

## Murskesäilötty ohra sinikettujen rehuna

Jarmo Valaja<sup>1)</sup>, Eija Valkonen<sup>1)</sup>, Eija Venäläinen<sup>1)</sup>, Taina Jalava<sup>1)</sup>, Ilpo Pölonen<sup>2)</sup> ja Tuula Dahlman<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, Eläinravitsemus, 31600 Jokioinen, etunimi.sukunimi@mtt.fi

<sup>2)</sup> Suomen turkiseläinten kasvattajain liitto ry, PL 5, 01601 Vantaa, etunimi.sukunimi@stkl-fpf.fi

### Tiivistelmä

Murskesäilöntä on viljan varastointimenetelmä, jossa vältetään kallis kuivaus. Se on parantanut ohran ruokinnallista arvoa yksimahaisilla, sioilla ja siipikarjalla. Turkiseläimille murskesäilöttyä ohraa ei ole tutkittu. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää murskesäilötyn ohran sulavuus siniketuilla. Lisäksi tutkittiin voidaanko amylaasi-ksylanaasi- $\beta$ -glukanaasientsyymisillä tai kypsennyksellä parantaa murskesäilötyn ja kuivatun ohran sulavuutta ja käyttökelpoisuutta ketuille.

Tutkimuksessa oli mukana 24 noin viisi kuukautta vanhaa sinikettu-urosta. Ketut olivat kokeen ajan yksilöhäkeissä, jotka mahdollistivat sonnan ja virtsan erilliskeruun. Koemallina oli cyclic change-over ja koejaksoja oli viisi. Jakson pituus oli yhdeksän päivää, kuusi päivää valmistuskautta ja kolme päivää sonnan keruuta. Kettujen rehu vaihtui aina jakson vaihtuessa.

Kolme tutkittavaa tekijää oli järjestetty kahdeksaan koekäsittelyyn 2 x 2 x 2 faktorialisesti. Tutkittavat tekijät olivat: 1. viljatyyppe: kuivattu tai murskesäilötty ohra; 2. kypsennys: raaka tai kypsennetty ohra; 3. Entsyymikäsittely: ei entsyymikäsittelyä tai amylaasi-ksylanaasi- $\beta$ -glukanaasientsyymi.

Murskesäilötävä ohra puitiin elokuussa 2004 ja litistettiin Murska 350S valssimyllyllä. Se säilöttiin AIV 2+-liuoksella (3 l/tn) 1500 kg pyöreisiin säilörehusiiloihin. Siilot avattiin lokakuun lopussa, kun koerohut valmistettiin. Ohrapuuroja keitettiin 20 min öljyvaippakattilassa. Entsyymikäsittely kesti 16 tuntia huoneen lämmössä. Koerohut sisälsivät tutkittavaa ohraa, hapotettua sikateurassivutuotetta, kalajauhoa, kasviöljyä, vettä, metioniinia sekä vitamiini- ja hivenaineseoksia. Rehut valmistettiin ennen kokeen alkua ja pakastetaan ryhmäkohtaisiin päiväannoksiin. Eläimet ruokittiin kerran päivässä ja ne saivat rehua 700-1100 g/pv.

Murskesäilötty ja kuivattu ohra sisälsivät yhtä paljon  $\beta$ -glukaaneja, mutta murskesäilöttyssä ohrassa oli selvästi vähemmän liukoisia  $\beta$ -glukaaneja. Entsyymikäsittely ja keitto pilkkoivat ohran tärkkelystä sokereiksi. Entsyymi myös muutti liukenemattomia  $\beta$ -glukaaneja liukoisiksi.

Siniketut söivät hyvin murskesäilöttyä ohraa, vaikka sitä ei erikseen jauhettu. Ketut kasvoivat yhtä hyvin sekä murskesäilöttyllä että tavallisella ohralla. Kasvu oli nopeinta, kun ne söivät kypsennettyä ohraa. Kypsan ohran entsyymikäsittely paransi kettujen kasvua entisestään.

Raa'an murskeohran tärkkelyksen sulavuus oli huonompi kuin kuivatun ohran. Kypsennys ja entsyymikäsittely paransivat murskeohran tärkkelyksen sulavuuden kypsan ja entsyymikäsittelyn tavallisen ohran tasolle. Raa'an tärkkelyksen sulavuus oli alle 50%, mutta kypsennys ja entsyymikäsittely nostivat sulavuuden yli 80%:iin. Kokeen tulokset osoittavat, että murskesäilötyn ohran käyttöä voidaan vakavasti harkita myös kasvavien sinikettujen ruokinnassa.

**Avainsanat:** sinikettu, ohra, murskesäilöntä, keitto, entsyymi, sulavuus

## Johdanto

Murskesäilöntä on viljan varastointimenetelmä, jossa litistetty kostea vilja säilötään anaerobisesti laaka- tai tornisiiloon. Säilöntätuloksen varmistamiseksi käytetään säilöntäainetta, AIV-liuosta tai biologista säilöntäainetta. Murskesäilönnällä on monia käytännön etuja. Murskevilja on pölytöntä eikä vaadi jauhamista. Murskesäilönnässä myös vältetään kallis kuivaus. Viljan korjuuajankohta on joustavampi ja viljelyssä voidaan käyttää pitkän kasvuajan vaativia satoisia lajikkeita.

Murskesäilöntä yleensä parantaa myös ohran ruokinnallista arvoa yksimahaisilla. Ohran liukoinen kuitu pilkkoutuu säilönnän aikana. Myös ohran fosfori vapautuu sulavampaan muotoon. Murskesäilöntä on parantanut ohran sulavuutta ja rehuarvoa siolla ja siipikarjalla (Valaja ym. 1999, Perttilä ym. 2001, Venäläinen ym. 2006). Turkiseläimien ruokinnassa murskesäilöttyä ohran käyttöä ei ole tutkittu.

Viimeaikaisissa kokeissa raa'an ohran tärkkelyksen sulavuus siniketuilla on ollut yllättävän huono, mutta kypsennys on selvästi parantanut tärkkelyksen sulavuutta (Valaja ym. 2004).  $\beta$ -glukanaasientsyymikäsittely ei juurikaan parantanut ohran sulavuutta siniketuilla (Valaja ym. 2004). Viljan tärkkelystä sulattaa amylaasientsyymi, jota voidaan lisätä myös rehun joukkoon. Amylaasin käytöstä turkiseläinten ruokinnassa ei ole kokemusta.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää murskesäilötyn ohran maittavuus ja sulavuus siniketuilla. Lisäksi selvitettiin voidaanko entsyymikäsittelyllä (amylaasi, ksylanaasi ja  $\beta$ -glukanaasi) tai kypsennyksellä parantaa murskesäilötyn ja kuivatun ohran sulavuutta ja käyttökelpoisuutta siniketuille.

## Aineisto ja menetelmät

Tutkimuksessa oli koe-eläiminä 24 kasvavaa sinikettu-urosta, jotka olivat kokeen alkaessa noin 5 kk ikäisiä. Koe-eläimiä pidettiin kokeen aikana yksilöhäkeissä (120 x 70 x 70 cm), jotka mahdollistivat sonnan ja virtsan kvantitatiivisen keräämisen. Koepaikkana oli MTT:n eläinravitsemuksen tutkimusalan broilerikasvattamo. Koeaika oli 1.11.-16.12.2004.

Koemallina oli 8x5 cyclic change-over. Ketut jaettiin kolmeen kahdeksan eläimen blokkiin. Kahdeksan koekäsittelyä vaihtui jokaisella jaksolla blokkien sisällä. Kokeessa oli viisi jaksoa. Jokaisen jakson pituus oli yhdeksän päivää. Jakso koostui kuuden päivän valmistuskaudesta ja kolmen päivän sonnan keruukaudesta. Sonta kerättiin kerran päivässä, punnittiin ja pakastettiin.

Kokeessa oli kolme tukittavaa tekijää, jotka oli järjestetty kahdeksaan koekäsittelyyn 2 x 2 x 2 faktoriaalisesti. Tutkittavat tekijät olivat: 1. viljatyypit: kuivattu tai murskesäilötty ohra; 2. kypsennys: raaka tai kypsennetty ohra; 3.entsyymilisa: ei entsyymikäsittelyä tai ohran amylaasi-ksylanaasi- $\beta$ -glukanaasientsyymikäsittely (Heptex LF, Danisco Animal Nutrition). Entsyymiseos sisälsi  $\beta$ -glukanaasia 375 U/g, xylanaasia 3000 U/g ja alfa-amylaasia 4000 U/g.

Kahdeksan koeryhmää olivat:

1. Kuivattu ohra
2. Kuivattu entsyymikäsitelty ohra
3. Puuroksi keitetty kuivattu ohra
4. Puuroksi keitetty entsyymikäsitelty kuivattu ohra
5. Murskesäilötty ohra
6. Murskesäilötty entsyymikäsitelty ohra
7. Puuroksi keitetty murskesäilötty ohra
8. Puuroksi keitetty entsyymikäsitelty murskesäilötty ohra

Ohra murskesäilöttiin elokuussa 2004 1500 kg:n lieriömäisiin koesiiloihin. Ohran jyvät litistettiin ennen säilöntää Murska 350S valssimyllyllä (Aimo Kortteen konepaja Oy, Ylivieska). Säilöntäaine, AIV 2+ (76% muurahaishappoa) (3 l/tn) laimennettiin vedellä (1:2) ja sekoitettiin ruiskupullolla murskatun ohran joukkoon siilon täytön aikana. Ennen täyttämistä siilot vuorattiin muovilla. Täytön jälkeen siilo peitettiin muovilla ja puukannella. Kansi painotettiin betonipalkeilla. Siilo avattiin lokakuun lopussa, kun koerhut valmistettiin. Kuiva ohra puitiin viikkoa myöhemmin viereiseltä lohkolta ja kuivattiin normaalisti lämminilmakuivurissa. Kuivattu ohra jauhettiin 3 mm seulalla, mutta murskesäilötty ohra sekoitettiin rehuun sellaisenaan.

Kypsytetty ohrapuuro valmistettiin öljyvaippakattilassa. Keittoaika oli 20 minuuttia. Kuiva ohran seossuhde on 30% ohraa ja 70% vettä. Murskeohrapuurossa seossuhde oli 50% vettä ja 50%

ohraa. Entsyymikäsittely tehtiin huoneen lämmössä keiton ja jauhamisen jälkeen ja se kesti 16 tuntia. Annostustaso oli 450 ml entsyymiä/tn ilmakeivää rehua. Entsyymiä laimennettiin vedellä tasaisen leviämisen varmistamiseksi.

Taulukko 1. Koerehujen raaka-aineet (%) ja rehujen analysoitu kemiallinen koostumus (g/kg ka).

Rehu	1	2	3	4	5	6	7	8
Raaka-aineet, %								
Sikateurassivutuote	47,72	47,72	31,21	31,52	44,30	44,30	34,92	34,39
Ohra <sup>1</sup>	32,33	35,57	65,24	64,90	39,79	41,78	61,11	61,70
Kalajauho	1,54	1,54	1,01	1,02	1,43	1,43	1,13	1,11
STKL-vitamiini	0,04	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
Turkishivenseos	0,62	0,62	0,40	0,41	0,57	0,57	0,45	0,45
Rypsiöljy	3,08	3,08	2,01	2,04	2,86	2,86	2,25	2,22
Metioniini	0,15	0,15	0,10	0,10	0,14	0,14	0,11	0,11
Vesi	14,51	11,28	0,00	0,00	10,88	8,89	0,00	0,00
Koostumus								
Kuiva-aine, g/kg	468,1	465,1	300,8	302,3	429,0	427,5	340,6	329,0
Raakavalkuainen	213,4	213,3	213,8	217,6	224,7	236,5	221,5	232,3
Tärkkelys	374,6	370,3	356,9	352,6	378,1	319,5	368,1	358,2
β-glukaanit								
Kokonais	16,2	10,9	15,7	13,6	18,4	13,8	18,3	14,9
Liukoiset	7,0	9,5	4,3	12,9	5,3	8,4	3,9	12,9
Liukenemattomat	9,1	1,4	11,4	0,8	13,2	5,4	14,4	2,0

1. rehu 1: kuiva ohra; rehu 2: kuiva ja entsyymikäsittelty ohra; rehu 3: kuiva ja keitetty ohra; 4: Kuiva, keitetty ja entsyymikäsittelty ohra; rehu 5: murskesäilötty ohra; rehu 6: murskesäilötty ja entsyymikäsittelty ohra; rehu 7: murskesäilötty ja keitetty ohra; rehu 8: murskesäilötty, keitetty ja entsyymikäsittelty ohra.

Koerहत sisälsivät tutkittavaa ohraa, hapotettua sikateurassivutuotetta, kalajauhoa, kasviöljyä, vettä sekä vitamiini- ja hivenaineseoksia (taulukko 1). Rehut pyrittiin suunnittelemaan siten, että ohran osuus kuiva-aineesta oli kaikissa koerehuissa sama. Kaikki rehut valmistettiin ennen kokeen alkua ja pakastetaan ryhmäkohtaisiin päiväannoksiin. Eläimet ruokittiin kerran päivässä ja ne saivat rehua 700-1100 g/pv. Rehuannos vaihteli rehun analysoidun kuiva-ainepitoisuuden mukaan. Eläimet punnittiin kokeen alussa ja sekä jokaisen keruukauden alussa ja lopussa.

Kokeen tulokset analysoitiin SAS-ohjelmiston GLM-ohjelmalla (SAS 1990). Tilastollisessa mallissa oli mukana blokin (b), ketun (k), jakson (j) ja rehun (r) vaikutukset. Tilastollinen malli oli:

$$y = \mu + b + (k)b + j + r + n*r + \epsilon.$$

Ohrakäsittelyiden vaikutukset analysoitiin ortogonaalisilla kontrasteilla: C1: säilönnän vaikutus (kuivattu ohra vs murskesäilötty ohra); C2: Kypsennyksen vaikutus (raaka ohra vs. keitetty ohra); C3: ohran entsyymikäsittely vaikutus (ei entsyymiä vs. entsyymi Heptex LF); C4: säilönnän ja kypsennyksen yhdysvaikutus (C1\*C2); C5: säilönnän ja entsyymikäsittelyn yhdysvaikutus (C1\*C3); C5: kypsennyksen ja entsyymikäsittelyn yhdysvaikutus (C2\*C3).

### Tulokset ja tulosten tarkastelu

Murskesäilötyn ohran valmistus ja säilöntä onnistuivat hyvin (taulukko 2). Kaikki ohraerät sisälsivät β-glukaaneeja lähes yhtä paljon. Entsyymikäsittely ei alentanut β-glukaanien kokonaismäärää, mutta se muutti selvästi liukenemattomia β-glukaaneeja liukoiseen muotoon. Murskeohra sisälsi enemmän liukenemattomia ja vähemmän liukoisia β-glukaaneeja kuin kuiva ohra. Aikaisemmissa murskesäilöntäkokeissa β-glukaanien kokonaismäärä on selvästi vähentynyt säilönnän aikana, koska kosteat ja happamat olosuhteet sekä ohran luontaiset β-glukanaasientsyymit edistävät β-glukaanien pilkkoutumista (Valaja ym. 1999, Perttilä ym. 2001). Ilmeisesti tässä kokeessa ohran kuiva-ainepitoisuus säilöntäaikana oli liian korkea ja mikrobifermentaatio jäi vähäiseksi. Murskesäilötyn ohran pH oli korkeampi ja haihtuvien rasvahappojen sekä maitohapon määrä oli pienempi kuin aikaisemmissa tutkimuksissa (Valaja ym. 1999).

Ohraerien tärkkelyspitoisuus määritettiin kahdella hiukan erilaisella menetelmällä, koska haluttiin selvittää prosessoinnin vaikutuksia tärkkelykseen (taulukko 2). Virallisessa menetelmässä vapaat sokerit uutettiin pois ennen tärkkelyksen pilkkomista sokereiksi ja määrittystä. Vaihtoehtoisessa

menetelmässä tärkkelys määritettiin suoraan ilman vapaiden sokereiden uuttoa. Sokeriuutolla virallisella menetelmällä määritetty tärkkelyspitoisuus oli alhaisin keitetyissä ja entsyymikäsitellyissä ohrissa. Ilman sokeriuuttoa määritetty tärkkelyspitoisuus oli kaikissa ohrissa lähes sama. Ilmeisesti entsyymikäsitely ja keitto pilkkoiivat tärkkelystä turkiseläimillä paremmin sulaviksi sokereiksi. Eniten tärkkelys pilkkoutui, kun keiton jälkeen tehtiin entsyymikäsitely. Ilmeisesti keitto rikkoi tärkkelysjyväsia ja entsyymi pääsi paremmin vaikuttamaan tärkkelyspartikkeleihin.

Koerehujen kemiallinen analyysi osoitti, että entsyymi pilkkoi  $\beta$ -glukaaneja rehun sekoittamisen jälkeen säilytyksen aikana (taulukko 1). Erityisesti entsyymikäsitely vähensi  $\beta$ -glukaanien kokonaismäärää sekä muutti liukenemattomia  $\beta$ -glukaaneja liukoisiksi.

Ketut söivät rehunsa halukkaasti, vaikka murskesäilöttyä ohraa ei erikseen jauhettukaan. Kettujen saama päivittäinen rehumäärä vaihteli 708 grammasta 1095 grammaan, koska kuiva-aineen saanti pyrittiin pitämään samana. Päivittäinen kuiva-aineen syönti olikin kaikissa ryhmissä 330-340 grammaa.

Tärkkelyksen sulavuudessa oli suuria eroja koerehujen välillä (taulukko 3). Käsittelemättömän murskesäilötyn ohran tärkkelyksen sulavuus oli alhaisin (36,1%). Entsyymikäsitely paransi murskesäilötyn ohran sulavuutta, vaikka sulavuus yhä oli alhainen (41,9%). Eniten murskesäilötyn ohran tärkkelyksen sulavuutta paransi keittokäsittely, jonka jälkeen sulavuus oli jo 72,6%. Sekä keiton että entsyymikäsitelyn yhdistämisen jälkeen murskesäilötyn ohran tärkkelyksen sulavuus oli korkein (82,7%). Myös keitetyn ja entsyymikäsitellyn tavallisen ohran tärkkelys sului erittäin hyvin (82,8%). Käsittelemättömän kuivan ohran tärkkelyksen sulavuus oli selvästi parempi kuin murskesäilötyn ohran ( $p < 0.001$ ). Kuitenkin sekä keitto että entsyymikäsitely paransivat eniten murskesäilötyn ohran tärkkelyksen sulavuutta. Keitto on parantanut selvästi ohran hiilihydraattien ja tärkkelyksen sulavuutta ketuilla myös aikaisemmissa tutkimuksissa (Kiiskinen ym. 1988, Valaja ym. 2004).  $\beta$ -glukanaasientsyymikäsitely ei kuitenkaan parantanut ohran tärkkelyksen sulavuutta siniketuilla, kun entsyymi lisättiin kylmään valmiiseen rehuun (Valaja ym. 2004). Tässä kokeessa käytetty entsyymi (amylaasi-ksylanaasi- $\beta$ -glukanaasi) sekä käsittelyn pituus (16 tuntia) poikkesivat aikaisemman kokeen järjestelyistä. Entsyymien vaikutus sulavuuteen oli positiivinen, koska lämpö sekä aika tehostavat entsyymien vaikutusta. Børsting ym. (1995) kokeessa  $\beta$ -glukanaasientsyymikäsitely paransi raa'an sekä keitetyn vehnäpohjaisen rehun sulavuutta minkeillä. Entsyymikäsitely on parantanut ohrapohjaisten rehujen sulavuutta myös koirilla (Twomey ym. 2003).

Murskesäilöttyä ohraa sisältävän rehun valkuaisen sulavuus oli yhtä hyvä kuin kuivattua ohraa sisältävän rehun. Sekä entsyymikäsitely että keitto paransivat hiukan raakavaluaisen sulavuutta ( $p < 0.001$ ). Kuivattua ohraa sisältävien rehujen raakasva sulavuus oli hiukan parempi kuin murskesäilöttyä ohraa sisältävien rehujen ( $p < 0.001$ ). Entsyymikäsitely paransi hiukan myös raakasvan sulavuutta, mutta keitolla ei ollut juurikaan vaikutuksia rasvan sulavuuteen. Käsitelyiden vaikutukset rasva ja valkuaisen sulavuuteen olivat kaiken kaikkiaan selvästi pienempiä kuin tärkkelyksen sulavuuteen.

Sulavuuskokeen tulosten perusteella lasketut koerehujen muuntokelpoisen energian (ME) arvot on esitetty taulukossa 3. Tulokseen vaikuttivat sekä koerehujen analysoitu koostumus että ravintoaineiden sulavuus. Huonoin ME-arvo oli raakaa murskesäilöttyä ohraa sisältävällä rehuseoksella (11,91 MJ/kg ka). Paras ME-arvo oli kypsää entsyymikäsiteltyä murskesäilöttyä ohraa sisältävällä rehuseoksella (15,90 MJ/kg ka). Erot näiden kahden raaka-ainekoostumukseltaan samanlaisen rehun energia-arvossa oli huimat 3,99 MJ/kg ka. Myös kypsän ja entsyymikäsitellyn kuivatun ohran energia-arvo oli hyvä (15,75 MJ/kg ka). Sekä keitto että entsyymikäsitely paransivat rehujen energia-arvoja. Kettujen päiväkasvuerot nousivat hyvin sulavuuden ja ME-arvojen eroja. Parhaiten kasvoivat ketut, jotka söivät kypsää ja entsyymikäsiteltyä murskesäilöttyä ohraa (60,9 g/pv). Myös kypsää ja entsyymikäsiteltyä tavallista ohraa syöneet ketut kasvoivat hyvin (50,0 g/pv). Käsittelemättömän kuivan ohran ja murskesäilötyn ohran välillä ei ollut eroja kettujen kasvussa. Kypsennys sekä sen jälkeinen viljan entsyymikäsitely paransivat erityisesti kettujen kasvua.

## Johtopäätökset

Raa'an murskesäilötyn ohran hiilihydraattien sulavuus oli heikko, mutta jatkokäsittelyt, keitto ja entsyymikäsitely paransivat selvästi murskesäilötyn ohran hiilihydraattien sulavuutta. Käsitelyiden jälkeen murskesäilötyn ohran hiilihydraattien sulavuus oli jopa hiukan parempi kuin keitetyn ja entsyymikäsitellyn tavallisen ohran. Keitto paransi hiilihydraattien sulavuutta enemmän kuin

entsyymikäsitteily, mutta käsitteilyiden yhteisvaikutus oli tehokkain. Myös keitettyä ja entsyymikäsitteilyä murskesäilöttyä ja tavallista ohraa syöneiden kettujen kasvu oli nopeinta. Kokeen tulokset osoittavat, että murskesäilötyn ohran käyttöä voidaan vakavasti harkita myös kasvavien sinikettujen ruokinnassa.

### Kirjallisuus

**Børsting, C.F., Bach Knudsen, K.E., Steinfeld, S., Mejbom, H. & Eggum, B.O.** 1995. The nutritive value of decorticated mill fractions of wheat. 3. Digestibility experiments with boiled and enzyme treated fractions fed to mink. *Anim. Feed Sci. Technol.* 53: 317-336.

**Kiiskinen, T., Mäkelä, J. & Rouvinen, K.** 1988. Eri viljalajien sulavuus minkillä ja siniketulla. Maatalouden tutkimuskeskus Tiedote 5/88, Jokioinen 1988 ISSN 0359-7652 23 s.

**Perttilä, S., Valaja, J., Partanen, K., Jalava, T., Kiiskinen, T. & Palander, S.** 2001. Effects of preservation method and B-glucanase supplementation on ileal amino acid digestibility and feeding value of barley for poultry. *Br. Poultry Sci.* 42: 218-229.

**SAS** 1990. SAS/STAT® User's guide, Version 6, Fourth Edition, Volumes 1-2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 1686 p.

**Twomey, L.N., Pluske, J.R., Rowe, J.B., Choct, M., Brown, W., Mc Connell, M.F. & Pethick, D.W.** 2003. The effects of increasing levels of soluble non-starch polysaccharides and inclusion of feed enzymes in dog diets on faecal quality and digestibility. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 108: 71-82.

**Valaja, J., Jaakkola, S., Siljander-Rasi, H., Perttilä, S., Joki-Tokola, E., Huhtanen, P. & Tenhunen, J.** 1999. Murskesäilötyn viljan käsittelyteknologia. Loppuraportti 9.12.1999.

**Valaja, J., Pölönen, I., Valkonen, E. & Jalava, T.** 2004. Effect of lactic acid bacteria and  $\beta$ -glucanase treatments on the nutritive value of barley for growing pigs. *Scientifur* 28: 116-119.

**Venäläinen, E., Valaja, J., Valkonen, E. & Jalava, T.** 2006. Murskesäilötty ohra sopii broilereiden rehuun. Maataloustieteen päivät 2006.

Taulukko 2. Eri tavoin käsitteilyjen ohrien kemiallinen koostumus (g/kg ka).

Ohra	Kuiva	Kuiva+ ents. käsittely	Kuiva+ keitto	Kuiva+ keitto+ ents. käsittely	Murskes.	Murskes. +ents. käsittely	Murskes.+ keitto	Murskes.+ keitto+ ents. käsittely
Kuiva-aine, g/kg	862,6	790,1	279,2	295,5	657,4	638,3	345,8	338,2
Raakavalkuainen	111,4	110,9	112,7	112,4	132,6	135,8	133,3	130,4
Raakarasva	25,7	28,3	28,5	28,7	28,1	27,6	29,5	28,4
Raakahiihihydraatit	835,7	834,6	832,7	832,8	811,5	808,0	809,3	812,8
Tärkkelys <sup>1</sup>	620,0	610,8	617,1	589,8	603,6	605,8	593,7	598,1
Tärkkelys <sup>2</sup>	600,7	556,7	560,8	369,4	560,1	513,6	621,6	456,9
NDF-kuitu	242,8	236	246,3	212,3	218,7	218,9	217,1	220,7
ADF-kuitu	69,2	71,3	70,8	70,8	65,6	64,3	68,7	75,7
$\beta$ -glukaanit								
Kokonais	30,47	30,55	30,16	29,57	29,46	30,77	29,62	29,82
Liukoiset	21,09	28,43	16,35	28,34	9,58	22,67	12,57	25,78
Liukenemattomat	9,37	2,13	13,82	1,23	19,89	8,1	17,04	4,04
pH					6,63	5,38	5,37	5,39
Muurahaishappo					3,30	3,41	4,05	4,08
Etikkahappo					1,43	0,13	1,45	1,77
Voihappo					0,05	0,05	0,06	0,35
Maitohappo					0,11	0,36	0	0,50
Veden sidontakyky, g/g ka	1,996	1,699	4,155	2,513	2,324	2,065	4,643	2,576
Aminohapot								
Lysiini	4,05		4,37		4,32		4,23	
Metioniini	1,9		1,87		2,15		2,13	
Kystiini	2,45		2,43		2,76		2,71	
Treoniini	3,72		3,6		4,1		3,93	

1. Tärkkelysmääritys ilman sokeriuttoa.

2. Tärkkelysmääritys sokeriutolla.

Taulukko 5. Murskesäilönnän, kypsytyksen ja entsyymikäsitteilyn vaikutus ohrapohjaisen rehun sulavuuteen siniketuilla (LS-keskiarvot).

Ryhmä	1	2	3	4	5	6	7	8	SEM	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Vilja	K	K	K	K	M	M	M	M							
Kypsennys	-	-	+	+	-	-	+	+							
Entsyymi	-	+	-	+	-	+	-	+							
Sulavuus, %															
Kuiva-aine	54,7	56,5	66,0	69,9	49,3	55,7	63,5	69,3	0,49	***	***	***	*	***	ns
Orgaaninen aine	56,1	57,5	67,8	71,9	50,3	57,1	65,6	71,6	0,50	***	***	***	*	***	ns
Tuhka	27,2	38,9	35,4	34,5	32,8	30,9	23,6	25,0	0,96	***	***	**	***	***	**
Raakavalkuainen	69,4	71,0	69,5	73,0	66,9	70,0	70,8	74,2	0,59	ns	***	***	***	ns	ns
Raakarasva	91,2	91,7	89,8	91,2	89,2	91,0	89,2	91,4	0,20	***	*	***	***	***	*
Raakahiilihydr.	38,8	41,5	60,2	65,3	31,6	38,9	55,7	63,7	0,75	***	***	***	o	***	ns
NDF-kuitu	17,6	17,1	22,6	18,2	24,4	19,4	11,6	6,6	1,30	***	***	***	***	ns	ns
Tärkkelys	48,4	47,9	75,9	82,8	36,1	41,9	72,6	82,7	0,90	***	***	***	***	***	***
ME, MJ/kg ka	13,44	13,33	14,95	15,75	11,91	13,55	14,76	15,90							
Päiväkasvu, g/pv	23,8	14,4	29,8	50,0	10,5	17,0	39,9	60,9	4,15	ns	***	**	**	ns	***

Vilja: K=kuivattu ohra. M=murskesäilötty ohra; Kypsennys: - = raaka. + = keitto; Entsyymi: - = ei entsyymikäsitteilyä. + = ohran entsyymikäsitteily.

C1=kuivattu vs murskesäilötty ohra; C2=raaka ohra vs keitetty ohra; C3= ohran entsyymikäsitteily; C4=yhdysvaikutus C1\*C2; C5= yhdysvaikutus C1\*C3; C6=yhdysvaikutus C2\*C3.