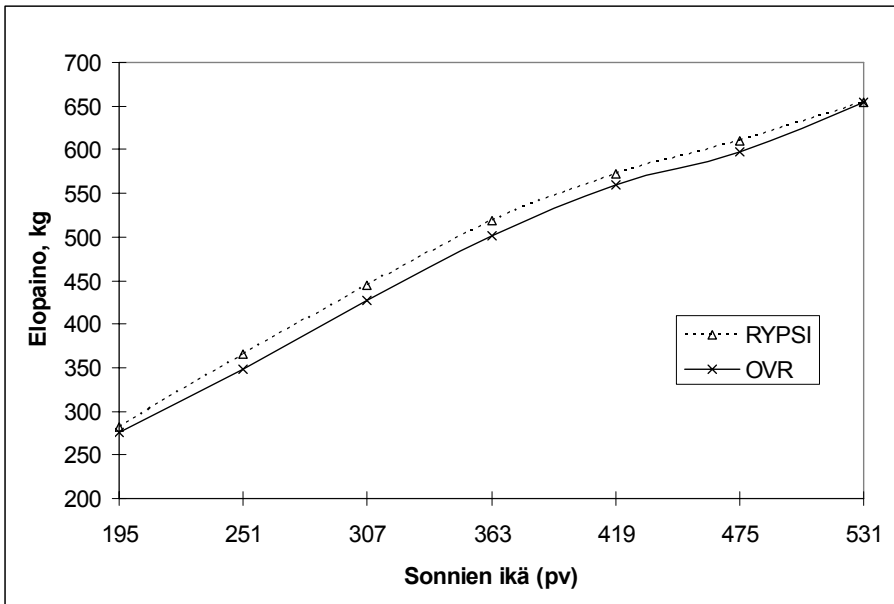
Yli 500 kg:n elopainossa ei rehun syönnissä eikä energian tai OIV:n saannissa ollut merkitseviä eroja ohran ja ohrarehun välillä (Taulukko 6). Paremmasta päiväkasvusta johtuen rehun hyväksikäyttö oli kuitenkin ohraryhmillä selkeästi parempi kuin ohrarehuryhmillä ( $P < 0,001$ ).

Myös valkuaisruokintojen osalta eläinten kasvu poikkesi hieman kokeen eri aikoina (Taulukko 6). Ohravaluaisrehua saaneet sonnit kasvoivat kokeen alkupuoliskolla hieman heikommin kuin rypsiä saaneet sonnit (1418 g/pv vs. 1331 g/pv). Ero ei ollut kuitenkaan tilastollisesti yhtä selkeä kuin eri väkirehuruokinnolla. Kasvuero on selitettävissä lisääntyneellä kuiva-aineen syönnillä ja sitä kautta lisääntyneellä energian saannilla. Kokeen jälkimmäisellä puoliskolla ohravaluaisrehua saaneet sonnit kasvoivat hieman rypsisonneja paremmin ja kuroivat eroa umpeen (Kuva 2).



Kuva 1. Sonnien elopainon kehitys eri energiaruokinnolla. Kaksi erilaista energiaruokintaa olivat: O = energiarehuna ohra ja OR = energiarehuna ohra ja ohrarehu (1:1).



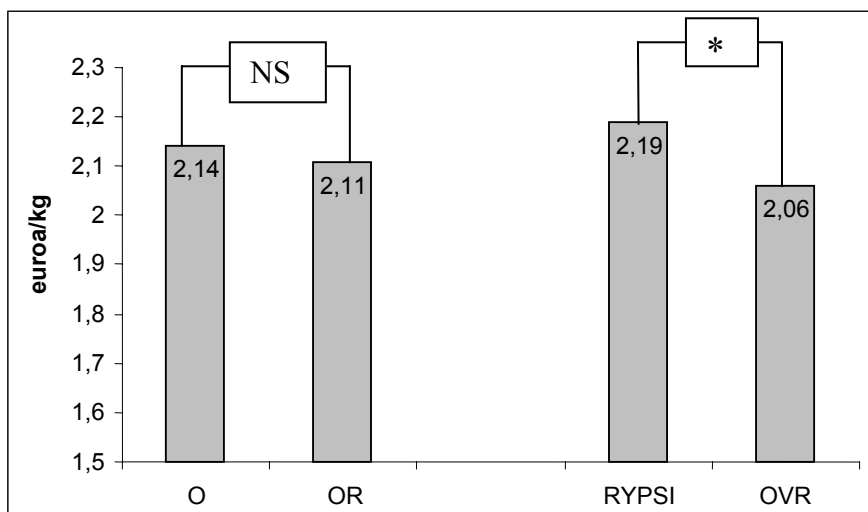


Kuva 2. Sonnien elopainon kehitys eri valkuaislisillä. Kaksi erilaista valkuaislisää olivat: RYPSI = valkuaislisänä rypsi ja OVR = valkuaislisänä ohravalkuaisrehu.

## Teurastulokset

Väkirehun koostumus ja valkuaislisä eivät vaikuttaneet teurasprosenttiin eivätkä ruhojen lihakuuteen (Taulukko 5). Keskimääräinen teurasprosentti oli 52,1 %, ja suurin osa ruhoista luokitui EUROP-luokkiin O- ja O, mikä on tyypillistä meillä käytössä olevalle maitorotuiselle eläinainekselle. Väkirehun koostumus ei vaikuttanut myöskään ruhojen rasvaisuuteen, mutta valkuaislisällä näytti olevan vaikutusta rasvoittumiseen: ohravalkuaisrehua saaneet sonnit luokittoivat 0,5 luokkaa korkeampaan rasvaluokkaan kuin rypsiä saaneet sonnit ( $P < 0,05$ ).

Ruhojen voimakkaampi rasvoittuminen ohravalkuaisrehuruokinnolla näkyi myös eläimistä saaduissa teurastililyksissä (Kuva 3). Rypsiä saaneilla sonneilla teurastililyks (€/lihakilo) oli merkitsevästi suurempi kuin ohravalkuaisrehua saaneilla ( $P < 0,05$ ). Tämä ero selittyy nimenomaan tilityshintaan tehtävällä rasvavähennyksellä. Väkirehun koostumus ei sen sijaan vaikuttanut teurastililyksen suuruuteen (Kuva 3).



Kuva 3. Teurastili, euroa/kg (ilman arvonlisäveroa) koetekijöittäin. Tilastollinen merkitsevyys: \* =  $p < 0,05$ , NS = ei tilastollista merkitsevyyttä. Kaksi erilaista energiaruokintaa olivat: O = energiarehuna ohra ja OR = energiarehuna ohra ja ohrarehu (1:1). Kaksi erilaista valkuaislisää olivat: RYPSI = valkuaislisänä rypsi ja OVR = valkuaislisänä ohravalkuaisrehu.

## Tulosten tarkastelu

### Energiarehun vaikutukset

Kuiva-aineen, orgaanisen aineen ja kuidun sulavuus heikkenivät selvästi, kun puolet ohrasta korvattiin ohrarehulla. Ohrarehu sisältää selvästi enemmän NDF-kuitua ja vähemmän tärkkelystä kuin ohra, ja erot kuiva-aineen ja orgaanisen aineen sulavuudessa johtuvat paremmin sulavan tärkkelyksen korvautumisella heikommin sulavalla kuidulla. Tulos on yhdenmukainen aiemmin lihanaudoilla (Huhtanen 1992) ja lypsylehmillä (Huhtanen ym. 1988) tehtyjen tutkimustulosten kanssa.

Kuidun sulavuus heikkeni tässä kokeessa 12 %, kun puolet ohrasta korvattiin ohrarehulla. Yhtenä syynä tähän lienee säilörehun kuidun osuuden suhteellinen vähentyminen, kun dieettiin lisättiin kuitupitoista ohrarehua. Ohrarehun kuitufraktio oli oletettavasti huonommin sulavaa kuin säilörehun kuitu, mikä selittää kuidun sulavuuden heikkenemistä. Lisäksi ohrarehun rasvapitoisuus oli ohraa korkeampi (65 vs. 22 g/kg ka), ja jo suhteellisen pienten rasvalisäysten on tutkimuksissa havaittu heikentävän kuidun sulatusta (Ibwuegbu & Sutton 1982, Murphy ym. 1987).

Ohran osittainen korvaaminen ohrarehulla lisäsi sonnien rehun syöntiä erityisesti kokeen alkupuoliskolla (alle 500 kg:n elopainossa). Ohrarehuseosta

saaneet sonnit pystyivätkin kompensoimaan seoksen hieman heikompaa energia-arvoa syöntiä lisäämällä. Tällainen energeettinen syönnin säätely on naudalla mahdollista siihen saakka, kunnes pötsin täyteisyys muodostuu rajoittavaksi tekijäksi (Mertens 1994, Forbes 1995).

Root ja Huhtanen (1998) ja Huhtanen ym. (1989) eivät havainneet kokeissaan rehun syönnin lisääntymistä, kun ohraa korvattiin osittain tai kokonaan ohrarehulla erillisruokinnassa. Eroja tässä raportoitavaan kokeeseen on ruokintatavan (erillisruokinta vs. seosrehuruokinta) lisäksi myös väkirehun osuudessa. Rootin ja Huhtasen (1998) ja Huhtasen ym. (1989) tutkimuksissa väkirehutasot ja väkirehun syöntimäärät olivat selvästi tässä raportoitavaa koetta alemmalla tasolla. Tässä kokeessa väkirehuprosentti oli 57 % ja keskimääräinen päivittäinen väkirehun syöntimäärä 5,49 kg ka/pv, kun vastaavat luvut Rootin ja Huhtasen (1998) kokeessa olivat 39 % ja 3,01 kg ka/pv ja Huhtasen ym. (1989) tutkimuksessa 42 % ja 2,89 kg ka/pv. Myös joissakin lypsylehmillä tehdyissä tutkimuksissa korkeilla väkirehutasoilla ruokitut lehmät ovat syöneet enemmän karkearehua saadessaan väkirehuna kuitupitoista väkirehua kuin tärkkelyspitoista väkirehua saadessaan (Thomas ym. 1986, Sutton ym. 1987, Phipps ym. 1987). Matalammilla väkirehutasoilla (väkirehua noin 40 % dieetin kuiva-aineesta) vastaavaa karkearehun syönnin lisääntymistä ei ole kuitenkaan havaittu (Castle ym. 1981, Huhtanen 1987).

Kasvutuloksissa ei ollut eroa ohra- ja ohrarehuryhmien välillä, kun tarkastellaan koko kokeen ajalta laskettuja lukuja. Tämä on looginen tulos, koska myöskään eläinten energiansaannissa ei ollut eroja ryhmien välillä. Sonnien keskimääräinen päiväkasvu (1271 g/pv) oli tässä kokeessa varsin hyvä verrattuna moniin aiempiin maitorotuisilla sonneilla tehtyihin tutkimuksiin, joissa eläimet ruokittiin säilörehu-ohrapohjaisilla ruokinnoilla (Huhtanen ym. 1989, Aronen ym. 1992, Aronen & Vanhatalo 1992). Kaikki sonnit kasvoivat nopeammin kokeen alkupuoliskolla (alle 500 kg:n elopainossa) kuin loppupuoliskolla (elopaino yli 500 kg). Kasvu hidastui selvästi, kun sonnit olivat yli 400 vuorokauden ikäisiä. Myös monissa muissa aikaisemmissa tutkimuksissa koko kasvatuskauden tasaisesti rehua saaneiden nautojen kasvu on hidastunut loppuvaiheessa (Carstens ym. 1991, Ryan ym. 1993). Tämä on luonnollista, sillä nauta kasvaa sigmoidisen kasvukäyrän mukaan: kasvu kiihtyy vasikan saavuttaessa puberteetti-ikä (n. ½-v) ja kun sukukypsyys saavutetaan kasvu taas hidastuu (Allen & Kilkenny 1984).

Ohran osittainen korvaaminen ohrarehulla ei tässä kokeessa vaikuttanut millään tavalla sonnien teurastuloksiin. Myöskään aiemmissa kokeissa ohrarehu ei ole vaikuttanut ruhon koostumukseen (Huhtanen ym. 1989, Root & Huhtanen 1998).

## Valkuaislisän vaikutukset

Dieetin raakavalkuaisen sulavuus oli rypsirookinnalla korkeampi kuin ohra-alkuaisrehuruokinnalla, mutta muutoin käytetyllä valkuaislisällä ei ollut vaikutusta ravintoaineiden sulavuuteen. Tämä tulos on linjassa Arosen (1990) raporttoimien tulosten kanssa. Aronen vertasi kokeessaan kuivattua ohra-alkuaisrehua rypsiin maitorotuisten sonnien ruokinnassa. Huhtanen ym. (1989) eivät puolestaan havainneet ravintoaineiden sulavuuksissa eroa, kun sonnien ruokintakokeessa oli valkuaislisänä joko ohra-alkuaisrehu tai soijarouhe.

Rypsin korvaaminen ohra-alkuaisrehulla ei tässä kokeessa vaikuttanut rehun syöntiin, kasvutuloksiin tai rehun hyväksikäyttöön, mikä on yhdenmukainen tulos Arosen (1990) tutkimuksen kanssa. On myös tärkeää huomata, että esimerkiksi Huuskosen ym. (2007) tutkimuksen mukaan maitorotuiset sonnit saavat puolen vuoden iästä (noin 250 kg:n elopainosta) lähtien yleensä riittävästi valkuaisista perusdieetistä, jos käytössä on peruskarkearehuna hyvälaatuinen nurmisäilörehu. Valkuaislisä voi parantaa nautojen, jos perusrehut ovat huonolaatuisia ja eläinten kasvu on sen vuoksi hidasta. Tutkimuksissa valkuaislisä on parantanut lihanautojen kasvua heikosti sulavalla säilörehulla (Steen 1988a) tai heinällä (Aronen 1990, Hennessy ym. 2000) ruokittaessa. Lisäksi on todettu, että säilönnälliseltä laadultaan heikolla säilörehulla ruokittaessa valkuaislisä voi vaikuttaa kasvutuloksiin enemmän kuin hyvin säilynttä säilörehua käytettäessä (Steen 1988b, Jaakkola ym. 1990, Hussein & Jordan 1991).

## Johtopäätökset

Ohrarehun käyttö lisäsi sonnien seosrehun syöntiä. Lisääntynyt rehun syönti ei kuitenkaan lisännyt ravintoaineiden saantia eikä siten vaikuttanut kasvutuloksiin. Tämä johtui siitä, että ohrarehun sulavuus ja energia-arvo ovat ohraa hieman heikompia ja ohrarehuseosta saaneet sonnit kompensoivat seoksen heikompaa energia-arvoa syöntiä lisäämällä. Kokeen perusteella ohrarehulla on mahdollista korvata puolet kasvavan lihanaudan väkirehuannoksesta ilman, että se vaikuttaa negatiivisesti tuotokseen. Naudanlihantuottajan kannalta ohrarehun käyttö ruokinnassa muodostuu taloudellisesti järkeväksi, jos sen hinta suhteessa tuotantovaikutukseen on edullisempi kuin muiden käytettävissä olevien väkirehujen. Tärkkelyspitoisen väkirehun osittainen korvaaminen kuitupitoisella ohrarehulla lienee erityisen perusteltua suurilla väkirehumäärillä ruokittaessa, koska kuitupitoinen väkirehu fermentoituu pötsissä viljan tärkkelystä hitaammin. Tämä puolestaan vähentää korkeisiin väkirehumääriin liittyviä ruokinnallisia riskejä.

Rypsin korvaaminen ohra-alkuaisrehulla ei vaikuttanut tilastollisesti merkittävästi lihanautojen rehun syöntiin tai kasvutuloksiin. Ohra-alkuaisrehua saaneet sonnit kuitenkin rasvoituivat tässä kokeessa voimakkaammin kuin

rypsillä ruokitut eläimet, mikä heikensi ohravalkuaisrehulla ruokittujen sonnien taloudellista tulosta. On huomattava, että useimmissa tapauksissa sonnit saavat riittävästi valkuaista perusdieetistä ilman valkuaistäydennystä.

## Kirjallisuus

- Allen, D. & Kilkenny, B. 1984. Planned beef production. 2nd edition. London: Granada. 229 s.
- AOAC 1990. Official methods of analysis. 15th edition. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. 1298 s.
- Aronen, I. 1990. Barley protein and rapeseed meal as protein supplements for growing cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica*: 40: 297–307.
- Aronen, I., Toivonen, V., Ketoja, E. & Öfversten, J. 1992. Beef production as influenced by stage of maturity of grass for silage and level and type of supplementary concentrates. *Agricultural Science in Finland* 1: 441–460.
- 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 Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science* 42: 157–166.
- Carstens, G. E., Johson, D. E., Ellenberger, M. A. & Tatum, J. D. 1991. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. *Journal of Animal Science* 69: 3251–3264.
- Castle, M. E., Gill, M. & Watson, J. N. 1981. Silage and milk production: a comparison between barley and dried sugarbeet pulp as silage supplements. *Grass and Forage Science* 36: 319–324.
- European Commission 1971. Commission Directive 71/250/EEC. Determination of ash which is insoluble in hydrochlorid acid. *Official Journal No L 155/13*: 30–31 (Method B).
- Forbes, J. M. 1995. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB International, Wollingford, UK. 333 s.
- Hennessy, D. W., Williamson, P. J. & Darnell, R. E. 2000. Feed intake and liveweight responses to nitrogen and/or protein supplements by steers of *Bos taurus*, *Bos indicus* and *Bos taurus* x *Bos indicus* breed types offered a low quality grass hay. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 135: 35–45.
- Huhtanen, P. 1987. The effect of dietary inclusion of barley, unmolassed sugar beet pulp and molasses on milk production, digestibility and digesta

- passage in dairy cows given silage-based diet. *Journal of Agricultural Science in Finland* 59: 101–119.
- 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. *Animal Feed Science and Tehcnology* 36: 319–337.
- Huhtanen, P., Ala-Seppälä, H. & Näsi, M. 1988. Response of silage intake and milk production to replacement of barley fibre derived from integrated starch-ethanol process. *Journal of Agricultural Science in Finland* 60: 711–721.
- Huhtanen, P., Näsi, M. & Khalili, H. 1989. By-products from integrated starch-ethanol production from barley in the diets of growing cattle. *Journal of Agricultural Science in Finland* 61: 451–462.
- Huida, L., Väätäinen, H. & Lampila, M. 1986. Comparison of dry matter contents in grass silages as determined by oven drying and gas chromatographic water analysis. *Annales Agriculturae Fenniae* 25: 215–230.
- Hussein, H. S. & Jordan, R. M. 1991. Fish meal as a protein supplement in ruminant diets: a review. *Journal of Animal Science* 69: 2147–2156.
- 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. *Livestock Science*. Article in press.
- Ibwuegbu, O. A. & Sutton, J. D. 1982. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *British Journal of Nutrition* 8: 365–375.
- 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 Agriculturae Scandinavica* 40: 403–414.
- MAFF, 1975. Energy allowances and feeding systems for ruminants. *Technical Bulletin* 33. London: Her Majesty's Stationery Office. 79 s.
- MAFF, 1981. *Animal Science 1979*. ADAS Agricultural Science Service, Research and Developments Reports. Reference book 254. London: Her Majesty's Stationery Office. 103 s.
- MAFF, 1984. *Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants*. Reference book 433. London: Her Majesty's Stationery Office. 85 s.
- McCleary, B. V., Solah, V. & Gibson, T. S., 1994. Quantitative measurement of total starch in cereal flours and products. *Journal of Cereal Science* 20: 51–58.

- Mertens, D. R. 1994. Regulation of forage intake. In: Fahey, G. C. Jr., Collins, M., Mertens, D. R. & Moser, L. E. (ed.). Forage quality, Evaluation and Utilization. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. s. 450–493.
- Moisio, T. & Heikonen, M. 1989. A titration method for silage assessment. *Animal Feed Science and Technology* 22: 341–353.
- MTT 2006. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Verkkodokumentti. Jokioinen: MTT. Julkaistu: 14.2.2006, Viitattu: 3.3.2006. Saatavilla internetistä: <http://www.agronet.fi/rehutaulukot/>. URN:NBN:fi-fe20041449.
- Murphy, M., Uden, P., Palmqvist, D. L. & Wiktorsson, H. 1987. Rumen and total diet digestibilities in lactating cows fed diets containing full-fat rapeseed. *Journal of Dairy Science* 70: 1572–1582.
- Nousiainen, J., Rinne, M., Hellämäki, M. & Huhtanen, P. 2003. Prediction of the digestibility of the primary growth of grass silages harvested at different stages of maturity from chemical composition and pepsin-cellulase solubility. *Animal Feed Science and Technology* 103: 97–111.
- OJEC 1981a. Council Regulation (EEC) No 1208/81 of April 1981 Determining the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. *Official Journal L* 123. s. 3. 7.5.1981.
- OJEC 1981b. Commission Regulation (EEC) No 2930/81 of 12 October 1981 Adopting Additional Provisions for the Application of the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. *Official Journal L* 293. s. 6. 13.10.1981.
- OJEC 1991a. Council Regulation (EEC) No 1026/91 of 22 April 1991 Amending Regulation (EEC) No 1208/81 Determining the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. *Official Journal L* 106. s. 0002–0003. 26/04/1991.
- OJEC 1991b. Commission Regulation (EEC) No 2237/91 of 26 July 1991 Amending Regulation (EEC) No 2930/81 Adopting Additional Provisions for the Application of the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. *Official Journal L* 204. s. 0011–0012. 27/07/1991.
- Phipps, R. H., Sutton, J. D., Weller, R. F. & Bines, J. A. 1987. The effects of concentrate composition and method of silage feeding on intake and performance of lactating dairy cows. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 109: 337–343.
- Root, T. & Huhtanen, P. 1998. Barley fibre and wet distillers' solubles in the diet of growing cattle. *Agricultural and Food Science in Finland* 7: 357–366.

- Ryan, W. J., Williams, I. H. & Moir, R. J. 1993. Compensatory growth in sheep and cattle. 1. Growth pattern and feed intake. *Australian Journal of Agricultural Research* 44: 1609–1621.
- 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. 1988b. The effect of supplementing silage-based diets with soya bean and fish meals for finishing beef cattle. *Animal Production* 46: 43–51.
- Sutton, J. D., Bines, J. A., Morant, S. V., Napper, D. J. & Givens, D. I. 1987. A comparison of starchy and fibrous concentrates for milk production, energy utilization and hay intake by Friesian cows. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 109: 375–386.
- Thomas, C., Aston, K., Daley, S. R. & Bass, J. 1986. Milk production from silage. 4. The effect of the composition of the supplement. *Animal Production* 42: 315–325.
- Van Keulen, J. & Young, B. A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science* 44: 282–287.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583–3552.



# Nestemäisten sivutuotteiden käyttö sonnien seosrehussa

Arto Huuskonen<sup>1)</sup>, Asko Rantanen<sup>2)</sup> ja Sirpa Lunki<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimus-  
asemantie 15, 92400 Ruukki, arto.huuskonen@mtt.fi, sirpa.lunki@mtt.fi

<sup>2)</sup> Altia Corporation, Koskenkorvan tehdas, 61330 Koskenkorva,  
asko.rantanen@altiacorporation.com

## Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tiivistetyn tärkkelysrankin ja ohra-  
valkuaisrehun käyttöä sonnien seosrehuruokinnassa. Koe toteutettiin 32 mai-  
torotuisella sonnilla, jotka jaettiin neljään koeruokintaryhmään. Koeruokinnat  
erosivat toisistaan valkuaisruokinnan koostumuksen osalta. Kontrolliruokinta  
sisälsi syyssadosta korjattua nurmisäilörehua (45 % kuiva-aineesta), ohraa  
(27,5 % kuiva-aineesta) ja ohrarehua (27,5 % kuiva-aineesta), eikä lainkaan  
valkuaislisää. Kolme valkuaislisäyksen sisältänyttä koedieettiä olivat: 1) ryp-  
sirouhe (RYPSI), 2) tiivistetty tärkkelysrankki (TTR) ja 3) ohravalkuaisrehun  
(90 % tuorepainosta) ja tiivistetyn tärkkelysrankin (10 % tuorepainosta) seos  
(OVRTTR). Kaikkien kolmen valkuaislisän sisältäneen ruokinnan raakaval-  
kuaislisäys oli 170 g/pv eläintä kohti, joten väkirehun raakavalkuaispitoisuus  
nousi yhdeksän prosenttia kontrolliruokintaan verrattuna. Väkirehun tavoitel-  
tu osuus sonnien päivittäisestä kuiva-aineen saannista oli 55–60 prosenttia  
kaikilla ruokinnoilla.

Sonnit söivät OVRTTR-ryhmässä seitsemän prosenttia enemmän rehua kuin  
kontrolliryhmässä. Sen sijaan RYPSI- ja TTR-ryhmissä rehun syönti ei poi-  
kennut tilastollisesti merkitsevästi kontrolliryhmästä. Kasvutuloksissa ei ollut  
tilastollisesti merkitseviä eroja ruokintaryhmien välillä. Tämän tutkimuksen  
perusteella sulavuudeltaan keskinkertaista (D-arvo 66) nurmisäilörehua käy-  
tettäessä valkuaislisällä ei näytä olevan merkittävää tuotosvastetta yli puolen  
vuoden ikäisten maitorotuisien lihanautojen ruokinnassa. Tiivistetty tärkke-  
lysrangki soveltuu hyvin seosrehuruokintaan, ja sitä voidaan käyttää valkuai-  
sliisänä silloin, kun sellaisen antaminen nähdään tarpeelliseksi. Lisävalkuai-  
sesta saattaa olla hyötyä muun muassa silloin, kun karkearehuna on kokovil-  
jasäilörehu tai karkearehuna käytettävän nurmisäilörehun sulavuus on huono  
tai säilönnällinen laatu heikko. Ohravalkuaisrehu lienee jatkossakin järkevintä  
käyttää hyödyksi sikojen ruokinnassa. Lisävalkuaisen antamisesta kasva-  
ville sonneille tulisi yleensä pidättäytyä, sillä valkuaisrehujen käyttö lisää  
eläinten fosforin saantia ja fosforin eritystä sotaan, mikä vaikuttaa haitalli-  
sesti ympäristöön.

---

*Avainsanat: naudanlihantuotanto, sonnit, rehut, ruokinta, tiivistetty tärkke-  
lysrangki, ohravalkuaisrehu, seosrehuruokinta*

---

## Johdanto

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) koordinoiman ”Vilja rehuksi suoraan tiloilla” -hankkeen yhdessä osakokonaisuudessa selvitettiin teollisuuden sivutuotteiden käyttömahdollisuuksia naudanlihantuotannossa. Tässä raportoidun ruokintakokeen tarkoituksena oli selvittää alkoholiteollisuuden sivutuotteena syntyvien tiivistetyn tärkkelysrangan ja ohravalkuaisrehun tuotantovaikutusta sonnien seosrehuruokinnassa. Tutkimus toteutettiin MTT:n ja Altia Oyj:n yhteistyönä. Hanketta rahoittivat Pohjois-Pohjanmaan TE-keskus EMOTR-ohjelman kautta, MTT ja Altia Oyj.

## Aineisto ja menetelmät

### Eläimet ja koejärjestelyt

Lihanautojen ruokintakoe toteutettiin MTT:n Ruukin toimipisteessä. Ruokintakoe alkoi maaliskuussa 2005 ja päättyi helmikuussa 2006, jolloin viimeiset koe-eläimet teurastettiin. Koe-eläimet (yhteensä 32 kpl maitorotuisia sonneja) olivat MTT:llä välikasvatettuja sonnivasikoita, jotka olivat 6–7 kuukauden ikäisiä ruokintakokeen alkaessa. Kokeen alussa eläimet siirrettiin vasikkakasvatustiloista parsinavettaan, jolloin ne kytkettiin parteen. Järjestelyllä saatiin eläinkohtaisia havaintoja. Eläimet ryhmiteltiin kokeen alussa elopainon perusteella neljään blokkiin, joista ne sijoitettiin satunnaisesti eri ruokinnoille.

Koeruoikinnat 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 seosrehuruokintaa 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. Ryhmän 4 valkuaislisänä käytetty OVR:n ja TTR:n seos (90 % OVR:a ja 10 %:a TTR:a) perustui siihen ajatukseen, että jossakin vaiheessa etanoli-tärkkelystuotannon sivutuotteena voitaisiin tuottaa ainostaan yhtä nestemäistä sivutuoterehua, jota voitaisiin markkinoida sekä sika- että nautatiloille. Kyseisessä tuotteessa OVR:n ja TTR:n suhde olisi tässä kokeessa toteutetun kaltainen.

Ruokinnassa huolehdittiin myös eläinten kivennäisaineiden sekä vitamiinien tarpeesta. Kivennäisenä käytettiin Tähkä Apekivennäistä, joka sisälsi kalسيومia 235,2 g/kg, fosforia 7,8 g/kg, magnesiumia 39,8 g/kg ja natriumia 74,4 g/kg. Kivennäistä annettiin 150 grammaa eläintä kohti päivässä. Kivennäisen lisäksi annettiin ADE-vitamiinitäydennys.

Kokeen sonnit punnittiin jokaisen ruokintajakson alussa noin neljän viikon välein. Kokeen alussa ja lopussa eläimet punnittiin kahtena päivänä peräkkäin, jolloin kokeen aloitus- ja loppupaino määritettiin kahden päivän punnituksen keskiarvona. Kaikki punnitukset tehtiin aamulla ennen ruokintaa. Taivoiteltu teuraspaino oli noin 350 kiloa. 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. Sonnit teurastettiin normaalin teurastuskäytännön mukaan Atrian teurastamossa. Teuraspaino määritettiin sen jälkeen, kun ruhosta oli poistettu pää, vuota, jalat, häntä, sisäelimet ja sisälmysrasva. Ruhot luokiteltiin EUROP -luokituksen mukaisesti (OJEC 1981a, b, 1991a, b), jossa E kuvaa erittäin lihaksikasta ja P erittäin heikkoa ruhoa. Ruhojen rasvaisuus luokiteltiin asteikolla 1–5, jossa 1 kuvaa erittäin vähärasvaista ja 5 erittäin rasvaista ruhoa.

## **Näytteidenotto, esikäsittely ja analysointi**

Syötössä olleesta laakasiilosta otettiin kaksi kertaa kuukaudessa säilörehu-näyte. Näytteet yhdistettiin vastaamaan kunkin ruokintajakson (4 viikkoa) aikana syötettyä säilörehua. Ohran, rypsin, ohrarehun, ohravalkuaisrehun ja tiivistetyn tärkkelysrankin analyysinäytteenä käytettiin kahden ruokintajak-

son aikana kerätyistä osanäytteistä yhdistettyjä kokonaisnäytteitä. Rehujen primäärinen kuiva-aine määritettiin lämpökaapissa (105 °C, 20 h). Säilörehun kuiva-aine korjattiin haihtuvien yhdisteiden (maitohappo, haihtuvat rasvahapot ja ammoniakki) osalta Huidan ym. (1986) mukaan. Orgaanisen aineen pitoisuus määritettiin polttamalla näytettä (600 °C, 18 h). Neutraalidetergenttikuitu (NDF) analysoitiin Van Soestin ym. (1991) mukaan. Raakavalkuainen määritettiin Dumas -tyyppin typpianalysointorilla (Leco FP-428 N Analyser, Leco Corporation, St. Joseph, MO, USA). Rehujen fosforipitoisuus määritettiin Luh Huangin ja Schulten (1985) kuvaamalla tavalla. Säilörehusta määritettiin käymislaatu (pH, kokonaistyyppi, liukoinen typpi, ammoniumtyppi, vesiliukoiset hiilihyaatit, haihtuvat rasvahapot ja maito- sekä muurahais-happo) Valio Oy:ssä käytössä olevalla puristenestetitrukseen pohjautuvalla laatumäärityksellä (Moisio ja Heikonen 1989). Säilörehun D-arvo (sulavan orgaanisen aineen pitoisuus ka:ssa) määritettiin Nousiainen ym. (2003) kuvaamalla tavalla.

Ruokintojen näennäinen *in vivo* -sulavuus määritettiin kaikilta sonneilta AIA -menetelmällä (Van Keulen & Young 1977) eläinten keskimääräisen elopainon ollessa 603 kg. Sulavuuskokeen kesto-aika oli viisi vuorokautta, eikä eläinten ruokinta sulavuuskokeen aikana poikennut muun ruokintakokeen aikaisesta ruokinnasta. Sulavuuskokeen aikana rehuista otettiin näytteet seosrehujen teon yhteydessä (seosrehu, säilörehu, ohrarehu, ohra ja kivennäinen). Keruujakson päätyttyä sonnikohtaiset näytteet sekoitettiin kokonaisnäytteiksi sulatuksen yhteydessä. Kokonaisnäytteistä otettiin edustava näyte rehu-analyysia varten. Rehu- ja sontanäytteistä määritettiin tuhkan, raakavalkuaisen, NDF-kuidun ja happoon liukenemattoman tuhkan (AIA) pitoisuudet. Happoon (2 N HCl) liukenematon tuhka (AIA) määritettiin European Commissionin (1971) mukaan. Muut määri-tykset tehtiin samoin kuin edellä rehu-näytteiden kohdalla.

## **Tulosten laskenta ja tilastollinen analysointi**

Väkirehujen muuntokelpoinen energia (ME) laskettiin MAFFin mukaan (1975, 1981, 1984). Säilörehun ME-arvo laskettiin rehun sisältämän sulavan orgaanisen aineen perusteella kertomalla D-arvo 16:lla (MAFF 1975). Väki-rehujen 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 aminohappoina (OIV) ja pötsin valkuais-taseena (PVT) (MTT 2006). Sonni-en ravintoaineiden saanti laskettiin kertomalla syötyjen rehujen määrä niiden ravintoainepitoisuuksilla.

Tilastollisen testauksen koemalli oli lohkoittain satunnaistettu koe, jossa havaintoyksikkönä oli eläin. Tulosten tilastollisena käsittelynä tehtiin varianssi-

analyysi SAS-ohjelmiston GLM-proseduurilla. Testauksessa käytetty koe-malli oli:

$$y_{ijk} = \mu + B_j + P_i + e_{ijk},$$

missä  $\mu$  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 koeruookinnalta.  $P_i$  on valkuaislisän vaikutus. Koeruookintojen välisessä tilastollisessa testauksessa 0-ruokinta toimi kontrollikäsitteilynä, johon muita mukana olleita ruokintoja verrattiin. Testaus tehtiin *a priori* -vertailuihin sopivalla Dunnetin testillä Ranta ym. 1994). Tilastolliset merkitsevyydet on ilmaistu seuraavasti: \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\*  $P < 0,001$ .

## Tulokset

### Rehujen koostumus

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 liukoisien 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 ohrarehun 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 rehu-komponenttien 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 2 prosenttia ero 0-ruokinnan ja valkuaislisän sisältäneiden ruokintojen välillä.

Taulukko 1. Rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

	Säilörehu	Ohra	Ohrarehu	OVR <sup>a</sup>	TTR <sup>b</sup>	Rypsi
Kuiva-aine (g/kg)	228	879	920	202	320	880
Orgaaninen aine (g/kg ka)	937	977	963	946	871	913
Raakavalkuainen (g/kg ka)	167	128	147	360	318	333
NDF (g/kg ka)	551	191	599	73	3	254
Fosfori (g/kg ka)	2,7	3,8	3,6	9,4	16,0	10,8
D-arvo (g/kg ka)	659	ND <sup>c</sup>	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
PVT (g/kg ka)	25	-21	54	127	-39	110
Hehtolitrapaino (kg/hl)		62				
Säilörehun säilönnällinen laatu						
pH	4,0					
Haittavat rasvahapot (g/kg ka)	20					
Maito- ja muurahaishappo (g/kg ka)	61					
Sokerit (g/kg ka)	20					
Kokonaistypestä, g/kg N						
Ammonium typpi	60					
Liukoinen typpi	490					

<sup>a</sup> Ohravalkuaisrehu.<sup>b</sup> Tiivistetty tärkkelysrankki.<sup>c</sup> Ei määritetty.

Taulukko 2. Kokeessa käytettyjen rehuseosten kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

	Seos <sup>a</sup>			
	0	RYPSI	TTR	OVRTTR
Kuiva-aine (g/kg)	402	402	383	373
Kuiva-aineessa (g/kg)				
Orgaaninen aine	956	953	950	955
Raakavalkuainen	155	160	161	161
NDF	461	453	437	444
RY-arvo (ry/kg ka)	0,99	0,99	0,99	0,99
OIV (g/kg ka)	94	96	95	97

<sup>a</sup> 0 = kontrolliruokinta (ei valkuaislisää). RYPSI = valkuaislisänä rypsi. TTR = valkuaislisänä tiivistetty tärkkelysrankki. OVRTTR = valkuaislisänä ohravalkuaisrehun 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).

## Rehun syönti ja sulavuus

Sonnien rehun syönti oli kokeen aikana keskimäärin 9,95 kg ka/pv. Rehun syönti oli ensimmäisellä koejaksolla keskimäärin 6,97 kg ka/pv ja lisääntyi eläinten kasvaessa siten, että viimeisellä koejaksolla kuiva-aineen syönti oli keskimäärin 12,05 kg ka/pv.

Sonnien 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 merkittävästi 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 merkittävästi 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). Ohutsuoletta 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 3. Rehun syönti keskimäärin kokeen aikana sekä ruokintojen näennäinen *in vivo* -sulavuus.

	Ruokinnat <sup>a</sup>				SEM <sup>b</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>c</sup>		
	0		8			0 vs. RYPSI	0 vs. TTR	0 vs. OVRTTR
	0	RYPSI	TTR	OVRTTR				
Eläinmäärä (kpl)	8	7	8	8				
Kokeen kesto (vrk)	319	323	306	319				
<b>Syönti (kg ka/pv)</b>								
Säilörehu	4,08	4,12	4,11	4,41	0,076		**	
Väkirehu	5,61	5,67	5,77	5,97	0,093		*	
Yhteensä	9,69	9,79	9,88	10,38	0,167		**	
<b>Ravintoaineiden saanti</b>								
RY/pv	9,61	9,71	9,78	10,28	0,170		*	
Raakavalkuainen (g/d)	1467	1586	1607	1677	26,0	**	***	
OIV (g/d)	913	946	938	1002	16,1		***	
NDF (g/d)	4368	4445	4310	4640	80,8		*	
<b>Näennäinen sulavuus</b>								
Orgaaninen aine	0,751	0,749	0,756	0,785	0,0056		***	
Raakavalkuainen	0,760	0,793	0,760	0,836	0,0051	***	***	
NDF	0,635	0,643	0,647	0,611	0,0091			

<sup>a</sup> 0 = kontrolliruokinta (ei valkuaislisää). RYPSI = valkuaislisänä rypsi. TTR = valkuaislisänä tiivistetty tärkkelysrankki. OVRTTR = valkuaislisänä ohravalkuaisrehun ja tiivistetyn tärkkelysrankin seos (90 % OVR, 10 % TTR).

<sup>b</sup> Keskiarvon keskivirhe.

<sup>c</sup> Koeruokintojen välisessä tilastollisessa testauksessa 0-ruokinta toimi kontrollikäsitellynä, johon muita mukana olleita ruokintoja verrattiin. Testaus tehtiin Dunnetin-testillä. Tilastollinen merkitsevyys: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001.



Taulukko 4. Eläinten kasvutulokset, rehuhyötysuhde sekä teurastulokset.

	Ruokinnat <sup>a</sup>				OVRTTR	SEM <sup>b</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>c</sup>			
	0		0 vs. RYPSI				0 vs. TTR	0 vs. RYPSI	0 vs. TTR	0 vs. OVRTTR
Elopaino kokeen alussa (kg)	271	261	275	279	5,6					
Elopaino kokeen lopussa (kg)	655	656	661	691	9,3				*	
<b>Kasvu (g/pv)</b>										
Päiväkasvu kokeen aikana	1214	1228	1265	1301	36,9					
Nettokasvu kokeen aikana	653	661	696	699	26,0					
Nettokasvu 2 vk – teurastus	602	602	634	640	16,3					
<b>Rehuhyötysuhde</b>										
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					
ry/nettokasvu-kg	14,79	14,73	14,18	14,87	0,543					
<b>Teurastulokset</b>										
Teuraspaino (kg)	337	338	344	355	6,9					
Teurasprosentti (g/kg)	515	515	520	514	6,0					
Lihakkuus (EUROP) <sup>d</sup>	4,38	4,64	4,13	5,00	0,339					
Rasvaisuus (EUROP) <sup>e</sup>	2,88	3,26	3,00	3,25	0,195					

<sup>a</sup> 0 = kontrolliruokinta (ei valkuaislisää). RYPSI = valkuaislisänä rypsi. TTR = valkuaislisänä tiivistetty tärkkelysrankki. OVRTTR = valkuaislisänä ohravalkuaisrehun ja tiivistetyn tärkkelysrankin seos (90 % OVR, 10 % TTR).

<sup>b</sup> Keskiarvon keskivirhe.

<sup>c</sup> Koeruokintojen välisessä tilastollisessa testauksessa 0 ruokinta toimi kontrollikäsitellynä, johon muita mukana olleita ruokintoja verrattiin. Testaus tehtiin Dunnetin -testillä. Tilastollinen merkitsevyys: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001.

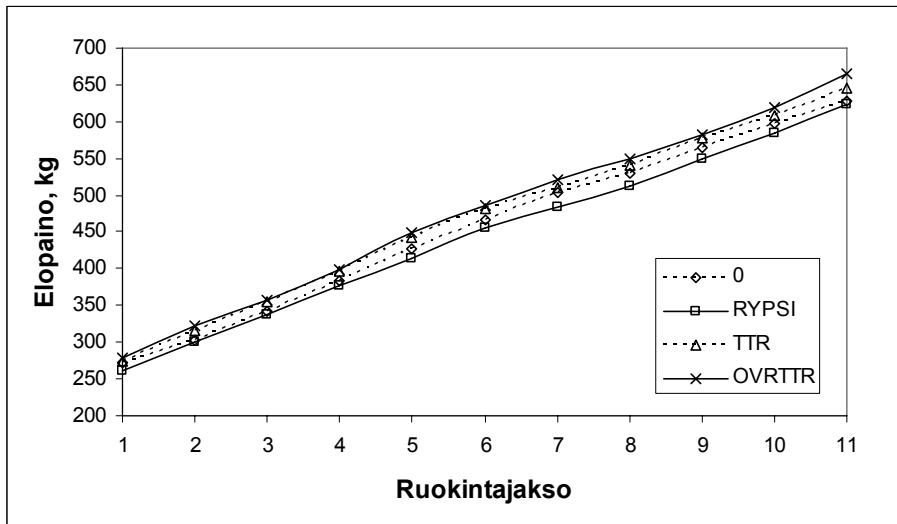
<sup>d</sup> EUROP-laatuluokat: O- = 4, O+ = 5, O++ = 6.

<sup>e</sup> EUROP-rasvaisuusasteet: 1=rasvaton, 2=ohutrasvainen, 3=keskirasvainen, 4=yliirasvainen, 5=erittäin rasvainen.

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).

## Kasvutulokset ja rehun hyväksikäyttö

Sonnit painoivat kokeen alkaessa keskimäärin 272 kiloa. Kokeen lopussa eläinten keskimääräinen elopaino oli 666 kiloa ja teuraspaino 351 kiloa. Sonnien elopaino kehittyi varsin tasaisesti kokeen aikana (Kuva 1). Kaikkien ruokintaryhmien sonnit pyrittiin teurastamaan 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). Tavoitellun teuraspainon saavuttamiseksi sonnit teurastettiin kolmessa erässä tammihelmikuussa 2006. Ruokintakoe alkoi sonnien olleessa 6,5 kuukauden ikäisiä ja koe kesti keskimäärin 316 vuorokautta, mikä tarkoittaa sitä, että sonnit olivat teurastettaessa noin 17 kuukauden ikäisiä.



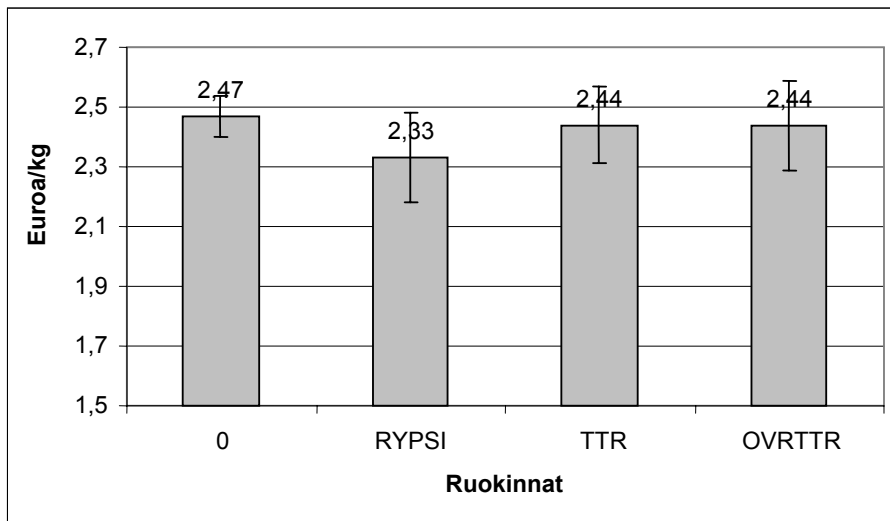
Kuva 1. Sonnien elopainon kehitys ruokintakokeen aikana. 0 = kontrolliruokinta (ei valkuaislisää). RYPSI = valkuaislisänä rypsi. TTR = valkuaislisänä tiivistetty tärkkelysrankki. OVRTTR = valkuaislisänä ohravalkuaisrehun ja tiivistetyn tärkkelysrankin seos (90% OVR, 10 % TTR).

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. Kasvutulokset olivat kaikissa ruokintaryhmissä varsin hyviä, sillä esimerkiksi A-Tuottajien tila-aineistossa paras neljännes tiloista ylsi keskimäärin 600 gramman nettokasvuun syntymästä teurastukseen vastaavana ajankohtana (A-Tuottajat Oy: Lihautojen kasvuraportti MTT:lle 24.4.2006.). Nestemäisillä rehuilla kasvutulokset olivat 30–40 g/pv (5–6 %) korkeammat kuin 0-ruokinnalla. Erot kasvuluvuissa eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä, koska ruokintaryhmien sisällä oli varsin suurta eläinakohtaista vaihtelua. Rehun hyväksikäyttöä kuvaavat tunnusluvut olivat TTR-ruokinnalla hieman muita ryhmiä paremmat (Taulukko 4), mutta nämä erot rehun hyväksikäytössä eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä 0-ruokinnan ja TTR-ruokinnan välillä.

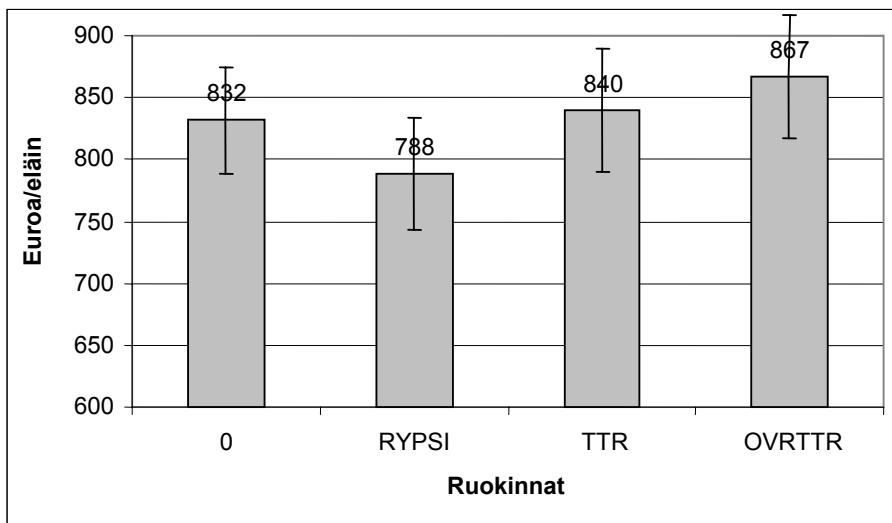
## Teurastulokset

Valkuaislisä ei vaikuttanut merkitsevästi teurastuloksiin (Taulukko 4). Sonni- en keskimääräinen teurasprosentti oli 51,6 %, eläimet sijoittuivat lihakkuu- deltaan EUROP-luokkien O- ja O välille, ja ruhojen rasvaisuusluokka EU-ROP-luokituksessa oli keskimäärin 3,1. Teurastulokset vastaavat maitorotui- silla sonneilla saatuja tuloksia A-Tuottajien hankinta-alueella (A-Tuottajat Oy: Lihautojen kasvuraportti MTT:lle 24.4.2006.). Myöskään ruhoista saaduissa teurastililyksissä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja koeruoki- ntojen välillä. Teurastili oli keskimäärin 2,42 euroa tuotettua lihakiloa kohti, ja ruokintojen väliset erot hyvin pienet (Kuva 2). Rypsiä saaneilla sonneilla tilityshinta jäi noin 10 senttiä muita ryhmiä alhaisemmaksi.



Kuva 2. Teurastili, euroa/kg (ilman arvonlisäveroa) (keskiarvo ± keskihajonta). Koeryhmien välillä ei tilastollista merkitsevyyttä. 0 = kontrolliruokinta (ei valkuaislisää). RYPSI = valkuaislisänä rypsi. TTR = valkuaislisänä tiivistetty tärkkelysrankki. OVRTTR = valkuaislisänä ohravalkuaisrehun ja tiivistetyn tärkkelysrankin seos (90 % OVR, 10 % TTR).

Eläintä kohti laskettu teurastili oli keskimäärin 833 euroa (Kuva 3). Ruokintojen välillä oli jonkin verran numeerisia eroja, mutta erot eivät muodostuneet tilastollisesti merkitseviksi, koska hajonta ruokintaryhmien sisällä muodostui suureksi. Paras tili saavutettiin OVRTTR-ruokinnalla RYPSI-ryhmän jäädessä heikoimmalle tilitykselle. Eläintä kohti laskettuun teurastiliin vaikuttaa lihakkuuden ja rasvaisuuden lisäksi merkittävästi myös teuraspaino, mikä osaltaan selittää saatua tulosta. Sonniien teuraspaino oli OVRTTR-ryhmällä 10 kilogrammaa korkeampi kuin TTR-ryhmällä ja 20 kilogrammaa korkeampi kuin 0- ja RYPSI-ryhmillä. Painoero selittää suurimman osan OVRTTR-ryhmän paremmasta tuloksesta tällä laskentatavalla. RYPSI-ryhmän muita heikompi tulos selittyy pääosin sen 0- ja TTR-ryhmiä hieman rasvaisemmillä ruhoilla.



Kuva 3. Teurastili, euroa/eläin (ilman arvonnäisäveroa) (keskiarvo ± keskihajonta). Koeryhmien välillä ei tilastollista merkitsevyyttä. 0 = kontrolliruokinta (ei valkuaislisää). RYPSI = valkuaislisänä rypsi. TTR = valkuaislisänä tiivistetty tärkkelysrankki. OVRTTR = valkuaislisänä ohravalkuaisrehun ja tiivistetyn tärkkelysrankin seos (90 % OVR, 10 % TTR).

## Tulosten tarkastelu

### Vaikutus syöntiin ja sulavuuteen

Rypsin lisääminen seosrehuun ei tässä tutkimuksessa vaikuttanut sonniien rehun syöntiin. Tulos on yhdenmukainen Huuskosen (2007) seosrehuruokinnalla toteuttaman tutkimuksen kanssa. Joissakin aikaisemmissa erillisuokintakokeissa rypsilisällä on raportoitu olleen positiivinen vaikutus lihanautojen heinän (Aronen 1990) tai säilörehun (Aronen 1990, Aronen & Vanhatalo 1992) syöntiin, mutta esimerkiksi Huhtanen ym. (1985, 1989) eivät raportoineet valkuaislisän lisäyksen säilörehun syöntiä. Näissä aikaisemmissa tutki-

muksissa 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). Samoin kuin Huuskosen ym. (2007) tutkimuksessa, ei rypsilisä vaikuttanut tässäkään kokeessa dieetin orgaanisen aineen sulavuuteen. Sen sijaan raakavalkuaisen sulavuus oli rypsiruoikinnalla hieman korkeampi kuin 0-ryhmällä, mikä on yhdenmukainen tulos Huhtasen ym. (1985), Arosen ja Vanhatalon (1992), Arosen ym. (1992) ja Huuskosen ym. (2007) tutkimusten kanssa.

Verrattuna 0-ruokintaan TTR-ruokinta lisäsi raakavalkuaisen 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 tärkeysrankin valkuaisen pötsihajoavuus on varsin suuri, mistä johtuen rankkilisäys ei juurikaan nosta ohutsuoleen virtaavan valkuaisen määrää, vaikka eläimen valkuaisen saanti lisääntyikin.

Lisääntynyt kuiva-aineen syönti OVRTTR-ruokinnalla näkyi myös 0-ruokintaa merkitsevästi suurempana energian, OIV:n ja NDF:n saantina. Mahdollisesti ohravalkuaisrehun hyvä maittavuus voi osin selittää nousutta rehun syöntiä OVRTTR-ruokinnalla. Subjektiiiviset havainnot kokeen aikana tukevat tätä päätelmää. Lisäksi Aronen (1990) raportoi, että ohravalkuaisrehun 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.

Valkuaisrehujen antaminen voi joissakin tapauksissa parantaa rehuannoksen sulavuutta. Syynä tähän valkuaisrehun aikaansaamaan positiiviseen vaikutukseen saattaa olla lisääntynyt rehun sulatus pötsissä (Huhtanen ym. 1985). Lypsylehmillä on säilörehuun perustuvalla ruokinnalla todettu hyvälaatuisen valkuaisen (esim. soijarouhe) parantavan rehuannoksen sulavuutta, vaikka dieetin raakavalkuaispitoisuus olisi yli 150 g/kg ka. Rypsirouheella vastaavaa vaikutusta ei ole aina todettu, mikä voi johtua rypsin soijaa ja muuta väkirehua huonommasta sulavuudesta. Lihanautojen osalta valkuaislisän vaikutuksesta rehuannoksen sulavuuteen on olemassa ristiriitaisia tuloksia. Steenin (1985) ja Arosen ym. (1990) tutkimuksissa valkuaislisä ei vaikuttanut dieetin sulavuuteen säilörehuruokintoilla. Sen sijaan Bax ja Offer (1982), Gill ja England (1984) ja England ja Gill (1985) ovat todenneet kalajauhoholisän pa-

rantaneen dieetin sulavuutta säilörehuruokinnalla. Huhtanen ym. (1985) ovat tehneet saman havainnon rypsilisällä.

## **Fosforin saanti**

Dieetin koostumuksella on vaikutusta myös eläinten fosforin saantiin. Valkuaisrehujen lisääminen rehuannokseen lisää merkitsevästi fosforin saantia, koska valkuaisrehujen fosforipitoisuudet ovat selvästi nurmisäilörehua, ohraa ja ohrarehua suurempia. Fosforin saanti ylitti kaikilla ruokinnoilla eläinten tarpeen (Ala-Kauppara & Tauriainen 2003, 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). Valkuaisrehujen käyttö lisää fosforin saantia ja erityistä sontaan.

## **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 (esim. Aronen 1991, Aronen & 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 (eläinten 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. Joissakin tutkimuksissa kasvun on kuitenkin todettu valkuaislisällä parantuneen vielä 400–500 kilogramman elopainossa (Kirby ym. 1984, 1986).

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 1988a) tai heinällä (Aronen 1990, Hennessy ym. 2000) ruokittaessa. Lisäksi on todettu, että säilönnälliseltä laadultaan heikolla säilö-

rehulla ruokittaessa valkuaislisä voi vaikuttaa kasvatuloksiin enemmän kuin hyvin säilynyttä säilörehua käytettäessä (Steen 1988b, Jaakkola ym. 1990, Hussein ja Jordan 1991). Jos sonnien ruokinnassa käytetään karkearehuna nurmisäilörehun sijaan kokoviljasäilörehua (Joki-Tokola 2003) tai heinää (Aronen 1990), valkuaislisä yleensä parantaa jonkin verran kasvua. Sen sijaan jos peruskarkearehuna on hyvälaatuinen nurmisäilörehu, ei valkuaislisän käytölle lihanaudoilla näyttäisi olevan biologisia eikä taloudellisia perusteita (Huuskonen ym. 2005).

Säilörehuruokinnassa lihanautojen rehuannosta täydennetään yleensä viljalla. Viljan lisäys ruokintaan vähentää säilörehun syöntiä, mutta kokonaiskuiva-aineen syönti lisääntyy. Väkirehulla saatava lisäkasvu on yleensä sitä pienempi mitä parempi kasvu saavutettaisiin pelkällä säilörehulla. Tähän vaikuttaa ensisijaisesti säilörehun sulavuus (Wilkinson 1985). Viljan tarkkelys hajoaa pötsissä nopeasti, jolloin se lisää mikrobien energian saantia ja siten myös ammoniakkin hyväksikäyttöä mikrobisynteesiin. Hyvin matalilla väkirehutasoilla 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. Todennäköisesti tulokset eivät olisi kuitenkaan merkittävästi muuttuneet, vaikka säilörehun D-arvo olisi ollut vielä yhden prosenttiyksikön matalampi. 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 (Gill ym. 1987, Bailey 1989, Solomon & Elsasser 1991, McKinnon ym. 1993). Bergen ym. (1993) tutkimuksessa runsaimmin valkuaisista saaneiden härkien ruhot sisälsivät vähemmän rasvaa ja enemmän punaista lihaa kuin muiden ryhmien. Arosen ja Toivosen (1995) kokeessa lisävalkuaisista saaneet sonnit taas olivat rasvaisempia kuin ilman valkuaisista kasvaneet. Fiemsin ym. (1995) kokeessa valkuaispitoisuudella (10,3; 11,8 ja 14,2 % kuiva-aineesta) ei ollut vaikutusta Belgian blue -rodun sonnien kasvuun eikä ruhon laatuun elopainon lisääntyessä 375:stä 718 kg:aan. Dieetin valkuaispitoisuuden nostaminen korvaamalla ohraa soijalla loppukasvatettavien lihanautojen säilörehupohjaisella ruokinnalla on lisännyt ruhojen rasvaisuutta useissa kokeissa (Steen & Robson 1995, Steen 1996). Näiden eri tutkimusten tulosten perus-

teella voi päätellä, ettei valkuaislisä ehkäise ruohojen rasvoittumista ainakaan kasvavilla sonneilla.

## Johtopäätökset

Sonnien kasvutulokset olivat hyvät kaikilla ruokinnoilla, myös ilman valkuaislisää kasvaneella kontrolliruokinnalla. Valkuaislisäyksestä saatava hyöty on lihanaudoilla yleensä varsin marginaalinen, kun ruokinnassa käytetään hyvälaatuaista nurmisäilörehua, jota täydennetään sopivalla energiarehulla. Tämän tutkimuksen perusteella myöskään sulavuudeltaan keskinkertaista (Darvo 66) nurmisäilörehua käytettäessä valkuaislisälle ei näytä tulevan merkittävää tuotosvastetta yli puolen vuoden ikäisten lihanautojen ruokinnassa.

Tiivistetty tärkkelysrankki soveltuu hyvin lihanautojen seosrehuruokintaan, ja sitä voidaan käyttää valkuaislisänä lihanaudoilla niissä tapauksissa, joissa lisävalkuaisen antaminen nähdään tarpeelliseksi. Lisävalkuaisella on mahdollista saada hyötyä mm. silloin, kun karkearehuna on kokoviljasäilörehu tai karkearehuna käytettävän nurmisäilöhun sulavuus on huono ja/tai säilönällinen laatu on heikko. Ohravalkuaisrehun ja tiivistetyn tärkkelysrankin seoksella saavutettiin tässä tutkimuksessa TTR-ruokintaa vastaava tulos. Nykyhinnoilla ohravalkuaisrehu on kuitenkin tiivistettyä tärkkelysrankkia kalliimpi rehukomponentti, joka lienee jatkossakin järkevintä käyttää hyödyksi sikojen ruokinnassa, jossa se on soijan kanssa kilpailukykyinen tuote.

Eläinten ruokinta vaikuttaa fosforin hyväksikäyttöön naudanlihan tuotannossa ja lannan sisältämään fosforin määrään. Valkuaisrehujen käyttö lisää eläinten fosforin saantia ja eritystä sotaan, mikä on ympäristön kannalta negatiivinen tulos. Tämän vuoksi lisävalkuaisen (ja fosforipitoisen kivennäisen) antamisesta kasvaville sonneille tulisi useimmissa tapauksissa pidättäytyä, koska se ei ole perusteltua myöskään eläinten tuotantotulosten kannalta.

## Kirjallisuus

Ala-Kauppara, A. & Tauriainen, S. 2003. Kivennäisaineet kasvavien nautojen ruokinnassa. Seinäjoen ammattikorkeakoulun julkaisusarja B. Raportteja ja selvityksiä. Seinäjoki: Seinäjoen ammattikorkeakoulu. 80 s.

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 Agriculturae Scandinavica*: 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*. *Animal Feed Science and Technology* 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., Toivonen, V., Ketoja, E. & Öfversten, J. 1992. Beef production as influenced by stage of maturity of grass for silage and level and type of supplementary concentrates. *Agricultural Science in Finland* 1: 441–460.
- 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 Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science* 42: 157–166.
- Bailey, C. B. 1989. Carcass composition of steers given hay, hay supplemented with ruminal undegradable protein, or concentrate. *Canadian Journal of Animal Science* 69: 905–909.
- Bax, J. A. & Offer, N. W. 1982. Measurement of rumen outflow rates and the effect of fish meal on digestibility in young Friesian calves. *Animal Production* 34: 382 (Abstrakti).
- Berge, P., Culioli, J., Rennere, M., Touraille, C., Micol, D. & Geay, Y. 1993. Effect of feed protein on carcass composition and meat quality in steers. *Meat Science* 35: 79–92.
- England, P. & Gill, M. 1985. The effect of fish meal and sucrose supplementation on the voluntary intake of grass silage and live-weight gain of young cattle. *Animal Production* 40: 259–265.
- European Commission 1971. Commission Directive 71/250/EEC. Determination of ash which is insoluble in hydrochlorid acid. *Official Journal No L 155/13*: 30–31 (Method B).
- Fiems, L. O., Bogaerts, D. F., Cottyn, B. G., Decuypere, E. & Boucque, Ch. V. 1995. Effect of protein level on performance, carcass and meat quality, hormone levels and nitrogen balance of finishing Belgian white-blue double-muscled bulls. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 73: 213–223.
- Gill, M., Beever, D. E., Buttery, P. J., England, P., Gibb, M. J. & Baker, R. D. 1987. The effect of oestradiol-17 implantation on the response in voluntary intake, live-weight gain and body composition, to fishmeal supplementation of silage offered to growing calves. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 108: 9–16.

- Gill, M. & England, P. 1984. Effect of degradability of protein supplements on voluntary intake and nitrogen retention in young cattle fed grass silage. *Animal Production* 39: 31–36.
- Hennessy, D. W., Williamson, P. J. & Darnell, R. E. 2000. Feed intake and liveweight responses to nitrogen and/or protein supplements by steers of *Bos taurus*, *Bos indicus* and *Bos taurus* x *Bos indicus* breed types offered a low quality grass hay. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 135: 35–45.
- 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. *Animal Feed Science and Technology* 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. *Journal of Agricultural Science in Finland* 61: 451–462.
- Huhtanen, P., Poutiainen, E. & Mikkola, T. 1985. The effect of supplementation of grass silage with rapeseed meal or Gasol-treated barley on the performance of growing cattle. *Journal of Agricultural Science in Finland* 57: 75–84.
- Huida, L., Väättäinen, H. & Lampila, M. 1986. Comparison of dry matter contents in grass silages as determined by oven drying and gas chromatographic water analysis. *Annales Agriculturae Fenniae* 25: 215–230.
- Hussein, H. S. & Jordan, R. M. 1991. Fish meal as a protein supplement in ruminant diets: a review. *Journal of Animal Science* 69: 2147–2156.
- 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 in TMR feeding. *Livestock Science*. Article in press.
- Huuskonen, A., Pihamaa, P., Joki-Tokola, E., Khalili, H., Kiljala, J. & Pietola, K. 2005. Seosrehuruokinnan väkirehutason ja valkuaislisän vaikutus tuotantoon ja tuotannon talouteen kasvavilla lihanautoilla. Teoksessa: Pekka Pihamaa ja Arto Huuskonen (toim.). Uusien naudanlihanuotantomenetelmien talous. Jokioinen: MTT. Maa- ja elintarviketalous 75: 37–61.
- 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 Agriculturae Scandinavica* 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 julkaisu 993: Tieto tuottamaan 102: 38–43.

- Kirby, P. S., Outwaite, J. R. & Jones, T. O. 1984. A comparison of two types of fish meal as protein supplements for finishing british friesland steers given grass silage ad libitum. *Animal Production* 38: 551 (Abstrakti).
- Kirby, P. S., Watson, N. A., Rennie, D. G. & Jones, T. O. 1986. Timing of fishmeal supplementation for finishing beef cattle offered grass silage. *Animal Production* 42: 466. (Abstrakti).
- 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.
- MAFF, 1975. Energy allowances and feeding systems for ruminants. *Technical Bulletin* 33. London: Her Majesty's Stationery Office. 79 s.
- MAFF, 1981. *Animal Science 1979*. ADAS Agricultural Science Service, Research and Developments Reports. Reference book 254. London: Her Majesty's Stationery Office. 103 s.
- MAFF, 1984. *Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants*. Reference book 433. London: Her Majesty's Stationery Office. 85 s.
- 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. *Canadian Journal of Animal Science* 73: 303–313.
- Moisio, T. & Heikonen, M. 1989. A titration method for silage assessment. *Animal Feed Science and Technology* 22: 341–353.
- MTT 2006. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Verkkodokumentti. Jokioinen: MTT. Julkaistu: 14.2.2006, Viitattu: 3.3.2006. 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. *Journal of Dairy Science* 71: 2070–2106.
- Nousiainen, J., Rinne, M., Hellämäki, M. & Huhtanen, P. 2003. Prediction of the digestibility of the primary growth of grass silages harvested at different stages of maturity from chemical composition and pepsin-cellulase solubility. *Animal Feed Science and Technology* 103: 97–111.
- OJEC 1981a. Council Regulation (EEC) No 1208/81 of April 1981 Determining the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. *Official Journal L* 123. s. 3. 7.5.1981.

- OJEC 1981b. Commission Regulation (EEC) No 2930/81 of 12 October 1981 Adopting Additional Provisions for the Application of the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. Official Journal L 293. s. 6. 13.10.1981.
- OJEC 1991a. Council Regulation (EEC) No 1026/91 of 22 April 1991 Amending Regulation (EEC) No 1208/81 Determining the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. Official Journal L 106. s. 0002–0003. 26/04/1991.
- OJEC 1991b. Commission Regulation (EEC) No 2237/91 of 26 July 1991 Amending Regulation (EEC) No 2930/81 Adopting Additional Provisions for the Application of the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. Official Journal L 204. s. 0011–0012. 27/07/1991.
- 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.
- Ranta, E., Rita, H. & Kouki, J. 1994. Biometria. Tilastotiedettä ekologeille. Helsinki: Yliopistopaino. 569 s.
- Root, T. & Huhtanen, P. 1998. Barley fibre and wet distillers' solubles in the diet of growing cattle. Agricultural and Food Science in Finland 7: 357–366.
- Solomon, M. B. & Elsasser, T. H. 1991. Dietary energy and protein effects on partitioning of carcass components in beef cattle. Meat Science 29: 365–373.
- Steen, R. W. J. 1985. Protein supplementation of silage-based diets for calves. Animal Production 41: 293–300.
- 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. 1988b. The effect of supplementing silage-based diets with soya bean and fish meals for finishing beef cattle. Animal Production 46: 43–51.
- Steen, R. W. J. 1996. Effects of protein supplementation of grass silage on the performance and carcass quality of beef cattle. Journal of Agricultural Science, Cambridge 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. Journal of Agricultural Science, Cambridge 125: 125–135.

- Van Bruchem, J., Sciere, H. & Van Keulen, H. 1999. Dairy farming in the Netherlands in transition towards more efficient nutrient use. *Livestock Production Science* 61: 145–153.
- Van Keulen, J. & Young, B. A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science* 44: 282–287.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583–3552.
- Wilkinson, J. M. 1985. Beef production from silage and other conserved forages. London: Longmans. 140 s.

# Erilaiset ohrarehutasot maitorotuisten sonnien loppukasvatuksessa

Arto Huuskonen<sup>1)</sup>, Riitta Niiranen<sup>1)</sup>, Sirpa Lunki<sup>1)</sup> ja Asko Rantanen<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimus-  
asemantie 15, 92400 Ruukki, arto.huuskonen@mtt.fi, riitta.niiranen@helsinki.fi,  
sirpa.lunki@mtt.fi

<sup>2)</sup> Altia Corporation, Koskenkorvan tehdas, 61330 Koskenkorva,  
asko.rantanen@altiacorporation.com

## Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää integroidun tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteena syntyvän ohrarehun käyttöä kasvavien lihanautojen seosrehuruokinnassa. Koe toteutettiin 32 maitorotuisella sonnilla, joiden paino kokeen alussa oli 261 kg ja lopussa 650 kg.

Tutkimuksessa oli neljä erilaista koeruokintaa. Kontrolliruokinta (OR0) sisälsi koko ruokintakokeen ajan ainoastaan nurmisäilörehua (46 % kuiva-aineesta) ja ohraa (54 % kuiva-aineesta). Kolmessa muussa ruokintaryhmässä (OR25, OR50 ja OR75) väkirehu sisälsi ohraa 50 prosenttia ja ohrarehua 50 prosenttia kuiva-aineesta siihen saakka, kunnes sonnit saavuttivat 450 kg:n elopainon. Tästä eteenpäin OR25-ruokinnalla väkirehusta oli ohraa 75 ja ohrarehua 25 prosenttia. Vastaavasti OR50-ruokinnalla sekä ohraa että ohrarehua oli 50 prosenttia väkirehusta ja OR75-ruokinnalla ohraa oli 25 ja ohrarehua 75 prosenttia väkirehun kuiva-aineesta. Kaikilla ruokinnoilla eläimet ruokittiin vapaasti seosrehulla.

Orgaanisen aineen ja NDF:n näennäinen *in vivo* -sulavuus heikkeni lineaarisesti korvattaessa ohraa ohrarehulla. Ohraruokintaan verrattuna dieetin orgaanisen aineen sulavuus huononi 17 prosenttia, kun 75 prosenttia ohrasta korvattiin ohrarehulla. Ohran osittainen korvaaminen ohrarehulla vaikutti rehun syöntiin käyräviivaisesti. Rehun syönti lisääntyi, kun ohrasta 25 tai 50 prosenttia korvattiin ohrarehulla. Sen sijaan ruokintaryhmässä, jossa ohrarehun osuus väkirehusta oli 75 prosenttia, rehun syönti väheni.

Tutkimustulosten perusteella näyttäisi olevan realistista korvata enintään puolet kasvavan lihanaudan väkirehuannoksesta ohrarehulla. Tätä suurempi ohrarehun osuus heikentää eläimen rehun syöntiä ja energian saantia, mikä vaikuttaa kielteisesti kasvu- ja teurastuloksiin. Sen sijaan 25 ja 50 prosentin korvausosuuksilla oli tässä tutkimuksessa jopa positiivinen vaikutus ruhoista saatuihin teurastilyksiin. Naudanlihantuottajan kannalta ohrarehun käyttö ruokinnassa on taloudellisesti järkevää, jos sen hinta suhteessa tuotantovaikutukseen on edullisempi kuin muiden käytettävissä olevien väkirehujen.

---

*Avainsanat: naudanlihantuotanto, sonnit, rehut, ohrarehu, seosrehuruokinta*

---

## Johdanto

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksen (MTT) koordinoimassa ”Vilja rehuksi suoraan tiloilla” -hankkeessa selvitettiin teollisuuden sivutuotteiden käyttömahdollisuuksia naudanlihantuotannossa. Ohrarehua on tutkittu Suomessa aiemminkin lihanautojen ruokinnassa (Huhtanen 1992, Huhtanen ym. 1989, Root ja Huhtanen 1998, Huuskonen ym. (2006). Sekä Huuskosen ym. (2006) että Rootin ja Huhtasen (1998) tutkimuksissa sonnit kasvoivat kokeiden alkupuoliskolla (350–500 kg:n elopainoon saakka) nopeammin, kun osa ohraväkirehusta korvattiin ohrarehulla. Kokeiden loppupuoliskolla ohrarehuryhmien kasvu oli kuitenkin hitaampaa kuin ohraryhmillä. Tämän seurauksena ruokintojen välillä ei ollut eroja koeajan keskimääräisissä kasvuissa. Tässä raportoitavan kokeen tarkoituksena oli selvittää ohrarehun optimaalinen käyttömäärä lihanaudan loppukasvatukseen. Tutkimus toteutettiin MTT:n ja Altia Oyj:n yhteistyönä. Hanketta rahoittivat Pohjois-Pohjanmaan TE-keskus EMOTR-ohjelman kautta, MTT ja Altia Oyj.

## Aineisto ja menetelmät

### Eläimet ja koejärjestelyt

Lihanautojen ruokintakoe toteutettiin MTT:n Ruukin toimipisteessä. Koe-eläimet olivat maitorotuisia sonnivasikoita, jotka tulivat MTT:lle A-Tuottajien vasikkavälityksen kautta maaliskuussa 2005. Vasikat olivat tullessaan keskimäärin 11,2 vuorokauden ikäisiä ja 48,0 kilogramman painoisia. Vasikoiden päiväkasvu juottokaudella (2 vk–2,5 kk) oli keskimäärin 651 g/pv. Vieroituksen jälkeen (2,5 kk–6 kk) vasikat kasvoivat keskimäärin 1291 g/pv. Keskimäärin vasikkakaudella (2 vk–6 kk) päiväkasvu oli 1035 g/pv. Kun vasikkakauden koe päättyi, puolen vuoden ikäiset vasikat siirrettiin kolmeksi viikoksi siirto-ruokintajaksolle. Eläimiä oli yhteensä 32, joista 12 oli roduiltaan friisiläisiä (fr) ja 20 ayrshirejä (ay). Kokeen alkaessa eläimet siirrettiin vasikkakasvatustiloista parsinavettaan, jossa ne kytkettiin parteen. Järjestelyllä saatiin eläin-kohtaisia havaintoja. Kokeen alkaessa sonnien keskimääräinen elopaino oli 261 kiloa. Sonnit olivat keskimäärin 6,7 kk:n (200 vrk) ikäisiä tuotantokokeen alkaessa.

Ruokintakoe alkoi syyskuussa 2005 ja päättyi elokuussa 2006, jolloin viimeiset koe-eläimet teurastettiin. Eläimet ryhmiteltiin kokeen alussa elopainon ja rodun perusteella neljään blokkiin, joista ne sijoitettiin satunnaisesti neljälle eri koeruokinnalle. Koeruokinnat erosivat toisistaan väkirehuruokinnan koostumuksen osalta (Taulukko 1). Väkirehun osuus oli 55 % päivittäisestä kuiva-aineen syönnistä kaikilla ruokinnoilla. Kontrolliruokinta (OR0) sisälsi ainoastaan nurmisäilörehua (46 % kuiva-aineesta) ja ohraa (54 %) koko ruokinta-

kokeen ajan. Kolmella muulla ruokinnalla (OR25, OR50 ja OR75) väkirehu sisälsi ohraa 50 % kuiva-aineesta ja ohrarehua 50 % kuiva-aineesta siihen saakka, kunnes sonnit saavuttivat 450 kg:n elopainon. Tämän jälkeen väkirehussa oli OR25-ruokinnalla ohraa 75 % ja ohrarehua 25 %. Vastaavasti OR50-ruokinnalla sekä ohraa että ohrarehua oli 50 % väkirehusta ja OR75-ruokinnalla ohraa oli 25 % ja ohrarehua 75 % väkirehun kuiva-aineesta 450 kg:n elopainosta ylöspäin (Taulukko 1).

Taulukko 1. Koeruokinnat ja rehuseokset (% kuiva-aineesta).

	OR0	OR25	OR50	OR75
Elopaino 250–450 kg	Säilörehu (46) Ohra (54) Ohrarehu (0)	Säilörehu (46) Ohra (27) Ohrarehu (27)	Säilörehu (46) Ohra (27) Ohrarehu (27)	Säilörehu (46) Ohra (27) Ohrarehu (27)
Elopaino 450–650 kg	Säilörehu (46) Ohra (54) Ohrarehu (0)	Säilörehu (46) Ohra (40,5) Ohrarehu (13,5)	Säilörehu (46) Ohra (27) Ohrarehu (27)	Säilörehu (46) Ohra (13,5) Ohrarehu (40,5)

Koe toteutettiin seosrehuruokinnalla ja kokeen aikana sonnit saivat seosrehua vapaasti. Karkearehuna ruokinnassa käytettiin AIV 2 Plus- tai AIV Prima -säilöntäaineilla säilötyä ensimmäisen sadon timotei-nurminatasäilörehua. Väkirehuna käytettiin litistettyä ohraa sekä Altian pelletöityä ohrarehua. Lisäksi huolehdittiin vitamiinien ja kivennäisten saannista. Kivennäisenä käytettiin Tähkä Apekivennäistä, jossa oli kalsiumia 235,2 g/kg, fosforia 7,8 g/kg, magnesiumia 39,8 g/kg ja natriumia 74,4 g/kg. Kivennäistä annettiin 150 grammaa eläintä kohti päivässä. Vitamiinilisäyksenä annettiin Suomen Rehun ”Xylitol ADE -Vitaa”. Kivennäis- ja vitamiinilisäykset tehtiin käsin seosrehuannokseen. Sonnit olivat parressa, jossa ne kyettiin ruokkimaan yksilöllisesti. Ruokinta tapahtui kolmesti päivässä; noin kello 08:00, 12:00 ja 18:00. Sonneilla oli koko kokeen ajan vapaa pääsy juomakupille. Jäännöshut punnittiin joka aamu.

Jokaisessa koeryhmässä oli 8 eläintä. Kokeen aikana maaliskuussa 2006 OR75-ruokintaryhmästä piti poistaa yksi ay-rotuinen sonni juoksutusmahaongelmien vuoksi. Ei ollut aiheellista olettaa, että poisto olisi johtunut koeruokinnasta.

Kokeen sonnit punnittiin jokaisen jakson alussa noin neljän viikon välein. Kokeen alussa ja lopussa eläimet punnittiin kahtena päivänä peräkkäin, jolloin kokeen aloitus- ja loppupaino määritettiin kahden päivän punnitusten keskiarvona. Kaikki punnitukset tehtiin aamulla ennen ruokintaa. Tavoiteltu teuraspaino oli 340 kg. Sonnit teurasutettiin kolmessa eri erässä, kun elopaino oli keskimäärin 650 kg ja sonnit olivat olleet kokeessa 268, 316 tai 345 päivää. 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 0,48.



Sonnit teurastettiin normaalin teurastuskäytännön mukaan Atrian teurastamossa. Teuraspaino määritettiin sen jälkeen, kun ruhosta oli poistettu pää, vuota, jalat, häntä, sisäelimet ja sisälmysrasva. Ruhot luokiteltiin EUROP – luokituksen (OJEC 1981a, b, 1991a, b) mukaisesti, jossa E kuvaa erittäin lihaksikasta ja P erittäin heikkoa ruhoa. Ruhojen rasvaisuus luokiteltiin asteikolla 1–5, jossa 1 kuvaa erittäin vähärasvaista ja 5 erittäin rasvaista ruhoa.

## Näytteidenotto, esikäsittely ja analysointi

Syötössä olleesta laakasiilosta otettiin kaksi kertaa kuukaudessa säilöreuhunäyte. Näytteet yhdistettiin vastaamaan kunkin ruokintajakson (4 viikkoa) aikana syötettyä säilörehua. Ohrasta, ohrarehusta ja kivennäisestä näytteet otettiin jokaisesta erästä (siilo/säkki). Ohran ja ohrarehun analyysinäytteenä käytettiin kahden ruokintajakson aikana kerätyistä osanäytteistä yhdistettyjä kokonaisnäytteitä. Rehunäytteet lähetettiin analysoitaviksi sekä MTT:n Eläinravitsemuksen laboratorioon Jokioisille (AIA, ohrarehu, ohra, säilörehu, kivennäinen) että Valio Oy:n aluelaboratorioon Seinäjoelle (säilörehu ja ohra). Säilörehusta määritettiin käymislaatu (pH, kokonaistyyppi, liukoinen tyyppi, ammoniumtyppi, vesiliukoiset hiilihydraatit, haihtuvat rasvahapot ja maitto- sekä muurahaishappo) Valio Oy:ssä käytössä olevalla puristenestetitraukseen pohjautuvalla laatumäärityksellä (Moisio & Heikonen 1989). Säilörehun D-arvo (sulavan orgaanisen aineen pitoisuus ka:ssa) määritettiin NIR -menetelmällä (Nousiainen ym. 2004).

Primäärinen kuiva-aine määritettiin lämpökaapissa (105 °C, 20 h). Säilörehun kuiva-aine korjattiin haihtuvien yhdisteiden (maitohappo, haihtuvat rasvahapot ja ammoniakki) osalta Huidan ym. (1986) mukaan. Orgaanisen aineen pitoisuus määritettiin polttamalla näytettä (600 °C, 18 h). Neutraalidetergenttikuitu analysoitiin Van Soestin ym. (1991) ja rasva AOAC:n (1990) mukaan. Raakavalkuainen määritettiin Dumas -tyypin typpianalyssaattorilla (Leco FP-428 N Analyser, Leco Corporation, St. Joseph, MO, USA). Tärkkelys analysoitiin McClearyn ym. (1994) mukaan.

Ruokintojen näennäinen in vivo -sulavuus määritettiin kaikilta sonneilta AIA -menetelmällä 5.4.–9.4.2006 välisenä aikana. Määritys suoritettiin kerran kokeen aikana. Sulavuuskoe suoritettiin eläinten keskimääräisen elopainon ollessa 529 kg. Sulavuuskokeen kesto-aika oli viisi vuorokautta, eikä eläinten ruokinta sulavuuskokeen aikana poikennut muun ruokintakokeen aikaisesta ruokinnasta. Päivittäiset sontanäytteet kerättiin aamuisin ja iltapäivisin kumimatoilta ja näytteet pakastettiin heti keruun jälkeen. Sulavuuskokeen aikana rehuista otettiin näytteet seosrehujen teon yhteydessä (seosrehu, säilörehu, ohrarehu, ohra ja kivennäinen). Keruujakson päätyttyä sonnikohtaiset näytteet sekoitettiin kokonaisnäytteiksi sulatuksen yhteydessä. Kokonaisnäytteistä otettiin edustava näyte rehuanalyysia varten. Rehu- ja sontanäytteistä määritettiin tuhkan, raakavalkuaisen, NDF-kuidun ja happoon liukenemattoman

tuhkan (AIA) pitoisuudet. Happoon (2 N HCl) liukenematon tuhka (AIA) määritettiin Van Keulenin ja Youngin (1977) mukaan. Muut määritykset tehtiin samoin kuin edellä rehunäytteiden kohdalla.

## Tulosten laskenta ja tilastollinen analyysi

Väkirehujen muuntokelpoinen energia (ME) laskettiin MAFFin mukaan (1975, 1981, 1984). Säilörehun ME-arvo laskettiin rehun sisältämän sulavan orgaanisen aineen perusteella kertomalla D-arvo 16:lla (MAFF 1975). Ohran ja ohrarehun 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 aminohappoina (OIV) ja pötsin valkuais-taseena (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 käsittelynä tehtiin varianssi-analyysi SAS-ohjelmiston GLM-proseduurilla. Testauksessa käytetty koemalli oli

$$y_{ijk} = \mu + B_j + R_i + e_{ijk},$$

missä  $\mu$  on yleiskeskisarvo,  $B_j$  on lohkon vaikutus ( $j=1, \dots, 4$ ) ja  $e_{ijk}$  on virhetermi.  $R_i$  on koeruokinnan vaikutus. Jokainen lohko sisältää kaksi eläintä ( $k=1,2$ ) samalta koeruokinnalta. Ohrarehulisäyksen vaikutus jaettiin ortogonaalisin kontrastein seuraaviksi vertailuiksi: 1) ohrarehulisäyksen lineaarinen vaikutus, 2) ohrarehulisäyksen toisen asteen vaikutus ja 3) ohrarehulisäyksen kolmannen asteen vaikutus. Käsittelykeskiarvojen väliset tilastolliset merkitsevyydet on ilmoitettu seuraavasti:  $P < 0,001$  \*\*\* erittäin merkitsevä ero,  $P < 0,01$  \*\* hyvin merkitsevä ero ja  $P < 0,05$  \* merkitsevä ero.

## Tulokset

### Rehujen koostumus

Kokeessa käytettyjen rehujen kemiallinen koostumus, rehuarvot sekä säilörehun säilönnällinen laatu on esitetty taulukossa 2. Säilörehun sulavuus oli kokeen aikana hyvä (D-arvo 69). Kokeessa käytetty ohra oli rehuarvoltaan hyvää. Ohrarehussa oli enemmän tuhkaa ja raakavalkuaista sekä selvästi enemmän NDF-kuitua kuin oharrassa. Oharrassa oli puolestaan selkeästi enemmän tärkkelystä kuin ohrarehussa. Suuremmasta kuitupitoisuudesta johtuen ohrarehun energia-arvo oli 14 % ohraa matalampi.

Taulukko 2. Rehujen kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

	Säilörehu	Ohra	Ohrarehu
Kuiva-aine (g/kg)	285	887	921
Kuiva-aineessa (g/kg)			
Orgaaninen aine	914	977	963
Raakavalkuainen	170	131	139
NDF	548	220	601
Tärkkelys	ND <sup>a</sup>	535	71
Rasva	ND	22	65
D-arvo (g/kg ka)	693	ND	ND
RY-arvo (ry/kg ka)	0,95	1,13	0,99
OIV (g/kg ka)	87	106	96
Hehtolitrapaino (kg/hl)		65	
Säilörehun säilönnällinen laatu			
pH	4,3		
Haihtuvat rasvahapot (g/kg ka)	16		
Maito- ja muurahaishappo (g/kg ka)	42		
Sokerit (g/kg ka)	60		
Kokonaistypestä, g/kg N			
Ammonium typpi	75		
Liukoinen typpi	552		

<sup>a</sup> Ei määritetty.

Kokeessa käytettyjen rehuseosten laskennalliset koostumukset ja rehuarvot on ilmoitettu taulukossa 3. Erot ohrarehun ja ohran kemiallisissa koostumuksissa näkyivät luonnollisesti myös seosten koostumuksissa. Korvattaessa ohraa ohrarehulla seoksen NDF-pitoisuus nousi selkeästi ja vastaavasti tärkkelyspitoisuus aleni. Myös seoksen energiaväkevyyden pieneni korvattaessa ohraa ohrarehulla (Taulukko 3).

Taulukko 3. Kokeessa käytettyjen rehuseosten kemiallinen koostumus ja rehuarvo.

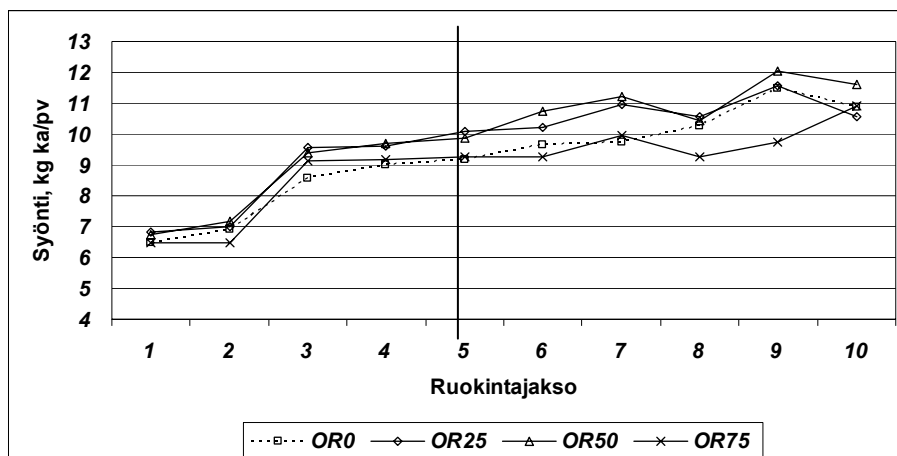
	Seos <sup>a</sup>			
	OR0	OR25	OR50	OR75
Kuiva-aine (g/kg)	455	456	457	458
Kuiva-aineessa (g/kg)				
Orgaaninen aine	949	947	945	943
Raakavalkuainen	149	150	151	152
NDF	368	420	472	525
Tärkkelys	299	234	170	106
RY-arvo (ry/kg ka)	1,05	1,03	1,01	0,99
OIV (g/kg ka)	97	96	95	93

<sup>a</sup> Koeruokinnat on esitetty taulukossa 1.

## Rehun syönti ja sulavuus

Sonnien rehun syönti oli kokeen aikana keskimäärin 9,53 kg ka/pv. Ohran osittainen korvaaminen ohrarehulla vaikutti rehun syöntiin käyräviivaisesti ( $P < 0,05$ ) koko koeajalle laskettuna (Taulukko 4). Rehun syönti lisääntyi, kun ohrasta 25 tai 50 % korvattiin ohrarehulla. Sen sijaan 75 %:n ohrarehun osuus aiheutti rehun syönnin vähenemisen OR0-ruokintaan verrattuna. Sama käyräviivainen vaikutus oli merkitsevä ( $P < 0,05$ ) myös OIV:n ja energian saannissa koko koeajalle laskettuna.

Kokeen ensimmäisellä puoliskolla (eläinten elopaino alle 450 kg) sonnien rehun syönnissä eikä energian tai OIV:n saannissa ollut eroja ruokintaryhmien välillä (Taulukko 5). Tällöin kontrolliryhmä sai väkirehuna pelkkää ohraa ja muut kolme ryhmää saivat väkirehuna ohran ja ohrarehun seosta samassa suhteessa (50:50 kuiva-aineesta).



Kuva 1. Sonnien rehun syönti (kg ka/pv) eri koeruokintoilla. Eri koeruokinnat on selitetty taulukossa 1. Pystyviiva kuvan keskellä kertoo ajankohdan, jolloin eläimet saavuttivat 450 kg:n elopainon ja ohrarehuruokinnat eriytyivät.

Kokeen jälkimmäisellä puoliskolla (eläinten elopaino yli 450 kg) rehun syönnissä ja ravintoaineiden saannissa oli selkeitä eroja ruokintojen välillä (Taulukko 6), mikä on luonnollista, koska tällöin koeruokinnat olivat eriytyneet myös eri ohrarehutasojen osalta. Rehun syönnissä ja ravintoaineiden saannissa havaittiin kokeen jälkimmäisellä puoliskolla pääosin samat vaikutukset, jotka olivat nähtävissä keskimäärin koko koeajalta lasketuissa tuloksissa (Taulukko 4). Sonnien rehun syönnin kehitystä kuvaavasta käyrästä (Kuva 1) on myös havaittavissa, että erot rehun syönnissä muodostuivat kokeen jälkimmäisellä puoliskolla ruokintojen eriydyttyä.

Taulukko 4. Rehun syönti, kasvu ja rehun hyväksikäyttö keskimäärin koko kokeen aikana sekä teurasdata.

	Ruokinnat <sup>a</sup>				SEM <sup>b</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>c</sup>		
	OR0	OR25	OR50	OR75		1	2	3
Jakson kesto (vrk)	313	307	314	329				
Rehun syönti (kg ka/pv)	9,34	9,76	9,95	9,08	0,287		*	
Ry-saanti (ry/pv)	9,81	9,99	10,06	9,07	0,298		*	
Oiv-saanti (g/pv)	907	935	946	857	27,5		*	
Alkupaano (kg)	260	260	261	265	5,7			
Loppupaano (kg)	659	644	659	637	11,8			
Päiväkasvu (g/d)	1288	1260	1279	1136	50,5	*		
Nettokasvu (g/d)	721	720	690	614	24,7	**		
<b>Rehun hyväksikäyttö</b>								
kg ka/nettokasvu-kg	12,96	13,55	14,50	14,87	0,423	**		
ry/nettokasvu-kg	13,62	13,87	14,67	14,85	0,428	*		
<b>Teurastulokset</b>								
Teuraspaano (kg)	350	346	342	330	6,7	*		
Teurasprosentti (g/kg)	532	538	519	518	6,5	*		
Lihakkuus (EUROP) <sup>d</sup>	4,0	4,5	4,4	3,3	0,34		*	
Rasvaisuus (EUROP) <sup>e</sup>	3,3	3,0	3,0	2,7	0,16	*		

<sup>a</sup> Koeruokinnat on esitetty taulukossa 1.

<sup>b</sup> Keskiarvon keskiarve.

<sup>c</sup> Kontrastit: 1 = ohrarehun lineaarinen vaikutus; 2 = ohrarehuhun toisen asteen vaikutus; 3 = ohrarehuhun kolmannen asteen vaikutus. Tilastollinen merkitsevyys: \*\*\* P<0,001; \*\* P<0,01; \* P<0,05.

<sup>d</sup> EUROP-laatu luokat: O = 4, O = 5, O+ = 6.

<sup>e</sup> EUROP-rasvaisuusasteet: 1 = rasvaton, 2 = ohutrasvainen, 3 = keskirasvainen, 4 = yliparasvainen, 5 = erittäin parasvainen.

Taulukko 5. Päiväkasvu, rehun syönti, energian ja valkuaisen saanti sekä rehun hyväksikäyttö ruokintajaksolla 1 (alle 450 kg:n elopainossa).

	Ruokinnat <sup>a</sup>		SEM <sup>b</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>c</sup>
	OR0	OR50		
Eläinmäärä (kpl)	8	23		
Jakson kesto (vrk)	139	139		
Rehun syönti (kg ka/pv)	8,02	8,44	0,304	
Ry-saanti (ry/pv)	8,49	8,61	0,313	
Oiv-saanti (g/pv)	774	804	29,2	
Päiväkasvu (g/pv)	1365	1358	47,6	
<b>Rehun hyväksikäyttö</b>				
kg ka/päiväkasvu-kg	5,87	6,22	0,176	p<0,10
ry/päiväkasvu-kg	6,22	6,34	0,180	
OIV g/päiväkasvu-kg	567	593	16,9	

<sup>a</sup> Kontrolliruokinta (OR0) sisälsi ainoastaan nurmisäilörehua (46 % kuiva-aineesta) ja ohraa (54 %) koko ruokintakokeen ajan. Kolmella muulla ruokinnalla (OR25, OR50 ja OR75) väkirehu sisälsi ohraa 50 % kuiva-aineesta ja ohraa 50 % kuiva-aineesta siihen saakka, kunnes sonnit saavuttivat 450 kg:n elopainon. <sup>a</sup> Koeruokinnat on esitetty taulukossa 1.

<sup>b</sup> Keskiarvon keskiarvo.

<sup>c</sup> Tilastollinen merkitsevyys: \* p<0,05; \*\* p<0,01; \*\*\* p<0,001.

Taulukko 6. Päiväkasvu, rehun syönti, energian ja valkuaisen saanti, rehun hyväksikäyttö sekä ruokintojen näennäinen sulavuus ruokintajaksolla 2 (elopaino yli 450 kg).

	Ruokinnat <sup>a</sup>				SEM <sup>b</sup>	Tilastollinen merkitsevyys <sup>c</sup>		
	OR0	OR25	OR50	OR75		1	2	3
Eläinmäärä (kpl)	8	8	8	7				
Jakson kesto (vrk)	174	168	175	190				
Rehun syönti (kg ka/pv)	10,45	10,70	10,99	9,83	0,358		*	
Ry-saanti (ry/pv)	10,92	10,99	11,07	9,69	0,372	*	*	
Oiv-saanti (g/pv)	1018	1030	1045	922	34,4		*	
Päiväkasvu (g/pv)	1203	1113	1127	998	53,4	*		
<b>Rehun hyväksikäyttö</b>								
kg ka/päiväkasvu-kg	8,69	9,74	9,80	9,89	0,301	*		
ry/päiväkasvu-kg	9,08	10,00	9,86	9,75	0,305			
<b>Näennäinen sulavuus</b>								
Orgaaninen aine	0,820	0,776	0,731	0,698	0,0049	***		
Raakavalkuainen	0,750	0,752	0,730	0,725	0,0074	**		
NDF	0,752	0,683	0,633	0,611	0,0109	***	*	

<sup>a</sup> Koeruokinnat on esitetty taulukossa 1.

<sup>b</sup> Keskiarvon keskivirhe.

<sup>c</sup> Kontrasti: 1 = ohrarehun lineaarinen vaikutus; 2 = ohrarehun toisen asteen vaikutus; 3 = ohrarehun kolmannen asteen vaikutus. Tilastollinen merkitsevyys: \*\*\* P<0,001; \*\* P<0,01; \* P<0,05.

Ruokintojen näennäisissä *in vivo* -sulavuuksissa oli selkeitä eroja koeruokintojen välillä (Taulukko 6). Orgaanisen aineen sulavuus heikkeni lineaarisesti ( $P < 0,001$ ) korvattaessa ohraa ohrarehulla. Ohraruokintaan verrattuna dieetin orgaanisen aineen sulavuus heikkeni 17 %, kun ohrasta 75 % korvattiin ohrarehulla. Myös dieetin raakavalkuaisen sulavuus heikkeni lineaarisesti korvattaessa ohraa ohrarehulla ( $P > 0,01$ ), mutta vaikutus ei ollut yhtä suuri kuin orgaanisen aineen osalta. Ohraruokintaan verrattuna dieetin raakavalkuaisen sulavuus heikkeni 3 %, kun ohrasta 75 % korvattiin ohrarehulla. Dieetin NDF:n sulavuus heikkeni ohrarehun osuuden lisääntyessä ruokinnassa; sekä lineaarinen ( $P > 0,001$ ) että toisen asteen vaikutus ( $P > 0,05$ ) olivat tilastollisesti merkitseviä. Tilastollisesti merkitsevä toisen asteen vaikutus kertoo, että kuidun sulatuksen heikkeneminen hidastui ohrarehun osuuden kasvaessa.

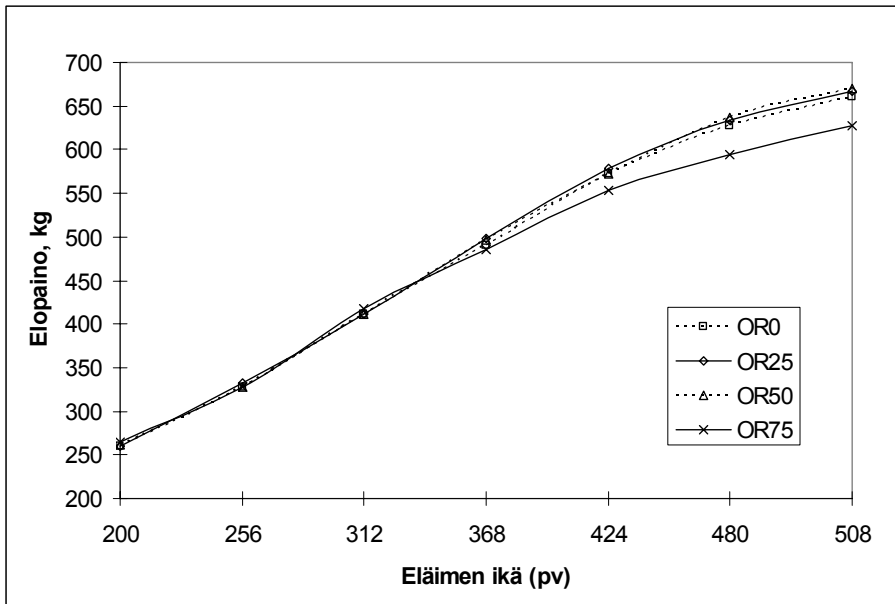
## Kasvutulokset ja rehun hyväksikäyttö

Sonnit painoivat kokeen alkaessa keskimäärin 261 kilogrammaa. Kokeen lopussa eläinten keskimääräinen elopaino oli 650 kg ja teuraspaino 342 kg. Keskimääräinen päiväkasvu koko koeajalla oli 1244 g/pv ja nettokasvu 688 g/pv. Ohran osittainen korvaaminen ohrarehulla johti päivä- ja nettokasvutulosten lineaariseen heikkenemiseen (päiväkasvu  $P < 0,05$ ); nettokasvu  $P < 0,01$ ) keskimäärin kokeen aikana (Taulukko 4). Kasvutulokset olivat selkeästi heikoimmat, kun 75 % ohrasta korvattiin ohrarehulla, ja 25 % ja 50 %:n tasoilla kasvut eivät juuri poikenneet ohraruokinnasta.

Kokeen ensimmäisellä puoliskolla ruokintojen välillä ei ollut eroa päiväkasvuissa (Taulukko 5), mutta jälkimmäisellä päiväkasvu heikkeni lineaarisesti ( $P < 0,05$ ) korvattaessa ohraa ohrarehulla (Taulukko 6). Heikko kasvutulos 75 %:n korvaustasolla on nähtävissä myös eläinten elopainon kehitystä kuvaavasta käyrästä (Kuva 2). Sen sijaan elopainokäyrät olivat hyvin samankaltaisia ohrarehutasoilla 0, 25 ja 50 %.

Ohran korvaaminen ohrarehulla heikensi jonkin verran rehun hyväksikäyttöä kokeen aikana (Taulukko 4). Tämä trendi oli nähtävissä ennen kaikkea nettokasvikiloa kohti lasketuissa rehun hyväksikäyttöä kuvaavissa tunnusluvuissa.



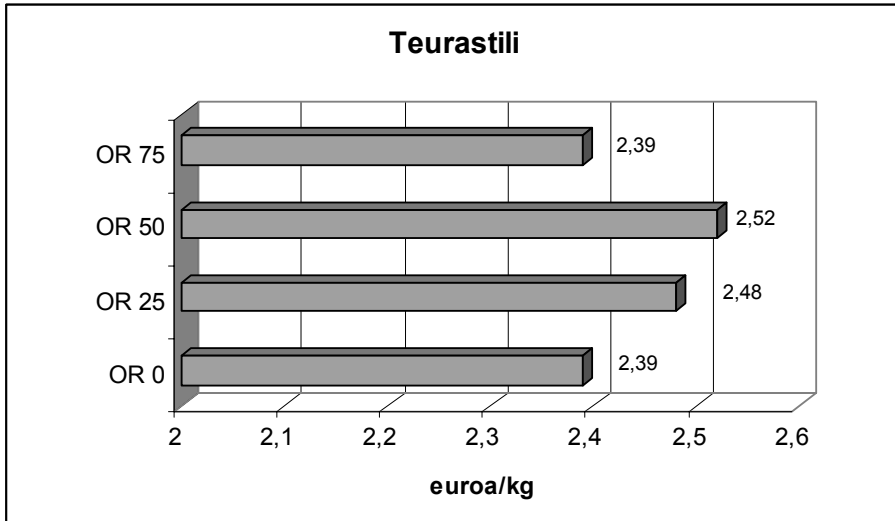


Kuva 2. Sonnioiden elopainon kehitys (g/pv) eri koeruokinnoilla. Eri koeruokinnat on selitetty taulukossa 1.

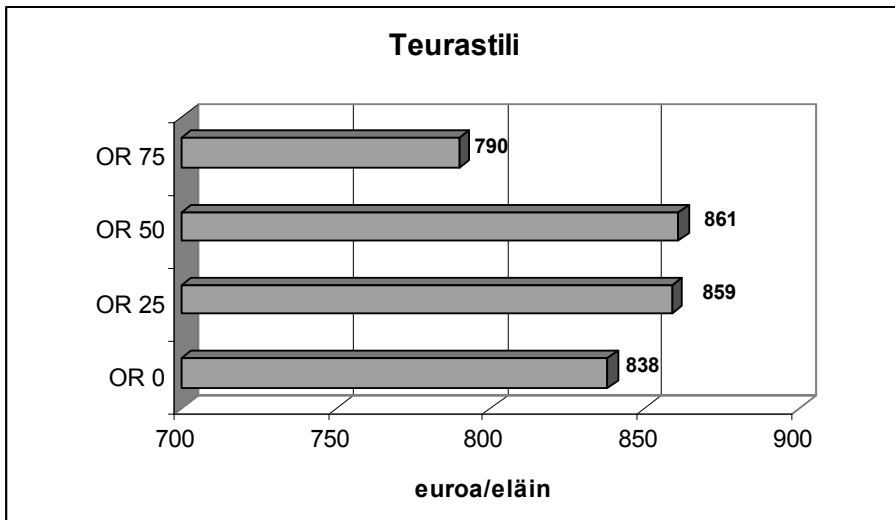
## Teurastulokset

Koeruokinnoilla oli vaikutusta myös teurastuloksiin (Taulukko 4). Teurasprosentti ja ruhojen rasvaisuus pienenevät lineaarisesti ( $P < 0,05$ ), kun ohraa korvattiin ohrarehulla. Sen sijaan ruhojen lihakkuuteen ohrarehun osuudella oli käyräviivainen vaikutus ( $P < 0,05$ ): ohrarehutasoilla 25 ja 50 % lihakkuus näytti hieman paranevan ohruuokintaan verrattuna, mutta 75 %:n ohrarehutasolla lihakkuus oli heikoin.

Teurastulokset vaikuttivat myös ruhoista saatuihin teurastilitysten suuruuteen. Teurastilitys lihakilogrammaa kohti laskettuna oli suurin ruokinnoilla, joilla ohraa 25 tai 50 % korvattiin ohrarehulla (Kuva 3) (toisen asteen vaikutus tilastollisesti merkitsevä,  $p < 0,05$ ). Sama trendi oli havaittavissa, kun laskettiin teurastilitys eläintä kohti (Kuvio 4). Eläintä kohti lasketussa teurastilityksessä 75 %:n ohrarehutaso jäi heikoimmaksi vaihtoehdoksi. Ruhojen hieman parempi lihakkuus ja matalampi rasvaisuus paransivat OR25- ja OR50-ryhmien taloudellista tulosta OR0-ryhmään verrattuna. Matalampi teuraspaino ja lihakkuus pudottivat eläintä kohti lasketun teurastilityksen OR75-ruokinnalla selvästi muita ryhmiä heikommaksi.



Kuva 3. Teurastili (euroa/kg; ilman ALV) eri koeruokinnoilla. Eri koeruokinnat on selitetty taulukossa 1. Ohrarehun toisen asteen vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,05$ ). Lineaarinen ja kolmannen asteen vaikutus eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.



Kuva 4. Teurastili (euroa/eläin; ilman ALV) eri koeruokinnoilla. Eri koeruokinnat on selitetty taulukossa 1. Ruokintojen väliset erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

# Tulosten tarkastelu

## Vaikutus syöntiin ja sulavuuteen

Ohran osittainen korvaaminen ohrarehulla vaikutti käyräviivaisesti rehun syöntiin: syönti lisääntyi OR25 ja OR50-ruokinnolla OR0-ruokintaan verrattuna. Sen sijaan OR75-ruokinnalla rehun syönti väheni. Aiemmissä tutkimuksissa Huhtanen ym. (1989) ja Root ja Huhtanen (1998) eivät havainneet ohran osittaisen korvaamisen ohrarehulla vaikuttavan sonnien rehun syöntiin erillisruokinnalla. Sitä vastoin Huuskosen ym. (2006) kokeessa sonnien rehun syönti lisääntyi 6,5 %, kun puolet ohrasta korvattiin ohrarehulla seosrehuruokinnassa. Aiemmissä Huhtasen ym. (1989) ja Rootin ja Huhtasen (1998) tutkimuksissa väkirehutasot ja väkirehun keskimääräiset syönnit olivat selvästi matalammat (420 g/kg ka; 2.89 kg ka/pv ja 390 g/kg ka; 3.01 kg ka/pv, vastaavasti) kuin tässä raportoitavassa kokeessa (540 g/kg ka; 5.20 kg ka/pv) ja Huuskosen ym. (2006) tutkimuksessa (570 g/kg ka; 5.49 kg ka/pv). Erot väkirehutasoissa ja väkirehun syöntimäärissä todennäköisesti selittävätkin tutkimusten välisiä eroavaisuuksia. Ohran korvaaminen ohrarehulla edistää pötsifermentaatiota nimenomaan korkeilla väkirehutasoilla ruokittaessa (Huhtanen ym. 1988), mikä voi osittain selittää lisääntyneen rehun syönnin korkeilla väkirehutasoilla. Toisaalta syönnin lisääntyminen ohrarehua syötettäessä kertoo myös energieettisestä syönnin säätelystä. Ohrarehuseoksia saaneet sonnit pystyivät kompensoimaan seosten hieman heikompaan energia-arvoa OR50-ruokinnalle saakka syöntiä lisäämällä. Tällainen energieettinen syönnin säätely on naudalla mahdollista siihen saakka, kunnes pötsin täyteisyys muodostuu rajoittavaksi tekijäksi (Mertens 1994, Forbes 1995).

Ohran korvaaminen ohrarehulla heikensi dieetin orgaanisen aineen sulavuutta samalla tavoin kuin aikaisemmissa lihanaudoilla (Huhtanen 1992) ja lypsy-lehmillä (Huhtanen ym. 1988) tehdyissä ruokintakokeissa. Ohrarehu sisältää selvästi enemmän NDF-kuitua ja vähemmän tärkkelystä kuin ohra, ja ero dieetin orgaanisen aineen sulavuudessa johtuu paremmin sulavan tärkkelyksen korvautumisella heikommin sulavalla kuidulla. Myös NDF:n sulavuus heikkeni, kun ohraa korvattiin ohrarehulla. Yhtenä syynä tähän lienee säilörehun kuidun osuuden suhteellinen vähentyminen, kun dieettiin lisättiin kuitupitoista ohrarehua. Ohrarehun kuitufraktio oli oletettavasti huonommin sulavaa kuin säilörehun kuitu, mikä selittää kuidun sulavuuden heikkenemistä. Lisäksi ohrarehun rasvapitoisuus oli ohraa korkeampi (65 vs. 22 g/kg ka), ja jo suhteellisen pienten rasvalisäysten on tutkimuksissa havaittu heikentävän kuidun sulatusta (Ibwuegbu & Sutton 1982, Murphy ym. 1987).

## Vaikutus kasvuun ja teurastuloksiin

Tässä raportoitavassa kokeessa kasvu heikkeni lineaarisesti korvattaessa ohraa ohrarehulla. Kasvutulokset olivat selkeästi heikoimmat 75 %:n korvaustasolla. Sen sijaan kasvutulokset ja elopainokäyrät olivat hyvin samankaltaisia ohrarehutasoilla 0, 25 ja 50 %. Vaikuttaa siltä, että 75 %:n korvaus osuus oli liian suuri eivätkä sonnit pystyneet kompensoimaan ruokinnan energiapitoisuuden laskua syöntiä lisäämällä, mikä johti heikentyneisiin kasvutuloksiin. Rehun hyväksikäyttö oli ohrarehuruokinnolla heikompaa kuin OR0-ruokinnalla, koska sonnit joutuivat vastaamaan seoksen energiapitoisuuden laskuun lisääntyneellä syönnillä.

Aiemmissa erillisruokinnalla toteutetuissa kokeissa tarkkelyksen korvaaminen sulavalla, kuitupitoisella väkirehulla on parantanut lihanautojen kasvua joissakin tutkimuksissa (Moloney ym. 1993, O'Kiely & Moloney 1994) mutta ei kaikissa (esim. Moloney 1996, Moloney ym. 2001). Kuitenkin näissä kokeissa väkirehutaso ja käytetyn säilörehun laatu ovat vaihdelleet paljon. Rootin ja Huhtasen (1998) kokeessa ohran korvaaminen ohrarehulla ei vaikuttanut lihanautojen kasvuun erillisruokinnalla, mikä oli luonnollinen tulos, koska myöskään rehun syönnissä tai energian saannissa ei ollut eroja ruokintaryhmien välillä.

Ohran osittainen korvaaminen ohrarehulla vähensi ruhojen rasvoittumista lineaarisesti. Kirjallisuuden perusteella ruokinnan energiapitoisuuden pienentäminen vähentääkin yleensä ruhojen rasvoittumista (Bowling ym. 1978, Harrison, ym. 1978, McCartor & Smith 1978, Crouse ym. 1984, Fishell ym. 1985, Patil, ym. 1993, Schaake ym. 1993), mikä voisi osaltaan selittää matalampaa rasvaluokitusta OR75-ruokinnalla. Toisaalta myös teuraspainon nouseminen lisää ruhojen rasvoittumista (Keane & Allen 1998), ja tässä raportoitavassa kokeessa teuraspaino oli pienin OR75-ruokinnalla, mikä todennäköisesti myös selittää eroja ruhojen rasvaisuudessa. Steen ja Kilpatrick (2000) päätyivät johtopäätökseen, että teuraspainojen madaltaminen on kuitenkin selkeästi tehokkaampi keino rajoittaa ruhojen rasvoittumista kuin energian saannin rajoittaminen tai väkirehun osuuden vähentäminen dieetissä. Tulos pätee tekijöiden mukaan nurmisäilörehuun ja väkirehuun perustuvalla ruokinnalla.

## Johtopäätökset

Ohrarehu osoittautui käyttökelpoiseksi energiarehuksi kasvaville lihanautoille säilörehu-ohrapohjaisella ruokinnalla. Erityisesti korkeita väkirehutasoja käytettäessä ohrarehun käyttö yhtenä väkirehukomponenttina lienee hyvin perusteltua. Tutkimustulosten perusteella näyttäisi olevan realistista korvata enintään puolet kasvavan lihanaudan väkirehuannoksesta ohrarehulla. Tätä suuremmalla ohrarehun osuudella eläimen rehun syönti ja energian saanti

heikkenevät, mikä vaikuttaa negatiivisesti kasvu- ja teurastuloksiin. Sen sijaan 25 ja 50 prosentin korvausosuuksilla oli tässä tutkimuksessa jopa positiivinen vaikutus ruhoista saatuihin teurastilityksiin. Naudanlihantuottajan kannalta ohrarehun käyttö ruokinnassa muodostuu taloudellisesti järkeväksi, jos sen hinta suhteessa tuotantovaikutukseen on edullisempi kuin muiden käytettävissä olevien väkirehujen.

## Kirjallisuus

- AOAC 1990. Official methods of analysis. 15th edition. Associations of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. 1298 s.
- Bowling, R. A., Riggs, J. K., Smith, G. C., Carpenter, Z. L., Reddish, R. L. & Butler, O. D. 1978. Production, carcass and palatability characteristics of steers produced by different management systems. *Journal of Animal Science* 46: 333–340.
- Crouse, J. D., Smith, S. B. & Prior, R. L. 1984. Bovine muscle glycogen as affected by fasting and refeeding. *Journal of Animal Science* 59: 384–387.
- Fishell, V. K., Aberle, E. D., Judge, M. D. & Perry, T. W. 1985. Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. *Journal of Animal Science* 61: 151–157.
- Forbes, J. M. 1995. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB International, Wollingford, UK. 333 s.
- Harrison, A. R., Smith, M. E., Allen, D. M., Hunt, M. C., Kastner, C. L. & Kropf, D. H. 1978. Nutritional regime effects on quality and yield characteristics of beef. *Journal of Animal Science* 47: 383–388.
- 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. *Animal Feed Science and Tehcnology* 36: 319–337.
- Huhtanen, P., Ala-Seppälä, H. & Näsi, M. 1988. Response of silage intake and milk production to replacement of barley fibre derived from integrated starch-ethanol process. *Journal of Agricultural Science in Finland* 60: 711–721.
- Huhtanen, P., Näsi, M. & Khalili, H. 1989. By-products from integrated starch-ethanol production from barley in the diets of growing cattle. *Journal of Agricultural Science in Finland* 61: 451–462.
- Huida, L., Väätäinen, H. & Lampila, M. 1986. Comparison of dry matter contents in grass silages as determined by oven drying and gas chromatographic water analysis. *Annales Agriculturae Fenniae* 25: 215–230.

- Huuskonen, A., Lunki, S. & Rantanen, A. 2006. Ohrarehun ja ohravalkuaisrehun käyttö lihanautojen ruokinnassa. Teoksessa: Anneli Hopponen (toim.) Maataloustieteen Päivät 2006, 11.–12.1.2006 Viikki, Helsinki [: esitelmät ja posterit]. Suomen maataloustieteellisen seuran tiedote 21: 7 s. <http://www.smts.fi/pos06/1203.pdf> Julkaistu 9.1.2006.
- Ibwuegbu, O. A. & Sutton, J. D. 1982. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *British Journal of Nutrition* 8: 365–375.
- Keane, M. G. & Allen, P. 1998. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. *Livestock Production Science* 56: 203–214.
- MAFF, 1975. Energy allowances and feeding systems for ruminants. *Technical Bulletin* 33. London: Her Majesty's Stationery Office. 79 s.
- MAFF, 1981. *Animal Science 1979*. ADAS Agricultural Science Service, Research and Developments Reports. Reference book 254. London: Her Majesty's Stationery Office. 103 s.
- MAFF, 1984. *Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants*. Reference book 433. London: Her Majesty's Stationery Office. 85 s.
- McCleary, B. V., Solah, V. & Gibson, T. S., 1994. Quantitative measurement of total starch in cereal flours and products. *Journal of Cereal Science* 20: 51–58.
- McKartor, M. M. & Smith, G. C. 1978. Effect of protected lipids on feedlot performance and carcass characteristics of short-fed steers. *Journal of Animal Science* 47: 270–275.
- Mertens, D. R. 1994. Regulation of forage intake. In: Fahey, G. C. Jr., Collins, M., Mertens, D. R. & Moser, L. E. (ed.). *Forage quality, Evaluation and Utilization*. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. s. 450–493.
- Moisio, T. & Heikonen, M. 1989. A titration method for silage assessment. *Animal Feed Science and Technology* 22: 341–353.
- Moloney, A. P. 1996. Digestion and growth in steers fed grass silage and starch, fibre or fat-based concentrates. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 35: 65. (Abstrakti).
- Moloney, A. P., McHugh, T. V. & McArthur, A. 1993. Growth and rumen fermentation in steers fed silage and concentrates differing in energy source. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 32: 101. (Abstrakti).

- Moloney, A. P., O'Kiely, P., Hickey, M. C. & Adams, L. A. 2001. Optimisation of nutrient supply for beef cattle fed grass or silage. Beef Production Series No. 26. Teagasc, Grange, Co. Meath, Ireland. 48 s.
- MTT 2006. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Verkkodokumentti. Jokioinen: MTT. Julkaistu: 14.2.2006, Viitattu: 3.3.2006. Saatavilla internetistä: <http://www.agronet.fi/rehutaulukot/>. URN:NBN:fi-fe20041449.
- Murphy, M., Uden, P., Palmqvist, D. L. & Wiktorsson, H. 1987. Rumen and total diet digestibilities in lactating cows fed diets containing full-fat rapeseed. *Journal of Dairy Science* 70: 1572–1582.
- Nousiainen, J., Ahvenjärvi, S., Rinne, M., Hellämäki, M. & Huhtanen, P. 2004. Prediction of indigestible cell wall fraction of grass silage by near infrared reflectance spectroscopy. *Animal Feed Science and Technology* 115: 295–311.
- OJEC 1981a. Council Regulation (EEC) No 1208/81 of April 1981 Determining the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. *Official Journal L* 123. s. 3. 7.5.1981.
- OJEC 1981b. Commission Regulation (EEC) No 2930/81 of 12 October 1981 Adopting Additional Provisions for the Application of the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. *Official Journal L* 293. s. 6. 13.10.1981.
- OJEC 1991a. Council Regulation (EEC) No 1026/91 of 22 April 1991 Amending Regulation (EEC) No 1208/81 Determining the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. *Official Journal L* 106. s. 0002–0003. 26/04/1991.
- OJEC 1991b. Commission Regulation (EEC) No 2237/91 of 26 July 1991 Amending Regulation (EEC) No 2930/81 Adopting Additional Provisions for the Application of the Community Scale for the Classification of Carcasses of Adult Bovine Animals. *Official Journal L* 204. s. 0011–0012. 27/07/1991.
- O'Kiely, P. & Moloney, A. P., 1994. Silage characteristics and performance of cattle offered grass silage made without an additive, with formic acid or with partially neutralised blend of aliphatic organic acid. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 33: 25–39.
- Patil, A. R., Goetsch, A. L., Lewis, P. K. Jr. & Heird, C. E. 1993. Effects of supplementing growing steers with high levels of partially hydrogenated tallow on feed intake, digestibility, live weight gain, and carcass characteristics. *Journal of Animal Science* 71: 2284–2292.
- Root, T. & Huhtanen, P. 1998. Barley fibre and wet distillers' solubles in the diet of growing cattle. *Agricultural and Food Science in Finland* 7: 357–366.

- Schaake, S. L., Skelley, G. C., Halpin, E., Grimes, L. W., Brown, R. B., Cross, D. L. & Thompson, C. E. 1993. Carcass and meat sensory traits of steers finished on fescue and clover, summer forage, or for different periods in drylot. *Journal of Animal Science* 71: 3199–3205.
- Steen, R. W. J. & Kilpatrick, D. J. 2000. The effects of the ratio of grass silage to concentrates in the diet and restricted dry matter intake on the performance and carcass composition of beef cattle. *Livestock Production Science* 62: 181–192.
- Van Keulen, J. & Young, B. A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science* 44: 282–287.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583–3552.



# Suosituksia tärkkelys- etanoliteollisuuden sivutuotteiden käytöstä sonnien seosrehuruokinnassa

Arto Huuskonen<sup>1)</sup>, Sirpa Lunki<sup>1)</sup> ja Asko Rantanen<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MTT (Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus), Kotieläintuotannon tutkimus, Tutkimus-  
asemantie 15, 92400 Ruukki, arto.huuskonen@mtt.fi, sirpa.lunki@mtt.fi

<sup>2)</sup> Altia Corporation, Koskenkorvan tehdas, 61330 Koskenkorva,  
asko.rantanen@altiacorporation.com

## Tiivistelmä

Tähän katsaukseen on koottu tiivistetysti ruokintakokeiden tuottamia käytännön ohjeita, joita voidaan hyödyntää käytettäessä integroidun tärkkelysetanoliteollisuuden sivutuotteita sonnien ruokinnassa.

Ohrarehu on kuitupitoinen väkirehu, jossa on ohraan verrattuna vähemmän tärkkelystä ja enemmän kuitua ja valkuaista. Ohrarehu osoittautui tutkimuksessa käyttökelpoiseksi energiarehuksi kasvaville lihanaudoille säilörehuohrapohjaisella ruokinnalla. Tutkimustulosten perusteella on realistista korvata enintään puolet kasvavan lihanaudan väkirehuannoksesta ohrarehulla. Tätä suurempi ohrarehun osuus heikentää eläinten rehunsyöntiä ja energian saantia, mikä vaikuttaa negatiivisesti kasvu- ja teurastuloksiin.

Tiivistetty tärkkelysrankki (TTR) on nestemäistä ohrarankkia (kuiva-ainepitoisuus noin 30 %), jossa osa vedestä on haihdutettu ja osa valkuaisjakeesta poistettu. Tiivistetty tärkkelysrankki on sekä valkuais- että energiarehu, jolla voidaan korvata viljaa lihanautojen ruokinnassa. Sen suositeltu käyttömäärä on lihanaudoilla 1–4 kg/pv. Ruokintakokeen perusteella TTR soveltuu hyvin lihanautojen seosrehuruokintaan ja sitä voidaan käyttää valkuaislisänä silloin, kun sellaisen antaminen nähdään tarpeelliseksi.

Ohravalkuaisrehu (OVR) on nestemäinen sivutuote, jota tällä hetkellä käytetään valkuaisrehuna sikojen ruokinnassa. Ohravalkuaisrehulla saavutettiin ruokintakokeessa vastaava tulos kuin tiivistetyllä tärkkelysrankilla. Nykyhinnoilla ohravalkuaisrehu on tiivistettyä tärkkelysrankkia kalliimpi rehukomponentti, joka lienee jatkossakinärkevintä hyödyntää sikojen ruokinnassa.

---

*Avainsanat: naudanlihantuotanto, sonnit, rehut, ohrarehu, tiivistetty tärkkelysrankki, ohravalkuaisrehu, seosrehuruokinta*

---

## Johdanto

Tähän artikkeliin on koottu tiivistetysti ruokintakokeiden tuottamia käytännön ohjeita, joita voidaan hyödyntää ja soveltaa käytettäessä integroidun tärkkelys-etanoliteollisuuden sivutuotteita sonnien ruokinnassa.

## Ohrarehu

Ohrarehu koostuu jyvän aleuronikerroksesta ja solunseinämäaineksesta. Ohrarehu on kuitupitoinen väkirehu, jossa on ohraan verrattuna vähemmän tärkkelystä sekä enemmän kuitua ja valkuaista. Ennen kuivausta ohrarehuun lisätään tiivistettyä tärkkelysrankkia ja kuivauksen jälkeen vielä melassia ja lopuksi ohrarehu rakeistetaan. Ohrarehu toimitetaan asiakkaille irto- tai suursäkkitoimituksena.

Ohran osittainen korvaaminen ohrarehulla on lisännyt ruokintakokeissa sonnien seosrehun syöntiä. Syönnin lisääntyminen ohrarehua syötettäessä kertoo energieettisestä syönnin säätelystä. Ohrarehun sulavuus ja energia-arvo ovat ohraa hieman heikompia, ja ohrarehua sisältäviä seoksia saaneet sonnit ovat pystyneet kompensoimaan seosten hieman heikompia energia-arvoja seosrehun syöntiä lisäämällä.

Ohrarehu on kokeissa osoittautunut käyttökelpoiseksi energiarehuksi kasveille lihanaudoille säilörehu-ohrapohjaisella ruokinnalla. Tärkkelyspitoisen viljaväkirehun osittainen korvaaminen kuitupitoisella ohrarehulla on erityisen perusteltua suurilla väkirehumäärillä (väkirehun osuus yli 50 % dieetin kuiva-aineesta) ruokittaessa, koska kuitupitoinen väkirehu fermentoituu pötsissä viljan tärkkelystä hitaammin. Tämä puolestaan vähentää korkeisiin väkirehumääriin liittyviä ruokinnallisia riskejä.

Tutkimustulostemme perusteella näyttäisi olevan realistista korvata enintään puolet kasvavan lihanaudan väkirehuannoksesta ohrarehulla. Tätä suuremmalla ohrarehun osuudella eläimen rehun syönti ja energian saanti heikkenevät, mikä vaikuttaa negatiivisesti kasvu- ja teurastuloksiin.

Naudanlihantuottajan kannalta ohrarehun käyttö ruokinnassa muodostuu taloudellisesti järkeväksi, jos sen hinta suhteessa tuotantovaikutukseen on edullisempi kuin muiden käytettävissä olevien väkirehujen. Tulevaisuudessa ohrarehun käytön järkevyyden määrittelee sen hinta suhteessa muihin käytettävissä oleviin väkirehuihin, erityisesti ohraan. Tällä hetkellä ohrarehu on 15–20 % halvempaa kuin hyvälaatuinen rehuohra. Tämä tarkoittaa sitä, että ohran osittainen korvaaminen ohrarehulla on taloudellisesti järkevää, vaikka kasvutulokset ja rehun hyväksikäyttö olisivat hieman heikompia ohrarehu-ruokinnoilla. Lisäksi on mahdollista, että rehuohran hinta tulee tulevaisuu-

deessa jopa nousemaan, jos viljan käyttö bioenergiaksi tulee jatkossa kasvaamaan.

## Tiivistetty tärkkelysrankki

Tiivistetty tärkkelysrankki (TTR) on nestemäistä ohrarankkia (kuiva-ainepitoisuus noin 30 %), josta osa vedestä on haihdutettu ja osa valkuaisjakeesta on poistettu. Tiivistetyssä tärkkelysrankissa on 2–3 kertaa enemmän valkuaista kuin ohrassa, runsaasti kivennäisaineita, maitohappoa ja glyserolia (15 prosenttia kuiva-aineessa) ja kuitua ei juuri lainkaan. Tiivistetty tärkkelysrankki on sekä valkuais- että energiarehu, jolla voidaan korvata viljaa lihanautojen ruokinnassa. TTR kuljetetaan tiloille tankkiautoilla 1–2 viikon välein, ja se säilyy tilalla kaksi viikkoa. Päivittäinen rehun sekoittaminen parantaa säilyvyyttä. Yleisin varastosäilö on tehtaalta saatava kuution kontti, suurempia eriä voidaan varastoida maan alle sijoitetuissa eristetyissä säiliöissä. Toimitusten mukana asiakkaille jaetaan tuoteseloste, jossa on tulokset viimeksi tehdyistä kuiva-aine- ja valkuaisanalyyseistä ja näistä lasketuista rehuarvoista. Tiivistetyn tärkkelysrankin annostelu käsin lihanaudan rehuannokseen on ollut vallitseva rehunjakotapa, vaikka se onkin työlästä. Seosrehuruokinnassa TTR voidaan kätevästi laskea suoraan tai pumpata varastosäiliöstä apevaunuun. Suositeltu käyttömäärä on lihanaudoilla 1–4 kg/pv.

Ruokintakokeemme perusteella tiivistetty tärkkelysrankki soveltuu hyvin lihanautojen seosrehuruokintaan, ja sitä voidaan käyttää valkuaislisänä lihanaudoilla niissä tapauksissa, joissa lisävalkuaisen antaminen nähdään tarpeelliseksi. Lisävalkuaisella on mahdollista saada hyötyä mm. silloin, kun ruokinnassa on karkearehuna kokoviljasäilörehu tai karkearehuna käytettävän nurmisäilörehun sulavuus on huono ja/tai säilönnällinen laatu on heikko. Sen sijaan kun lihanaudan ruokinnassa käytetään hyvälaatuista nurmisäilörehua, jota täydennetään sopivalla energiarehulla, on valkuaislisäyksestä saatava hyöty yleensä varsin marginaalinen.

Lisäksi on huomattava, että eläinten ruokinta vaikuttaa fosforin hyväksikäyttöön naudanlihantuotannossa ja lannan sisältämään fosforin määrään. Valkuaisrehujen käyttö lisää eläinten fosforin saantia ja erityistä sontoa, mikä on ympäristön kannalta negatiivinen tulos. Tämän vuoksi lisävalkuaisen (ja fosforipitoisen kivennäisen) antamisesta kasvaville sonneille tulee useimmissa tapauksissa pidättäytyä, koska se ei ole perusteltua myöskään eläinten tuotantotulosten kannalta.

## Ohravalkuaisrehu

Ohravalkuaisrehu (OVR) on nestemäinen sivutuote, jota tällä hetkellä käytetään valkuaisrehuna sikojen ruokinnassa. Ohravalkuaisrehu sisältää suurim-

man osan ohran valkuaisesta ja kivennäisistä sekä osan tärkkelyksestä ja solunseinämäaineista. Valkuaisen aminohappokoostumus muistuttaa ohraa, eli siinä on vähän lysiiniä ja treoniinia. Ohravalkuaisrehulla saavutettiin ruokintakokeessa vastaava tulos kuin tiivistetyllä tärkkelysrankilla. Nykyhinnoilla ohravalkuaisrehu on kuitenkin tiivistettyä tärkkelysrankkia kalliimpi rehu-komponentti, joka lienee jatkossakin järkevintä käyttää hyödyksi sikojen ruokinnassa, jossa se on soijan kanssa kilpailukykyinen tuote.

## **Maa- ja elintarviketalous -sarjan kotieläintuotantoteemassa ilmestyneitä julkaisuja**

### **2007**

- 98** Tärkkelys-etanolateollisuuden sivutuotteet lihanautojen seosrehuruo-  
kinnassa. *Huuskonen, A.* (toim.) 76 s. Hinta 20 euroa.
- 95** Tuloksia lihanautojen laidunkokeista. *Huuskonen, A.* (toim.) 121 s.  
Hinta 25 euroa.

### **2006**

- 86** Opas lihanautojen ympärivuotiseen ulkokasvatukseen. *Huuskonen, A.*  
ym. 34 s. Hinta 15 euroa.
- 79** LUMOLAIDUN Maisemalaiduntaminen luonnon monimuotoisuuden  
lisääjänä – tasapaino monimuotoisuuden ja tuottavuuden välillä.  
*Huuskonen, A.* (toim.) 418 s. Hinta 25 euroa.

### **2004**

- 58** Quantitative trait loci for egg quality and production in laying hens.  
*Tuiskula-Haavisto, M.* 60 s. + 5 liitettä. Hinta 25 euroa.
- 54** Ympäristötekijöiden vaikutukset lihanautojen kasvuun ja hyvinvointiin.  
*Huuskonen, A.* (toim.) 106 s. Hinta 25 euroa.
- 55** Genetics of Sow Efficiency in the Finnish Landrace and Large White  
Populations. *Serenius, T.* 92 s. + 5 liitettä. Hinta 20 euroa.

### **2002**

- 8** Lehmäkulttuuri ja sen tulevaisuus. Professori Kalle Maijalan 75-  
vuotisjuhlaseminaari, Helsinki, 27.5.2002. *Maijala, K.* (toim.) 71 s.  
Hinta 20 euroa.

Julkaisuviitteet löytyvät sarjojen internetsivuilta  
[www.mtt.fi/julkaisut/sarjathaku.html](http://www.mtt.fi/julkaisut/sarjathaku.html).

