

*Maatalouden  
tutkimuskeskuksen  
julkaisuja*

S A R J A A

25

*Timo Alaviuhkola,  
Jorma Karhunen,  
Pasi Laurinen ja  
Hilkka Siljander-Rasi*

**Valssimyllyjen  
soveltuvuus  
sikojen rehuseosten  
viljan jauhatukseen**

*Timo Alaviuhkola, Jorma Karhunen, Pasi Laurinen  
ja Hilkea Siljander-Rasi*

*Maatalouden tutkimuskeskus, sikatalouden tutkimusasema,  
05840 Hyvinkää, puh. (019) 433 290, 433 197*

---

---

# **Valssimyllyjen soveltuvuus sikojen rehuseosten viljan jauhatukseen**

**Suitability of roller mills for grinding  
pig fodder mixtures**

---

**Maatalouden tutkimuskeskus**

ISBN 951-729-495-6

ISSN 1238-9935

*Copyright*

Maatalouden tutkimuskeskus (MTT) 1997

*Julkaisija*

Maatalouden tutkimuskeskus (MTT), 31600 Jokioinen

*Jakelu ja myynti*

MTT, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen

Puh. (03) 41 881, telekopio (03) 418 8339

*Painatus*

Vammalan Kirjapaino Oy, 1997

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.

Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Alaviuhkola, T.<sup>1)</sup>, Karhunen, J.<sup>2)</sup>, Laurinen, P.<sup>3)</sup> & Siljander-Rasi, H.<sup>1)</sup> 1997. Valssimyllyjen soveltuvuus sikojen rehuseosten viljan jauhatukseen. (Abstract: Suitability of roller mills for grinding pig fodder mixtures.). Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A 25. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, 1997. 33 s. + 2 liitettä.

<sup>1)</sup>Maatalouden tutkimuskeskus, sikatalouden tutkimusasema, Tervamäentie 179, 05840 Hyvinkää

<sup>2)</sup>Maatalouden tutkimuskeskus, Maatalousteknologian tutkimuslaitos, Vakolantie 55, 03400 Vihti

<sup>3)</sup>Helsingin yliopisto, kotieläintieteiden laitos, PL 28, 00014 Helsingin yliopisto

# Tiivistelmä

*Avainsanat: valssimylly, hienousaste, sika, sulavuus*

Kolmella toimintatavaltaan erilaisella valssimyllyllä jauhettiin ohraa ja vehnää sikojen sulavuus- ja kasvatuskokeita varten. Myllyiksi valittiin amerikkalainen hierremylly (Automatic), kotimainen Nipere Oy:n valmistama tavallinen murskemylly sekä ns. kolmivalssimylly, jossa oli kaksi hiertävää valssia ja niiden lisäksi yksi litistävä valssi. Kaikki myllyt olivat maatilakokoa. Kullakin myllyllä jauhettiin viljaa kahteen karkeusasteeseen, valmistajien sioille suosittelemaan hienouteen ja siitä jonkin verran karkeampaan. Vasaramyllyssä käytettiin 3 mm:n ja 5 mm:n seulakokoja.

Jauhatuksen yhteydessä tehtiin erilaisia teknisiä mittauksia sekä myöhemmin jauhon hienousastemäärityksiä (MTT, Vakola). Sulavuuskokeet tehtiin Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksella ja sikojen kasvatuskokeet 320 lihasialla MTT:n sikatalouden tutkimusasemalla.

Jauhojen hienousasteen määritysmenetelmistä vedensidontakyky ja tilavuuspainon pienenemisen määritys osoittautuivat sopivimmiksi. Jälkimmäinen sopii erityisesti tilaolosuhteisiin. Seulonta ei antanut luotettavaa kuvaa jauhon hienoudesta valssimyllyillä.

Ruokinta- ja sulavuuskokeiden mukaan vain hierremyllyllä jauhettu karkeampi ohra oli selvästi liian karkeaa. Se ei vastannut myöskään jauhojen normaalihienouden vaatimusta: vedensidontaluku vähintään 1,04 ja tilavuuspainon pieneneminen vähintään 30 %.

Ruokintakokeissa eri myllyillä jauhettu vilja antoi suunnilleen samat tulokset sikojen kasvussa ja rehun käytössä. Ohrakokeessa hierremylly tuotti muita huonomman tuloksen luultavasti siksi, että käytetty valssien välys oli muita suurempi. Karkea jauhatus valssimyllyillä heikensi rehun maittavuutta ja syöntiä, mistä syystä kasvu luonnollisestikin hidastui.

Ohrakokeessa hieno jauhatus antoi karkeaa jauhatusta paremmat tulokset lihasiolla, vehnäkokeessa eroa ei ollut.

Valssimyllyissä tulisi valssien välyksen olla enintään 0,35 mm ohraa jauhettaessa. Vehnällä välys voi olla 0,5–0,6 mm. Silti rehun maittavuus ja tuotantovaikutus pysyvät hyvinä. Vehnä voidaan vasaramyllyllä jauhaa 5 mm:n seulaa käyttäen.

Tuotantokokeessa murskemyllyllä jauhetuilla jauhoilla ruokitut siat menestyivät yhtä hyvin kuin hierremyllyllä jauhetuilla jauhoilla ruokitut. Kolmannesta valssista ei ollut sanottavaa lisätua kaksivalssisiin verrattuna.

Sulavuuskokeen tulokset olivat samansuuntaiset kasvatuskokeen tulosten kanssa. Sekä vasara- että valssimyllyillä voidaan jauhaa sikojen vilja, mutta valssatun ohran maittavuus voi olla huono. Hierre- ja murskemyllyllä jauhettun ohran sulavuus oli yhtä hyvä kuin vasaramyllyllä jauhettun ohran. Kasvatuskokeen tuloksista poiketen kolmivalssimyllyllä jauhettun ohran sulavuus oli hieman muita huonompi, mikä johtui pääasiassa myllyn läpi ko-

konaisina menneistä jyvistä. Käytetyillä jauhatuskarkeuksilla vain hierremyllyllä karkeaksi jauhettaessa sulavuus jäi heikoksi. Syynä tähän oli se, että hierremyllyssä käytettiin muita valssimyllyjä suurempia välyksiä. Vehnäkokeessa rehuseosten kuiva-aineen ja energian sulavuus oli lähes sama kaikilla käytetyillä myllytyypeillä

ja jauhatuskarkeuksilla. Vehnällä maittavuusongelmia ei havaittu. Jauhojen raakaproteiinin sulavuus valssimyllyllä jauhettaessa oli keskimäärin huonompi kuin vasaramyllyllä jauhettaessa. Sulavuuseroista huolimatta siat käyttivät kasvuunsa yhtä suuren osan rehuseoksen raakaproteiinista kaikilla jauhatustavoilla.

## Abstract

---

*Key words: roller mill, fineness, pig, digestibility*

---

Barley and wheat were ground with three different types of roller mill and a hammer mill for digestibility and production experiments on growing-finishing pigs. The first mill was an American roller mill (Automatic) with two rifled rollers revolving at different rates. The other two mills were manufactured by Nipere Co, Finland. The grinding principle was the same as in the American mill, but one of the mills was equipped with a third roller revolving at the same rate as the second roller. The third roller mill was a conventional one, equipped with two rollers revolving at the same speed. Coarse and fine grinding was accomplished by regulating the distance between the rollers. The hammer milling served as a control.

The energy consumption of the mills and the fineness of the flour were measured by the Institute of Agricultural Engineering. The total tract digestibility of the nutrients was determined by the Institute of Animal Science of the University of Helsinki. A total of 320 growing-finishing pigs were used in a production experiment conducted at the Swine Research Station, Hyvinkää.

Measurements of water binding capacity and the reduction in the volume weight seemed to be the best methods to determine the fineness grade of the rolled flour. The latter is the most practicable method under farm conditions. Sifting was not a useful method. According to the digestibility and growth

results, the barley ground with the Automatic roller mill was too coarse, indicating that the water binding capacity value should be at least 1.04 and the reduction in the volume weight at least 30%.

The effects of different grinding methods on daily gain and the feed:gain ratio of pigs were small. Use of a third roller in the mill did not seem to improve the results. Fine grinding of barley with roller mills resulted in better pig performance than did coarse grinding. No such difference was found in the wheat experiment. The coarse roller-milled barley was unpalatable, most likely due to the too coarse grinding and the dry feeding system used. The results indicate that the distance between rollers should not exceed 0.35 mm when barley is ground and 0.5–0.6 mm when wheat is ground.

The results obtained in the digestibility and production experiments were consistent with each other. The total tract digestibilities of nutrients in roller-milled and hammer-milled barley were similar. In contrast to the results of the growth experiment, the digestibility of barley ground with the three-roller mill was poorer than with the other mills, possibly because a greater proportion of whole kernels passed through the mill. Coarse grinding reduced the digestibility of barley only when the Automatic roller-mill which had a larger roller gap than the other mills, was used.

The total tract digestibilities of dry matter and energy in wheat were similar with all grinding methods and degrees of fineness, and no palatability problems occurred. The digestibility of crude protein was lower in roller-milled than hammer-milled wheat. The utilization of crude

protein was, however, similar in all grinding methods.

Barley and wheat can therefore be milled with both hammer and roller mills for pigs. Coarse roller-milling may, however, lower the palatability of barley.

## Alkusanat

Sioille syötettävä vilja on aina jauhettava. Jauhaminen parantaa ravintoaineiden sulavuutta sekä viljan maittavuutta. Ryhmäruokinta, ja usein myös rajoitettu rehun annostelu johtavat kilpailuun rehusta. Näin rehun pureskeluun ei ole riittävästi aikaa.

Aiemmin vilja jauhettiin kivimyllyllä. Jauhatusulos oli aivan kelvollinen ja energian kulutus kohtuullinen. Mylly vaati kuitenkin jatkuvaa valvontaa. Kivet kuluivat epätasaisesti ja niitä oli aika ajoin kunnostettava.

Vasaramylly korvasi kivimyllyn 1960-luvun lopulta alkaen. Vasaramyllyssä suurella nopeudella pyörivät vasarat iskivät jyvän kiinteää seulaa vasten. Jauhon hienoutta säädettiin seulan reikäkokoa muuttamalla.

Valssimyllykään ei ole uusi keksintö. Siinä jyvä murskautuu kahden vastakkaiseen suuntaan pyörivän valssin välissä. Tässä selvityksessä tällaisesta myllystä käytetään nimitystä murskemylly.

Valssimyllyjen uusi tuleminen alkoi kun keksittiin ns. hierremylly. Siinä uritetut tai rihlatut valssit pyörivät vastakkain eri nopeudella.

Hierremylly on hyvin suosittu Tanskassa, sillä se jättää vehnäjauhon rakenteeltaan karkeaksi ravintoaineiden sulavuuden pysyessä hyvänä. Erityisesti vehnä on vaikeaa jauhaa vasaramyllyllä riittävän karkeaksi. Rihlavalssimyllyt ovat tulleet Suomeenkin. EU:n säädökset eivät tosin vielä ole vaikuttaneet vehnän tuloon sikojen seoksiin odotetulla tavalla, joten tilanne meillä on erilainen kuin Tanskassa.

Myllyä valittaessa jauhatusulos on ratkaisevan tärkeä. Myllyllä tulee voida tuottaa jauhoa, jota siat mielellään syövät, ja jonka ravintoaineet sulavat hyvin. Jauhatuskustannusten tulee pysyä kohtuullisina. Yleensä huomioidaan jauhon holvaantumisongelma, mutta lisäksi tulee selvittää, miten sikalan ruokintalaitte ja lannanpoistolaitteet toimivat uudella jauhoilla käytettäessä. Seuraavassa verrataan muutamia valssimyllyjä vasaramyllyyn.

Valssijauhauksen edut:

- pieni energiankulutus
- jauhon hyvä, mahahaavaisuutta vähentävä vaikutus
- alentunut holvaantumisriski siiloissa ja automaattisissa ruokintalaitteissa
- vähemmän pölyä
- soveltuu kostean viljan jauhamiseen

Valssijauhauksen haitat:

- korkea hankintahinta
- ei imu-puhalluslaitteita
- hukkakauran itävyys säilyy
- säädöt usein hankalia (poikkeuksiakin on)
- ehjäksi jäävät kuoret huonontavat maittavuutta, liemiruokintalaitteen ja putkilannanpoistolaitteen toimintaa
- valssien rikkoontumisvaara

Eri ominaisuuksien painoarvo riippuu tilan olosuhteista.

Suomessa on myynnissä monen eri valmistajan myllyjä. Siankasvattajia varten haluttiin tutkia mitä eroja on vasaramyllyllä jauhetun ja valssimyllyllä jauhetun jauhun tuotantovai-  
kutuksissa, ja mihin erot perustuvat. Perustettiin jauhatus-, sulavuus- ja kasvatuskokeet sioilla. Valssimyllyistä haluttiin edelleen selvittää hierremyllyn ja tavallisen, litistävän myllyn erot sekä kolmannen valssin mahdollisesti tuomat edut. Kustakin valssimyllytyypistä valittiin umpimähkään yksi markkinoilla oleva edustaja. On selvää, että eri valmistajien hierremyllyjenkin välillä voi olla eroja. Valssien pintakäsittelyssä voi olla eroja. Valssien ohi voi päästä enemmän tai vähemmän jyviä jne. Puutteista huolimatta toivomme selvityksen auttavan myllyä hankkivaa tuottajaa.

Raportissa julkaistaan kolme erillistä selvitystä:

- I *Karhunen, J.* Rehuviljan jauhatus: Jauhohen hienouden määrittäminen ja jauhatusenergia.
- II *Alaviuhkola, T. & Siljander-Rasi, H.* Ohran ja vehnän jauhatustavan vaikutus liha-

sikojen kasvuun, rehunkulutukseen ja teuraslaatuun

### III *Laurinen, P.* Jauhatustavan vaikutus ohran ja vehnän sulavuuteen sioilla.

Valssimyllyselvitys toteutettiin kolmen tutkimusyksikön yhteistyönä. MTT:n Maatalousteknologian tutkimuslaitoksella selvitettiin myllyjen tekniikkaa sekä jauhatustulosta. MTT:n Sikatalouden tutkimusasemalla tehtiin sikojen kasvatuskokeet ja Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksella sulavuus- ja viipymäaikakokeet.

Tutkimusta varten hankittiin tekniikaltaan erilaisia myllyjä. Kaikkia maassa myytäviä valssimyllyjä ei testattu. Valitut myllyt saatiin lainaksi koejauhatusten ajaksi valmistajalta tai maahantuojalta. Kiitämme avusta Maitti Oy:tä ja Nipere Oy:tä. Myllyn hankintapäätös perustuu jauhatustuloksen lisäksi myllyn käyttöominaisuuksien ja kestävyuden arviointiin. Myllyjen kestopestä ei tässä yhteydessä voitu toteuttaa.

Huhtikuussa 1997

*Tekijät*

# Sisällys

Tiivistelmä .....	3
Abstract .....	4
Alkusanat .....	5

## I Rehuviljan jauhatus: Jauhojen hienouden määrittäminen ja jauhatusenergia

*Jorma Karhunen*

1.1 Johdanto .....	9
1.1.1 Jauhojen hienous .....	9
1.1.2 Energian kulutus .....	10
1.2 Aineisto ja menetelmät .....	12
1.3 Tulokset .....	12
1.4 Tulosten tarkastelu .....	12
1.4.1 Jauhaminen .....	12
1.4.2 Jauhojen hienous .....	13
1.4.3 Energian kulutus .....	15
1.5 Johtopäätökset .....	15
1.5.1 Jauhojen hienouden arvostelu, ohra .....	15
1.5.2 Jauhojen hienouden arvostelu, vehnä .....	17
1.5.3 Jauhatuskustannukset .....	17
Kirjallisuus .....	17
Liitteet	

## II Ohran ja vehnän jauhatustavan vaikutus lihasikojen kasvuun, rehunkulutukseen ja teuraslaatuun

*Alaviuhkola, T. & Siljander-Rasi, H.*

2.1 Johdanto .....	19
2.2 Aineisto ja menetelmät .....	19
2.2.1 Koerehujen valmistus .....	19
2.2.2 Seokset .....	20
2.2.3 Koe-eläimet ja ruokinta .....	20
2.3 Tulokset .....	21
2.3.1 Ohrakoe .....	21
2.3.2 Vehnäkoe .....	21
2.4 Johtopäätökset .....	24
Kirjallisuus .....	24



### III Jauhatustavan vaikutus ohran ja vehnän sulavuuteen sioilla.

*Laurinen, P.*

3.1 Johdanto .....	25
3.2 Aineisto ja menetelmät .....	25
3.2.1 Koepaikka ja eläimet .....	25
3.2.2 Rehut ja ruokinta .....	25
3.2.3 Näytteiden ja tulosten käsittely .....	26
3.3. Tulokset ja niiden tarkastelu .....	26
3.3.1 Ravintoaineiden sulavuus .....	26
3.3.2 Raakaproteiinin sulavuus ja hyväksikäyttö .....	29
3.4 Sulavuus- ja tyypitasekokeen johtopäätökset .....	32
Kirjallisuus .....	32

# Rehuviljan jauhatus: Jauhojen hienouden määrittäminen ja jauhatusenergia

Jorma Karhunen

*Maatalousteknologian tutkimuslaitos, Vakolantie 55, 03400 Vihti*

## 1.1 Johdanto

### 1.1.1 Jauhojen hienous

Suomessa myydyistä myllyistä oli 80-luvun puoliväliin asti noin 80 % vasaramyllyjä. Kivimyllyjen myynti loppui 70-luvun puolivälissä, jolloin markkinoille tulivat sileillä valsseilla varustetut valssimyllyt ja uritetuilla valsseilla varustetut murskemyllyt. Viimeksi markkinoille on tullut hierremyllyjä, joissa valssit pyörivät eri nopeudella. Valssimyllyt valtasivat viime vuonna vasaramyllyjen osuuden myynnistä. Murskattu vilja on Hiukkalle- tai ryynimäistä, ja sen hienoutta ei perinteisellä seulontamenetelmällä kyetä määrittämään tarkasti. Sen vuoksi on tullut tarve kehittää jauhon hienouden määrittämenetelmä, joka olisi yksinkertainen ja sovellettavissa maatilakäyttöön.

Kivi- ja vasaramyllyillä jauhetun jauhon hienoutta on arvosteltu muun muassa seuraavasti:

- Myllyn seulan mukaan. Vasaramyllyyn pannaan valmistajan suosituksen tai oman kokemuksen perusteella valittu seula. Esimerkiksi sioille syötettävät jauhot saatetaan jauhaa 3 mm:n seulalla ja lehmillä syötettävät jauhot 6 mm:n seulalla.
- Seulontatuloksen mukaan. Lasketaan, montako prosenttia jauhoista menee jonkin seulan läpi. Tanskassa ja Ruotsissa standardihienous on saavutettu, kun jauhosta 50 % menee 1 mm:n pyöreäreikäisestä seulasta läpi (Statens

Redskabsprøver 1972, Statens Maskinprovningar 1981). Saksassa 1 mm:n seulan läpi menneen osuuden mukaan jauho on arvosteltu seuraavasti: 90,2 % = hieno, 72,6 % = keskikarkea, 53,1 = karkea (Hoppenbrock et al. 1996).

- Hienouskertoimen perusteella. Hienouskerroin lasketaan eri seuloille jääneiden jauhojen painosta  $(7W_1 + 6W_2 + 5W_3 + 4W_4 + 3W_5 + 2W_6 + W_7)/100$  (A.S.A.E. Recommendation 1956). Eri tutkimuslaitoksissa on käytössä hyvin erimittaisia seulasarjoja, joten seulontatuloksista ei useinkaan voida laskea hienouskerrointa (Taulukko 1.1).

Litistetyin tai murskatun viljan hienoudelle on käytetty esimerkiksi seuraavia mittoja:

- Silmämääräinen arvio. Jauhoa pidetään yleensä riittävän hienona, jos siinä ei ole kokonaisia jyviä.
- Absorptioluku. Jauhon imemän vesimäärän suhde jauhon kuiva-ainemäärään. Lukua vastaava jauhojen sulavuus mitattiin syöttämällä sioille ohraa, jonka vesipitoisuus oli 28 % (K'nig & Bernhard 1967). VAKOLAn aikaisempien kokeitten mukaan vilja tulee liian karkeaksi, eli siinä alkaa esiintyä kokonaisia jyviä absorptioluvun alittaessa 1,1.
- Tilavuuspainon pienentyminen.  $100 \times (\text{Jyvien tilavuuspaino} - \text{murskeen tilavuuspaino}) / (\text{Jyvien tilavuuspaino})$ , %. Tanskassa normaalihienuutena pidettiin eräissä kokeissa 30 %:a. (Statens Redskabsprøver 1972).
- Raskaiden osasten määrä. Kokonaisten ja puolikkaiden jyvien sekä kuutiomaisten jy-

**Taulukko 1.1.** Eri tutkimuslaitoksissa käytössä olleita seulasarjoja.

	Seulan reikien läpimitta, mm						
	USA UK ASAE	Suomi VAKOLA		Ruotsi	Saksa		ITML
		Vanha	Uusi	Maskin- provnig	DLG	Weihen- stephan	
W <sub>1</sub>	9,5	-	-	-	-	6,3	
W <sub>2</sub>	4,75	-	4,0	-	-	3,15	-
W <sub>3</sub>	2,38	2,18	2,0	2,8	-	2	-
	-	1,49	-	1,4	1,5	-	1,6
W <sub>4</sub>	1,19	1,0	1,0	1,0	-	1	1
W <sub>5</sub>	0,59	0,4	0,5	0,5	-	-	0,5
W <sub>6</sub>	0,30	0,27	0,25	-	0,33	-	-
W <sub>7</sub>	0,15	-	0,125	-	-	-	-
W <sub>8</sub>	<0,15	-	0,0625	-	-	-	-
			pohja	-	-	-	-

vänosien prosenttinen osuus murskatusta viljasta. Jauhottu ensin 6,3; 3,15; 2 ja 1 mm:n rei'illä varustetuilla seuloilla. Sen jälkeen raskaat osat eroteltiin ilmalajittelijalla, jonka ilman tilavuusvirta oli 25 m<sup>3</sup>/h. Raskaitten osasten määrä vaihteli eri myllyillä 0...10 %. (Pirkelmann & Wagner 1984)

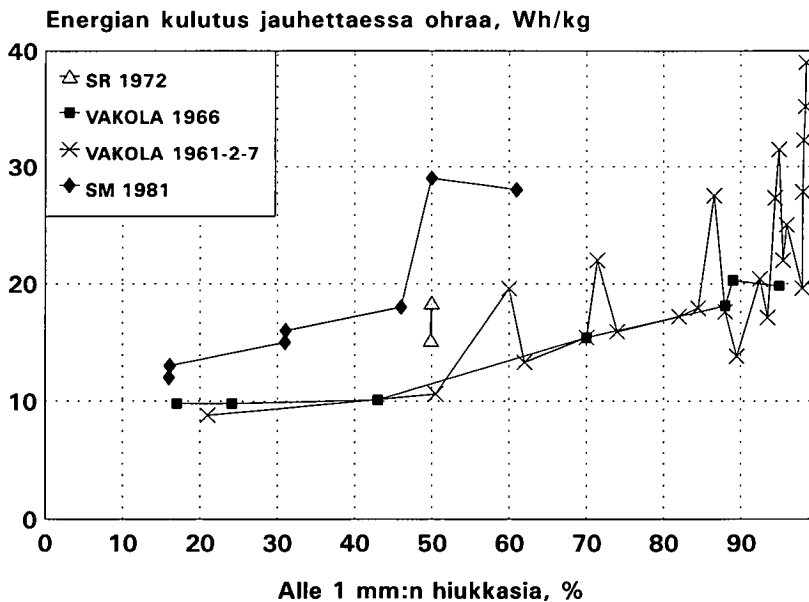
- Moniarvio. Litistetyn jyvän keskimääräinen pakkaus, tilavuuspaino ja sellaisen jauhon %-osuus, joka ei läpäise 4 mm:n seula. Myllyt säädettiin niin, että litistetyn viljan jyvän pakkaus oli 1,0 mm ja litistettyjen herneiden 1,2 mm. Jauhottu arvosteltiin sanallisesti: karkea, kohtalaisen karkea, kohtalaisen hieno, hieno. (Statens Maskinprovingar 1987)

### 1.1.2 Energian kulutus

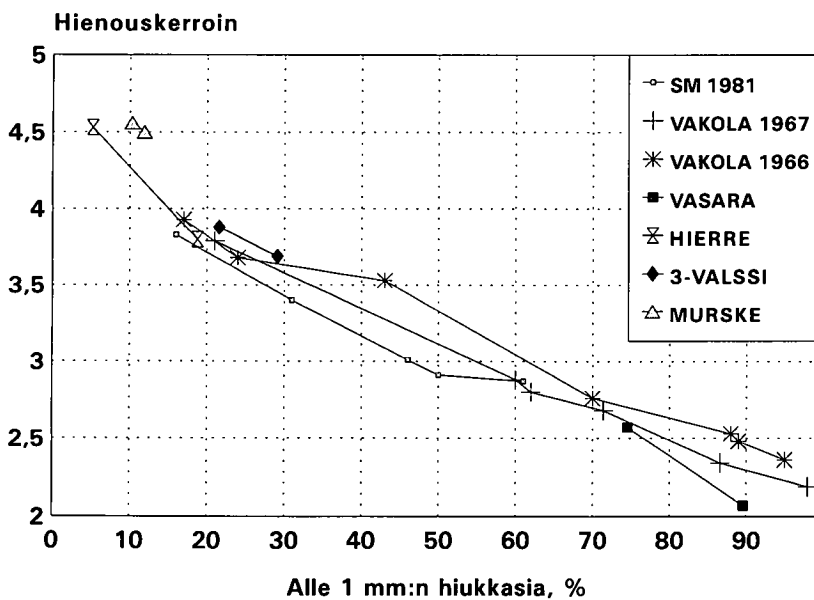
Vasaramyllyillä vilja jauhettiin 50- ja 60-luvuilla yleensä hienoksi. Niinpä hienouskerroinmenetelmän julkaisemisen aikoihin Englannissa ohran hienouskertoimen piti olla 2,0 ja kauran 2,5 (Hebblethwaite 1956). Vasaramyllyn energian kulutusta, 10–30 Wh/kg, on mahdollista alentaa noin 15 %, jos ei käytetä

jauhamattomien jyvänosien erotteluun seula, vaan pyörre-erotinta. Samalla pölymäisen jauhon, eli 0,07–0,3 mm:n suuruisen hiukkasten osuus pienenee 10–24 % (Bölöni 1979). Nykyisin esimerkiksi ohra jauhetaan karkeammaksi, niin että 50 % jauhoista läpäisee 1 mm:n seulan, eli hienouskerroin on noin 3,1 (Kuva 1.2). Karkeammasta jauhatuksesta huolimatta energian kulutus ei ole pienentynyt, vaan nykyisilläkin vasaramyllyillä se saattaa olla samaa tasoa, 11–29 Wh/kg, koska myllyt jauhamisen lisäksi kuljettavat jyviä ja jauhoja, sekä annostelevat tiivisteitä (Kuva 1.1). Lisäksi kuljetusilman pölynpoistosuodatuksen kuluu energiaa. Vasaramyllyn kulutus lisääntyy paitsi jauhon hienouden mukaan, myös viljan kosteuden mukaan: noin 17 % jokaista lisääntyvää viljan kosteuden %-yksikköä kohden.

Valssimyllyjen energian kulutus oli 6–9 Wh/kg, kun tilavuuspainon pienentyminen oli 30 % (Statens Redskabsprver 1972). VAKO-LAn ryhmäkoetuksessa se oli keskimäärin 4,1 Wh/kg, kun absorptioluku oli 1,1 (VAKOLA 1987). Kulutus lisääntyy 3–8 % jokaista lisääntyvää viljan kosteuden %-yksikköä kohden.



Kuva 1.1. Vasaramyllyn (VAKOLA 1961, 1962, 1967, SR Statens Redskabsprøver 1972, SM Statens Maskinprovingar 1981) ja kivimyllyn (VAKOLA 1966) energian kulutus jauhettaessa ohraa.



Kuva 1.2. Alle 1 mm:n suuristen hiukkasten ja hienouskerroimen suhde jauhettaessa ohraa.

**Taulukko 1.2.** Myllyjen teknisiä tietoja.

Myllytyyppi	Malli	Rakenne	Moottorin teho/nopeus kW/r/min
Hierre	Automatic 200	2 syvään uritettua valssia, eri nopeudet	4/950
3-valssi	Rivakka VAM F 138	3 matalaan uritettua valssia, joista 1 eri nopeudella	4/1400:10
Murske	Rivakka VAM F 128	2 matalaan uritettua valssia, sama nopeus	4/1400:7
Vasara	Pehrsson	vasaramylly	22/1460

## 1.2 Aineisto ja menetelmät

Kokeessa olleet myllyt on esitetty taulukossa 1.2. Kokeessa jauhettiin ohraa ja vehnää sekä mitattiin jauhatuksen aikana valssimyllyjen tuotos, energian kulutus, jyvien vesipitoisuus ja tilavuuspainon pienentyminen. Moottorien sähköverkosta ottama virta mitattiin ampeerimittarilla, ja teho kWh-mittarilla sekä sekuntikellolla. Tilavuuspainon pienentyminen mitattiin 0,5 litran mitta-astialla. Jauhatuksen aikana otetuista näytteistä määritettiin laboratoriossa jauhojen hienous seulomalla. Absorptioluvun määrityksessä 100 g jauhoja sekoitettiin kahden desilitraan vettä 10 minuutin ajan sekä annettiin valua kahvisuodattimessa tunnin ajan. Myös vasaramyllyn jauhojen hienous määritettiin laboratoriossa.

Valssimyllyillä jauhettiin ensin myllyn valmistajan suosittelemilla säädöillä hienoa jauhoa, ja sitten karkeampaa jauhoa suurentamalla valssien välistä etäisyyttä. Silmämääräisen arvion mukaan valssit pyrittiin säätämään karkeaa jauhoakin varten niin, ettei kokonaisia jyviä olisi tullut läpi. Niitä vuoti kuitenkin hieman valssien ohi hierre- ja murske-myllyissä. Niitä saattoi ajoittain valua kaikilla myllyillä jauhettaessa myös syöttösuppilon reunan yli, jos ruuvikuljetin toi liikaa jyviä.

Aina pyrittiin jauhamaan moottorien suurimmalla teholla, eli niin, että moottorin ottama virran voimakkuus olisi ollut sama kuin tyyppikilvessä ilmoitettu ampeerimäärä. Tehot säädettiin erillisen mittarin avulla, koska minikään myllyn varusteissa ei ollut ensimmäisen jauhatuksen aikana ampeerimittaria.

## 1.3 Tulokset

Tulokset on esitetty liitteissä 1.1 ja 1.2. Luvut ovat satunnaisin aikaväleihin otettujen lukemien keskiarvoja. Eri suureita ei voitu mitata samanaikaisesti. Myllyjen suurimmasta tuotosta saatiin näytteitä vain hetkittäin, moottorien keskimääräinen kuormitus jauhatuksen aikana oli tukkeutumisvaaran takia vain 40–75 % täydestä kuormituksesta. Moottorien akseliteho oli valmistajien ilmoituksen mukaan 4 kW. Ne ottivat täydellä teholla käydessään tehoa noin 5 kW, eli niiden hyötysuhde oli 80 %.

## 1.4 Tulosten tarkastelu

### 1.4.1 Jauhaminen

Valssien väli oli hierremyllyssä 0,4–0,8 mm, kolmivalssimyllyssä 0,2–0,7 mm, ja murske-

**Taulukko 1.3.** Jauhojen hienousarvostelu eri perusteilla. Merkkien selitys: + = hienempi, - = karkeampi, poikkeama alle 10 % = 0; 10–20 % = yksi merkki; 20–40 % = kaksi merkkiä; yli 40 % = kolme merkkiä.

Mylly	"Normaali"	Hierre		3-valssi		Murske		Vasara	
		Hieno	Karkea	Hieno	Karkea	Hieno	Karkea	3 mm	5 mm
<b>Ohra</b>									
Myllyn seula	4 mm							++	--
Alle 1 mm:n hiukkasia	50 %	---	---	---	---	---	---	+++	+++
Hienouskerroin	3,1	--	---	--	--	---	---	++	+
Absorptioluku	1,04	0	--	++	++	++	+	+++	+++
Tilavuuspainon pienentyminen	30 %	0	0	+++	++	+++	+++	---	---
Energian kulutus	4,1 Wh/kg (valssimylly) 10–30 Wh/kg (vasaramylly)	--	---	+++	+++	+++	+++		
<b>Vehnä</b>									
Alle 1 mm:n hiukkasia		---	---	-	--	-	--	+++	+++
Hienouskerroin		--	--	0	-	0	-	++	++
Absorptioluku		0	-	++	+	++	+	+	0
Tilavuuspainon pienentyminen		--	--	++	+	+++	++	---	---

myllyssä 0–0,4 mm. Välin mittaaminen rako- mitalla oli aikaa vievää ja epämääräistä, koska valssipareissa oli epäpyöreyttä 0,10–0,4 mm. Välin säätö oli helppoa hierremyllyssä, kohtalaisen helppoa murskemyllyssä ja vaikeata kolmivalssimyllyssä.

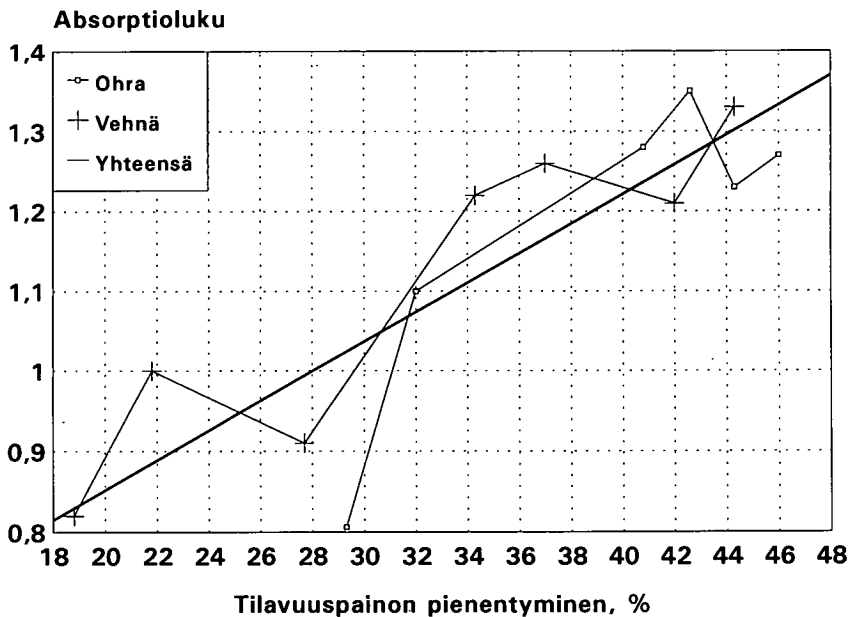
Myllyjen omia syöttöluukkuja säädettyä myllyt menivät helposti tukkoon. Yleensä jouduttiin säätöluukut pitämään vain vähän auki ja lisäksi viljan syöttöä säätämään ruuvikuljetimella. Myllyjen kuormitus vaihteli viljan ruuvikuljetimelle valumisen mukaan. Liian pieneksi myllyn säätöluukku osoittautui vain hierremyllyllä vehnää jauhettaessa; siitä ei ehtinyt valua jyviä tarpeeksi. Murske- ja kolmi- valssimyllyissä syöttöluukkujen säätöhammas- tus oli liian harva, ja luukku saattoi sulkeutua itsestään tärinän vaikutuksesta, silloin kun säätötankoa ei voitu pitää lovessaan.

Pitempiaikaisesta jauhamisesta tuli koke- muksia vain kolmivalssimyllyllä, joka meni

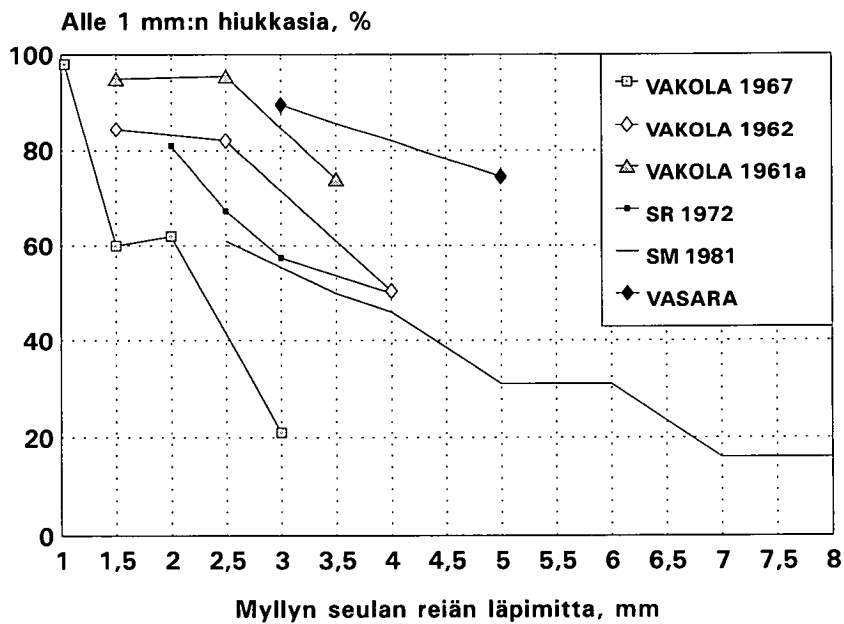
kahdesti kolmen tunnin yhtämittaisen jauha- misen jälkeen ylikuormalle ja pysähtyi. Syynä lienee ollut valssien lämpölaajeneminen, tuk- koon meno tapahtui äkillisesti, ja mylly voitiin käynnistää vasta valssien jäähtyttyä.

### 1.4.2 Jauhojen hienous

Tuloksia on tarkasteltu taulukossa 1.3, jossa on verrattu saatuja lukuja "normaaleihin". Esitetyt normaaliarvot ovat ohralle. Hienous- kertoimen normaaliarvo on saatu piirtämällä alle 1 mm:n hiukkasten ja hienouskertoimen välinen käyrästä seitsemälle myllylle (Kuva 1.2). Absorptioluvun normaaliarvo on saatu piirtämällä tilavuuspainon pienentymisen ja absorptioluvun välinen käyrästä nyt kokeessa olleille valssimyllyille (Kuva 1.3).



Kuva 1.3. Valssimyllyllä jauhettujen jauhojen tilavuuspainon pienentymisen ja absorptioluvun suhde.



Kuva 1.4. Kuuden vasaramyllyn seulakoon ja alle 1 mm:n suuristen hiukkasten suhde ohran jauhatuksessa.

Seulan koon mukaan arvosteltuna vasaramyllyn jauhojen olisi pitänyt olla keskikarkeita ja karkeita. Hienouskertoimen (Kuva 1.2) ja alle 1 mm:n hiukkasten osuuden (Kuva 1.4) mukaan arvosteltuna molemmat olivat kuitenkin hienoja. Hienous saattoi johtua pyöreiksi kuluneista vasaroista, sillä esimerkiksi terävillä vasaroilla varustettu Haukka-mylly (VAKOLA 1967) tuotti jo 3 mm:n seulalla karkeita jauhoja.

Alle 1 mm:n hiukkasten ja hienouskertoimen mukaan arvosteltuna kaikki valssimyllyjen jauhot olivat liian karkeita.

Absorptioluvun mukaan hierremyllyn karkeat jauhot olivat liian karkeita ja hienot sopivia, kun taas muiden myllyjen jauhot olivat enemmän tai vähemmän liian hienoja.

Tilavuuspainon pienentymisen mukaan hierremyllyn jauhot olivat sopivia, muitten valssimyllyjen jauhot liian hienoja, vasaramyllyn jauhot puolestaan liian karkeita.

### *Vehnä*

Vehnäjauhojen seulontatulokset vaihtelivat enemmän kuin ohrajauhojen, joten seulonta sopii jauhojen laadun arvosteluun paremmin vehnälle kuin ohralle. Tähän vaikuttanee se, että vehnän jyvän kuori on ohuempi, ja murenee pienemmiksi paloiksi.

Absorptioluku ja tilavuuspainon pienentyminen eivät näytä sopivan vasaramyllyn jauhojen arvosteluun.

### **1.4.3 Energian kulutus**

Valssimyllyjen energian kulutus oli suoraan verrannollinen tilavuuspainon pienentymiseen (Kuvat 1.5 ja 1.6).

## **1.5 Johtopäätökset**

### **1.5.1 Jauhojen hienouden arvostelu, ohra**

Silmämääräinen arviointi, jossa jauho katsotaan riittävän hienoksi, kun siinä ei ole kokonaisia jyviä, on melko hyvä menetelmä. Se on kuitenkin asteikoltaan harva.

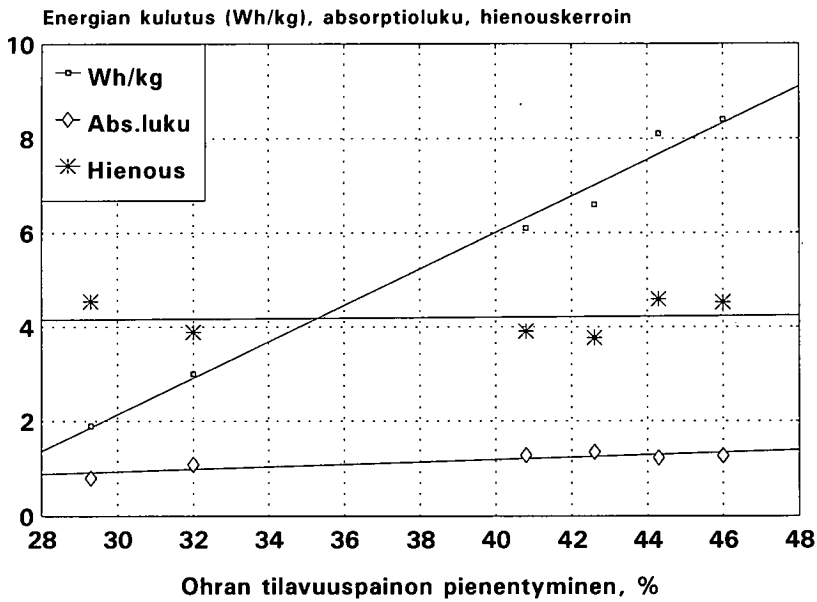
Myllyn seulan mukainen arvostelu sopii vain saman vasaramyllyn jauhoille, koska yhden myllyn 3 mm:n seulalla saatetaan saada samanlaisia jauhoja kuin toisen myllyn 6,5 mm:n seulalla (Kuva 1.4).

Seulominen ei sovi litistetyn tai murskatun ohran arvosteluun.

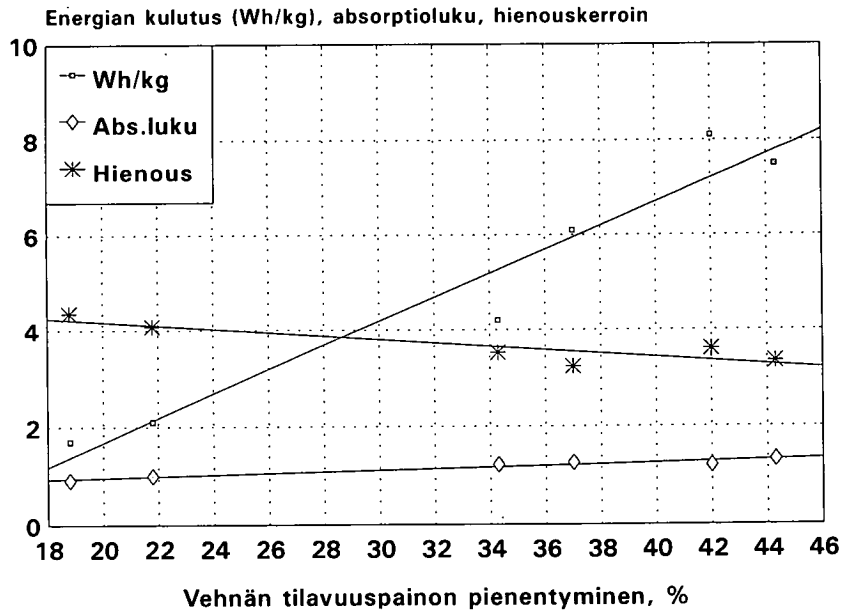
Absorptioluku näyttää sopivan kaikenlaisilla myllyillä jauhetun ohrajauhon arvosteluun. Normaalihienouteen (absorptioluku 1,04) verrattuna hierremyllyn karkeat jauhot olivat liian karkeita ja hienot sopivia, kun taas muiden myllyjen jauhot olivat enemmän tai vähemmän liian hienoja. Absorptioluvun määrittäminen on hidas menetelmä, siihen kuluu aikaa puolitoista tuntia.

Tilavuuspainon pienentyminen sopii valssimyllyjen-, mutta ei vasaramyllyn jauhojen arvosteluun. Normaalihienouteen (tilavuuspainon pienentyminen 30 %), verrattuna hierremyllyn karkeat jauhot olivat hieman liian karkeita ja hienot hieman liian hienoja, kun taas muiden valssimyllyjen jauhot olivat enemmän tai vähemmän liian hienoja. Tilavuuspainon pienentyminen on nopeasti mitattavissa jauhamisen aikana. Se sopii hyvin jauhojen hienouden arvosteluun maatilalla. Menetelmässä punnitaan ensin sanko, sitten sangollinen jyviä, sitten sangollinen jauhoja, ja lasketaan tilavuuspainon pienentyminen.





Kuva 1.5. Tilavuuspainon pienentymisen suhde energian kulutukseen, absorptiolukuun ja hienouskertoimeen jauhettaessa valssimyllyllä ohraa.



Kuva 1.6. Tilavuuspainon pienentymisen suhde energian kulutukseen, absorptiolukuun ja hienouskertoimeen jauhettaessa valssimyllyllä vehnää.

## 1.5.2 Jauhojen hienouden arvostelu, vehnä

Seulonta näyttää sopivan vehnäjauhojen vertailuun paremmin kuin ohrajuhojen.

Absorptioluku saattaa sopia kaikkien jauhojen hienouden arvosteluun, mutta tilavuuspainon pienentyminen vain valssimyllyjen jauhojen arvosteluun.

## 1.5.3 Jauhatuskustannukset

Hiertävällä myllyllä normaalihienouteen jauhaminen kuluttaa energiaa noin 3 Wh/kg, mikä maksaa 0,14 p/kg, kun energian hinnaksi otetaan 45 p/kWh. Litistävällä myllyllä energiaa kuluu noin 4 Wh/kg, mikä maksaa 0,18 p/kg. Vasaramyllyllä normaalihienouteen jauhettaessa jauhatusenergiaa kuluu 11–29 Wh/kg, mikä maksaa 0,50–1,3 p/kg. Vasaramyllyn ja valssimyllyn jauhatuskustannusten ero 100 000 kg vuodessa jauhettaessa on 320–1200 mk.

## Kirjallisuus

**A.S.A.E.** Recommendation 1956. Method of determining modulus of uniformity and modulus of fineness of ground feed. American Society of Agricultural Engineers Yearbook, p. 101 (Ref. Hebblethwaite, P. & Hephherd, R.Q. 1956. A detailed procedure of testing for hammer mills and other farm grinding mills. Technical Memorandum No 129. National Institute of Agricultural Engineering. 9 p.)

**Bölöni, I.** 1979. Grinding mechanism of hammer-mills and their operational relationships. National Institute of Agricultural Engineering. Gödöllő, Hungary. Moniste. 46 p.

**Hoppenbrock, K. H., Bühtfering, L. & Schmidt, U.** 1996. Wie fein darf das Schrot sein? Top Agrar 8 S13–S14.

**König, A. & Bernhard, M.** 1967. Experimentelle Untersuchungen über die Zerkleinerung von siliierter Futtergerste mit Walzenmühlen. Grundlagen der Landtechnik. Band 17, nr 4: 143–147.

**Pirkelmann, H. & Wagner, M.** 1984. Vier Getreidequetschen in Weihenstephan geprüft. Top Agrar spezial 8: R8–R9.

**SM Statens Maskinprovningar** 1981. Meton Hammarkvarn med utrustning för automatisk foderblandning. Stockholm. Meddelande 2645. 9 p.

**SM Statens Maskinprovningar** 1987. Spannmålskross Murska, typ 350. Stockholm. Meddelande 3097. 8 p.

**SR Statens Redskapsprøver** 1972. Formaling af korn og bFlgsFd. SR Meddelelse Nr. 1084. 12 p. Bygholm, Horsens.

**VAKOLA** 1961. Junkkari-vasaramyllyt. Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. Helsinki. Koetusselostus 397. 8 p.

– 1961a. Vasara-Matti-mylly. Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. Helsinki. Koetusselostus 412. 7 p.

– 1962. Stevns-suurtehomylly. Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. Helsinki. Koetusselostus 445. 5 p.

– 1966. Teräs-Matti-mylly. Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. Helsinki. Koetusselostus 611. 5 p.

– 1967. Haukka-mylly. Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. Helsinki. Koetusselostus 652. 5 p.

– 1987. Valssimyllyjen ryhmäkoetus. Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitos. Vihti. Koetusselostus 1215. 8 p.

Myllykokeiden tuloksia jauhettaessa ohraa, jonka vesipitoisuus oli hierremyllyllä (Hierre) jauhettaessa 11 % ja muilla jauhettaessa 13 %. Vasaramyllyn (Vasara) energian kulutus on arvio.

Mylly	Alle 1 mm:n hiukkasia %	Hienous- kerroin	Absorptio- luku	Tilavuus- painon pie- nentyminen %	Energian kulutus Wh/kg	Tuotos kg/h
<b>Hierre</b>						
hieno	18,8	3,80	1,1	32	3,0	1 110
karkea	5,2	4,53	0,81	29,3	1,9	2 040
<b>3-valssi</b>						
hieno	29,1	3,69	1,4	42,0	5,5	503
2 erä	25,9	3,79	1,3	43,2	7,7	430
keskiarvo	27,5	3,74	1,4	42,6	6,6	467
karkea	21,6	3,88	1,3	40,8	6,1	560
<b>Murske</b>						
hieno	11,9	4,50	1,3	46,0	8,4	391
karkea	10,3	4,56	1,2	44,3	8,1	523
<b>Vasara</b>						
seula 3 mm	89,6	2,07	1,6	8,22	(18)	-
seula 5 mm	74,5	2,57	1,6	4,92	(16)	-

Myllykokeiden tuloksia jauhettaessa vehnää, jonka vesipitoisuus oli 13,5 %. Su-  
luissa hetkellisesti mitattuja suurimpia tehoja. Vasaramyllyn (VASARA) energi-  
an kulutus on arvio.

Mylly	Alle 1 mm:n hiukkasia %	Hienous- kerroin	Absorptio- luku	Tilavuus- painon pie- nentyminen %	Energian kulutus Wh/kg	Tuotos kg/h
<b>Hierre</b>						
hieno	11,5	4,07	1,0	21,8	2,1	1 053 (1 170)
karkea	7,8	4,29	0,86	18,8	1,7	1063 (1 200)
<b>3-valssi</b>						
hieno	42,6	3,16	1,3	37,0	6,1	548 (600)
karkea	31,6	3,46	1,2	34,3	4,2	400 (820)
<b>Murske</b>						
hieno	41	3,27	1,3	44,3	7,7	480 (670)
karkea	32	3,60	1,2	42,0	8,1	483 (760)
<b>Vasara</b>						
seula 3 mm	86,1	2,13	1,2	15,4	(13)	-
seula 5 mm	76,8	2,45	0,99	13,6	(11)	-

# Ohran ja vehnän jauhatustavan vaikutus lihasikojen kasvuun, rehunkulutukseen ja teuraslaatuun

Timo Alaviuhkola & Hilkka Siljander-Rasi  
*Sikatalouden tutkimusasema, Tervämäentie 179, 05840 Hyvinkää*

## 2.1 Johdanto

Suomessa sikojen rehu jauhetaan pääasiassa vasaramyllyllä. Jauhamisen tarkoituksena on helpottaa jyvän ravintoaineiden sulavuutta rikkomalla sulamaton kuoriossa, ja lisätä jauhiukkasten pinta-alaa ruuansulatusnesteiden toiminnan tehostamiseksi. Seulakokoa pienentämällä hiukkaskoko pienenee ja sulavuus paranee. Tietyn rajan yli ei kannata kuitenkaan mennä, sillä myös haitat kasvavat. Hienojakoinen jauho tahtautuu mahalaukussa, jolloin ruuansulatusnesteiden toiminta ei enää ole optimaalista. Hieno jauho lisää mahalaukun limakalvon vaurioita, jotka pahimmillaan johtavat mahahaavaan (Alaviuhkola, *et al.*1993). Vaurion asteesta riippuen sikojen hyvinvointi kärsii.

Liian pieni jauhojen hiukkaskoko lisää myös sikalailman pölypitoisuutta. Pöly altistaa sekö sikojen että hoitajien hengitystiet infektioille.

Liian pienireikäinen seula vasaramyllyssä alentaa jauhatustehoa ja nostaa kustannuksia. Viljalajista riippuen suositellaan vasaramyllyssä käytettäväksi seuraavanlaisia seuloja: ohra 3 mm, vehnä 4 mm ja kaura 2,5 mm.

Valssimyllyllä jauhettu jauho on ruokintakokeissa yleensä tuottanut samanlaisia tuloksia lihasikojen kasvussa ja rehuhyötysuhteessa kuin vasaramyllyllä jauhettu jauho (Lawrence 1976, Mortensen *et al.*1981).

Tanskassa esiteltiin vuonna 1994 valssimyllyjä, joissa vastakkaisiin suuntiin pyörivien valssien pyörimisnopeus on erilainen (ns. hierremylly). Tällä tavoin uskotaan saatavan varsinkin vehnäjauhoon karkeampi rakenne ja samalla suuri pinta-ala suolen entsyymitoiminnan tehon turvaamiseksi.

Alustavissa lihasikojen kasvatuskokeissa vehnällä (Mattsson 1996) ja ohralla (Alaviuhkola 1995) hierremyllyjauhatus antoi jokseenkin saman tuloksen kuin vasaramyllyjauhatus.

Laajempaan kokeeseen hankittiin litistävän valssimyllyn eli murskemyllyn lisäksi kaksi hierremyllyä, joista toisessa oli kolmas litistävä valssi (eräänlainen hierre- ja tavanomaisen valssimyllyn yhdistelmä).

## 2.2 Aineisto ja menetelmät

### 2.2.1 Koerehujen valmistus

Kokeita varten hankittiin yhtenäiset erät ohraa ja vehnää, jotka jauhettiin tämän julkaisun osassa I kuvatuilla myllyillä, kullakin kahteen eri karkeusasteeseen. Jauhoista osa siirrettiin käytettäväksi julkaisun osassa III kuvatussa sulavuuskokeessa. Myllyjen säädöstä vastasivat

alkuvaiheessa valmistajat tai maahantuojat. Heidän suositteliina valssivälkyksiä käytettiin sekä ohra- että vehnäkoikkeessa.

Toinen tapa olisi ollut säätää välykset kaikissa myllyissä samaksi, mutta kun valssien pintakuviot olivat erilaisia, tämäkin tapa olisi hieman heikentänyt tulosten vertailukelpoisuutta. Valssien välys eri koe-eriä jauhettaessa oli seuraava:

Mylly	Hieno	Karkea
Automatic, hiertävä valssi	0,4–0,6 mm	0,8 mm
Nipere, murskemylly	0,0–0,3 mm	0,3–0,4 mm
Nipere, 3-valssimylly <sup>1</sup>	0,2–0,25 mm	0,6–0,7 mm
Pehrsson, vasaramylly	3 mm <sup>2</sup>	5 mm <sup>2</sup>

1) 3-valssimyllyn toisen ja kolmannen valssin välinen etäisyys oli n. 0,6 mm.

2) seulan reikäkoko

## 2.2.2 Seokset

Kahdeksasta jauhoerästä tehtiin eräsekoittajassa seokset, joissa koeviljan ohella oli mahdollisimman vähän muita komponentteja. Samaa seosta käytettiin koko lihasikakauden ajan. Seosten koostumus nähdään taulukossa 2.1.

Molempien seosten - mineraali- ja vitamiinipitoisuudet täyttivät rehu- ja eläinlääkintätaulukkoissa esitetyt suositukset lihasioille.

**Taulukko 2.1.** Koerehujen koostumus.

Raaka-aine	Ohraseos %	Vehnäseos %
Ohrajauho	82,24	–
Vehnäjauho	–	82,21
Soijarouhe	15,00	15,00
Ruokintakalkki	0,56	0,83
Monokalsiumfosfaatti	0,75	0,45
Puhdas lysiini	0,15	0,22
Kivennäis-vitam.seos	1,30	1,30

**Taulukko 2.2.** Koerehujen annostelu.

Viikko	Ohrakoe kg/sika/pv	Vehnäkoee kg/sika/pv
1	1,35	1,30
2	1,55	1,50
3	1,80	1,70
4	2,00	1,90
5	2,20	2,10
6	2,40	2,30
7	2,65	2,50
8	2,75	2,60
9	2,85	2,70
10	2,95	2,80
11	3,05	2,90

Yhdenneistä viikosta eteenpäin annokset pidettiin samana.

## 2.2.3 Koe-eläimet ja ruokinta

Sekä ohra että vehnäkoikkeessa ruokittiin 20 eläintä jauhoerää kohden pariruokinnalla (imisä+leikko). Yhteensä kokeissa oli siten 320 sikaa. Porsaat saatiin tutkimusaseman emakosikalasta. Niiden elopaino kokeen alkaessa oli noin 25 kg. Siat punnittiin 1, 5, 8, ja 11 viikon kuluttua kokeen alkamisesta ja sen jälkeen viikoittain, kunnes ne 100 kg:n painon ylittyttyään lähetettiin teurastukseen.

Siat saivat rehuannoksensa kuivana kaukaloon. Veden annostelu oli vapaata juomaniipan kautta.

Kaikissa ryhmissä rehuannos oli päivittäin samansuuruinen. Ohjeena käytettiin iän mukaisia viikoittain nousevia normeja alkaen 1,3 rehuyksiköstä päivässä ja päätyen enimmillään 2,9 rehuyksikköön. Kilomääräisesti annos oli vehnäkoikkeessa vähän pienempi vehnän suoremasta energiapitoisuudesta johtuen. Taulukossa 2.2 nähdään käytetty rehun annostelu.

Teurastuksen jälkeen ruhot lähetettiin Li-hateolliseen tutkimuskeskukseen ruhon ja lihan laadun määrittystä varten.

## 2.3 Tulokset

### 2.3.1 Ohrakoe

Ohrakokeen sikojen rehun syönnissä havaittiin ongelmia. Etenkin hierremyllyllä karkeaksi jauhettua rehua siat söivät hitaasti ja rehun haaskausta lattialle tapahtui. Syynä huonoon maittavuuteen lienee ollut ehjäksi jäänyt ohran kuori. Jonkin verran jopa kokonaisia jyviä löytyi rehuista. Saattaa olla, että jos rehu olisi kostutettu tai annettu liemenä, maittavuuserot olisivat olleet vähäisempiä. Erityisesti kaksivalssisella hierremyllyllä jauhettu vilja maittoi heikosti. Tällä myllyllä valssien vällys olikin säädetty suurimmalle.

Kokeen tärkeimmät tulokset on esitetty taulukossa 2.3.

Vasaramyllyllä ero hienon ja karkean jauhatuksen välillä oli sikojen kasvussa ja rehun hyväksikäytössä vähäinen, mutta aiempien kotulosten mukainen. Viiden millimetrin reikäkoko seulassa tuotti aivan kelpollista jauhoa. Myllyssä oli kuitenkin uusi seula ja ohra oli kuivaa. Kulunut seula ja kosteampi vilja johtavat huonompaan tulokseen. Kokeen perusteella ei ole syytä muuttaa seulakokosuositusta vasaramyllyllä (3,5 mm).

Valssimyllyjauhatusilla päästiin suunnitteen samaan tulokseen kuin vasaramyllyjauhatusella. Tosin kasvussa ja rehuhyötysuhteessa keskiarvojen ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,05$ ), mutta syyn oli lähinnä kaksivalssisella hierremyllyllä saatu huonohko tulos. Valssimyllyillä voidaan siis lihasikojen ruokintaan tarkoitettu ohra hyvinkin jauhaa. Karkea jauhatus antoi hieman huonomman tuloksen kuin hieno. Ero oli päiväkasvussa ja ruokintapäivien luvussa tilastollisesti merkitsevä ( $p > 0,05$ ). Rehuhyötysuhteessa ero oli jopa hyvin merkitsevä ( $p < 0,01$ ). Tästä voidaan päätellä, että valssien vällys ei saisi olla suurempi kuin 0,4 mm.

Vanhanaikainen murskemylly menestyi testissä yhtä hyvin kuin hierremylly. Sen valssien vällys oli tosin säädetty pieneksi. Tulos osoittaa kuitenkin, että hierremyllyllä ei saatu mitään ylivoimaisen suurta etua murskemyllyyn verrattuna.

Kaksivalssisen hierremyllyn tulos jäi muita huonommaksi, kun mitattiin sikojen kasva ja rehun hyväksikäyttöä. Luultavasti tulos olisi ollut parempi, jos valssit olisi asennettu lähemmäksi toisiaan. Kun alustava jauhatuskoe tehtiin samanlaisella myllyllä, mutta suuremmalla laitteella (90 cm valsseilla), niin että valssien vällys oli mahdollisimman pieni, sikojen kasvutulokset olivat samat kuin vasaramyllyjauhettulla ohralla seulakoon ollessa 3,2 mm (Alaviuhkola 1995). Myllyn uritetut valssit eivät välttämättä ole parhaat mahdolliset pienijyväisiä viljoja jauhettaessa. Myllyä on tietävästi saatavana myös ns.salmiakikkuvioisella valssilla.

Jauhatus tapa ei vaikuttanut sikojen ruhon laatuun.

### 2.3.2 Vehnäköe

Vehnäköeessä sikojen ruokahalu oli selvästi parempi kuin ohrakokeessa. Karkeammatkin jauhot maistuivat sioille hyvin. Kokeen tulokset nähdään taulukossa 2.4.

Kaikista ryhmistä paras keskikasvu ja rehuhyötysuhde saatiin sioilla, jotka ruokittiin 5 mm:n seulalla varustetulla vasaramyllyllä jauhettulla vehnällä. Erot myllyjen välillä olivat kuitenkin vähäisiä. Murskemyllyllä saatiin jälleen yhtä hyvä sikojen kasvu kuin hierremyllylläkin. Toisin kuin ohralla kolmi-valssinen mylly ei tuonut mitään parannusta tuloksiin.

Vasaramyllyjauhatus tuotti hieman paremman teuraspainokorjatun päiväkasvun valssimyllyjauhatuskeeseen verrattuna ( $p < 0,05$ ), mutta toisaalta hieman paksunnan silavan.

Teuraslaatuun myllytyypillä tai jauhatuskarkeudella ei ollut vaikutusta.

Koe osoitti myös, että vehnä sopii hyvin lihasikojen ainoaksikin rehuviljaksi.

**Taulukko 2.3.** Eri myllytyypeillä jauhettu ohra lihasikojen ruokinnassa. Kasvatuskokeen tuotantotulokset.

Myllytyyppi	Hierre		Murske		3-valssi		Vasara		SEM	Erot	
	Hieno	Karkea	Hieno	Karkea	Hieno	Karkea	Hieno	Karkea		Valssi/ vasaramyly	Karkea/ hieno jauh.
Sikoja (2 eläintä./karsina)	19	20	19	20	20	20	20	20			
Alkupaino, kg	25,2	25,2	25,3	25,5	25,2	25,0	25,0	25,2	0,40	ns	ns
Loppupaino, kg	101,3	101,2	101,5	101,8	101,3	101,9	101,4	101,9	0,51	ns	ns
Teuraspaino, kg	26,7	26,2	26,4	26,4	26,8	26,9	26,5	26,3	0,40	ns	ns
Teurastustappio, %	90,8	93,9	86,6	84,1	82,1	88,7	84,5	86,2	1,55	o (p<0,07)	*
Ruokintapäiviä	848	813	888	901	932	873	911	895	16,1	*	*
Päiväkasvu, g	844	817	889	903	927	867	910	898	15,3	*	o (p<0,06)
Rehuyötyysuhde kg ka/kg	2,52	2,70	2,35	2,35	2,27	2,43	2,34	2,37	0,05	*	**
Ruhon liha-%	61,4	61,7	61,6	61,9	61,7	61,9	62,2	61,5	0,35	ns	ns
Selkäsilava, mm	21,7	20,6	21,6	22,3	22,0	20,6	22,3	21,7	0,73	ns	ns
Kylkisilava, mm	15,7	13,8	14,9	15,4	14,8	14,5	14,3	14,9	0,64	ns	ns
Kinkun liha-%	84,9	85,3	84,5	85,1	85,2	85,3	85,5	84,7	0,45	ns	ns

\*Päiväkasvu, kori.: laskettu teurastustappiokorjatusta loppupainosta (26,5 % kokeen keskiarvo). Tilastollinen malli:  $y_{ijk} = \mu + \eta + k_{ij} + s_{ijk}$ , missä  $\mu$  = yleis keskiarvo,  $\eta$  = i:n ryhmän vaikutus ( $i = 1, \dots, 8$ ),  $k_{ij}$  = j:n karsinan vaikutus i:nnessä ryhmässä ( $j = 1, \dots, 10$ /ryhmä) ja  $s_{ijk}$  = karsinan vaikutus kussakin karsinassa ( $s = 1, \dots, 4$ /karsina). Virhetermi kasvu- ja teurastietoja testattaessa =  $k_{ij}$ . Rehunkulutustiedot mitattu karsinoittain, jolloin testiä jätettiin pois eläimen vaikutus. Hierremylly hieno ja murskemylly hieno: SEM = 1,049 x taulukon SEM.

**Taulukko 2.4.** Eri myllytyypeillä jauhettu vehnä lihaskojen ruokinnassa. Kasvatuskokeen tuotantotulokset.

Myllytyyppi	Hietre		Murske		3-valssi		Vasara		SEM	Erot	
	Hieno	Karkea	Hieno	Karkea	Hieno	Karkea	Hieno	Karkea		Valssi/ vasaramyly	Karkea/ hieno jauh.
Sikoja (2 eläintä/karsina)	20	20	20	19	20	20	20	20			
Alkupaino, kg	25,1	25,3	25,2	25,1	25,2	25,4	25,1	25,0	0,40	ns	ns
Loppupaino, kg	100,3	99,7	100,7	100,6	99,8	100,9	99,5	100,8	0,65	ns	ns
Teuraspaino, kg	74,8	73,5	74,9	74,3	74,2	74,1	74,4	74,3	0,47	ns	ns
Teurastustappio, %	25,5	26,3	25,7	26,2	25,7	26,6	25,2	26,2	0,36	ns	**
Ruokintapäiviä	83,1	84,1	83,4	82,7	85,5	82,7	82,0	82,0	1,06	o (<0,07)	ns
Päiväkasvu, g	909	890	912	915	880	922	908	930	12,7	ns	ns
Päiväkasvu, korj., g*	916	885	917	912	884	910	921	925	11,2	*	ns
Rehuhyötysuhde kg ka/kg	2,21	2,27	2,20	2,21	2,27	2,18	2,22	2,17	0,03	ns	ns
Ruhon liha-%	61,3	61,5	61,6	61,3	61,6	61,3	61,0	61,0	0,38	ns	ns
Selkäsilava, mm	22,9	22,6	21,6	22,3	22,5	22,1	22,0	22,4	0,85	ns	ns
Kylkisilava, mm	14,7	14,8	15,0	16,0	15,6	15,2	16,8	16,0	0,64	*	ns
Kinkun liha-%	85,7	84,6	85,6	85,2	85,0	85,5	84,4	85,2	0,39	ns	ns

\*Päiväkasvu, korj. : laskettu teurastustappiokorjatusta loppupainosta (26,5 % kokeen keskianvo). Tilastollinen malli:  $y_{ijk} = \mu + \tau + k_{ij} + s_{ijk}$ , missä  $\mu$  = yleisestiarvo,  $\tau$  = i:n ryhmän vaikutus ( $i = 1, \dots, 8$ ),  $k_{ij}$  = j:n karsinan vaikutus i:nnessä ryhmässä ( $j = 1, \dots, 10$ /ryhmä) ja  $s_{ijk}$  k:n karsinan vaikutus i:nnessä karsinassa ( $s = 1, \dots, 4$ /karsina). Virhetermi kasvu- ja teurastietoja testatessa =  $k_{ij}$ . Rehuinkulutus tiedot mitattu karsinoittain, jolloin mallista jää pois eläimen vaikutus.



## 2.4 Johtopäätökset

### *Kokeiden perusteella:*

- kaikki kokeiltavina olleet myllyt sopivat ohran ja vehnän jauhamiseen sioille
- valssi- ja vasaramyllyjauhatuksilla saatiin samat sikojen kasvu- ja rehunkäyttötulokset
- hierremylly- ja murskemyllyjauhatuksen välillä ei ollut sikojen menestymiseen vaikuttavia eroja
- valssimyllyjen valssien tulee olla ohraa jauhettaessa noin 0,35 mm:n etäisyydellä toisistaan,

- vehnää jauhettaessa välys voi olla suurempi, noin 0,5-0,6 mm (jyväkoko vaikuttaa asiaan)
- kolmas valssi ei parantanut hierremyllyn jauhatusulosta
- koska myllytyypillä ei ollut suurta vaikutusta sikojen kasvutuloksiin, myllyn valinnan tulee perustua hintaan ja teknisiin ominaisuuksiin

Myllyjä kannattaa edelleen kehittää. Jatkossa olisi tutkittava hierremyllyjen erilaisten pintakuvioiden vaikutusta rehun maittavuuteen ja sulavuuteen. Hukkakauran siementen itävyydestä erilaisen jauhamismenettelyn jälkeen ei ole riittävästi tietoa. Kokeellisesti ei ole myöskään selvitetty valssijauhetun viljan käyttäytymistä eri ruokintalaitteissa. Uusia jauhamistapoja on myös jo kehitteillä.

## Kirjallisuus

**Alaviuhkola, T.** 1996. Valssimyllyllä sioille sopivaa jauhoa. *Lihatalous* 7/1996: 20–21

– 1995. Rihlavalssimylly sopii sikatilalle. *Koetointiminta ja käytäntö* Vol 52:30 ( 22.8.1995)

– **Hautala, M., Suomi, K. & Vuorenmaa, J.**, 1993. Effect of barley grinding and sodium polyacrylate supplement in the diet on the performance and

stomach ulcer development of growing finishing pigs. *Agricultural Science in Finland* Vol 2, No 6: 481–487(1993).

**Mattsson, B.** 1996. Strukturvarn. Praktiskt inriktade grisförsök, No 8. juni 1996.

**Mortensen, H.P., Larsen, A. & Madsen, A.** 1981. Formalet byg sammenlignet med valset byg via vådfodningsanlæg. *Statens Husdyrbrugsforsök*, København. Meddelelse nr 357.

# Jauhatustavan vaikutus ohran ja vehnän sulavuuteen sioilla

Pasi Laurinen

*Kotieläintieteen laitos, PL 28, 00014 Helsingin yliopisto*

## 3.1 Johdanto

Sioille syötetty vilja jauhetaan yleensä vasaramyllyllä, joka jauhaa viljan hyvin hienojakoiseksi. Vasaramyllyllä hienoksi jauhetun viljan sulavuus on hyvä, mutta juuri hienorakeisuus altistaa siat mahahaavalle. Lisäksi hieno jauho on erittäin pölyävää. Valssimyllyllä jauhettu vilja on hyvin karkeaa vasaramyllyllä jauhettuun viljaan verrattuna, mikä vähentää tehokkaasti mahahaavusriskiä (Potkins *et al.* 1989). Sulavuus kuitenkin huononee tietyssä vaiheessa jauhatuskarkeuden suurentuessa. Karkeusesta huolimatta valssatun viljan sulavuus on useimmiten ollut lähes yhtä hyvä kuin vasaramyllyllä jauhetun viljan, koska partikkelikoon lisäksi sulavuuteen vaikuttaa partikkelin muoto (Lawrence 1972, Sauer *et al.* 1977, Simonsen 1978, Näsi 1992). Jauhatuksen vaikutusta rehun raakaproteiinin hyväksikäyttöön on tutkittu vähemmän. Valssimyllyllä jauhetun viljan jauhatuskarkeuden vaikutuksia on tutkittu aikaisemmin hyvin vähän. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella myllytyypin ja jauhatuskarkeuden vaikutusta sekä ohran että vehnän sulavuuteen ja rehun raakaproteiinin hyväksikäyttöön.

## 3.2 Aineisto ja menetelmät

### 3.2.1 Koepaikka ja eläimet

Kummallakin viljalla tehtiin sulavuus- ja typpitasekoe Helsingin yliopiston Viikin opetus- ja

tukimustilalla. Syksyllä 1995 tutkittiin jauhatuksen vaikutusta ohran sulavuuteen ja raakaproteiinin hyväksikäyttöön kahdeksalla kasvavalla leikkolihasiolla. Sikojen alkupaino oli 25,9 kg ja loppupaino 91,9 kg. Keskimääräinen päiväkasvu oli 800 g/pv. Keväällä 1996 tutkittiin jauhatuksen vaikutusta vehnän sulavuuteen ja raakaproteiinin hyväksikäyttöön 12 kasvavalla leikkolihasiolla, joiden paino kokeen alussa oli 31,2 kg ja loppupaino 83,8 kg. Keskimääräinen päiväkasvu oli 770 g/pv.

### 3.2.2 Rehut ja ruokinta

Kumpikin vilja jauhettiin MTT:n sikatalouden tutkimusasemalla Hyvinkäällä yhtä aikaa sekä kasvutus- että sulavuuskoetta varten. Myllyjen teknikka ja jauhatusominaisuudet on kuvattu tämän julkaisun osassa I ja niiden säädöt on kuvattu osassa II kasvatuskokeen yhteydessä. Tarvittava määrä eri tavoin jauhettua viljaa tuotiin Hyvinkäältä Viikkiin ennen kokeiden alkua. Valkuaislisänä käytettiin samaa soijarouhe-erää kuin kasvatuskokeessa. Vilja-soijarouheseosta täydennettiin kivennäis- ja vitamiinilisillä rehutaulukon kasvavan lihasian tarpeen mukaisesti (Tuori *et al.* 1995). Toisin kuin kasvatuskokeessa, puhdasta lysiniä ei lisätty sulavuuskokeen rehuseoksiin. Rehuseokset on kuvattu taulukossa 3.1 ja viljojen sekä soijarouheen koostumus taulukossa 3.2.

Siat ruokittiin tasasuuruisin annosin kaksi kertaa päivässä, kello 7.00 ja 19.00. Ilmakuivan rehun määrä ohrakokeessa oli 1450–2850 g/pv ja vehnäkokeessa 1450–2650 g/pv. Päiväannosta suurennettiin jakson vaihtuessa oh-

**Taulukko 3.1.** Kokeissa käytetyt rehuseokset, g/kg ilmakuivaa rehua.

	Ohrakoe	Vehnäkoe
Ohra	840	–
Vehnä	–	850
Soijarouhe	143	130
Kivennäis- ja vitamiinilisät	17	20

rakokeessa 220 g/pv ja vehnäkoekessa 240 g/pv.

### 3.2.3 Näytteiden ja tulosten käsittely

Sikoja pidettiin kummassakin kokeessa koko ajan sulavuuskoehäkeissä, joissa sonta ja virtsa voitiin kerätä erikseen. Koejakson pituus oli 12 vrk. Valmistuskauden pituus ohrakokeessa oli seitsemän vuorokautta ja vehnäkoekessa 5,5 vrk. Kaikki sonta ja virtsa kerättiin viitena valmistuskautta seuranneena perättäisenä vuorokautena talteen. Virtsan keruustian pohjalla oli 10 N rikkihappoa, jotta virtsan pH laskisi alle kahden ja typen haihtuminen virtsasta estyisi. Punnituksen jälkeen sonta säilytettiin pakastimessa ja virtsa kylmiössä kunkin jaksos loppuun asti, jolloin sonta sulatettiin, sekoitettiin ja siitä otettiin näytteet sekä määritettiin kuiva-ainepitoisuus. Kullakin jaksolla kerättiin viljasta ja soijarouheesta osanäytteet, jotka kokeen päätyttyä yhdistettiin analyysinäytteeksi. Kemialliset määritykset tehtiin virallisten ohjeiden mukaan (AOAC 1984).

Kummassakin sulavuuskoekessa jauhatuksen vaikutusta viljan hyväksikäyttöön tutkittiin

faktoriaalisesti. Faktoreina olivat myllytyyppi (vasaramylly sekä ohran jauhatuksessa kolme ja vehnän jauhatuksessa kaksi erilaista valsimyllyä) ja jauhatuskarkeus (hieno ja karkea). Jauhatustavan lisäksi vehnäkoekessa verrattiin kahta erilaista sulavuuskoehäkkiä, jota varten siat jaettiin kahteen ryhmään (Davis & Hall 1969, Snedecor & Cochran 1989). Häkkityyppi vaikutti lähes merkitsevästi vain raakaproteiinin sulavuuteen ( $p < 0,10$ , ero häkkityyppien välillä 0,6 %-yksikköä) ja pidättyneen raakaproteiinin osuuteen saadusta ( $p < 0,10$ , ero 1,4 %-yksikköä), jotka kumpikin olivat parempia uusissa häkeissä. Koska yhdysvaikutuksista ei ollut viitteitä, vehnäkoeken tulokset esitetään jauhatustavoittain. Kummassakin kokeessa määritettiin myös rehuseoksen viipymäaika sikojen ruuansulatuskanavassa. Viipymäaika tulokset tullaan julkaisemaan vuoden 1997 kotieläintieteen päivillä (Laurinen 1997).

## 3.3 Tulokset ja niiden tarkastelu

### 3.3.1 Ravintoaineiden sulavuus

Rehuseoksien ravintoaineiden sulavuuskertoimet prosentteina on esitetty taulukoissa 3.3 ja 3.4. Jauhatuksen vaikutusta rehun maittavuuteen ei mitattu, mutta siat näyttivät olevan hyvin haluttomia syömään karkeaksi valssattua ohraa. Sulavuuskoehäkeissä sikojen hukkaama rehu kerättiin talteen, yritettiin syöttää uudelleen ja lopulta punnittiin rehujätteenä. Vehnästä maittavuusongelmia ei ollut

**Taulukko 3.2.** Ohran, vehnän ja soijarouheen keskimääräinen koostumus, g/kg ka.

	Ohra	Vehnä	Soijarouhe
Kuiva-aine, %	86,5	86,6	88,3
Raakaproteiini	108	124	488
Typettömät uuteaineet	789	800	337
NDF-kuitu	213	118	116

**Taulukko 3.3.** Rehuseosten sulavuuskertoimet prosentteina ja kokonaisten jyvien osuus jauhetusta viljasta.

	Vasara				Hierte				3-valssi				Murske				Yhd.vaik.			
	Hieno		Karkea		Hieno		Karkea		Hieno		Karkea		Hieno		Karkea			SEM	Mylly	Hienous
	SEM	Karkea	SEM	Karkea	SEM	Karkea	SEM	Karkea	SEM	Karkea	SEM	Karkea	SEM	Karkea						
<u>Ohrapohjainen rehu</u>																				
Kuiva-aine	82,2	81,8	83,3	80,7	78,5	79,7	81,9	81,4	0,6	***	ns	*								
Energia	79,6	80,3	80,9	78,2	76,9	77,5	80,2	79,5	0,8	**	ns	ns								
Raakaproteiini	78,7	78,3	74,7	71,1	76,3	75,6	79,0	78,2	1,0	***	ns	ns								
NDF	49,7	51,2	57,7	57,1	44,4	47,2	50,0	49,3	1,8	***	ns	ns								
Kokonaisia jyvää, %	0,0	0,2	0,2	0,5	3,1	0,9	0,4	1,2	0,3	***	ns	***								
<u>Vehnäpohjainen rehu</u>																				
Kuiva-aine	88,7	88,5	87,9	87,0	-	-	88,1	87,6	0,3	***	**	ns								
Energia	87,4	87,3	86,5	85,4	-	-	86,5	85,8	0,3	***	*	ns								
Raakaproteiini	87,8	87,3	85,5	84,1	-	-	87,0	86,1	0,4	***	**	ns								
NDF	52,3	50,1	52,2	48,7	-	-	51,7	53,2	1,2	ns	ns	ns								
Kokonaisia jyvää, %	0,0	0,0	0,1	0,2	-	-	0,6	1,4	0,1	***	***	***								

Myllyt on kuvattu osa I:ssä, taulukossa 1.2. SEM = keskiarvon keskivirhe

**Taulukko 3.4.** Rehuseosten sulavuuskertoimet prosentteina, vertailu myllyittäin sekä hienousasteittain. Myllyjen sulavuuskertoimet, joilla on sama kirjain, eivät eroa toisistaan (p<0,10).

	Vasara				Hierte				3-valssi				Murske				SEM	Karkea	Hieno	SEM	Hieno vs. karkea				
	Hieno		Karkea		Hieno		Karkea		Hieno		Karkea		Hieno		Karkea							SEM	Karkea	Hieno	SEM
	SEM	Karkea	SEM	Karkea	SEM	Karkea	SEM	Karkea	SEM	Karkea	SEM	Karkea	SEM	Karkea											
<u>Ohrapohjainen rehu</u>																									
Kuiva-aine	82,0a	82,0a	79,1b	81,7a	80,9	80,9	81,5	80,9	0,3	ns															
Energia	79,9a	79,6a	77,2b	79,9a	78,9	78,9	79,4	78,9	0,4	ns															
Raakaproteiini	78,5a	72,9c	76,0b	78,6a	75,8	75,8	77,2	75,8	0,5	ns															
NDF	50,4b	57,4a	45,8c	49,7bc	51,2	51,2	50,5	51,2	0,9	ns															
<u>Vehnäpohjainen rehu</u>																									
Kuiva-aine	88,6a	87,4b	-	87,9b	87,7	87,7	88,3	87,7	0,15	**															
Energia	87,3a	85,9b	-	86,1b	86,2	86,2	86,8	86,2	0,18	*															
Raakaproteiini	87,6a	84,8c	-	86,5b	85,8	85,8	86,8	85,8	0,21	**															
NDF	51,2	50,5	-	52,4	50,7	50,7	52,0	50,7	0,68	ns															

Myllyt on kuvattu osa I:ssä, taulukossa 1.2. SEM = keskiarvon keskivirhe

Myllytyyppi vaikutti eri tavoin ohran ja vehnän sulavuuteen, mutta erot eivät kuitenkaan olleet suuria. Kolmivalssimyllyllä hienoksi jauhetun ohran kuiva-aineen ja energian sulavuus oli huonompi kuin muilla myllyillä hienoksi jauhetun. Ero muuntyyppisiin myllyihin oli 2–3 prosenttiyksikköä. Sulavuuden huonontuminen johtui pääasiassa kokonaisista jyvistä, joita kolmivalssimyllyn läpi oli päässyt huomattavasti enemmän kuin muista valssimyllyistä. Vasaramyllyllä jauhetun vehnän kuiva-aineen sulavuus oli hieman yli yhden prosenttiyksikön ja energian sulavuus oli noin 1,5 prosenttiyksikköä parempi kuin valssimyllyllä jauhetun vehnän. Valssimyllyllä jauhettujen vehnien sulavuudet olivat keskenään yhtä hyviä. Aikaisemmissa kokeissa valssatun ja vasaramyllyllä jauhetun vehnän kuiva-aineen ja energian sulavuudessa ei ole ollut eroa (Ivan *et al.* 1974, Sauer *et al.* 1977). Myös erityyppisillä myllyillä jauhetun ohran sulavuus on ollut yhtä hyvä (Lawrence 1972, Simonsson 1978, Näsi 1992), vaikka valssattu vilja on paljon karkeampaa kuin vasaramyllyllä jauhettu vilja. Partikkelikoon lisäksi sulavuuteen vaikuttavat partikkelin muoto ja pinnanrakenne. Vasaramylly tuottaa pieniä, kulmikkaita tai pyöreähköjä partikkeleita. Valssimylly tuottaa litteitä ja repaleisia partikkeleita, joiden sulatukselle altis pinta-ala on suuri (Loncin & Merson 1979).

Vehnän NDF-kuidun sulavuuteen jauhatustapa ei vaikuttanut, mutta hierremyllyllä jauhetun ohran NDF-kuidun sulavuus oli huomattavasti parempi kuin muuntyyppisillä myllyillä jauhetun. Tässä kokeessa hierremyllyllä jauhetun ohrapohjaisen rehun viipymäaika sian ruansulatuskanavassa oli 4–6 tuntia pidempi kuin muilla myllyillä jauhetun rehun, mikä selittää hyvän NDF-kuidun sulavuuden. Yleensä NDF-kuidun sulavuus paranee, kun rehun viipymäaika ruansulatuskanavassa pidentyy (van Soest *et al.* 1983). Jauhatustavan erilainen vaikutus ohra- ja vehnäpohjaisen rehun NDF-kuidun sulavuuteen johtunee viljalajien koostumus- ja rakenneroista, joista johtuu erilainen jauhaantuminen ja/tai käyttäytyminen ruansulatuskanavassa.

Yleensä karkeaksi jauhamisen arvellaan huonontavan ravintoaineiden sulavuutta. Sulavuus ei kuitenkaan huonone välittömästi jau-

hatuskarkeuden alkaessa suurentua, vaan pysyy lähes muuttumattomana tietyn karkeuteen asti ja vasta sen ylittyttyä huonontuu. Ohutusulisulavuus huononee herkemmin kuin kokonaissulavuus (Sauer *et al.* 1977), mikä osaltaan selittää jauhatuskarkeuden hyvin pienen vaikutuksen viljan sulavuuteen näissä kokeissa. Näissä kokeissa karkeaksi jauhaminen huononsi sulavuutta keskimäärin vain 0,5 prosenttiyksikköä. Käytännössä lähes merkityksetön ero oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä vehnää jauhettaessa. Vain hierremyllyllä karkeaksi jauhaminen eli valssien välyksen suurentaminen huononsi erityisesti ohran, mutta myös vehnän sulavuutta. Tämän myllyn jauhojen hienoutta kuvastavat parametrit hienon ja karkean välillä erosivat myös selvästi toisistaan (vert. osa I). Muiden valssimyllyjen ja vasaramyllyn jauhojen hienoutta kuvastavat parametrit muuttuivat paljon vähemmän ja sulavuudet pysyivät lähes samoina. Hierremyllyllä karkeaksi jauhetun ohran huonontunut sulavuus ei johtunut kokonaista jyvistä. Kokonaisia jyviä tuli vähiten tämän myllyn läpi suurimmasta valssien välyksestä huolimatta, eikä välyksen suurentaminen lisännyt hälyttävästi kokonaisten jyvien määrää. Välyksen suurentaminen lisäsi selvästi muista valssimyllyistä läpi tulelaiden kokonaisten jyvien määrää. Verrattaessa eri valssimyllyjen välysten suurentamisen vaikutusta ohran sulavuuteen, pitää ottaa huomioon myös kunkin myllyn valssien välysten suuruus. Hierremyllyn valssien välys (0,4–0,6 mm) hienoksi jauhettaessa oli yhtä suuri kuin muilla myllyillä karkeaksi jauhettaessa, mistä saattoi johtua ohran sulavuuden huonontuminen vain tällä valssimyllyllä välystä suurennettaessa. Ruotsalainen kasvatuskokeisiin perustuva tuore suositus valssien välykseksi on 0,3–0,35 mm (Mattson 1996). Suurin mahdollinen valssien välys, jolla tšekäläinen vilja hienontuu valssimyllyssä riittävästi olisi sulavuuskokeiden perusteella enintään 0,4 mm. Kuitenkin rehun huonon maittavuuden ehkäisemiseksi välys pitää säätää tätä pienemmäksi varsinkin ohraa valssattaessa. Vasaramyllyn seulakoon suurentaminen kolmesta viiteen mm:iin ei ole myöskään aikaisemmin vaikuttanut ohran kuiva-aineen sulavuuteen (Simonsson 1978). Toisaalta vasaramyllyn seu-

lakoon suurentaminen puolestatoista 3,5 mm:iin on huonontanut viljaseoksen (vehnää 37 %, ohraa 39 % ja kauraa 24 %) sulavuutta (Kircheggner *et al.* 1985).

### 3.3.2 Raakaproteiinin sulavuus ja hyväksikäyttö

Sikojen rehun raakaproteiinin hyväksikäyttöä ja typen eritystä kuvaavat arvot on esitetty taulukoissa 3.5 ja 3.6. Näissä tutkimuksissa määritettiin raakaproteiinin kokonaissulavuus, joka ei kuvasta sialle käyttökelpoisen raakaproteiinin sulavuutta. Käyttökelpoisen proteiinin sulavuutta kuvaa ohutsuolisulavuus. Kokonaissulavuuteen vaikuttaa sian paksusuolesta tapahtuva mikrobikäyminen, jonka tuloksena ei imeydy sialle käyttökelpoista proteiinia. Sika erittää virtsassa kaiken paksusuolesta ja ylimääräisen ohutsuolesta imeytyneen proteiinin. Näissä tutkimuksissa raakaproteiinin hyväksikäyttöä tarkasteltiin syödyn ja sonnassa sekä virtsassa eritetyn typen erotuksena, joka on laskennallinen sian kasvuunsa käyttämä osuus rehun raakaproteiinista.

Kummassakin kokeessa vasaramyllyllä jauhetun viljan raakaproteiinin kokonaissulavuus oli paras. Sulavuuseroista huolimatta myllytyyppi ei vaikuttanut ohran raakaproteiinin hyväksikäyttöön. Vehnäkokeessa siat käyttivät kasvuunsa eniten murskemyllyllä jauhetun rehun raakaproteiinista. Hierremyllyllä jauhetujen jauhojen raakaproteiinin kokonaissulavuus oli huonoin. Huonontunut raakaproteiinin sulavuus eli lisääntynyt typen erityksessä sonnassa kuitenkin vähensi vastaavalla määrällä virtsassa tapahtunutta typen eritystä eikä sian kasvuunsa käyttämän typen määrä vähentynyt. Eritystavan muutos oli erityisen huomattava ohrapohjaista rehuseosta käytettäessä. Myös kolmivalsimyllyllä jauhetujen jauhojen vaikutus sian typen erityksreittiin oli samansuuntainen, mutta ero vasaramyllyllä jauhettuun ohraan oli pie-

nempi. Vasaramyllyllä jauhettuun verrattuna murskemyllyllä jauhetun ohran raakaproteiinin sulavuus oli yhtä hyvä, mutta vehnän jauhaminen murskemyllyllä huononsi raakaproteiinin sulavuutta. Samalla virtsassa eritetyn typen määrä vähentyi ja sikojen kasvuunsa käyttämä osuus rehun raakaproteiinista oli suurempi kuin vasaramyllyjauhatusta käytettäessä raakaproteiinin huonommasta kokonaissulavuudesta huolimatta. Aikaisemmissa kokeissa vasaramyllyllä jauhetuun ohraan verrattuna valssimyllyllä jauhetun ohran tai vehnän raakaproteiinin kokonaissulavuus on ollut lähes sama (Simonsson 1978, Ivan 1974, Sauer 1977) ja hyväksikäyttö jopa hieman parempi (Näsi 1992). Valsattun viljan raakaproteiinin kokonaissulavuus on myös ollut huonompi kuin vasaramyllyllä jauhetun viljan (Lawrence 1972). Vastaavasti näissä kokeissa hierremyllyllä jauhettuihin viljoihin perustuneiden rehuseoksien raakaproteiinin sulavuus oli huono. Huonontunut raakaproteiinin sulavuus ja vähentynyt typen erityks virtsassa johtui todennäköisimmin lisääntyneestä mikrobikäymisestä paksusuolesta. Tällöin paksusuolesta raakaproteiinia sitoutuu sonnan mikrobeihin ja virtsan typen erityks vähenee (Tetens *et al.* 1996). Sian typen erityksreitillä on hieman vaikutusta ympäristöpäästöihin. Sonnassa eritetty typpi haihtuu lietalannasta ammoniakkinä hitaammin kuin virtsassa eritetty typpi, mikä vähentää kokonaistyyppipäästöjä lietalannan lyhytaikaisen säilytyksen aikana (Schulze *et al.* 1993).

Hienoksi jauhaminen paransi hieman raakaproteiinin sulavuutta. Jauhatusaste vaikutti eniten hierremyllyllä, mutta vasaramyllyn sulakoon suurentaminen 5 mm:iin vaikutti sulavuuteen olemattoman vähän. Hienoksi jauhaminen ei kuitenkaan parantanut rehun raakaproteiinin hyväksikäyttöä, vaan sulavuuden parantuminen lisäsi pääasiassa virtsassa eritetyn typen määrää.

Taulukko 3.5. Rehuseosten typen hyväksikäyttö ja sikojen typen erityis, vertailu myllyttäin.

	Vasara		Hierre		3-valssi		Murske		SEM	Mylly	Hienous
	Hieno	Karkea	Hieno	Karkea	Hieno	Karkea	Hieno	Karkea			
<b>Ohrapohjainen rehu</b>											
N saanti, g/pv	48,4	48,5	49,0	46,6	49,0	48,1	47,9	45,5	0,79	ns	*
N sonnassa, g/pv	10,1	10,4	12,1	13,5	11,5	11,6	9,7	9,8	0,47	***	ns
N virtsassa, g/pv	16,9	16,3	14,9	13,2	14,5	14,6	15,7	15,5	0,52	***	ns
Raakaproteiinin sulavuus, %	78,7	78,3	74,7	71,1	76,3	75,6	79,0	78,2	0,99	***	ns
N pidättynyt, g/pv	21,4	21,8	22,0	20,0	22,9	21,9	22,5	20,2	0,82	ns	*
saadusta, %	44,9	45,6	45,3	43,3	47,2	45,5	47,3	44,9	1,18	ns	ns
Eritetty saadusta, %	55,1	54,4	54,7	56,7	53,8	54,5	52,7	55,1	1,18	ns	ns
sonnassa, %	21,3	21,7	25,3	28,9	23,7	24,4	21,0	21,8	0,99	***	ns
virtsassa, %	33,8	32,7	29,4	27,8	29,1	30,2	31,8	33,2	1,05	***	ns
Sonnan osuus N:n erityksestä, %	38,9	40,2	46,6	50,9	45,1	44,8	39,9	39,9	1,57	***	ns
Virtsan osuus N:n erityksestä, %	61,1	59,8	53,4	49,1	54,9	55,2	60,1	60,1	1,57	***	ns
<b>Vehnäpohjainen rehu</b>											
N saanti, g/pv	49,1	48,1	46,2	46,9	-	-	46,2	44,7	0,69	***	ns
N erityis sonnassa, g/pv	5,9	6,0	6,6	7,3	-	-	5,8	6,0	0,18	***	*
N erityis virtsassa, g/pv	23,7	23,4	21,7	20,3	-	-	20,0	19,3	0,36	***	**
Raakaproteiinin sulavuus, %	87,8	87,3	85,5	84,1	-	-	87,0	86,0	0,36	***	**
N pidättynyt, g/pv	19,6	18,7	17,9	19,3	-	-	20,4	19,4	0,62	ns	ns
saadusta, %	39,6	39,2	38,7	41,2	-	-	44,2	43,2	0,94	***	ns
Eritetty saadusta, %	60,4	60,9	61,3	58,8	-	-	55,8	56,8	0,94	***	ns
sonnassa, %	12,2	12,7	14,5	15,9	-	-	13,0	14,0	0,36	***	**
virtsassa, %	48,2	48,2	46,8	42,9	-	-	42,8	42,9	0,92	***	ns
Sonnan osuus N:n erityksestä, %	20,2	20,8	23,8	27,0	-	-	23,3	24,8	0,65	***	**
Virtsan osuus N:n erityksestä, %	79,8	79,2	76,2	73,0	-	-	76,7	75,2	0,65	***	**

Myllyt on kuvattu osa I:ssä, taulukossa 1.2. SEM = keskiarvon keskiarvo

**Taulukko 3.6.** Rehuseosten typen hyväksikäyttö ja sikojen typen erityis, vertailu myllyttäin ja hienousasteen mukaan. Eri myllyjen sarakkaissa olevat arvot, joilla on sama kirjain, eivät eroa toisistaan ( $p < 0,10$ ).

	Vasara	Hierre	3-valssi	Murske	SEM	Hieno	Karkea	SEM	Hieno vs. karkea
<u>Ohrapohjainen rehu</u>									
N saanti, g/pv	48,5	47,8	48,5	46,7	0,55	48,6	47,2	0,39	*
N sonnassa, g/pv	10,2c	12,8a	11,6b	9,7c	0,33	10,9	11,3	0,23	ns
N virtsassa, g/pv	16,6a	14,0c	14,6bc	15,6ab	0,36	15,5	14,9	0,25	ns
Raakaproteiinin sulavuus, %	78,5a	72,9c	76,0b	78,6a	0,69	77,2	75,8	0,49	ns
N pidättynyt, g/pv	21,6	21,0	22,4	21,3	0,57	22,2	21,0	0,41	*
saadusta, %	45,3	44,3	46,3	46,1	0,83	46,2	44,8	0,59	ns
Eritetty saadusta, %	54,7	55,7	53,7	53,9	0,83	53,8	55,2	0,59	ns
sonnassa, %	21,5c	27,1a	24,0b	21,4c	0,69	22,8	24,2	0,49	ns
virtsassa, %	33,2a	28,6b	29,6b	32,5a	0,74	31,0	31,0	0,52	ns
Sonnan osuus N:n erityksestä, %	39,5c	48,8a	44,9b	39,9c	1,10	42,6	43,9	0,78	ns
Virtsan osuus N:n erityksestä, %	60,4a	51,2c	55,1b	60,1a	1,10	57,4	56,1	0,78	ns
<u>Vehnäpohjainen rehu</u>									
N saanti, g/pv	48,6a	46,5b	-	45,4b	0,49	47,2	46,6	0,4	ns
N sonnassa, g/pv	5,9b	7,0a	-	5,9b	0,13	6,1	6,4	0,1	*
N virtsassa, g/pv	23,5a	21,0b	-	19,7c	0,25	21,8	21,0	0,21	**
Raakaproteiinin sulavuus, %	87,6a	84,8b	-	86,5c	0,25	86,8	85,8	0,21	**
N pidättynyt, g/pv	19,2	18,6	-	19,9	0,44	19,3	19,1	0,36	ns
saadusta, %	39,4b	39,9b	-	43,7a	0,66	40,8	41,2	0,54	ns
Eritetty saadusta, %	60,6a	60,1a	-	56,3b	0,66	59,2	58,8	0,54	ns
sonnassa, %	12,4c	15,2a	-	13,5b	0,25	13,2	14,2	0,21	**
virtsassa, %	48,2a	44,9b	-	42,8c	0,65	45,9	44,7	0,53	ns
Sonnan osuus N:n erityksestä, %	20,5b	25,4a	-	24,1a	0,46	22,4	24,2	0,38	**
Virtsan osuus N:n erityksestä, %	79,5a	74,6b	-	75,9b	0,46	77,6	75,8	0,38	**

Myllyt on kuvattu osa I:ssä, taulukossa 1.2. SEM = keskiarvon keskivirhe



### 3.4 Sulavuus- ja typpitasekokeen johtopäätökset

Kaikki myllytyypit soveltuivat hyvin viljan jauhamiseen lihasioille. Valssi- tai vasaramyllyllä jauhettua viljan sulavuus oli käytännössä yhtä hyvä suuresta partikkelikokoerosta huolimatta, kun valssien välitys oli riittävän pieni. Kolmannesta valssista ei ollut hyötyä. Vasaramyllyn seulakoko ei vaikuttanut viljan sulavuuteen ja raakaproteiinin hyväksikäyttöön seulakoon ollessa 3–5 mm. Valssatun viljan raakaprotei-

nin hyväksikäyttö oli yhtä hyvä kuin vasaramyllyllä jauhettua viljan, vaikka raakaproteiinin kokonaissulavuuksien välillä oli suuriakin eroja. Raakaproteiinin sulavuuden huonontuessa virtsan typen eritysväheni vastaavalla määrällä. Typen eritysvähenen muutos oli suurin käytettäessä rehuseoksessa hiertävällä valssimyllyllä jauhettua ohraa.

Jauhatustavan vaikutusta ravintoaineiden, erityisesti aminohappojen, ohutsuolisulavuuteen ei ole tutkittu. Tätä sekä jauhatustavan vaikutusta olosuhteisiin suolen sisällä on tutkittu vähän. Molemmat olisivat sopivia jatkokutkimusten aiheita.

## Kirjallisuus

**AOAC** 1984. Official methods of analysis. Association of official analytical chemists, Inc.. Arlington, Virginia. 1141 p. ISBN 0-935584-24-2

**Davis, A.W. & Hall, W.B.** 1969. Cyclic change-over designs. *Biometrika* 56: 283–293.

**Ivan, M., Gioles, L.R., Alimon, A.R. & Farrell, D.J.** 1974. Nutritional evaluation of wheat. 1. Effects of preparation on digestibility of dry matter, energy and nitrogen in pigs. *Animal Production* 19: 359–365.

**Kirchgessner, M. von, Roth, F.X, Bollwahn, W. & Heinritzi, K.** 1985. Mastleistung, Nährstoffverdaulichkeit und Magenschleimhautveränderungen von Schweinen bei unterschiedlicher Futterstruktur. *Zentralblatt für Veterinärmedizin. Reihe A*, 32: 641 - 651.

**Laurinen, P.** 1997. Ohran ja vehnän jauhatustavan vaikutus rehun viipymäaikaan lihasian ruoansulatuskanavassa. In: Sisko Savolainen (ed.) *Kotieläintieteen päivät 1997. Kotieläintieteen päivät*, Helsinki, 20.–21.5. 1997. Helsinki: Maatalouskeskusten Liitto. ISSN 0789-9661

**Lawrence, T.J.L.** 1970. Some effects including differently processed barley in the diet of growing pig. 1. Growth rate, food conversion efficiency, digestibility and rate of passage through the gut. *Animal Production* 12: 139–150.

**Loncin, M. & Merson, R.L.** 1979. Food engineering - principles and selected applications. Academic Press Inc. USA. p. 231 - 236. ISBN 0-12-454550-5

**Mattson, B.** 1996. Strukturvarn. Praktiskt inriktande grisförsök, n:o 8. juni 1996. *Svin skötsel* 86(no. 6), liite.

**Näsi, M.** 1992. Effects of grinding, pelleting and expanding on nutritive value of barley in pig diets. *Agricultural Science in Finland* 1: 461–487.

**Potkins, Z.V., Lawrence, T. J.L., Thomlinson, J.R.** 1989. Oesophagogastric parakeratosis in the growing pig, effects of the physical form of barley-based diets and added fibre. *Research in Veterinary Science* 47: 60–67.

**Simonsson, A.** 1978. Some effects of including barley processed by different mill types in the diet

of growing pigs. Groth rate, feed conversion efficiency, digestibility and carcass quality. Swedish Journal of Agricultural Research 8: 85–96.

**Snedecor, G.W. & Cochran, W.G.** 1989. Statistical methods, 8th edition. Iowa State University Press, Ames. 503 p. ISBN 0-8138-1561-4.

**Sauer, W.C., Stothers, S.C. & Philips, G.D.** 1977. Apparent availabilities of amino acids in corn, wheat and barley for growing pigs. Canadian Journal of Animal Science 57: 585–597.

**Schultze, H., Verstegen, M.W.A. & Tamminga, S.** 1993. Effect of an increased NDF content in the diet on urinary and faecal nitrogen (N) excretion in young pigs. In: Verstegen, M.W.A., Hartog, L.A., den, Kempen, G.J.M., van & Metz, J.H.M. (eds). Nitrogen flow in pig production and environment

consequences. EAAP publication n:o 69. p. 264–267. ISBN 90-220-1085-6

**Soest, P.J. van, Jaraci, J., Foose, T., Wruck, K. & Ehle, F.** 1983. Comparative fermentation of fibre in man and other animals. In: Wallace G. & Bell L. (eds). Fibre in human and animal nutrition. Proceedings of dietary fibre in human and animal nutrition symposium, Massey University, Palmerston North, New Zealand, 23–28 May 1982. Wellington, New Zealand: The Royal society of New Zealand. p. 75–80. ISBN 0-908654-02-2

**Tetens, I., Livesey, G. & Eggum, B.O.** 1996. Effects on the type and level of dietary fibre supplements on nitrogen retention and excretion patterns. British Journal of Nutrition 75: 461–469.

**Tuori, M., Kaustell, K., Valaja, J., Aimonen, E., Saarisalo, E. & Huhtanen, P.,** 1995. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset. Helsinki 1995. p. 99. ISBN 951-46-6971-7

Julkaisun sarja ja numero.  
Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja.  
Sarja A 25

Julkaisuaika (kk ja vuosi)  
Elokuu 1997

Tekijä(t)  
Timo Alaviuhkola, Jorma  
Karhunen, Pasi Laurinen,  
Hilkka Siljander-Rasi

Tutkimushankkeen nimi

Toimeksiantaja(t)  
Maatalouden tutkimuskeskus

Nimike  
Valssimyllyjen soveltuvuus sikojen rehuseosten viljan jauhatukseen

#### Tiivistelmä

Kolmella toimintavaltaaan erilaisella valssimyllyllä jauhettiin ohraa ja vehnää sikojen sulavuus- ja kasvatuskokeita varten. Myllyiksi valittiin amerikkalainen hierremylly (Automatic), kotimainen Nipere Oy:n valmistama tavallinen murskemylly sekä ns. kolmivalssimylly, jossa oli kaksi hiertävää valssia ja niiden lisäksi yksi litistävä valssi. Kullakin myllyllä jauhettiin viljaa kahteen karkeusasteeseen. Jauhojen hienousasteen määrittymenetelmistä vedensidontakyky ja tilavuuspainon pienemisen määrittäminen osoittautuivat sopivimmiksi. Seulonta ei antanut luotettavaa kuvaa jauhon hienoudesta valssimyllyillä.

Ruokinta- ja sulavuuskokeiden mukaan vain hierremyllyllä jauhettu karkeampi ohra oli selvästi liian karkeaa. Se ei vastannut myöskään jauhojen normaalihienouden vaatimusta. Ruokintakokeissa eri myllyillä jauhettu vilja antoi suunnilleen samat tulokset sikojen kasvussa ja rehun käytössä. Ohrakokeessa hierremylly tuotti muita huonomman tuloksen luultavasti siksi, että käytetty valssien välitys oli muita suurempi. Karkea jauhatus valssimyllyillä heikensi rehun maittavuutta ja syöntiä. Tuotantokokeessa murskemyllyllä jauhetuilla jauhoilla ruokitut siat menestyivät yhtä hyvin kuin hierremyllyllä jauhetuilla jauhoilla ruokitut. Kolmannesta valssista ei ollut sanottavaa lisäetua kaksivalssisiin verrattuna.

Sekä vasara- että valssimyllyillä voidaan jauhaa sikojen vilja, mutta valssatun ohran maittavuus voi olla huono. Hierre- ja murskemyllyllä jauhettun ohran sulavuus oli yhtä hyvä kuin vasaramyllyllä jauhettun. Kasvatuskokeen tuloksista poiketen kolmivalssimyllyllä jauhettun ohran sulavuus oli hieman muita huonompi. Käytetyillä jauhatuskarkeuksilla vain hierremyllyllä karkeaksi jauhettaessa sulavuus jäi heikoksi. Syynä tähän oli se, että hierremyllyssä käytettiin muita valssimyllyjä suurempia välkyksiä. Vehnäkokeessa rehuseosten kuiva-aineen ja energian sulavuus oli lähes sama kaikilla käytetyillä myllytyypeillä ja jauhatuskarkeuksilla. Vehnällä maittavuusongelmia ei havaittu. Jauhojen raakaproteiinin sulavuus valssimyllyllä jauhettaessa oli keskimäärin huonompi kuin vasaramyllyllä jauhettaessa. Sulavuuseroista huolimatta siat käyttivät kasvuunsa yhtä suuren osan rehuseoksen raakaproteiinista kaikilla jauhatustavoilla.

Avainsanat  
valssimylly, hienousaste, sika, sulavuus

Toimintayksikkö  
Sikatalouden tutkimusasema, 05840 HYVINKÄÄ

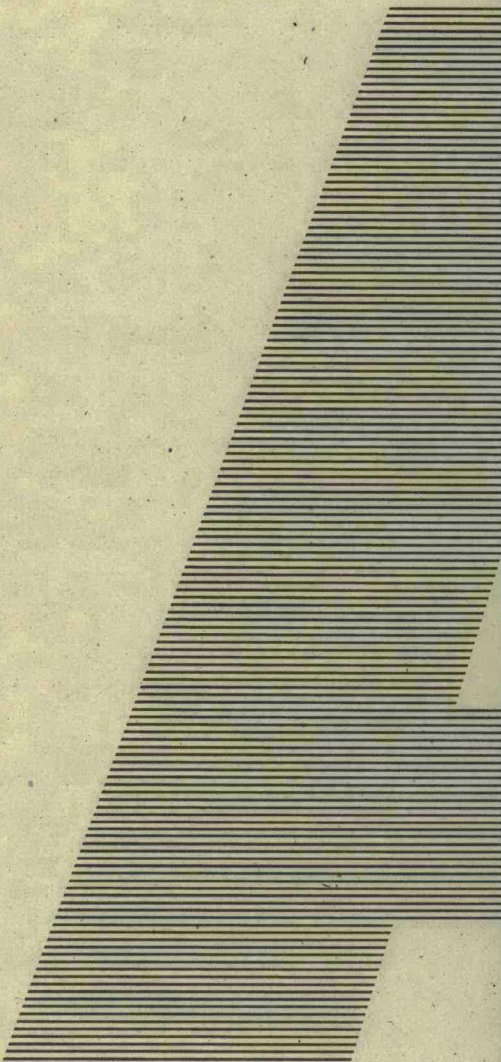
ISSN                      ISBN  
1238-9935            951-729-495-6

Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä

Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN  
Puh. (03) 41 881  
Telekopio (03) 418 8339

Sivuja  
33 s. + 2 liitettä

Hinta  
40 mk + alv 12 %



Jokioinen 1997  
ISBN 951-729-495-6  
ISSN 1238-9935