



December 1999

DJF rapport

Nr. 14 • Husdyrbrug



E. Keller Nielsen og Klaus Lønne Ingvarsen

Foderforarbejdningens indflydelse på mave-
lidelser, vægt af mave og maveindhold samt
produktionsresultater hos slagtesvin

*Influence of feed processing on gastric lesions, weight
of stomach and stomach content, and performance in
growing pigs*

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

Foderforarbejdningens indflydelse på mavelidelser, vægt af mave og maveindhold samt produktionsresultater hos slagtesvin

E. Keller Nielsen og Klaus Lønne Ingvartsen
Afdeling for Husdyrsundhed og Velfærd
Postboks 50
DK-8830 Tjele

DJF rapport Husdyrbrug nr. 14 • december 1999

Udgivelse:	Danmarks JordbrugsForskning Forskningscenter Foulum Postboks 50 8830 Tjele	Tlf. 89 99 19 00 Fax 89 99 19 19
Løssalg: (incl. moms)	t.o.m. 50 sider t.o.m. 100 sider over 100 sider	50,- kr. 75,- kr. 100,- kr.
Abonnement:	Afhænger af antallet af tilsendte rapporter, men svarer til 75% af løssalgsprisen.	
Forsidefoto:	E. Keller Nielsen	

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse	3
Contents.....	4
Sammendrag	5
Summary	7
Indledning	9
Materiale og metoder	11
Forsøgsdesign og behandlinger	11
Partikelfordeling i foderet.....	12
Stivelse i fæces	12
Maveundersøgelser.....	15
Statistiske analyser	18
Resultater og diskussion	19
Partikelfordeling i foderet før og efter pelletering	19
Produktionsresultater	19
Stivelse i fæces	20
Mavens vægt.....	20
Maveindhold.....	26
Patologiske forandringer i maven.....	26
Konklusion	29
Anerkendelser	31
Litteraturliste	33
Appendiks	37

Contents

Contents (Danish)	3
Contents	4
Summary (Danish)	5
Summary	7
Introduction.....	9
Materials and methods	11
Experimental design and treatments.....	11
Particle distribution in the feed	12
Soluble starch in faeces.....	12
Gastric examinations.....	15
Statistical analyses.....	18
Results and discussion	19
Particle size in the feed before and after pelleting	19
Performance	19
Soluble starch in faeces.....	20
Stomach weight	20
Stomach content	26
Gastric lesions	26
Conclusion.....	29
Acknowledgements	31
Literature.....	33
Appendix.....	37

Sammendrag

Formålet med forsøget var at undersøge virkningen af forskellige foderforarbejdningsmetoder på produktionsresultater, maveindholdets tørstof og konsistens, samt mavesækkens vægt og patologiske forandringer i det kirtelløse område i maven.

Der indgik 320 grise i forsøget i vægtintervallet fra $26,0 \pm 1,7$ til $98,4 \pm 4,3$ kg. Følgende faktorer blev sammenlignet i et 2^4 faktorielt forsøg: Sønderdelingsmetode (formalet versus revet), findelingsgrad (fint versus groft), pilledia-meter ($3\frac{1}{2}$ versus 5 mm) og forarbejdningsstemperatur (85°C versus 110°C). Halvdelen af foderet bestod af hvede. Af det revne foder var det kun hveden, der blev revet, medens de øvrige foderkomponenter blev groft formalede. Det var ikke muligt at findele hveden ved rivning til så fine partikler, som ved finformaling.

Hos det fint formalede foder var 28% af partiklerne over 1 mm i diameter, me-

dens denne andel udgjorde 52% hos det groft formalede og ca. 60% hos det revne foder ved 2 forskellige findelingsgrader.

Grisene havde generelt en god ædelyst ($2,74$ FEs $\pm 0,20$ pr. dag) og en daglig tilvækst på 993 ± 73 g. Der var ingen væsentlige forskelle i produktionsresultaterne mellem behandlingerne. Dog var foderoptagelsen og tilvæksten signifikant lavere hos grisene, der fik piller fremstillet af fint formalede sammenlignet med piller fremstillet af groft formalede foder.

Piller af grove partikler øgede mavens vægt og maveindholdets fasthed. Mavelidelser var forøget ved brug af piller fremstillet af fint formalede foder i forhold til piller fremstillet af groft formalede eller revet foder, idet mavescoren var henholdsvis 2,7, 0,3 og 0,5 ($P < 0,001$). Foderets findelingsgrad, før det bliver pelleteret, er således afgørende for udviklingen af mavelidelser.

Summary

The objective of the experiment was to examine the effect of different processing methods of factory-produced feed on performance, dry matter percentage of the stomach content and consistency, as well as the weight of the stomach and gastric lesions in the pars oesophagae. The experiment comprised 320 pigs in the weight interval from 26.0 ± 1.7 to 98.4 ± 4.3 kg. The following factors were compared in a 2^4 factorial experiment: disintegration method (ground versus roller-milled), disintegration level (fine versus coarse), pellet diameter ($3\frac{1}{2}$ versus 5 mm), and processing temperature (85°C versus 110°C). Half of the feed consisted of wheat. In the lots of roller-milled feed, only the wheat was roller-milled while the other feedstuffs were coarsely ground. It was not possible to divide the wheat by rolling into as fine particles as can be obtained by grinding. In the finely ground feed, 28% of the particles were over 1 mm in diameter, while this part constituted 52% of the

coarsely ground and approx. 60% of the roller-milled feed at two different disintegration levels.

Generally, the pigs ate well ($2.74 \text{ FUP} \pm 0.20$ per day) and had a daily gain of 993 ± 73 g. There were no significant differences in performance between main treatments. Feed intake and gain were, however, significantly lower in pigs receiving pellets made from finely ground compared to pellets made from coarsely ground feed.

Pellets made from coarse particles increased the stomach weight and the firmness of the stomach content. The incidence of gastric lesions increased when the pigs were fed pellets made from finely ground feed compared to pellets made from coarsely ground or roller-milled feed, the stomach score being 2.7, 0.3 and 0.5, respectively ($P < 0.001$).

The disintegration level before pelleting is thus decisive for the development of gastric lesions.

Indledning

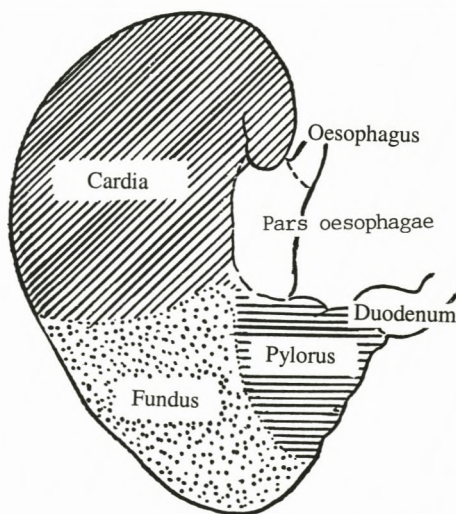
Foderets forarbejdning påvirker produktionsresultaterne i svineproduktionen. Hvis foderet ikke har en hensigtsmæssig struktur, kan det resultere i forringet foderudnyttelse. Endvidere kan der udvikles patologiske forandringer i maven. Desværre har det ofte vist sig, at fin foderstruktur, der forbedrer foderudnyttelsen, har en uheldig indflydelse på mavelidelser og omvendt.

I maven forekommer de patologiske forandringer primært i et område omkring spiserørsmundingen, pars oesophagae. Dette område består af en hvid kirtelløs slimhinde, tydeligt afgrænset fra den øvrige del af maven (Figur 1).

Patologiske forandringer i mavens kirtelløse område menes at have følgende forløb (O'Brien, 1992): Normal mave → forhorning → erosion → mavesår → forblødning/død eller ophealing til ar samt evt. en forsnævring af spiserørsmundingen.

Ved forsnævring af spiserørsmundingen kan foderets passage til maven hæmmes, og der ses ofte kraftige fortykkelser af muskulaturen i den nederste del af spiserøret (Nielsen, 1998).

Mindre forandringer, som forhorninger, erosion og mindre sår, har formentlig ikke nogen negativ betydning for væksten, hvorimod mere alvorlige tilfælde, som for eksempel store sår og forsnævninger af spiserørsmundingen, i flere undersøgelser har medført en reduceret vækst (Blackshaw & Kelly, 1980; Ayles et al., 1996; Nielsen, 1990; Friendship et al., 1996; Sloth et al., 1998).



Figur 1. Snit af mave. Stomach section.

Finere foderstruktur eller mindre foderpartikler har i mange forsøg vist sig at fremkalde forandringer i maven (Mahan et al., 1966; Reimann et al., 1968; Baustad & Nafstad, 1969; Maxwell et al., 1970; Flatslandmo & Slagsvold, 1971; Ehrensperger et al., 1976; Simonsson & Björklund, 1978; Kirschgessner et al., 1985; Nielsen, 1986; Potkins et al., 1989; Christensen, 1998). Foder bestående af mindre foderpartikler medfører, at maveindholdet bliver mere flydende (Muggenburg et al., 1964; Reimann et al., 1968; Maxwell et al., 1970; Simonsson & Björklund, 1978; Nielsen, 1998). Foderets forarbejdning påvirker imidlertid også mavens fysiske udvikling, idet større foderpartikler øger mavens størrelse og vægt (Reimann et al., 1968; Simonsson & Björklund, 1978; Nielsen, 1998).

Foderets partikelstørrelse er afgørende for, hvor effektivt det udnyttes. Hvis andelen af hele kerner eller store kernde-
le i foderet stiger, vil foderudnyttel-
sen forringes (Simonsson & Björklund,
1978; Nielsen, 1998; Wondra et al., 1995;
Sloth et al., 1998). Jo grovere foderpar-
tiklerne i foderet er, desto større er
chancerne for, at ufordøjet foder passe-
rer tarmkanalen, hvilket stivelsesind-
holdet i fæces kan give et fingerpeg om.
Foderudnyttelse og mavesundhed har
således modsat rettede krav med hen-
syn til partikelstørrelse. Nielsen (1998)
viste dog, at der ved valsning af foderet
både kan opnås en god mavesundhed
og en god foderudnyttelse.

Pelletering af foderet øger frekvensen af
mavesår (Chamberlain et al., 1967;
Gamble et al., 1967). Imidlertid synes
forandringerne i maven at være mindre
alvorlige jo grovere foderet er, før det
pelleteres (Nielsen, 1986; 1998). Pelle-
teret foder øgede tilvæksten og reducere-
de foderforbruget (Braude & Rowell,
1966; Ehrensperger et al., 1976; Skoch et
al., 1983; Vanschoubroek et al., 1971;
Walker, 1989).

Hvede har det seneste årti været en me-
get anvendt kornart i svineproduktio-
nen. Fin formaling af såvel hvede og
byg øgede prævalensen af mavesår,
medens valsning af kornet eliminerede
patologiske forandringer i maven (Niel-
sen, 1998). Hvis den valsede hvede blev
pelleteret, øgedes mavelidelserne væ-
sentligt i modsætning til pelletering af
valset byg.

Sønderdeling af kornet ved rivning kan
anvendes som et alternativ til formaling

og valsning. Effekten af pelletering af
revet foder i forhold til formalet foder
på mavelidelser og foderudnyttelse
kendes imidlertid ikke.

I Danmark opvarmes pelleteret foder til
minimum 81°C i henhold til salmonel-
lalogvgivningen. Mahan et al. (1966) og
Nuwer et al. (1967) viste, at ekspande-
ring af majs forringede mavesundhe-
den. I modsætning hertil fandt Chae et
al. (1997), at hverken melfoder eller
pelleteret foder (133°C) resulterede i
forekomst af mavesår.

Pillestørrelsen har i tidligere forsøg haft
minimal eller slet ingen indflydelse på
grisenæs ædelyst og foderudnyttelse
(Schulz, 1969; Luce et al, 1973; Hanra-
han, 1984; Leibetseder, 1987). Der pro-
duceres normalt piller med en diameter
fra 3 til 5 mm.

I foderstofindustrien har en kraftig søn-
derdeling af kornet og af de øvrige em-
ner i svinefoderet været almindeligt an-
vendt. Det er således lettere at fremstille
holdbare foderpiller med en lav smuld-
procent af små end af store foderpar-
tikler (Tellefsen, 1996). Flyvehavreloven
har også medvirket til, at industrielt
fremstillet foder har bestået af relativt
små partikler.

På ovennævnte baggrund er formålet
med nærværende projekt at få klarhed
over, hvilken effekt sønderdelingsme-
tode, findelingsgrad, pillestørrelse og
pelleteringstemperatur har på slagte-
svins foderoptagelse, tilvækst, foderud-
nyttelse, prævalens og sværhedsgrad af
patologiske forandringer i maven, ma-
vens vægt, samt på maveindholdets tør-
stofprocent og konsistens.

Materiale og metoder

Forsøgsdesign og behandlinger

I forsøget undersøgte virkningen af sønderdelingsmetode (formalet versus revet), findelingsgrad (fint versus groft), pillediameter ($3\frac{1}{2}$ versus 5 mm) og varmebehandling (85°C versus 110°C) på produktionsresultater, mavelidelser, mavens vægt og maveindholdets egenskaber hos slagtesvin. Undersøgelsen blev gennemført som et 2^4 faktorielt forsøg med balancerede ufuldstændige blokke (Tabel 1).

Dyremateriale

I forsøget indgik 320 krydsningsgrise fra 80 kuld à 4 galte. Gennemsnitsvægten ($X \pm s$) ved forsøgets start var $26,0 \pm 1,7$ kg, og grisene blev slagtet ved en gennemsnitlig slagtevægt ($X \pm s$) på $98,4 \pm 4,3$ kg.

Stierne

Der var 1 gris pr. sti. Betongulvet i stierne var 1 m bredt og 1,65 m dybt, medens rensegangen med spaltegulv målte 1 x 0,7 m.

Foderautomaten havde en bredde på 25 cm.

Fodersammensætning og fodringsmetode

Foderblandingerne sammensætning var ens på alle behandlinger og fremgår af Tabel 2. Det ses, at 50% af foderet bestod af hvede. Til forsøget blev der fremstillet 2 foderpartier med 5 måneders interval. I appendiks (Tabel A2) er resultaterne af foderanalyserne fra de 16

foderblandinger vist. Der var i gennemsnit 1,08 FEs pr. kg foder.

Der blev fodret ad libitum via tørfoderautomater. Alle grisene havde fri adgang til vand via drikkenipler i rensegangen.

Sønderdelingsmetode / foderstruktur

Foderet blev fremstillet på KFK's foderfabrik i Ålborg. Kornet blev sønderdelt på 2 forskellige måder, enten ved formaling for opnåelse af henholdsvis fin og grov struktur eller ved rivning på en roller-mill, for opnåelse af foder af mellemfin og grov struktur. Det er ikke muligt at fremstille foder af så fin struktur ved roller-milling, som det kan gøres ved fin formaling.

Det var kun hveden, der blev revet, medens de resterende foderkomponenter i foderblandingen blev groft formalet (Tabel 1).

Efter sammenblandingen af de forskellige foderkomponenter, blev materialet transporteret videre til kaskadeblanderen, hvor foderet opnåede en temperatur på ca. 66°C , før det blev ført videre til feedprocessorerne (tekniske data i appendiks, Tabel A1).

Halvdelen af hvert af disse 4 partier blev opvarmet til ca. 85°C i feedprocessorerne og den anden halvdel af foderet til ca. 110°C . Stigningen i temperaturen fra ca. 85°C til ca. 110°C blev opnået ved bl.a. at mindske spalteåbningen i feedprocessorne fra ca. 40 til 18%, hvorved akseltrykket steg fra ca. 50 til 71%.

Strømforsbruget steg samtidig fra ca. 195 til 294 ampere.

Halvdelen af hvert af de 8 partier blev pelleteret via en 3½ mm matrice med en hullængde på 70 mm og den anden halvdel gennem en 5 mm matrice, der havde en hullængde på 135 mm. Pillepresseren havde et ampereforbrug på 179 ved 3½ mm piller og 203 ampere ved 5 mm piller.

Pillernes hårdhed blev målt hos KFK med en Kahl "Pille Hårdheds-tester". I forbindelse med målingen lægges en enkelt pille i testapparatet. Pillen lægges på siden mellem en kile og en afrundet spids med flad æg. Herefter øger man trykket på pillen indtil den sprænges, hvorefter hårdheden kan aflæses. Testen gentages 10 gange for et parti foder. For en pille med 3½ mm i diameter vil testresultatet normalt ligge mellem 4 og 10 kg tryk afhængig af foderets sammensætning og forarbejdning.

Smuldprocenten blev målt hos KFK ved brug af Bühler afrivningstest. Smuldtesteren består af en roterende firkantet kasse med forhindringsplader, og for hver prøve roteres kassen 500 omgange. Der udtages en prøve af pillerne, som sigtes inden testen. 500 g af de sigtede piller bliver behandlet i testeren, hvorefter prøven sigtes igen. Herefter beregnes, hvor mange procent smuld der var i prøven. Normalt vil smuldprocenten ligge mellem ½ og 2½.

Partikelfordeling i foderet

For hvert parti foder blev der før varmebehandlingen udtaget prøver af foderblandingerne for bestemmelse af partikelstørrelse. Partikelfordelingen blev bestemt ved hjælp af Retsch sigter på Forskningscenter Foulum. Sigterne havde følgende hullstørrelser: 4, 2, 1, 0,50, 0,25, 0,125 og 0,063 mm.

For at få oplysning om hvordan foderforarbejdningen efter sønderdelingen af foderet påvirkede partikelfordelingen, blev der foretaget sigteanalyser af det pelleterede foder. Pillerne blev opløst i vand i ca. 1½ time. Herefter blev prøverne sigtet og skyllet på en Retsch sigte med 1 mm huller, hvorved en større del af de små partikler forsvandt sammen med den opløselige del af foderet. Den tilbageblevne rest blev tørret i 24 timer ved 105°C. Før sigteanalysen blev de let sammenkittede partikler lempeligt knust med fingrene. Der kunne herved fås et mål for, hvor stor en andel af foderpartiklerne over 1 mm i diameter, der var tilbage, efter at de havde passeret feedprocessoren og pillepresseren.

Stivelse i fæces

For at undersøge indhold af stivelse i gødningen som mål for fordøjeligheden, blev der udtaget fæcesprøver fra 2 grise pr. hold enten direkte fra grisen eller af nylagt gødning i stien. Prøverne blev analyseret for indhold af tørstof og stivelse.

Tabel 1. Forsøgsplan. Experimental design.

Sønderdelingsmetode for:																	
Hveden				Formalet				Revet									
De øvrige komponenter				Formalet				Formalet									
Disintegration method for:																	
The wheat				Ground				Roller-milled									
The other components				Ground				Ground									
Findelingsgrad for:																	
Hveden				Fin		Grov		Medium				Grov					
De øvrige komponenter				Fin		Grov		Grov				Grov					
Disintegration level for:																	
The wheat				Fine		Coarse		Medium				Coarse					
The other components				Fine		Coarse		Coarse				Coarse					
Pillestørrelse, pellet size, mm		3½		5		3½		5		3½		5		3½		5	
Temperatur, temperature, °C		85	110	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110
Hold nr., group no.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Antal grise, no. of pigs		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Tabel 2. Foderets sammensætning og indhold. Feed components and composition.

Foderbestanddele (vægtbasis), <i>feed components (weight basis)</i>	Procent, <i>percentage</i>
Hvede, <i>wheat</i>	50,0
Byg, <i>barley</i>	10,7
Sojaskrå, <i>soya bean meal</i>	15,6
Rapskage, dobbelt lav, <i>rapeseed cake, double low</i>	8,0
Roepiller, <i>beet pellets</i>	4,0
Solsikkeskrå, delvis afskallet, <i>sunflower seeds, partly de-husked</i>	4,0
Roemelasse, <i>beet molasses</i>	2,5
Dicalciumfosfat, <i>dicalcium phosphate</i>	1,2
Foderkridt, <i>calcium carbonate</i>	0,85
Animalsk fedt, <i>animal fat</i>	1,0
Vegetabilsk fedt, <i>vegetable fat</i>	1,0
Fodersalt, <i>feed salt</i>	0,45
L-Lysin 30%, <i>L-lysine 30%</i>	0,4
Forblanding 15, <i>premixture 15</i>	0,25
DL-Metheonin, <i>DL-Methionine</i>	0,05
Næringsstofsammensætning, <i>Nutrient composition</i>	g/kg
Råprotein (fordøjelig), <i>raw protein (digestible)</i>	180 (146)
Råfedt, <i>raw fat</i>	40
Træstof, <i>cellulose</i>	52
NFE	530
Aske, <i>ashes</i>	61
Vand, <i>water</i>	137
Uopløselige fibre, <i>insoluble fibres</i>	13,5
Opløselige fibre, <i>soluble fibres</i>	4,5
Lysin (fordøjelig), <i>lysine (digestible)</i>	9,2 (7,7)
Methionin (fordøjelig), <i>methionine (digestible)</i>	2,9 (2,4)
Cystin (fordøjelig), <i>cystine (digestible)</i>	3,2 (2,6)
Treonin (fordøjelig), <i>threonine (digestible)</i>	6,2 (5,0)
Tryptophan (fordøjelig), <i>tryptophane (digestible)</i>	2,2 (1,8)
Kobber, <i>Copper</i>	25 mg/kg
Tylosin, <i>tylosine</i>	20 mg/kg
Omsætning energi, <i>metabolizable energy</i>	12934 kJ
Nettoenergi, <i>net energy</i>	8106 kJ
FES pr. kg, <i>FUp per kg</i>	1,08

Maveundersøgelser

Grisene blev slagtet hos Danish Crown i Bjerringbro. Omkring kl. 9 blev grisene taget ud af stierne og slagtingen blev indledt ca. kl. 10¹⁵ umiddelbart efter ankomsten til slagteriet. Efter udtagning af mave/tarmsættet blev maverne mærket med et metalnummer og det tilhørende grisenummer registreret. Herefter fulgte maverne transportsystemet til tarmafdelingen.

Mavesækkens og maveindholdets vægt blev registreret. Der blev udtaget prøver af maveindholdet til analyse af tørstofindhold. Konsistensen af maveindholdet blev bedømt subjektivt på en skala fra 1 (tyndt) til 5 (fast).

De observerede forandringer i det kirtelløse område i maven, pars oesophagae, blev vurderet på basis af en metode beskrevet af Baustad og Nafstad (1969).

I nærværende rapport er metoden dog modificeret til en skala fra 1 til 10 points med følgende scorebeskrivelse:

- 0 Normal (Det kirtelløse område, pars oesophagae (po) måler ca. 6x11 cm ved 100 kg).
- 1 Mindre forhorninger.
- 2 Middelsvære forhorninger.
- 3 Svære forhorninger.
(Erosion af epithelet: Afhængig af graden af erosioner tillægges point for forhorninger fra ½ til 1½ point).
- 4 Mindre mavesår eller ar.
- 5 Middelsvære mavesår eller ar.
- 6 Svære mavesår eller ar, og/eller ringformet sår omkransende hele spiserørsmundingen.

- 7 Reduktion af po til ca. 3x6 cm, forårsaget af sår og/eller forsnævring af spiserørsmundingen til ca. 10 mm.
- 8 Reduktion af po til ca. 2x4 cm, forårsaget af sår og/eller forsnævring af spiserørsmundingen til en diameter på ca. 7 mm, og spiserøret er ofte let fortykket.
- 9 Reduktion af po til ca. 1x2 cm eller mindre, forårsaget af sår og/eller forsnævring af spiserørsmundingen til en diameter på ca. 4 mm. Spiserøret er fortykket ved po.
- 10
 - a. Død af mavesårsblødning.
 - b. Livstruende forsnævring af spiserørsmundingen til en diameter på ca. 2 mm, og spiserøret er meget fortykket. Grisen kan drikke væske, men foder kan ikke passere til mavesækken.

I det kirtelløse område i maven forekommer der normalt flere forskellige typer og sværhedsgrader af forandringer. Den alvorligste forandring i en mave bestemmer, hvilken score den får.

Nogle eksempler på forandringer er vist i Figur 2. Det bør pointeres, at en gennemsnitlig score på 1 og derover er utilfredsstillende.

Figur 2. Eksempler på forskellige grader af patologiske forandringer i det kirtelløse område af maven. Examples of different degrees of gastric lesions in pars oesophagae.

Normal
Score = 0



Let forhorning
Score = 1



Kraftig forhorning
og små sår
Score = 4





Stort mavesår
Score = 6



**Sår omkring spise-
rørmundingen**
Score = 8



Normalt spiserør (tv)
og fortykket (th)

Statistiske analyser

Forsøgsdata er analyseret ved hjælp af proceduren PROC MIXED i SAS (SAS Institute Inc., 1996) og følgende model blev anvendt.

$$Y_{ijklmn} = \mu + s_i + f_j + p_k + t_l + sf_{ij} + sp_{ik} + st_{il} + fp_{jk} + ft_{jl} + pt_{kl} + sfp_{ijk} + sft_{ijl} + spt_{ikl} + fpt_{jkl} + sfpt_{ijkl} + M_m B_n + e_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn} = afhængig variabel

μ = middelværdi

s_i = systematisk effekt af sønderdelingsmetode, {s = formalet, revet}

f_j = systematisk effekt af findelingsgrad, {f = fint, groft}

p_k = systematisk effekt af pillestørrelse, {p = 3½ mm, 5 mm}

t_l = systematisk effekt af temperatur, {t = 85°C, 110°C}

sf_{ij} = effekt af vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode og findelingsgrad

sp_{ik} = effekt af vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode og pillestørrelse

st_{il} = effekt af vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode og temperatur

fp_{jk} = effekt af vekselvirkning mellem findelingsgrad og pillestørrelse

ft_{jl} = effekt af vekselvirkning mellem findelingsgrad og temperatur

pt_{kl} = effekt af vekselvirkning mellem pillestørrelse og temperatur

sfp_{ijk} = effekt af vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode, findelingsgrad og pillestørrelse

sft_{ijl} = effekt af vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode, findelingsgrad og temperatur

spt_{ikl} = effekt af vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode, pillestørrelse og temperatur

fpt_{jkl} = effekt af vekselvirkning mellem findelingsgrad, pillestørrelse og temperatur

$sfpt_{ijkl}$ = systematisk effekt af vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode, findelingsgrad, pillestørrelse og temperatur

$M_m(B_n)$ = tilfældig effekt af mor (m) inden for blok (n), {m=1,...,4}, {n=1,...,20}

ϵ_{ijklmn} = tilfældig restvariation, $\{\epsilon_{ijklmn}\} \sim N(0, \sigma^2)$

Mindste kvadraters gennemsnit er vist i tabellerne.

Resultater og diskussion

Partikelfordeling i foderet før og efter pelletering

I Tabel 3 er resultaterne af sigteanalyserne vist. Det ses, at knap 28% af partiklerne i det fint formalede foder havde en partikelstørrelse over 1 mm, mod 52% i det groft formalede, samt op mod 60% i det revne foder.

Der var ingen hele kerner i det fint formalede foder, medens der var 825 kerner pr. kg i det groft formalede.

På trods af at andelen af partikler over 1 mm i diameter var højere i det revne foder, var antallet af hele kerner væsentligt lavere end i det groft formalede. Ved mellemfin rivning af hvede, hvor der kun var 15 hele kerner pr. kg, opnås en god sønderdeling eller knusning af kernerne samtidig med, at den grove struktur bevares. Partikelfordelingen af den revne hvede er vist i parentes i tabel 3.

”Strukturfaktoren” som er forholdet mellem mængden af partikler under 1 mm og partikler over 1 mm i diameter bør ligge omkring 1. I tabellen ses, at denne kun er 0,4 i det fint formalede foder.

I foderet var andelen af partikler over 1 mm i diameter reduceret til omkring 70% i forhold til før pelleteringen (Tabel 4). Der sker således en reduktion af de større partikler i foderet ved pelleteringen. Samtidigt faldt indholdet af hele kerner i foderet med 84% i det groft formalede foder og ca. 70% i det revne foder.

Produktionsresultater

Grisene havde generelt en god ædelyst, idet foderoptagelsen var på 2,74 FEs daglig, hvilket resulterede i en gennemsnitlig daglig tilvækst på 993 g (Tabel 5). Inden for hver af de 4 hovedbehandlinger var der ingen signifikante forskelle i foderoptagelsen. Der var imidlertid en vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode og findelingsgrad for foderoptagelse, idet denne var 0,11 FEs lavere ($P < 0,01$) hos de grise, der fik fint formalet foder sammenlignet med groft formalet foder (Tabel 6). Tilsvarende forskel blev ikke fundet med revet hvede. Hos grisene, der fik fint formalet foder, var den daglige tilvækst 2% lavere ($P < 0,05$) end ved grov formaling. Den svagt forbedrede foderudnyttelse ved fin formaling var dog ikke signifikant forskellig fra grov formaling ($P = 0,24$). I andre undersøgelser har en øget findeling af foderet forbedret foderudnyttelsen (Wondra et al., 1995; Sloth et al., 1998; Jørgensen et al., 1999).

Pillerne, der var opvarmet til 110°C, var væsentligt hårdere end dem, der var opvarmet til 85°C, specielt pillerne der var 5 mm i diameter (Tabel A1, appendiks), men foderoptagelsen var ikke påvirket af pillernes forskellige hårdhed. Pillernes størrelse påvirkede ($P < 0,05$) den daglige tilvækst i ringe omfang, idet grisene, der fik 3½ mm piller i diameter, voksede 2% hurtigere end grisene, der fik 5 mm piller. Dette er i overensstemmelse med Luce et al. (1973), som fandt

en tendens til bedre produktionsresultater ved piller på 5 sammenlignet med 10 mm i diameter. Hanrahan (1984)

fandt imidlertid ingen signifikante forskelle i produktionsresultaterne mellem piller på 5 og 10 mm i diameter.

Der var en svag tendens ($P=0,15$) til et lavere foderforbrug (1%) hos grisene, der fik foderet opvarmet til 110°C sammenlignet med 85°C . Opvarmning af foderet indtil 110°C ser således ikke ud til at have nogen sikker depressiv indvirkning på foderudnyttelsen, hvilket er i overensstemmelse med Chae et al., (1997).

Kødprocenten var relativt lav, 57,6%.

Dette skyldes, dels at det kun var galte der indgik i forsøget, og dels at foderoptagelsen var relativt høj. Der var ingen signifikante forskelle mellem behandlinger for kødprocentens vedkommende.

Stivelse i fæces

Grov formaling i forhold til fin formaling øgede ($P<0,05$) indholdet af stivelse i fæces fra 1,2 til 10,4 g pr. 100 g fæcestørstof (Tabel 7). Rivning reducerede ($P<0,05$) indholdet af stivelse i fæces i forhold til grov formaling. Årsagen til, at rivning reducerer forekomsten af stivelse i fæces i forhold til grov formaling, skyldes formentligt, at endospermen knuses mest effektivt ved rivning, hvilket fremmer fordøjelsen af foderet.

Dette falder godt sammen med indholdet af hele kerner i foderet. Beregninger viser, at der pr. FE's kun var et tab af stivelse på 0,01 FE's (0,3 %) ved fodring

med det fint formalede foder mod 0,07 FE's (2,7%) ved det groft formalede.

Mavens vægt

Der var vekselvirkning ($P<0,01$) mellem sønderdelingsmetode og findelingsgrad for mavesækkens vægt (Tabel 6). Da det mellemfint revne foder var relativt groft forarbejdet i modsætning til det fint formalede foder med hensyn til findelingsgrad, var vekselvirkningen mellem sønderdelingsmetode og findelingsgrad forventet. Hos grisene, der fik det fint formalede foder, var mavesækkens vægt 62 g mindre ($P<0,001$) end hos dem, der fik groft formalede foder, hvorimod forskellen mellem mellemfint og groft revet foder kun var 20 g ($P<0,05$). Nærværende resultater er i overensstemmelse med Reimann et al. (1968), Simonsson & Björklund (1978) og Nielsen (1998), der ligeledes fandt en forøgelse af mavesækkens vægt ved fodring med større foderpartikler. Årsagen til at grove partikler øger mavens vægt er, at maveindholdet bliver bearbejdet kraftigere og i længere tid i maven end ved finere partikler, hvorved mavesækkens muskler bliver større. Til trods for at grisene havde en høj daglig foderoptagelse ved fodring ad libitum, var mavens vægt relativt lav (Tabel 8). Dette skyldes primært, at ad libitum fodring ikke udspiler maven i samme grad som fodring få gange dagligt, ligesom pelletering af foderet reducerer mavens vægt (Nielsen, 1998). Da grisene gik enkeltvis i stierne, var der heller ikke konkurrence mellem grisene, som kunne medføre større optagelse på

kort tid, hvilket formentligt også har medvirket til at mindske udspilingen og dermed vægten af maven.

Pillerne med en diameter på 3½ mm resulterede i en beskeden reduktion ($P < 0,05$) af mavens vægt på 15 g i for-

hold til 5 mm piller, hvilket stemmer overens med, at grovere partikler øger mavens vægt (Tabel 8).

Procestemperaturen havde ingen signifikant indflydelse på mavens vægt.

Tabel 3. Partikelfordeling i foderblandingerne og af hveden før pelletering (%).

Distribution of particles in the feed mixtures and of the wheat before pelleting (%).

Sønderdelingsmetode <i>Disintegration method</i>	Formalet <i>Ground</i>		"Revet" <i>"Roller-milled"</i>	
Findelingsgrad <i>Disintegration level</i>	Fint <i>Fine</i>	Groft <i>Coarse</i>	Mellemfint <i>Medium</i>	Groft <i>Coarse</i>
Partikelstørrelse, <i>particle size</i> , mm				
0,063 - 0,125	7,4	4,5	2,7 (0,7) ¹⁾	3,2 (0,2)
0,125 - 0,25	12,3	8,5	6,8 (1,4)	7,5 (0,5)
0,25 - 0,5	20,9	14,0	12,6 (3,6)	12,2 (0,9)
0,5 - 1	31,8	21,2	19,3 (7,6)	17,3 (3,0)
1 - 2	25,6	29,1	40,7 (50,5)	30,0 (32,9)
2 - 4	2,0	22,7	17,9 (36,2)	29,8 (62,5)
Procentdel > 1 mm, <i>per cent > 1 mm</i>	27,6	51,8	58,6 (86,7)	59,8 (95,4)
"Strukturfaktor", <i>"Particle ratio"</i> (> 1 mm : < 1 mm)	0,4	1,1	1,4 (6,5)	1,5 (20,7)
Hele kerner, antal pr. kg <i>Whole grains, no. per kg</i>	0	825	93 (15)	162 (320)
Hele kerner, g pr. kg <i>Whole grains, g per kg</i>	0	28	3 (½)	5 (11)

1) Hveden alene i parentes. *Wheat alone in parentheses.*

Tabel 4. Pelleteringens indflydelse på foderets partikelstørrelse.

The Influence of pelleting on feed particle size.

Sønderdelingsmetode <i>Disintegration method</i>	Formalet <i>Ground</i>		"Revet" <i>"Roller-milled"</i>	
Findelingsgrad <i>Disintegration level</i>	Fint <i>Fine</i>	Groft <i>Coarse</i>	Mellemfint <i>Medium</i>	Groft <i>Coarse</i>
Partikelstørrelse, <i>particle size</i>				
< 1mm (%)	81,1	60,6	58,9	56,6
1 – 2 mm (%)	16,2	19,3	23,3	20,7
> 2 mm (%)	2,7	20,1	17,8	22,7
Partikler > 1 mm, <i>particles > 1 mm:</i> (I piller / før pelletering) x 100 (<i>In pellets / before pelleting</i>) x 100	68	76	70	73
Hele kerner, antal pr. kg <i>Whole grains, no. per kg</i>	0	135	25	50

Tabel 5. Virkningen af foderforarbejdning på foderoptagelse, tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent. Effect of feed processing on feed intake, growth, feed utilisation and meat percentage.

Behandling <i>Treatment</i>	Sønderdelingsmetode <i>Disintegration method</i>		Findelingsgrad <i>Disintegration level</i>		Pillestørrelse <i>Pellet size</i>		Temperatur <i>Temperature</i>		SE
	Formalet <i>Ground</i>	Revet <i>Roll.mil.</i>	Fin ¹⁾ <i>Fine¹⁾</i>	Grov <i>Coarse</i>	3½ mm <i>3½ mm</i>	5 mm <i>5 mm</i>	85°C	110°C	
Indsatte grise, <i>no. of pigs</i>	160	160	160	160	160	160	160	160	
Udsatte grise, <i>culled pigs</i> :	1	0	0	1	1	0	0	1	
Vægt ved start, kg <i>Weight at start, kg</i>	26,0	26,1	26,1	26,0	26,2	25,9	26,0	26,0	1,66
FEs pr. gris daglig ²⁾ <i>FUp per pig daily²⁾</i>	(2,72)	(2,75)	(2,72)	(2,76)	2,75	2,72	2,74	2,73	0,20
Daglig tilvækst, g ²⁾ <i>Daily gain, g²⁾</i>	(991)	(995)	(990)	(996)	1002	983*	991	995	73
FEs pr. kg tilvækst ³⁾ <i>FUp per kg gain³⁾</i>	(2,75)	(2,77)	2,75	2,78	(2,75)	(2,78)	(2,78)	(2,75)	0,18
Vægt ved slagtning, kg ⁴⁾ <i>Weight at slaughtering, kg⁴⁾</i>	(98,4)	(98,4)	(98,3)	(98,4)	98,3	98,4	(98,1)	(98,7)	4,29
Kødprocent <i>Meat percentage</i>	57,6	57,6	57,7	57,5	57,5	57,7	57,6	57,7	1,77

(): Hovedfaktorer, der vekselvirker med andre hovedfaktorer, er anført i parentes. *Main effects interacting with other main effects are given in parentheses.*

*, ** eller *** vist indenfor en række og faktor er signifikant forskellige på henholdsvis 5, 1 og 0,1 % niveau.

*, ** or *** as superscript within a row and factor are significantly different at the 5, 1 and 0,1 % level, respectively.

1) "Fint" roller-milled foder var mellemfint forarbejdet. *"Fine" roller-milled feed was medium-finely processed.*

2) Vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode og findelingsgrad (Tabel 6). *Interaction between disintegration method and disintegration level (Table 6).*

3) Vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode og temperatur og mellem temperatur og pillestørrelse. *Interaction between disintegration method and temperature and between temperature and pellet size.*

4) Vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode og findelingsgrad (Tabel 6) og mellem sønderdelingsmetode og temperatur. *Interaction between disintegration method and disintegration level (Table 6) and between disintegration method and temperature.*

Tabel 6. Virkning af sønderdelingsmetode og findelingsgrad på produktions- og maveresultater. Effect of disintegration method and disintegration level on performance and stomach measures.

Sønderdelingsmetode <i>Disintegration method</i>	Formalet <i>Ground</i>		"Revet" <i>"Roller-milled"</i> ⁽¹⁾		SE
Findelingsgrad <i>Disintegration level</i>	Fint <i>Fine</i>	Groft <i>Coarse</i>	Mellemfint <i>Medium</i>	Groft <i>Coarse</i>	
Antal grise, <i>no. of pigs</i>	80	80	80	80	
FES pr. dag, <i>FUp per pig daily</i>	2,67 ^a	2,78 ^b	2,76 ^b	2,74 ^b	0,20
Daglig tilvækst, g, <i>daily gain, g</i>	979 ^a	1004 ^b	1001 ^{ab}	988 ^{ab}	73
FES pr. kg tilvækst, <i>FUp per kg gain</i>	2,74	2,77	2,76	2,78	0,18
Mavevægt, g, <i>stomach weight, g</i>	517 ^a	579 ^{bc}	567 ^b	587 ^c	56
Tørstof i maveindhold, % <i>Dry matter in stomach content, %</i>	17,0	17,9	17,7	18,9	6,1
Konsistensscore, <i>consistency score</i>	1,26 ^a	1,72 ^b	1,60 ^b	1,77 ^b	0,51
<i>Mavescore, stomach score</i>					
Normal, <i>Normal</i> (0) %	1,3	72,4	67,7	73,3	
Forhorning, <i>Parakeratosis</i> (1-3) %	62,7	26,1	27,9	24,0	
Mavesår, <i>Gastric lesion</i> (4-6) %	30,7	0	2,9	2,7	
Sår/ar, <i>Severe lesion</i> (7-10) %	5,3	1,5	1,5	0	
Gns. mavescore, <i>average stomach score</i>	2,7 ^a	0,3 ^b	0,6 ^b	0,4 ^b	1,3

1: Skala fra 0-10 (0 = normal, 10 = meget alvorlige forandringer). Scale from 0-10 (0 = normal, 10 = very severe changes).

Tabel 7. Virkning af sønderdelingsmetode og findelingsgrad på stivelse i fæces. Effect of disintegration method and disintegration level on soluble starch content in faeces.

Sønderdelingsmetode <i>Disintegration method</i>	Formalet <i>Ground</i>		"Revet" <i>"Roller-milled"</i>	
Findelingsgrad <i>Disintegration level</i>	Fint <i>Fine</i>	Groft <i>Coarse</i>	Mellemfint <i>Medium</i>	Groft <i>Coarse</i>
Stivelse, g pr. 100 g fæcestørstof <i>Starch, g per 100 g faeces dry matter</i>	1,2 ^a	10,4 ^b	4,5 ^a	5,8 ^{ab}
Tørstof i fæces, % <i>Dry matter in faeces, %</i>	28,5	23,7	24,2	25,4
Tab af stivelse, g pr. FES <i>Loss of soluble starch, g per FUp</i>	1,5 ^a	13,3 ^b	5,8 ^a	7,4 ^{ab}
Tab af stivelse pr. kg tilvækst, FES <i>Loss of soluble starch per kg gain, FUp</i>	0,01 ^a	0,07 ^b	0,03 ^a	0,04 ^{ab}

Tabel 8. Indflydelse af foderforarbejdning på mavekarakteristika. The influence of treatments on stomach characteristics.

Behandling <i>Treatment</i>	Sønderdelingsmetode <i>Disintegration method</i>		Findelingsgrad <i>Disintegration level</i>		Pillestørrelse <i>Pellet size</i>		Procestemperatur <i>Process temperature</i>		SE
	Fomalet <i>Ground</i>	Revet <i>Roller-mill.</i>	Fin ¹⁾ <i>Fine¹⁾</i>	Grov <i>Coarse</i>	3½ mm <i>3½ mm</i>	5 mm <i>5 mm</i>	85°C <i>85 °C</i>	110° <i>110 °C</i>	
Antal undersøgte maver <i>No. of investigated stomachs</i>	145	143	143	145	144	144	144	144	
Vægt af mavesæk, g ²⁾ <i>Stomach weight, g</i>	(548)	(577 ^{***})	(542)	(583 ^{***})	555 [*]	570	568	558	56,1
Vægt af maveindhold, g <i>Stomach content, g</i>	1071	1092	1062	1101	1056	1106	1087	1076	0,60
Maveindholdets konsistens ^{2) A)} <i>Consistency of stomach content</i>	(1,49)	(1,68 ^{***})	(1,43)	(1,74 ^{***})	1,52	1,65 [*]	1,62	1,56	0,51
Maveindholdets tørstofpct. <i>Dry matter of stomach content</i>	17,5	18,3	17,4	18,4	17,4	18,3	18,2	17,5	6,13
Mavescore, Stomach score ^{2) B)}									
Normal, Normal (0) %	35,4	70,6	32,8	72,9	53,5	52,4	57,6	48,2	
Forhorning, Parakeratosis (1-3) %	45,1	25,9	46,2	25,0	34,7	36,4	31,3	39,9	
Mavesår, Gastric lesion (4-6) %	16,0	2,8	17,5	1,4	9,0	9,8	9,0	9,8	
Sår/ar, Severe lesion (7-10) %	3,5	0,7	3,5	0,7	2,8	1,4	2,1	2,1	
Gns. mavescore, average stomach score	(1,53)	(0,51 ^{***})	(1,67)	(0,37 ^{***})	1,08	0,96	0,92	1,12	1,27

(): Hovedfaktorer der vekselvirker med andre hovedfaktorer er anført i parentes. Main effects interacting with other main effects are given in parentheses.

*, ** eller *** vist indenfor en række og faktor er signifikant forskellige, henholdsvis P<0.05, P<0.01 or P<0.001.

*, ** or *** as superscript within a row and factor are significantly different at P<0.05, P<0.01 or P<0.001, respectively.

1) "Fint" roller-milled foder var mellemfint forarbejdet. "Fine" roller-milled feed was medium-finely processed.

2) Vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode og findelingsgrad (Tabel 6). Interaction between disintegration method and disintegration level (Table 6).

A) Score fra 1 (tyndt) til 5 (fast); Score from 1 (thin) to 5 (firm).

B) Score fra 0 (normal) til 10 (ekstremt svære forandringer); Score from 0 (normal) to 10 (extremely severe changes).

Maveindhold

Der var ingen signifikant effekt af behandlingerne på mængden af maveindhold, der i gennemsnit for alle behandlinger var 1081 g (Tabel 8).

Maveindholdets tørstofprocent var relativt lav, omkring 18% uanset behandling, hvilket i nogen udstrækning må være begrundet i, at foderet var pelleteret, og at der blev fodret efter ædelyst. Nielsen (1998) fandt, at pelletering af groft forarbejdet foder reducerede maveindholdets tørstofprocent fra 28,9 til 25,4, ligesom fodring efter ædelyst bevirkede et fald i tørstofprocenten fra 26,5 til 23,7.

Da det mellemfint revne foder bestod af væsentligt grovere partikler end det fint formalede foder, var vekselvirkningen ($P < 0,05$) mellem sønderdelingsmetode og findelingsgrad m.h.t. konsistens forventet (Tabel 6). Fodring med fint formalede foder resulterede i et mindre fast maveindhold ($P < 0,001$) sammenlignet med fodring med groft formalede eller revet foder (konsistensscore på 1,26 versus 1,70). Effekten af foderets findelingsgrad på maveindholdets fasthed er således tydelig, på trods af at en stor andel af foderet var hvede, samt at foderet efter sønderdelingen blev behandlet ved højt tryk i feedprocessoren og i pillepresseren. Jørgensen et al. (1999) har i overensstemmelse med ovennævnte fundet lavere tørstofprocent i maveindhold ved fint formalede pelleteret foder end med groft formalede pelleteret foder.

I nærværende undersøgelse kom foderforarbejdningens indflydelse på mave-

indholdets fasthed bedre til udtryk ved den subjektive vurdering af maveindholdets konsistens end ved at analysere dets tørstofprocent.

Fodring med piller med en diameter på 5 mm øgede ($P < 0,05$) konsistensscoren af maveindholdet fra 1,52 til 1,65 point i forhold til 3½ mm piller (Tabel 8).

Foderets opvarmningsgrad havde ingen indflydelse på maveindholdets fasthed.

Patologiske forandringer i maven

Generelt var prævalensen af forandringer i det kirtelløse område i maven på et lavt niveau sammenlignet med resultater af Nielsen (1998) (Tabel 8). Formentlig har foderets indhold af forskellige andre foderkomponenter end hveden, herunder roepiller, haft en modvirkende effekt på udvikling af mavesår. Gamble (1967) fandt således, at en stigning i foderets indhold af lucernemel fra 3 til 6% i pelleteret foder reducerede prævalensen af mavesår. Grisene, der fik det fint formalede foder, havde en væsentlig dårligere ($P < 0,001$) mavescore på 2,7 i forhold til grise, der tildeltes det mellemfint revne foder, og som opnåede en mavescore på 0,6 (Tabel 6). Der var ingen forskel på mavescoren ved grov formaling og grov rivning af foderet. Ovennævnte vekselvirkning var forventet, da det mellemfint revne foder som tidligere nævnt var relativt groft forarbejdet i forhold til det fint formalede foder.

Grov forarbejdning af foderet i nærværende forsøg svarede ikke til grov forarbejdning af hveden ved valsning og efterfølgende pelletering i et tidligere for-

søg, hvor mavescoren var på 4,3 (Nielsen, 1998). Dette tyder på, at piller baseret på grov formaling eller rivning af hvede sikres mere struktur, end når hveden sønderdeles ved valsning. Procentdelen af hvede og forarbejdningen af de øvrige foderemner i foder-

blandingerne i nærværende forsøg og i forsøg af Nielsen (1998) var dog forskellig, således at en direkte sammenligning af resultaterne må undlades. Mavescoren var hverken påvirket af pillestørrelsen eller opvarmningsgraden i nævneværdig omfang (Tabel 8).

Konklusion

Der forekom kun minimale forskelle i produktionsresultaterne mellem de fire forsøgsfaktorer: sønderdelingsmetode, findelingsgrad, pillestørrelse og forarbejdningstemperatur af pelleteret foder. Grisene åd dog flere piller baseret på groft frem for fint forarbejdet foder.

Fint formalet foder reducerede mavevægt, hvorimod de fire forsøgsfaktorer ikke resulterede i væsentlige forskelle i mængden af maveindhold og tørstofprocent.

Grov forarbejdning af foderet øgede maveindholdets fasthed på trods af efterfølgende feedprocessing og pelletering.

Grise, der fik det groft formalede eller mellemfint og groft revne foder havde relativt få forandringer i maven, hvormod piller af fint formalet foder medførte væsentligt flere patologiske forandringer i mavens kirtelløse område, herunder mavesår.

Foderets findelingsgrad og forarbejdning før pelleteringen har således afgørende betydning for omfanget af mavesår hos slagtesvin. En hensigtsmæssig grov foderstruktur i piller kan derfor både opretholde en god foderudnyttelse og sikre få mavelidelser.

Anerkendelser

Korn og Foderstofkompagniet takkes for økonomisk støtte til nærværende projekt.

Forsøgstekniker Hugo Christensen takkes for pasning af grisene, og Jens Peter Nørgård Petersen takkes for hjælp på

slagteriet. EDB-medarbejder Ole H. Olsen og Nabil Brandl takkes for hjælp ved bearbejdning af data. Korrespondent Karin V. Østergaard takkes for omhyggelig korrektur og opsætning af manuskriptet.

Litteraturliste

- Ayles, H.A., Freindship, R.M. & Ball, R.O. 1996. Effect of dietary particle size on gastric ulcers, assessed by endoscopic examination, and relationship between ulcer severity and growth performance of individually fed pigs. *Swine Health and Production*. 4 (5), 211-216.
- Baustad, B. & Nafstad, I. 1969. Gastric ulcers in swine. 4. Effects of dietary particle size and crude fiber contents on ulceration. *Path. Vet.* 6, 546-556.
- Blackshaw, J.K. & Kelly, W.R. 1980. Effects of gastric ulceration on growth rate of intensively reared pigs. *Vet. Rec.* 106, 52-54.
- Braude, R. & Rowell, J.G. 1966. Comparison of meal and pellets for growing pigs fed either in troughs or off the floor. *J. agri. Sci. Camb.* 67, 53-57.
- Chae, B.J., Han, I.K., Kim, J.H., Yang, C.J., Ohh, S.J., Rhee, Y.C. & Chung, Y.K. 1997. Effects of feed processing and feeding methods on growth and carcass traits for growing-finishing pigs. *AJAS*. 10 (2), 164-169.
- Chamberlain, C.C., Merriman, G.M., Lidvall, E.R., & Gamble, C.T. 1967. Effects of feed processing method and diet form on the incidence of esophagogastric ulcers in swine. *J. Anim. Sci.* 26, 72-75.
- Christensen, G. 1998. Mavesår hos svin. *Dansk Veterinær Tidsskrift* 81, 930-935.
- Ehrensperger, F., Jucker, H., Pfrirter, H.P., Pohlenz, J. & Schlatter, Ch. 1976. Einfluss der Futterbeschaffenheit auf das auftreten oesophagogastrischer Geschwüre und auf die Mastleistung beim Schwein. *Zbl. Vet. Med. A*. 23, 265-276.
- Flatlandsmo, K. & Slagsvold, P. 1971. Effect of grain particle size and pellets on development of gastric ulcers in swine. *J. Anim. Sci.* 33 (6), 1263-1265.
- Friendship, R.M., Ball, R.O. & Ayles, H.L. 1996. The relationship between growth performance and gastric ulcer severity. *Proc. of the 14th IPVS Congress*, Bologna, Italy, p. 695.
- Gamble, C. T., Chamberlain, C.C., Merriman, G.M. & Lidwall, E.R. 1967. Effects of pelleting, pasture and selected diet ingredients on the incidence of esophagogastric ulcers in swine. *J. Anim. Sci.* 26, 1054-1058.
- Hanrahan, T.J. 1984. Effect of pellet size and pellet quality on pig performance. *Anim. Feed Sci. Technol.* 10, 277-283.
- Jørgensen, L. Dahl, J. Jensen, B.B. & Poulsen, H.D. 1999. Effekt af ekspanderende, peletter og formalinsgrad på salmonella, produktionsresultater og mave-tarmsundhed hos slagtesvin samt på fytaseaktivitet og vitaminstabilitet i

foder. Landsudvalget for svin Den rullende afprøvning. Meddelelse 426.

Kirschgessner, M., Roth, F.X., Bollwahn, W. & Heinritzi, K. 1985. Mastleistung, Nährstoffverdaulichkeit und Magenschleimhautveränderungen von Schweinen bei unterschiedlicher Futterstruktur. I. Einfluss eines unterschiedlichen Vermahlungsgrades des Futters. Zbl. Vet. Med. A., 32, 641-651.

Leibetseder, J. 1987. Über die Bedeutung der Mahlfeinheit und Pelletgröße für Futteraufnahme, Verdaulichkeit und Gesundheitsstatus bei Schwein und Geflügel. Obers. Tierernährg. 15, 135-152.

Luce, W.G., Omtvedt, I.T. & Maxwell, C.V. 1973. Effect of pellet size on pig performance. J. Anim. Sci. 37, 204-205 (abstract).

Mahan, D.C., Pickett, R.A., Perry, T.W., Curtin, T.M., Featherston, W.R. & Beeson, W.M. 1966. Influence of various nutritional factors and physical form of feed on esophagogastric ulcers in swine. J. Anim. Sci. 25 (4), 1019-1023.

Maxwell, C.V., Reimann, E.M., Hoekstra, W.G., Kowalczyk, T., Benevenga, N.J. & Grummer, R.H. 1970. Effect of dietary particle size on lesion development and on the contents of various regions of the swine stomach. J. Anim. Sci. 30, 911-922.

Muggenburg, B.A., McNutt, S.H. & Kowalczyk, T. 1964. Pathology of gastric

ulcers in swine. Am. J. Vet. Res. 25, 1354-1365.

Nielsen, E.K. 1986. Foderets formalingsgrad, form og fodringsmetode. Hyologisk Tidsskrift Svinet nr. 7, 41-45.

Nielsen, E.K. 1990. The influence of feeding on the development and health of slaughter pig stomachs and on appetite. 41st Ann. Meet. EAAP, Toulouse, France, vol. 2, p. 276.

Nielsen, E.K. 1998. Foderets effekt på mavens volumen, maveindholdets konsistens, mavesår og produktionsresultater hos slagtesvin. Effekt af kornart, foderstruktur, pelletering, fodringsmetode og strøelse. DJF Rapport nr. 4., Husdyrbrug, 52 pp.

Nuwer, A.J., Perry, T.W., Pickett, R.A. & Curtin, T.M. 1967. Expanded or heat-processed fractions of corn and their relative ability to elicit esophagogastric ulcers in swine. J. Anim. Sci. 26, 518-525.

O'Brien, J.J. 1992. Gastric ulcers. In: Leman, A.D., Straw, B.E., Mengeling, W.L., Allaire, S.D. & Taylor (eds.), Diseases of Swine, 7th ed. Iowa State Univ. Press, 692-708.

Potkins, Z.V., Lawrence, T.L.J. & Thomson, J.R. 1989. Oesophagogastric parakeratosis in the growing pig: effects of the physical form of barley-based diets and added fibre. Res. Vet. Sci. 47, 60-67.

- Reimann, E.M., Maxwell, C.V., Kowalczyk, T., Benevenga, N.J., Grummer, R.H. & Hoekstra, W.G. 1968. Effect of fineness of grind of corn on gastric lesions and contents of swine. *J. Anim. Sci.* 27, 992-999.
- SAS Institute Inc., 1996. SAS/STAT* Software: Changes and Enhancements, Release 6.11, Cary, NC, 1094 pp.
- Schulz, E. 1969. Einsatz von pelletiertem Futter in der Schweinehaltung. *Schweinezuht und Schweinemast*. 2, 102-104.
- Skoch, E.R., Binder, S.F., Deyoe, C.W., Allee, G.L. & Behnke, K.C. 1983. Effects of pelleting conditions on performance of pigs fed a corn-soybean meal diet. *J. Anim. Sci.* 57 (4), 922-935.
- Simonsson, A. & Björklund, N.-E. 1978. Some effects of the fineness of ground barley on gastric lesions and gastric contents in growing pigs. *Swedish J. agric. Res.* 8, 97-106.
- Skoch, E.R., Binder, S.F., Deyoe, C.W., Allee, G.L. & Behnke, K.C., 1983. Effects of pelleting conditions on performance of pigs fed a corn-soybean meal diet. *J. Anim. Sci.* 57 (4), 922-935.
- Sloth, N.M., Tybirk, P., Dahl, J. & Christensen, G. 1998. Effekt af formalingsgrad og varmebehandling/pelletering på mavesundhed, salmonellaforebyggelse og produktionsresultater hos slagtesvin. *Landsudvalget for Svin, Meddelelse nr. 385*.
- Tellefsen, L., 1996. Håndbog i Pilleteringsteknik. Sprout-Matador, Esbjerg, 172 pp.
- Vanschoubroek, F., Coucke, L. & Van Spaendonck, R. 1971. The quantitative effect of pelleting feed on the performance of piglets and fattening pigs. *Nutrition Abstracts & Reviews*. 41, no. 1, 1-9.
- Walker, N. 1989. A comparison of wheat- or barley-based diets given ad libitum as meal or pellets to finishing pigs. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 22, 263-267.
- Wondra, K.J., Hancock, J.D., Behnke, K.C. & Stark, C.R. 1995. Effects of mill type and particle size uniformity on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 73, 2564-2573.

Appendiks

Tabel A1. Kaskadeblanderens og feedprocessorens effekt på pillernes hårdhed og smuldprocent. The influence of the short-term conditioner and the processing of the feed on pellet hardness and crumble percentage.

Sønderdelingsmetode <i>Disintegration method</i>	Formalet <i>Ground</i>								Revet <i>Roller-milled</i>							
Findelingsgrad <i>Disintegration level</i>	Fin <i>Fine</i>				Gro <i>Coarse</i>				Medium <i>Medium</i>				Gro <i>Coarse</i>			
Pillestørrelse, mm, pellet size, mm	3½		5		3½		5		3½		5		3½		5	
Temperatur, temperature, °C	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110
Hold nr., group no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Kaskadeblander, °C	67	68	66	69	65	65	64	65	67	65	65	65	65	66	66	65
Short-term conditioner, °C																
Feedprocessor, feed processor:																
Temperatur ved dyse, °C	84	106	86	110	85	107	85	107	86	107	84	110	85	109	85	104
Temperature at annular gap, °C																
Ampere, Ampere	188	295	187	267	201	311	193	279	196	312	184	295	212	337	196	257
Dyseåbning spalte, %	53	22	37	18	40	16	33	16	42	18	35	16	42	18	37	20
Annular gap opening, %																
Akseltryk, %, hydraulic pressure, %	38	66	51	69	48	69	55	73	45	71	52	75	54	77	55	68
Pillepresser, pelleting press, Ampère	187	179	212	173	180	174	209	209	171	171	196	210	188	184	223	193
Hårdhed af piller ¹⁾ , hardness of pellets, ¹⁾	5,0	6,0	8,0	11,0	5,0	5,0	8,5	9,0	5,0	6,0	8,0	10,0	6,0	6,5	6,0	10,0
Smuldprocent ²⁾ , per cent crumble ²⁾	0,8	0,7	1,3	0,9	1,0	0,9	1,1	1,0	0,9	0,9	1,5	0,9	1,1	0,9	1,1	1,0

1) Målt vha. Kahl Pellet-Hardness-Tester (kg). Measured using a Kahl Pellet-Hardness-Tester (kg).

2) Målt vha. Bühler afrivningstest. Measured using a Bühler test

Tabel A2. Analyse af foderblandingerne. Analysis of feed mixtures.

Sønderdelingsmetode <i>Disintegration method</i>	Formalet <i>Ground</i>								Revet <i>Roller-milled</i>							
Findelingsgrad <i>Disintegration level</i>	Fin <i>Fine</i>				Grov <i>Coarse</i>				Medium <i>Medium</i>				Grov <i>Coarse</i>			
Pillestørrelse, pellet size, mm	3½		5		3½		5		3½		5		3½		5	
Temperatur, temperature, °C	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110	85	110
Hold nr., group no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Råprotein, crude protein, %	18,6	18,8	18,3	18,5	18,8	18,8	18,6	18,5	18,4	18,4	18,1	18,6	18,9	18,8	18,6	18,6
Fedt, Stoldt, fat, Stoldt, %	4,6	4,4	4,6	4,5	4,7	4,7	4,7	4,6	4,7	4,5	4,7	4,7	4,8	4,5	4,6	4,6
Træstof, crude fibre, %	4,9	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	4,8	4,91	4,9	5,0	5,3	5,1	5,0	5,0	5,0	5,1
N-frie ekstraktstoffer, %, Carbohydrates, %	52,5	52,8	52,6	52,5	52,4	52,9	52,4	52,6	53,1	53,3	52,4	52,8	52,7	53,2	52,4	52,2
Aske, ash, %	5,6	5,2	5,2	5,5	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,3	5,2	5,3	5,2	5,4	5,3	5,4
Vand, water, %	14,0	13,7	14,4	14,2	14,1	13,6	14,4	14,3	13,9	13,6	14,5	14,0	13,6	13,3	13,2	14,2
Kalcium, calcium, %	0,88	0,81	0,85	0,84	0,85	0,82	0,83	0,83	0,86	0,87	0,88	0,81	0,84	0,86	0,87	0,86
Fosfor, phosphorus, %	0,63	0,65	0,67	0,66	0,64	0,60	0,64	0,67	0,64	0,64	0,62	0,63	0,67	0,67	0,64	0,67
Cystin, cystine, %	0,33	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,34	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,36	0,34	0,36	0,34
Methionin, methionine, %	0,31	0,30	0,31	0,29	0,29	0,30	0,30	0,31	0,29	0,30	0,30	0,28	0,32	0,29	0,31	0,29
Treonin, threonine, %	0,67	0,68	0,69	0,65	0,65	0,67	0,67	0,68	0,67	0,67	0,66	0,64	0,67	0,66	0,67	0,66
Isoleucin, isoleucine, %	0,75	0,76	0,74	0,76	0,75	0,78	0,75	0,76	0,75	0,74	0,76	0,72	0,79	0,79	0,75	0,79
Lysin, lysine, %	1,01	0,97	0,99	0,95	0,95	0,97	0,98	0,98	0,96	1,01	0,94	0,95	1,00	0,94	0,98	0,93
FEs EFOS (FOSS-LET)/kg <i>FUp EFOS (FOSS-LET)/kg</i>	1,07	1,07	1,07	1,06	1,07	1,08	1,08	1,08	1,08	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,07	1,07

DJF Foulum

Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19

Direktion
Direktionssekretariat, Økonomisekretariat

Afdeling for Animalske Fødevarer
Afdeling for Husdyravl og Genetik
Afdeling for Husdyrnæring og Fysiologi
Afdeling for Husdyrsundhed og Velfærd
Afdeling for Jordbrugssystemer
Afdeling for Plantevækst og Jord

Afdeling for Markdrift
Afdeling for Stalddrift
Centrallaboratoriet
Informationsenhed
IT-funktion
Biblioteksfunktion
International Enhed

DJF Årslev

Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev
Tlf. 63 90 43 43. Fax 63 90 43 90

Afdeling for Prydplanter
Afdeling for Vegetabiliske Fødevarer
Afdeling for Infrastruktur

DJF Flakkebjerg

Flakkebjerg, 4200 Slagelse
Tlf. 58 11 33 00. Fax 58 11 33 01

Afdeling for Plantebiologi
Afdeling for Plantebeskyttelse
Afdeling for Infrastruktur

DJF Bygholm

Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax 75 62 48 80

Afdeling for Jordbrugsteknik
Driftsfunktion

Enheder på andre lokaliteter

Afdeling for Sortsafprøvning
Teglværksvej 10, Tystofte
4239 Skælskør
Tlf. 58 16 06 00. Fax 58 16 06 06

Askov Forsøgsstation
Vejenvej 55, 6600 Vejen
Tlf. 75 36 02 77. Fax 75 36 62 77

Bioteknologigruppen
(Afd. f. Plantebiologi)
Thorvaldsensvej 40, 1.
1871 Frederiksberg C
Tlf. 35 28 25 88. Fax 35 28 25 89

Borris Forsøgsstation
Vestergade 46, 6900 Skjern
Tlf. 97 36 62 33. Fax 97 36 65 43

Den Økologiske Forsøgsstation
Rugballegård
Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax 75 62 48 80

Foulumgård, Postboks 50
8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19

Jyndevad Forsøgsstation
Flensborgvej 22, 6360 Tinglev
Tlf. 74 64 83 16. Fax 74 64 84 89

Rønhave Forsøgsstation
Hestehave 20, 6400 Sønderborg
Tlf. 74 42 38 97. Fax 74 42 38 94

Silstrup Forsøgsstation
Højmarken 12, 7700 Thisted
Tlf. 97 92 15 88. Fax 97 91 16 96

Tylstrup Forsøgsstation
Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup
Tlf. 98 26 13 99. Fax 98 26 02 11