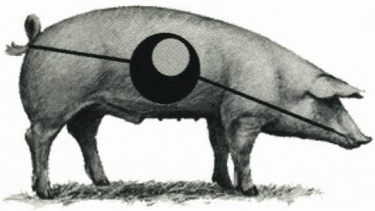
Oktober 1998

DJF rapport

Nr. 4 • Husdyrbrug



E. Keller Nielsen

Foderets effekt på mavens volumen, maveindholdets konsistens, mavesår og produktionsresultater hos slagtesvin

Effekt af kornart, foderstruktur, pelletering, fodringsmetode og strøelse

Effect of feed on stomach volume, consistency of stomach content, ulcers and production results in pigs

Effect of cereal type, feed structure, pelleting, feeding method and straw bedding

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri

Danmarks JordbrugsForskning

Foderets effekt på mavens volumen, maveindholdets konsistens, mavesår og produktionsresultater hos slagtesvin

Effekt af kornart, foderstruktur, pelletering, fodringsmetode og strøelse

E. Keller Nielsen
Afdeling for Husdyrsundhed og Velfærd
Forskningscenter Foulum
Postboks 50
DK-8830 Tjele

DJF rapport Husdyrbrugbrug nr. 4 • oktober 1998 • 1. årgang

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.	

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelse 3
Contents 4

Sammendrag 5
Summary 7

Indledning 9

Materiale og metoder 13
Forsøg A. Forsøgsdesign og behandlinger 13
Forsøg B. Forsøgsdesign og behandlinger 15
Maveundersøgelser 17
Statistiske analyser 19

Resultater og diskussion, forsøg A 21
Effekt af foderstruktur, fodringsmetode og halm
på mave- og produktionsresultater
Produktionsresultater 21
Mavens vægt 21
Mavens volumen 23
Maveindhold 23
Patologiske forandringer i maven 26

Resultater og diskussion, forsøg B 29
Effekt af kornart, foderstruktur og pelletering
på mave- og produktionsresultater
Partikelfordeling i foder 29
Påvirkning af partikelstørrelsen ved pelleteringen af foderet 30
Produktionsresultater 31
Mavens størrelse og indhold 32
Patologiske forandringer i maven 35

Konklusion 39

Anbefalinger vedrørende foderforarbejdning 41

Anerkendelser 43

Litteraturliste 45

Appendikser 49
1. Undersøgelse af maver på tre slagterier 49
2. Partikelfordeling i byg og hvede formalet på "gårdmølle" 51

Contents

Contents (Danish) 3
Contents 4

Summary (Danish) 5
Summary 7

Introduction 9

Materials and methods 13
Experiment A. Experimental design and treatments 13
Experiment B. Experimental design and treatments 15
Gastric examinations 17
Statistical analyses 19

Results and discussion, experiment A 21
Effect of feed structure, feeding method and straw
on gastric and production results
Production results 21
Weight of stomach 21
Volume of stomach 23
Content of stomach 23
Gastric lesions 26

Results and discussion, experiment B 29
Effect of cereal, feed structure and pelleting on gastric and production results
Particle distribution in feed 29
Effect of particle size in pelleted feed 30
Production results 31
Stomach size and content 32
Gastric lesions 35

Conclusion 39

Recommendations regarding feed processing 41

Acknowledgements 43

Literature 45

Appendices 49
1. Examination of stomachs at 3 slaughterhouses 49
2. Particle size of barley and wheat ground on a "farm" hammer mill 51

Sammendrag

Der er gennemført 2 forsøg med henholdsvis 400 og 320 grise med det formål at undersøge hvilke faktorer, der har væsentlig betydning for prævalensen af mavesår og for mavens fysiske udvikling, samt for produktionsresultaterne hos slagtesvin. I forsøgene blev indflydelsen af kornarter, foderstruktur, pelletering, fodringsmetode og halmstrøelse på svinenes mavesundhed og produktion undersøgt.
I det første forsøg sammenlignedes to sønderdelingsmetoder for kornet (formaling og valsning), to fodringsmetoder (fodring 2 x daglig og ad libitum fodring) samt stier med og uden halmstrøelse. I det andet forsøg sammenlignedes to kornarter (byg og hvede), to sønderdelingsmetoder (valset og formalet) samt foder i pelleteret og upelleteret form.

Det formalede foder blev produceret på en hammermølle med en 3 mm sold. Foderet fik herved en fin/middelfin foderstruktur, idet ca. 20% af foderet bestod af partikler, der var større end 1 mm i diameter. Derimod indeholdt det valsede foder en væsentlig større andel af grove partikler, idet ca. 50% heraf var større end 1 mm. Ved valsning af kornet viste det sig muligt at fremstille foder med tilpas grov struktur uden risiko for indhold af hele kerner.

De forskellige forsøgsfaktorer havde alle i større eller mindre grad indflydelse på mavens vægt og volumen. Valset foder, byg og fodring 2 x daglig øgede mavens vægt, medens pelleteret foder reducerede den. Fodring 2 x daglig øgede mavens volumen kraftigt i forhold til ad libitum fodring. Groft forarbejdet foder øgede både maveindholdets tørstofprocent og fasthed i forhold til foder, som bestod af finere foderpartikler. Byg resulterede i et mere fast maveindhold end hvede. Pelleteret valset hvede reducerede maveindholdets fasthed, hvorimod dette ikke var tilfældet for pelleteret valset byg.

Der var en betydelig effekt af foderets partikelstørrelse på prævalensen og sværhedsgraden af patologiske forandringer i maven (mavesår), idet grisene, der fik valset byg og hvede i upelleteret form, havde normale maver (mavescore = 0,7) i modsætning til dem, der fik det formalede foder (mavescore = 2,8). De patologiske forandringer i maven var således på et meget lavt niveau, hvis omkring halvdelen af foderet bestod af partikler, der var over 1 mm i diameter. Det valsede foders øgning af maveindholdets tørstofprocent og fasthed var formentligt årsagen til den positive effekt på mavesundheden. Den højeste prævalens af forandringer fandtes hos grisene, der fik formalet hvede i pelleteret form (mavescore = 4,9).

Ved fodring med valset korn var der vekselvirkning mellem pelletering og kornart, idet pelletering af valset byg ikke øgede forekomsten af forandringer

væsentligt (mavescore 1,3) i modsætning til pelletering af valset hvede (mavescore = 4,3). Den fiberfattige hvede resulterede i normale maver, såfremt den havde en grov struktur (valset i nærværende forsøg), og ikke var pelleteret (mavescore = 0,6). Hveden bør derfor forarbejdes mere skånsomt end byggen for at undgå forekomst af mavesår. Halm modvirkede på samme måde som valset foder forandringer i maven. Hensigtsmæssig foderstruktur (grov) kan erstatte halm med hensyn til at undgå patologiske forandringer i maven. Der var ingen signifikant forskel mellem mavescoren ved ad libitum fodring og ved fodring 2 x daglig.

Produktionsresultaterne blev ikke påvirket af forsøgsfaktorerne i væsentlig grad, bortset fra som forventet af de to kornarter og de to fodringsmetoder, der medførte forskellig foderstyrke og dermed forskelle i tilvækst og i kødprocent.

Nøgleord:
Grise, foderstruktur, foderpartikler, valsning, formaling, hvede, byg, halm, fodringsmetode, mavevægt, mavevolumen, maveindhold, konsistens, fasthed, maveforandringer, mavesår, pars proventricularis.

Summary

Two experiments including a total of 400 and 320 pigs, respectively, were performed to investigate which factors influence the prevalence of gastric lesions, the physical development of the stomach as well as the production results of slaughter pigs. The investigations were focused on the influence of cereal type, feed structure, pelleting, feeding method, and straw bedding on the stomach health and production of the pigs.

In the first experiment the following factors were investigated: two fragmenting methods of grain (ground and rolled), two feeding methods (feeding twice a day and ad libitum), and straw (pens with and without straw bedding). In the second experiment, two cereal types (barley and wheat), two fragmenting methods (ground and rolled), and feed type ("meal" and pellets) were compared.

The ground feed was produced by using a 3 mm sieve in a hammer mill. The feed thereby had a fine/medium-fine character since only approx. 20% of the feed consisted of particles bigger than 1 mm in diameter. The rolled feed, however, consisted of considerably coarser particles, 50% of the particles being bigger than 1 mm. It was possible to produce rolled feed with a suitably coarse structure without the risk of whole grains in the feed.

To some extent, all the different experimental factors influenced the weight and volume of the stomach. Rolled feed, barley and feeding twice a day increased stomach weight, while pelleting reduced it. Feeding twice a day increased stomach volume considerably compared with feeding ad libitum. Coarsely prepared feed increased both the dry matter content and the firmness of the stomach content compared with feed consisting of fine particles. Barley resulted in a more firm stomach content than wheat. Pelleting of rolled wheat reduced the firmness of the stomach content which was not the case for rolled barley.

The effect of particle size on the prevalence and severity of the gastric lesions/ulcers in the stomach was considerable. Pigs receiving rolled barley and wheat in unpelleted form had normal stomachs (stomach score = 0.7) contrary to pigs receiving the ground feed (stomach score = 2.8). The incidence of gastric lesions was thus very low if approx. half of the feed consisted of particles bigger than 1 mm in diameter. The positive effect on stomach health was probably due to the fact that the rolled feed increased the dry matter content and the firmness of the stomach content. The highest prevalence of gastric lesions was found in pigs having ground, pelleted wheat (stomach score = 4.9).

When feeding rolled grain, there was an interaction between pelleting and cereal type as pelleting of rolled barley did not increase the incidence of gastric lesions considerably (stomach score = 1.3) contrary to pelleting of rolled wheat (stomach score = 4.3). The low-fiber wheat resulted in normal stomachs (stomach score = 0.6) provided it had a coarse structure (rolled in the present experiment) and was unpelleted. To avoid ulcers, wheat should therefore be prepared more carefully than barley.

Like rolled feed, straw prevented gastric lesions in the stomach. An appropriate feed structure (coarse) can replace straw in order to avoid gastric lesions. Ad libitum feeding as opposed to feeding twice a day did not increase the stomach score significantly.

Production results were not influenced by the experimental factors to any noticeable extent, except as expected by the two cereal types and the two feeding methods which resulted in different feeding intensities and thus in differences in growth and meat percentage.

Key words:
Porker, feed structure, feed particles, rolled, ground, wheat, barley, straw, feeding method, stomach weight, stomach volume, stomach content, consistency, firmness, gastric lesions, ulcer, pars proventricularis.

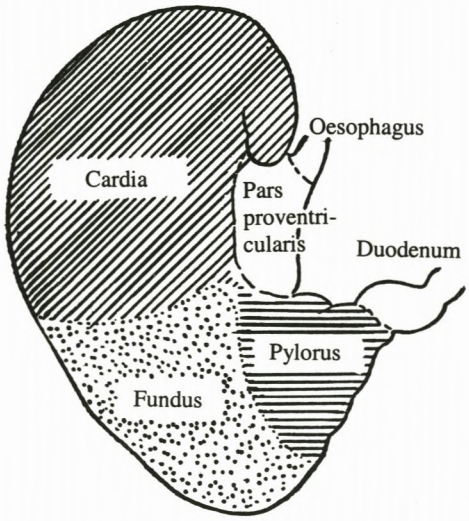
Indledning

Patologiske forandringer i maven hos svin er en produktionsbetinget lidelse, der især påvirkes af foderart, foderets forarbejdning og staldforhold. I maven forekommer de patologiske forandringer primært i et område omkring spiserørsmundingen, Pars proventricularis. Dette område består af en hvid kirtelløs slimhinde, tydeligt afgrænset fra den øvrige del af maven, Figur 1 og 4, øverst tv.

Foder, som ikke er i overensstemmelse med grisenes behov, vil formentligt give anledning til irritation af det kirtelløse område med forhorning til følge og således være første skridt til udvikling af mavesår (Muggenberg et al., 1964). Forandringer i mavens kirtelløse område menes at have følgende forløb:

Normal mave → forhorning → erosion → sår → forblødning/død eller opheling af såret under dannelse af ar, eventuel med spiserørsforsnævring, der kan være letal.

Til de alvorlige tilfælde af forandringer hører blødende mavesår, som kan resultere i anæmiske tilstande og dødsfald, eller hvis mavesåret heles til forsnævring af spiserørsmundingen, hvorved foderets passage til maven kan hæmmes. Ved forsnævringer af spiserørsmundingen ses ofte kraftige fortykkelser af muskulaturen i den nederste del af spiserøret. Dette forårsages af de øgede peristaltiske kontraktioner på grund af ophobet foder i spiserøret. Mindre forandringer, som forhorninger, erosion og mindre sår, har formentligt ikke nogen negativ betydning for væksten, hvorimod mere alvorlige tilfælde, som for eksempel store sår og forsnævringer af spiserørsmundingen i flere undersøgelser har medført en reduceret vækst (Blackshaw et al., 1980; Nielsen, 1990b; Nielsen,1990c; Elbers et al., 1995; Freindship et al., 1996). Ukendte årsager til utrivelighed og pludselige dødsfald bliver sikkert i nogle tilfælde forårsaget af alvorlige mavesår.



Figur 1. Snit af mave. Stomach section.

En undersøgelse af 4038 maver fra slagtesvin på 3 midtjyske slagterier i 1993 viste, at 36% havde forandringer i det kirtelløse område (Nielsen, 1993; appendiks 1). Ca. 6% af grisene havde ma-

vesår, og 1% havde forsnævringer ved spiserørsmundingen. Da der produceres ca. 20 millioner slagtesvin årligt, svarer 6% til, at 1,2 millioner slagtesvin hvert år udvikler mere eller mindre alvorlige mavesår. Mavelidelser hos svin er ikke kun et dansk fænomen, men er observeret i alle de lande, hvor det er undersøgt (Palemo et al., 1996).

Det er især foderets forarbejdning, der har vist sig at have afgørende indflydelse på, om der opstår patologiske forandringer i maven. Finere foderstruktur eller mindre foderpartikler har vist sig at fremkalde forandringer i maven (Mahan et al., 1966; Reimann et al., 1968; Maxwell et al., 1970; 1972; Flatslandmo & Slagsvold, 1971; Simonsson & Björklund, 1978; Kirschgessner et al., 1985; Nielsen, 1986; 1994; Pedersen et al., 1970; Potkins et al., 1989). Maveindholdet blev mere flydende ved anvendelse af foder, som bestod af mindre foderpartikler (Reimann et al., 1968; Maxwell et al., 1970; 1972; Simonsson & Björklund, 1978). Foderets forarbejdning påvirkede mavens fysiske udvikling, idet større foderpartikler øgede mavens størrelse og vægt (Reimann et al., 1968; Simonsson & Björklund, 1978; Nielsen, 1993). Pelletering af foderet øgede frekvensen af mavesår (Chamberlain et al., 1967), men jo grovere foderet var, før det blev pelleteret, des mindre alvorlige var forandringerne i maven (Nielsen, 1986; KFK Svinefoder Information, 1996).

Hos både svineproducenter og i foderstofindustrien har en kraftig sønderdeling af kornet og af de øvrige emner i svinefoderet været almindeligt anvendt. Det er lettere at fremstille holdbare foderpiller med en lav smuldprocent af små end af store foderpartikler. Flyvehavreloven har også medvirket til, at industrielt fremstillet foder har bestået af relativt små partikler.

Især i mange større besætninger har grisene ingen adgang til halm, hvorfor de ikke kan kompensere for manglende struktur i foderet ved at æde halm. Undersøgelse af maveindholdet hos halmstrøede svin viste, at halmen fyldte meget i maven, selv om tørstoffet fra halmen kun udgjorde nogle få procent af maveindholdet (Nielsen, 1990a). Der var imidlertid en stor variation i mængden af halm i maven samt på, hvor gennemtygget den var hos grisene. Halmen bevirkede en reduktion af frekvensen af forandringer i maven. Portionsfodring gav i et forsøg færre forandringer i maven end fodring efter ædelyst (Nielsen, 1990b). De forskellige kornarter påvirkede forekomsten af maveforandringer i varierende grad (Reese, 1966b; Riker, et al., 1967). Især øgede majs frekvensen af de patologiske forandringer i maven, medens havre havde den modsatte effekt. Der var en tendens til, at hvede medførte flere maveforandringer end byg. Hvede, som både er fattig på fiber og træstof (hårde skaldele), er blevet en meget anvendt kornart i svineproduktionen, men dens effekt på frekvensen af patologiske forandringer i maven er

imidlertid ringe belyst. Foderudnyttelsen er generelt bedre, jo mindre foderpartiklerne er (Simonsson & Björklund, 1978; Nielsen, 1986; Wondra et al., 1995b; Den rullende Afprøvning, 1998). Valset korns effekt på forandringer i maven er ringe belyst, hvorimod valset korn er blevet anvendt til slagtesvin med tilfredsstillende produktionsresultater (Madsen et al., 1970; Simonsson & Björklund, 1978; Nielsen, 1992; Den rullende Afprøvning, 1994).

På ovennævnte baggrund er nærværende projekt gennemført med det formål at få klarhed over, hvilken effekt kornarterne, sønderdelingsmetode, fodrets form, fodringsmetode og halm har på prævalensen og sværhedsgraden af patologiske maveforandringer, mavens størrelse og maveindholdets konsistens, samt på produktionsresultater hos slagtesvin. Endvidere var det hensigten at finde sammenhænge mellem maveindholdets konsistens og forandringer i maven.

Materiale og metoder

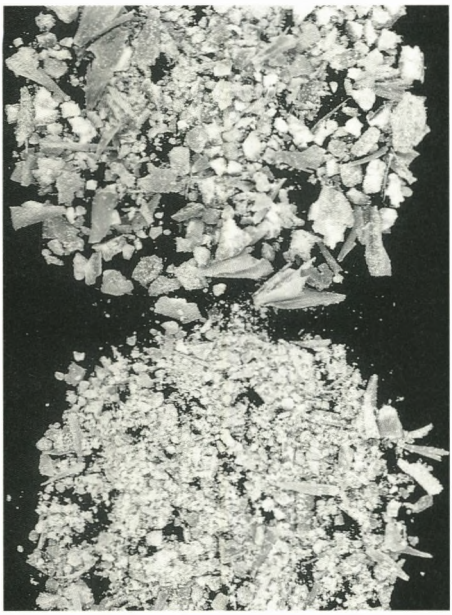
Projektets formål er belyst i 2 forsøg.

Forsøg A
Forsøgsdesign og behandlinger
I forsøg A undersøgtes virkningen af foderstruktur (formalet versus valset), fodringsmetode (ad libitum versus 2 x daglig) og halm (halmstrøelse versus ingen halm) på mavesundhed, mavens størrelse og produktionsresultater hos slagtesvin. Forsøget blev gennemført som et split-plot design.

Dyrematerialе
I forsøget indgik 400 krydsningsgrise fra 50 kuld à 4 galte og 50 kuld à 4 sogrise. Gennemsnitsvægten ved forsøgets start var 26,6 kg. Der var 4 grise pr. sti bestående af 2 galte og 2 sogrise. Kuld à 4 grise blev fordelt på de 4 forsøgsbehandlinger, som vist i Tabel 1. Hver anden blok (4 x 4 grise) fik halmstrøelse. Grisene i samme blok blev slagtet samtidigt ved en gennemsnitlig slagtevægt på 107 kg.

Fodersammensætning og fodringsmetode
Foderblandingernes sammensætning var ens på alle behandlinger og fremgår af Tabel 2. Der blev fodret dels ad libitum via tørfoder-automater og dels 2 x daglig, kl. 8 og 15 (der tilstræbtes samme foderoptagelse pr. dag som ved ad libitum fodring). Grisene, der blev fodret 2 x daglig, fik tildelt 1½ l vand pr. kg foder indtil de vejede ca. 55 kg og herefter 2 l pr. kg foder. Alle grisene havde fri adgang til vand via drikkenipler i rensegangen.

Foderstruktur/sønderdelingsmetode
Foderet blev fremstillet på foderfabrikken på Forskningscenter Foulum. Kornet blev sønderdelt på 2 forskellige måder, dels ved valsning for opnåelse af grov foderstruktur og dels ved formaling, hvorved der blev fremstillet foder af fin/mellemfin struktur. Valsningen blev udført på en Mortensen industrivalse, hvor valsningsgraden blev reguleret via de fjederbelastede valser, samt ved at regulere flow'et af korn. For at sikre en tilstrækkelig sammentrykning af kernerne (høj valsningsgrad) og for at minimere indholdet af hele og halve kerner var det nødvendigt at reducere tilførslen af korn til omkring halvdelen af normal kapacitet, selvom valserne var tilspændt maksimalt. Det formalede foder blev fremstillet på en President hammermølle, type 50S, hvor et 3 mm sold blev anvendt (Kristensen, 1991). Dog blev der til de første 9 af de 25 blokke af grise anvendt et 4½ mm sold, men det resulterede i for groft foder ved sammenligning med det valsede foder. I Figur 2 ses foderpartikler af formalet og valset byg.



Figur 2. Valset (øverst) og formalet (nederst) byg. Rolled (top) and ground (bottom) barley.

Halmstrøelse

Halvdelen af grisene fik ingen halmstrøelse, medens den anden halvdel havde snittet halm i stien.

Stierne

Betongulvet i stierne var 1,5 m bredt og 2,5 m dybt, medens rensegangen med spaltegulv målte 0,7 x 1,5 m. Grisene, der blev fodret 2 x daglig, havde ståltrug i stiens bredde, og foderautomaten hos de ad libitum fodrede grise havde to ædepladser. Da der kun var 4 grise om 2 ædepladser i tørfoderautomaterne, kunne dette give anledning til ophobning af frasepareret foder i truget og et mindre foderspild.

Tabel 1. Forsøgsplan (forsøg A). Experimental design (experiment A).

Foderstruktur *Feed structure*	Formalet *Ground*				Valset *Rolled*			
Fodringsmetode *Feeding method*	Ad libitum *Ad libitum*		2 x daglig *Twice a day*		Ad libitum *Ad libitum*		2 x daglig *Twice a day*	
Strøelse, *straw*	+	-	+	-	+	-	+	-
Antal grise, *no. of pigs*	50	50	50	50	50	50	50	50
Grise pr. sti, *no. of pigs per pen*	4	4	4	4	4	4	4	4
Fordeling af 4 kuldsøskende indenfor blok: *Distribution of 4 full sibs within block:*								
Blok 1, *block 1*, kuld, *litter:*	1g,2g		1g,2g		1g,2g		1g,2g	
1,2,3,4 (+ strøelse, + *straw*)	3s,4s		3s,4s		3s,4s		3s,4s	
Blok 2, *block 2*, kuld, *litter:*		5g,6g		5g,6g		5g,6g		5g,6g
5,6,7,8 (- strøelse, - *straw*)		7s,8s		7s,8s		7s,8s		7s,8s
osv., *etc.*								

(g=galt, *male*; s=sogris, *female*)

Tabel 2. Foderets sammensætning (vægtprocent) i forsøg A og B. Feed composition (on weight basis) in experiment A and B.

Forsøg, *experiment*	A	B	
Byg, *barley*	50,3	70,3	0
Hvede, *wheat*	20,0	0	70,1
Sojaskrå, *soya bean meal*	24,0	24,0	24,0
Fedt, *fat*	2,0	2,0	2,0
Melasse, *molasses*	1,0	1,0	1,0
Dicalciumfosfat, *dicalcium phosphate*	1,2	1,2	1,2
Kridt, *calcium carbotate*	0,8	0,8	0,8
Salt, *natrium cloride*	0,4	0,4	0,4
Lysinbl. (40%), *lysine mixt. (40%)*	0,1	0,1	0,3
Vitamin- og mikromineralblanding *Vitamin and micro mineral mixture*	0,2	0,2	0,2
FEs pr. kg, *FUp per kg*	1,00	1,00	1,06
Kornart, *cereal*	-	Byg, *barley*	Hvede, *wheat*
Opløselige fibre[1], *soluble fibres*[1]	-	5,6 (100)[2]	2,5 (45)[2]
Uopløselige fibre[1], *insoluble fibres*[1]	-	16,6 (100)[2]	11,3 (68)[2]
Fibre, i alt[1], *total fibres*[1]	-	22,1 (100)[2]	13,8 (62)[2]

[1] Bach Knudsen, K.E., 1997. (Procent af tørstof, *percent of dry matter*)
[2] Relative værdier, *relative values*

Forsøg B

Forsøgsdesign og behandlinger

I forsøg B undersøgtes virkningen af kornarter (byg versus hvede), foderstruktur (formalet versus valset) og foderets form (pelleteret versus upelleteret) på forandringer i maven, maveindholdet, mavens størrelse og produktionsresultater hos slagtesvin. Forsøget blev gennemført som et 2^3 faktorielt design.

Dyrematerialе

I forsøget indgik 320 krydsningsgrise bestående af 40 kuld à 8 grise. De 8 kuldsøskende blev fordelt på alle 8 behandlinger. Kønsfordelingen blandt grisene var 16% galte, 42% hangrise og 42% sogrise. Grisene havde en gennemsnitsvægt på 25,5 kg ved forsøgets start. På grundlag af "køn" og vægt blev grisene fordelt så ligeligt som muligt på de 8 hold. Der var 2 grise pr. sti og således 16 grise pr. blok, Tabel 3. Grisene blev leveret til slagteriet således, at de tilnærmelsesvis opnåede samme slagtevægt på de 8 hold.

Fodersammensætning og fodring

Foderets sammensætning er vist i Tabel 2. Grisene blev fodret 2 gange dagligt, og der blev tildelt ca. 1 liter vand pr. kg foder i begyndelsen af vækstperioden stigende til ca. 2 liter i løbet af en må-

ned. Der blev dagligt givet samme fodermængde pr. kg gris uanset kornart i foderblandingen. Da hvedeblandingen indeholdt 6% flere FEs pr. kg foder end bygblandingen, blev foderstyrken tilsvarende højere hos grisene, der fik hvede. Det var af hensyn til maveundersøgelserne, at grisene skulle have samme fodermængde eller fyld af foder i maven uanset kornart.

Fodring i den sidste uge før slagtning
For at få et ensartet grundlag for vurdering af maveindholdet, herunder af dets mængde, konsistens og tørstof hos de enkelte grise, blev de 2 grise i stien adskilt og fodret individuelt i den sidste uge før slagtningen. Foder og vand blev udmålt præcist i forholdet 1:2, og grisene havde ikke fri adgang til vand i den sidste uge før slagtning.

Kornart
Byg blev sammenlignet med hvede, idet de hver for sig indgik som eneste kornart med ca. 70% i foderblandingerne. Der blev ikke korrigeret i foderblandingernes sammensætning for at opnå et ensartet fiberindhold i de to foderblandinger. Grisene, der fik foderblandingen med byg, er derfor tildelt en større fibermængde end dem, der fik hvedeblandingen (Tabel 2).

Foderstruktur/sønderdelingsmetode
Foderet blev dels valset og dels formalet med det samme udstyr, som blev anvendt i forsøg A. For at opnå omtrent samme partikelstørrelse i det formalede foder uanset kornart (byg og hvede), blev der i en forundersøgelse via sigteanalyser fundet, at der i hammermøllen til byggen skulle anvendes et 3 mm sold og til hveden et 4,5 mm sold.

Pelletering (foderets form)
Halvdelen af hvert parti foder blev pelleteret. I pillepressen havde hullerne i matricen en diameter på 5 mm og en længde på 35 mm. Foderet blev dampkonditioneret og opnåede en temperatur på ca. 80°C ved pelleteringen (Tellefsen, 1996)

Sigteanalyser af foderet
For hver gang der blev fremstillet et nyt parti foder, blev der udtaget prøver af foderblandingerne til sigteanalyser for bestemmelse af partikelstørrelse. Sigteanalyserne blev foretaget med Retsch sigter på Forskningscenter Foulum. Sigterne havde følgende hulstørrelser: 4, 2, 1, 0,50, 0,25, 0,125 og 0,063 mm.

Partikelstørrelse i pelleteret foder
50 g piller blev opblødt fuldstændigt i vand. Herefter blev indholdet hældt på filtrerpapir, hvor det meste af vandet kunne løbe fra inden tørring ved 80°C. Den tørrede prøve blev lempeligt knust på papiret, hvorefter sigteanalyse blev foretaget. Det var herved muligt at få et mål for andelen af partikler over og under 1 mm i pelleteret foder. Den tid, det tog for at opbløde pillerne fuldstændig i vand, blev registreret.

Tabel 3. Forsøgsplan (forsøg B). Experimental design (experiment B).

Kornart, *cereal*	Byg, *barley*				Hvede, *wheat*			
Sønderdelingsmetode (foderstruktur) *Fragmenting method, (feed structure)*	Formalet *Ground*		Valset *Rolled*		Formalet *Ground*		Valset *Rolled*	
Pelleteret[1)], *pelleted*[1)]	-	+	-	+	-	+	-	+
Antal grise, *no. of pigs*	40	40	40	40	40	40	40	40
Antal grise pr. sti (1 blok =16 grise) *No. of pigs per pen (1 block= 16 pigs)*	2	2	2	2	2	2	2	2

[1)] Foderets form, *feed shape*.

Stierne

Betongulvet i stierne var 1 m bredt og 1,65 m dybt, medens rensegangen med spaltegulv målte 1 x 0,7 m. Foderautomaten havde én ædeplads på 25 cm.

Maveundersøgelser

Grisene i både forsøg A og B blev slagtet hos Danish Crown i Bjerringbro. Omkring kl. 9 blev grisene taget ud af stierne og slagtningen blev indledt ca. kl. 10^{15} 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.

Maveundersøgelsen omfattede dels forskellige målinger af mavesækken og maveindholdet, dels en undersøgelse af patologiske forandringer i maveslimhinden (Mayer, 1994). Maverne var mærket således, at grisenes behandling ikke kunne registreres under bedømmelsen af forandringerne i maverne (d.v.s. undersøgelsen foregik "blindt").

Målinger af maven og maveindholdet

Maverne blev både vejet med og uden indhold, idet forskellen i de to tal angav mængden af maveindhold.

Der blev udtaget prøver af maveindholdet for bestemmelse af indhold af tørstof og træstof. Halmprocenten i maveindholdet blev fundet ved at vådsigte en prøve, hvorved halmen og de grove foderbestanddele blev tilbageholdt. Efter tørring i 1 døgn ved 80°C, blev halmen manuelt frasorteret og vejet.
Hos 96 grise blev konsistensen af maveindholdet bedømt på en skala fra 1 (tyndt) til 5 (fast). pH blev målt i prøver af maveindholdet ca. 3 timer efter slagtning.

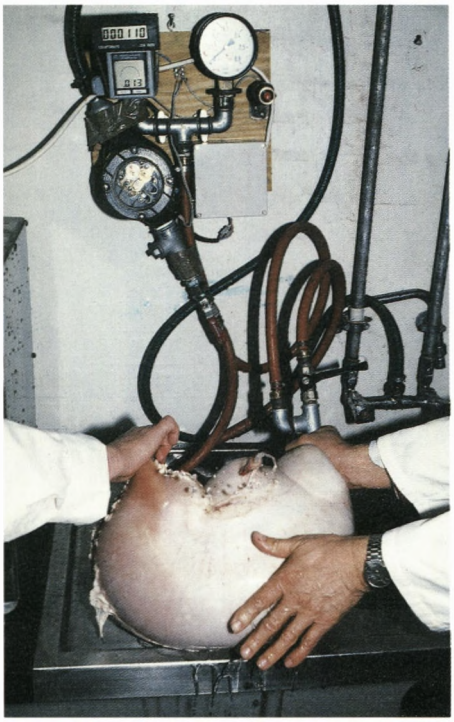
Mavens volumen blev målt ved at registrere mængden af vand i maven under stigende tryk (Figur 3). En Cerabar tryktransmitter fra Endress+Hauser blev anvendt til registrering af vandtrykket. Når trykket var omkring 0,1 bar, var der risiko for sprængning af maven.

Patologiske forandringer i maven
De observerede forandringer i Pars proventricularis (Pp) eller i det såkaldte kirtelløse område blev tildelt en score fra 0 til 10 point, hvor 0 er normal og 10 er svære forandringer, der kan være livstruende for dyret. Nogle eksempler på forandringer er vist i Figur 4.

Typer af forandringer, samt den tilhørende score:

0 Normal (Pp, ca. 6x11 cm ved 100 kg)
1 Mindre forhorninger
2 Middelsvære forhorninger
3 Svære forhorninger
(Erosion i Pp: 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 ring-formet sår omkransende hele spiserørsmundingen
7 Reduktion af Pp til ca. 3x6 cm, forårsaget af sår og/eller forsnævring af spiserørsmundingen til ca. 10 mm.
8 Reduktion af Pp 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 Pp til ca. 1x2 cm eller mindre, forårsaget af sår og/eller forsnævring af spiserørsmundingen til en diameter på ca. 4 mm, og spiserøret er fortykket ved Pp.
10 1. Grisen død af mavesårsblødning
2. Livstruende forsnævring af spiserørsmundingen til en diameter på ca. 2 mm, og spiserøret er meget fortykket ved Pp. Grisen kan drikke væske, men foder kan ikke passere til mavesækken.

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



Figur 3. Bestemmelse af mavens volumen ved stigende vandtryk. Determination of stomach volume at increasing water pressure.

Statistiske analyser

Forsøgsdata er analyseret ved hjælp af proceduren Mixed (SAS Institute Inc., 1996). Ved bearbejdning af førsøgsdata blev gennemsnittet af grisene i en sti betragtet som en forsøgsenhed. I forsøg A indgik 4 grise pr. sti, medens der i forsøg B indgik 2 grise.

Mindste kvadraters gennemsnit er vist i tabellerne.

Forsøg A

Y_{ijkm} $=\mu + h_i + B_m(h_i) + s_j + f_k + hs_{ij} + hf_{ik} + sf_{jk} + hsf_{ijk} + e_{ijkm}$

μ =middelværdi

h_i =systematisk effekt af halm, {i = + halmstrøelse, - halmstrøelse}

s_j =systematisk effekt af sønderdelingsmetode, {j = formalet, valset}

f_k =systematisk effekt af fodringsmetode, {k = ad libitum, 2 x daglig}

hs_{ij} =systematisk effekt af vekselvirkning mellem halmstrøelse og sønderdelingsmetode

hf_{ik} =systematisk effekt af vekselvirkning mellem halmstrøelse og fodringsmetode

sf_{jk} =systematisk effekt af vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode og fodringsmetode

hsf_{ijk} =systematisk effekt af vekselvirkning mellem halmstrøelse, sønderdelingsmetode og fodringsmetode

$B_m(h_i)$ =tilfældig effekt af blok indenfor halmstrøelse, {m = 1,..,25}

e_{ijkm} =tilfældig restvariation

Forsøg B

Y_{ijlmn} $=\mu + s_i + k_j + p_l + sk_{ij} + sp_{il} + kp_{jl} + skp_{ijl} + q_n + B_m + e_{ijlmn}$

μ =middelværdi

s_i =systematisk effekt af sønderdelingsmetode, {i = formalet, valset}

k_j =systematisk effekt af kornart, {j = hvede, byg}

p_l =systematisk effekt af pelletering, {l = + piller, - piller}

sk_{ij} =systematisk effekt af vekselvirkning af sønderdelingsmetode og kornart

sp_{il} =systematisk effekt af veksevirkning mellem sønderdelingsmetode og pelletering

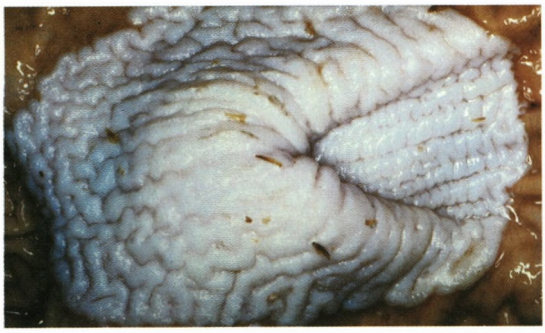
kp_{jl} =systematisk effekt af vekselvirkning mellem kornart og pelletering

skp_{ijl} =systematisk effekt af vekselvirkning mellem sønderdelingsmetode, kornart og pelletering

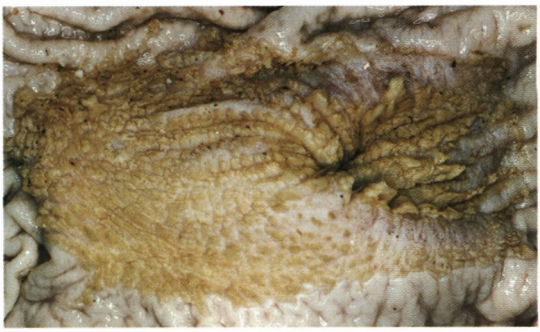
q_n =systematisk effekt af køn; sogrise, galte, orner eller blandede, {n=1,..,6}

B_m =tilfældig effekt af blok, {m=1,..,20}

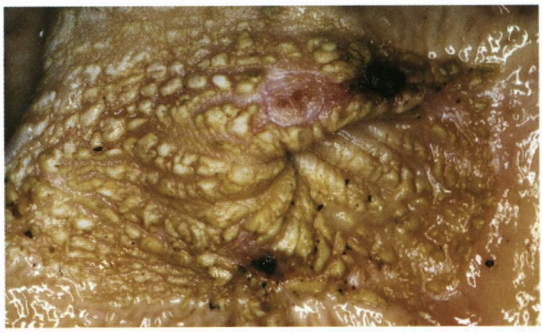
e_{ijlmn} =tilfældig restvariation



Normal Score=0



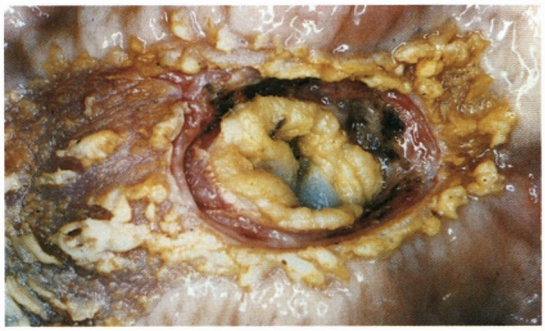
Forhorning i mild grad Score=1



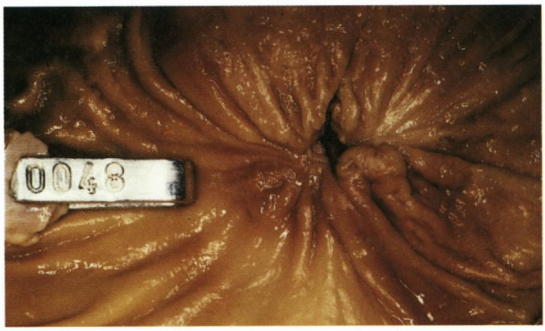
Kraftig forhorning og små sår Score=4

Svært mavesår Score=6

Konstriktion af svært mavesår Score=8



Svært ringformet mavesår/ar Score=8



Kraftig konstriktion af mavesår Score=9

Normal spiserør (tv) og fortykket (th)

Figur 4. Eksempler på forskellige grader af patologiske forandringer i det kirtelløse område af maven. *Examples of different degrees og gastric lesions in Pars proventricularis.*

Resultater og diskussion, forsøg A

Effekt af foderstruktur, fodringsmetode og halm på mave- og produktionsresultater hos slagtesvin

Produktionsresultater

Valsning og formaling gav ikke anledning til signifikant forskellige produktionsresultater (Tabel 4). Kernerne blev ved valsningen tilsyneladende knust på en sådan måde, at foderpartiklerne blev fordøjet i samme grad som ved middelfin formaling.

Grisene, der blev fodret ad libitum, havde ligeså megen lyst til at æde det grovere valsede foder, som det middelfine formalede foder. Valset foder, eller grov foderstruktur, er således næppe til hindring for en god vækst ved ad libitum fodring. I et forsøg med valgfri adgang til upelleteret foder, som var formalet på henholdsvis 2, 4, 6 og 8 mm sold, foretrak grisene det groft formalede, medens de optog mest af det fint formalede foder, hvis det var pelleteret (Nielsen, 1986).

Ad libitum fodring gav som forventet anledning til både en højere foderoptagelse (4,6%) og en hurtigere vækst (5,5%) end fodring 2 x daglig. Specielt i den sidste del af vækstperioden voksede de ad libitum fodrede grise hurtigst (7,5%). Da grisene skulle slagtes ved samme alder, blev slagtevægten for de ad libitum fodrede grise derfor ca. 4 kg højere end for grisene, der blev fodret 2 gange dagligt. Kødprocenten var 0,6 procentenhed lavere (P<0,01) ved fodring efter ædelyst end ved fodring 2 x daglig.

Mavens vægt

Der var vekselvirkning (P<0,01) mellem strøelse og foderstruktur for mavesækkens vægt. Hos grisene, der ikke fik halm, medførte valset foder i forhold til formalet en stigning (P<0,001) i mavesækkens vægt på 82 g, medens forskellen kun var 23 g (P=0,13), hvis de havde mulighed for at æde halm (Tabel 5). Årsagen til at grove partikler øger mavens vægt er, at maveindholdet bliver bearbejdet kraftigere og i længere tid i maven end finere partikler, hvorved mavesækkens muskler stimuleres. Reimann et al. (1968) og Simonsson & Björklund (1978) fandt også en forøgelse af mavesækkens vægt ved fodring med større foderpartikler. Halm har formentligt en lignende funktion i maven som groft foder, hvorved effekten af valset foder på mavevægten udeblev hos de grise, der havde adgang til halm. Selv om de ad libitum fodrede grise havde en højere daglig foderoptagelse end grisene, der blev fodret 2 x daglig, var mavevægten mindst (P<0,001) hos de ad libitum fodrede grise (Tabel 6). Den momentane fyldning af maven, der forekom ved 2 x daglig fodring var årsagen til, at maven blev større end hos grisene, der blev fodret ad libitum. Ved ad libitum fodring optages foderet over et længere tidsrum, hvorved mavesækken ikke udsættes for så kraftig en udspiling, som ved fodring 2 x daglig.

Tabel 4. Foderoptagelse, tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent. Feed intake, growth, feed utilization and meat percentage.

Behandling *Treatment*	Foderstruktur *Feed structure*		Fodringsmetode *Feeding method*		Halm *Straw*		SE
	Fomalet *Ground*	Valset *Rolled*	Ad lib. *Ad lib.*	2 x dgl. *2 x daily*	-	+	
Indsatte grise, *no. of pigs*	200	200	200	200	208	192	
Udsatte grise, *culled pigs*	5	9	5	9	5	9	
27 – 59 kg:							
Vægt ved start, kg *Weight at start, kg*	26,3	26,3	26,5	26,1	26,4	26,2	4,77
FEs pr. gris daglig *FUp per pig daily*	1,92	1,93	1,92	1,94	1,92	1,93	0,17
Daglig tilvækst, g *Daily gain, g*	783	766	783	766	779	770	55,1
FEs pr. kg tilvækst *FUp per kg gain*	2,45	2,53*	2,44	2,53*	2,47	2,50	0,11
59 – 107 kg:							
FEs pr. gris daglig *FUp per pig daily*	2,81	2,87	2,94	2,75***	2,77	2,92	0,16
Daglig tilvækst, g *Daily gain, g*	946	965	990	921***	937	974	73,8
FEs pr. kg tilvækst *FUp per kg gain*	2,98	2,98	2,98	2,99	2,96	3,00	0,14
27 - 107 kg:							
FEs pr. gris daglig *FUp per pig daily*	2,43	2,47	2,50	2,39***	2,41	2,49	0,09
Daglig tilvækst, g *Daily gain, g*	877	880	902	855***	872	885	29,6
FEs pr. kg tilvækst *FUp per kg gain*	2,77	2,81	2,78	2,80	2,77	2,81	0,08
Slagtesvind, % *Loss at slaugter, %*	19,9	19,9	19,7	20,1*	19,8	19,9	0,68
Varm slagtevægt, kg *Warm slaughter weight, kg*	87,2	85,9	88,7	84,4***	87,2	85,8	3,82
Kødprocent *Meat percentage*	58,2	58,4	58,0	58,6**	58,5	58,1	0,63

*, ** 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 significally different at P<0.05, P<0.01 or P<0.001, respectively.*

Tabel 5. Indflydelse af foderstruktur og halmstrøelse på mavesækkens vægt og volumen. Influence of feed structure and straw on stomach weight and volume.

Strøelse, *straw*	- halm, - *straw*		+ halm, + *straw*		SE
Foder, *feed*	Formalet *Ground*	Valset *Rolled*	Formalet *Ground*	Valset *Rolled*	
Antal grise, *no. of pigs*	96	95	77	81	
Mavevægt g, *stomach weight, g*	628[a]	709[b]	672[c]	695[bc]	12,5

Tal i samme linje med forskelligt bogstav er signifikant forskellige på mindst 5% niveau. *Figures in the same row with different letters are significantly different at least at the 5 per cent level.*

Mavens volumen

Foderstrukturen påvirkede ikke mavens volumen nævneværdigt (Tabel 6). Derimod havde fodringsmetoden stor indflydelse på mavens volumen, idet ad libitum fodring resulterede i en reduktion (P<0,001) af mavens volumen på gennemsnitlig 37% i forhold til fodring 2 x daglig. Dette viser, at mavens størrelsesmæssige udvikling i den kun ca. 3 måneder lange vækstperiode kan påvirkes meget af fodringsbetingelserne. Ved skift fra en fodringsmetode, som har udviklet små maver til en anden metode, hvor foderet fylder væsentligt mere pr. fodring, er det nødvendigt at være opmærksom på, om mavens volumen kan være begrænsende for foderoptagelsen (Nielsen, 1990b).

Der var vekselvirkning (P<0,05 – P<0,01) mellem halmstrøelse og fodringsmetode for mavens volumen ved et tryk på 0,01 – 0,05 bar i maven (i Tabel 7 er dette vist for 0,03 bar, P<0,01). Mavesækkens indhold af halm var ca. 2½ gange højere ved fodring 2 x daglig end ved ad libitum fodring. De ad libitum fodrede grise havde hele tiden mulighed for at æde såvel foder som halm. Derimod havde grisene, der fodredes 2 x daglig, kun mulighed for at æde halmstrøelse uden for fodertiderne, hvis de fik trang til at æde, hvilket formentlig var årsagen til vekselvirkningen i mavens volumen.

Maveindhold

Maveindholdet var mindst (P<0,001), hos de ad libitum fodrede grise, 1042 g foder, mod 2488 g ved fodring 2 x daglig (Tabel 6). Maveindholdets tørstofprocent var tillige 10,6% lavere (P<0,001) hos de ad libitum fodrede grise end ved fodring 2 x daglig. Årsagen til ovennævnte forskelle skyldes primært fodringsmetoden. Slagtetidspunktet i forhold til hvornår der blev fodret, har naturligvis også indflydelse på mængden af det tilbageværende foder og væske i maven. Grisene, der blev fodret 2 x daglig, fik den halve dagsration kl. 8^{00}, ca. 2½ time før slagtning, medens de ad libitum fodrede tilsyneladende kun har optaget relativt lidt foder om morgenen, selvom de kunne æde indtil kl. 9^{00}.

Tabel 6. Indflydelse af foderstruktur, fodringsmetode og halm på mavesækkens vægt, volumen og maveindhold. Influence of feed structure, feeding method and straw on stomach weight, volume and stomach content.

Behandling *Treatment*	Foderstruktur *Feed structure*		Fodringsmetode *Feeding method*		Halm *Straw*		SE
	Formalet *Ground*	Valset *Rolled*	Ad lib. *Ad lib.*	2 x dgl. *2 x daily*	-	+	
Antal grise, *no. of pigs*	173	176	174	175	191	158	
Vægt, g, *weight, g,* [1]	650	702***	621	731***	668	684	12,5
Antal grise, *no. of pigs*	166	167	164	169	187	146	
Volumen, l, *volume, l:*							
0,00 bar	2,1	2,2	1,8	2,5***	2,0	2,3	0,60
0,01 bar, [2]	2,7	2,8	2,2	3,3***	2,6	3,0	0,76
0,02 bar, [2]	3,5	3,7	2,9	4,4***	3,4	3,8	0,84
0,03 bar, [2]	4,4	4,6	3,5	5,5***	4,3	4,8	0,78
0,04 bar, [2]	5,2	5,4	4,1	6,6***	5,1	5,6	0,66
0,05 bar, [2]	5,9	6,1	4,5	7,5***	5,7	6,3	0,58
0,06 bar	6,4	6,5	4,9	8,0***	6,2	6,7	0,59
Gns. (0,00-0,06 bar) *Average (0,00-0,06 bar)*	4,3	4,5	3,4	5,4***	4,2	4,6	-
Relativ, *proportional*	96	100	63	100***	91	100	
Antal grise, *no. of pigs*	169	176	172	173	189	156	
Maveindhold, g *Stomach content, g*	1753	1777	1042	2488***	1694	1837	106
Antal grise, *no. of pigs*	163	160	160	163	171	152	
Tørstof %, *dry matter %*	22,6	27,7***	23,7	26,5***	24,4	25,9	0
Antal grise, *no. of pigs*	154	147	145	156	158	143	
Halm, tørstof, %, [3] *Straw, dry matter, %,* [3]	3,0	2,0**	2,5	2,5	-	2,5	0,42

*, ** 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 significally different at P<0.05, P<0.01 or P<0.001, respectively.*

[1] Vekselvirkning mellem strøelse og foderstruktur (Tabel 5).

[2] Vekselvirkning mellem strøelse og fodringsmetode (Tabel 7).

[3] Fra grise i stier med halm; *from pigs in straw-bedded pens.*

Foderstrukturen gav ikke anledning til forskelle i mængden af maveindhold, hvorimod tørstofindholdet i gennemsnit for begge fodringsmetoder var 18% lavere (P<0,001) ved fodring med formalet end ved fodring med valset foder (Tabel 6). Simonsson & Björklund (1978) fandt lignende resultater, medens Reimann et al. (1968) og Maxwell et al. (1970) fandt både et mindre maveindhold og en lavere tørstofprocent ved fodring med fint end med groft forarbejdet foder. Årsagen til den relativt høje tørstofprocent ved fodring med det groft forarbejdede foder var formentligt, at de grove partikler i valset foder blev tilbageholdt i længere tid i maven end væskefasen gjorde, idet maven forsøger at sønderdele de grove partikler, inden de passerer videre til tarmene. Jo grovere foderets struktur er, des lettere kan væskefasen transporteres videre til tarmene uden at medtage foderpartiklerne. Det valsede foder var netop kendetegnet ved at have et stort indhold af foderpartikler over 1 mm i diameter, omkring 50% mod kun ca. 20% i det formalede foder.

Indholdet af halmtørstof i maven var 3% hos grisene, der fik formalet foder, men kun 2% ved fodring med valset foder (P=0,08). Der fandtes imidlertid store forskelle i halmtørstof i maveindholdet (fra 0 til 14%). Dette tyder på, at nogle grise ikke har behov for eller lyst til at æde halm, medens andre grise af en eller anden grund æder så megen halm, at det udgør en væsentlig del af maveindholdet. Nogle få procent halmtørstof fylder relativt meget i maven. Det er sandsynligt, at halm tilbageholdes eller ophobes i længere tid i maven end foder. Ved undersøgelse af maveindholdet blev det observeret, at nogle grise havde tygget og knust halmen grundigt, medens andre næsten ikke havde tygget på halmen.

For træstof i maveindholdet var der en vekselvirkning (P<0,05) mellem foderstruktur og halmstrøelse. Hos grisene, der fik formalet foder i stier med halm, var træstof i maveindholdet 2,3 procentenheder højere, end hos grisene i stierne uden halm, medens forskellen hos grisene, der fik valset foder i stier med og uden halm kun var 0,7 procentenheder (Tabel 8). Dette indikerer, at grisenes behov for at supplere foderind-tagelsen med noget groft, som for eksempel med halm øges, når foderemnerne består af relativt små foderpartikler (formalet foder). Dette underbygges også af, at halmstrøelse medførte en stigning i mavesækkens vægt når foderet var formalet, men ikke når det var valset (Tabel 5). Valset foder ser således ud til at skabe et miljø i maven, der mindsker grisenes trang eller behov for at æde det strukturrige halm.

Tabel 7. Indflydelse af strøelse og fodringsmetode på mavesækkens volumen ved 0,03 bar. Influence of straw and feeding method on stomach volume at 0.03 bar.

Strøelse, *straw*	- halm, - *straw*		+ halm, + *straw*		SE
Fodringsmetod, *feeding method*	Ad lib. *Ad lib.*	2 x dgl. *2 x daily*	Ad lib. *Ad lib.*	2 x dgl. *2 x daily*	
Antal grise, *no. of pigs*	90	97	74	72	
Mavevolumen, l, *stomach volume, l*	3,4[a]	5,1[b]	3,6[a]	6,0[c]	0,78

Tal i samme linje med forskelligt bogstav er signifikant forskellige på mindst 5% niveau. *Figures in the same row with different letters are significantly different at least at the 5 per cent level.*

Tabel 8. Indflydelse af foderstruktur og halmstrøelse på træstof i maveindholdet. Influence of feed structure and straw on crude fibre in stomach content.

Foder, *feed*	Formalet, *ground*		Valset, *rolled*		SE
Strøelse, *straw*	+ halm + *straw*	- halm - *straw*	+ halm + *straw*	- halm - *straw*	
Antal grise, *no. of pigs*	67	75	71	68	
Træstof, %, *crude fiber,%*	10,4[a]	8,1[b]	9,8[ac]	9,1[bc]	0,55

Tal i samme linje med forskelligt bogstav er signifikant forskellige på mindst 5% niveau. *Figures in the same row with different letters are significantly different at least at the 5 per cent level.*

Tabel 9. Indflydelse af foderstruktur og halmstrøelse på mavescore. Influence of feed structure and straw on stomach lesions score.

Strøelse, *straw*	- halm, - *straw*		+ halm, + *straw*		SE
Foder, *feed*	Formalet *Ground*	Valset *Rolled*	Formalet *Ground*	Valset *Rolled*	
Antal grise, *no. of pigs*	96	95	73	76	
Mavescore, *stomach score*	1,0[a]	0,1[b]	0,1[b]	0,1[b]	0,20

Tal i samme linje med forskelligt bogstav er signifikant forskellige på mindst 5% niveau. *Figures in the same row with different letters are significantly different at least at the 5 per cent level.*

Patologiske forandringer i maven

Generelt var prævalensen af forandringer i det kirtelløse område i maven lavt i dette forsøg, hvilket kan være forårsaget af den høje andel af byg i foderblandingen (Riker et al., 1967). Det formalede foder resulterede i en højere (P<0,001) mavescore end valset foder, men kun hvis grisene ikke havde halm i stien (Tabel 9). Ved at give de melfodrede grise halmstrøelse, blev mavescoren reduceret fra 1,0 til 0,1 (P<0,001), hvorimod mavescoren ved fodring med valset foder var 0,1, uanset om der var halmstrøelse i stierne eller ej. Denne vekselvirkning viser, at valset foder kan

erstatte halm med hensyn til at undgå eller reducere forekomst af forandringer i maven.

Hos grisene, der fik formalet foder ad libitum i stier uden halm, blev der fundet en signifikant (P<0,001) negativ sammenhæng mellem mavescoren og maveindholdets tørstofprocent ved slagtningen (r = - 0,60). Dette er i overensstemmelse med tidligere undersøgelser (Reese et al., 1966a; Mahan et al., 1966; Nuwer et al., 1967). Selvom en korrelation på 0,6 ikke er høj, antyder det, at maveindholdets tørstofprocent også påvirkes af individuelle faktorer, som kan være medbestemmende for patologiske forandringer i maven. Hvilke faktorer, der kan være involveret, er ikke afklaret. Det kunne være forskellige genetiske egenskaber, der influerer på maveindholdets konsistens og dermed på mavescoren. Specielt ved ad libitum fodring kunne det tænkes, at grisene findeler foderet i forskellig grad under tygningen, som det blev observeret med den mere eller mindre knuste halm i mavesækken. Det er endvidere vist, at foderoptagelsesadfærden (ædehastigheden) er forskellig ved opblødt foder, idet nogle grise nærmest sluger foderet, medens andre tygger på foderet (Nielsen, 1980). Forskellig vandoptagelse påvirker naturligvis tørstofprocenten, men i en pilotundersøgelse er det vist, at vand passerer relativt hurtigt videre til tarmene (Nielsen, 1994, upubl.). Grisene i pilotforsøget fik et vand - foder forhold på henholdsvis 1:1, 2:1 og 3:1. Ved slagtningen 6 timer efter fodringen havde grisene, der fik et højt vand – foder forhold på 3:1 (4,2 l vand og 1,4 kg foder) på trods heraf en relativ høj tørstofprocent på 27 samt et fast maveindhold. Dette viser, at et suppelignende foder ikke er ensbetydende med et tyndtflydende maveindhold.

Resultater og diskussion, forsøg B

Effekt af kornart, foderstruktur og pelletering på mave- og produktionsresultater

Partikelfordeling i foder

Foderets partikelfordeling er vist i Tabel 10, hvor det ses, at det formalede foder indeholdt mere af de fine og mindre af de grove foderpartikler i forhold til det valsede foder. Det formalede foder bestod således af dobbelt så mange partikler under ½ mm som det valsede foder, medens det valsede foder indeholdt ca. 3 gange så mange foderpartikler over 1 mm som det formalede foder.

Den beregnede gennemsnitsstørrelse af partiklerne var næsten dobbelt så høj for det valsede som for det formalede foder, 0,88 mod 0,50 mm. Forholdet mellem mængden af partikler over og under 1 mm ("Strukturfaktor") var omkring 0,2 for det formalede og 1,1 for det valsede foder. Byggen blev formalet lidt finere ved anvendelse af en 3 mm sold end hveden ved 4½ mm sold.

Tabel 10. Partikelfordeling i foderblandingerne. Distribution of particles in feed mixture.

Sønderdelingsmetode *Decomposition method*	Formalet *Ground*		Valset *Rolled*	
Foderblanding med *Feed mixture with*	Byg *Barley*	Hvede *Wheat*	Byg *Barley*	Hvede *Wheat*
Sold, mm, *sieve, mm*	3	4½	3	4½
Partikelfraktion, *particle fraction*				
0,063 - 0,125 mm	4,4	6,4	2,0	3,1
0,125 - 0,25 mm	14,6	14,7	6,9	8,1
0,25 - 0,5 mm	28,2	21,8	14,3	13,3
0,5 - 1 mm	38,6	34,5	26,0	22,2
1 - 2 mm	13,3	21,1	39,5	32,4
2 - 4 mm	0,9	1,5	11,3	20,9
Procentdel > ½ mm, *per cent > ½ mm*	52,8	57,1	76,8	75.5
Procentdel > 1 mm, *per cent > 1 mm*	14,2	22,6	50,8	53,3
"Strukturfaktor", > 1mm : < 1mm *"Particle ratio", > 1 mm : < 1 mm*	0,17	0,29	1,03	1,14
Partikelstørrelse, d_gw, mm, gns. *Particle size, d_gw, mm, average*	0,48	0,51	0,86	0,90

Under forudsætning af god valsningsteknik kan hele kerner undgås i valset foder, idet alle kerner bliver udsat for en knusning gennem valserne. I Figur 5 er partikelfraktionerne fra en sigteanalyse af valset og formalet hvede vist, efter at det er behandlet i en foderblander. Den grove havregrynslignende struktur, som kernerne fik ved valsningen, ændredes momentant ved behandlingen i foderblanderen, idet sigteanalyser viste, at partikelfordelingen var næsten ens uanset om blandetiden var 1, 5 eller 15 minutter.

>2 1-2 ½-1 ¼ - ½ ¼ - 1/8 <1/8

mm i diameter

Figur 5. Forskellige partikelfraktioner af hvede. Øverst valset og nederst formalet. Different particle fractions of wheat. Rolled at the top and ground at the bottom.

Påvirkning af partikelstørrelsen ved pelleteringen af foderet

For at få et mål for, hvor meget foderpartiklerne i valset byg og hvede blev knust ved pelleteringsprocessen, blev der foretaget sigteanalyser af pelleteret foder efter forudgående oplødning og tørring (Tabel 11). Andelen af partikler over 1 mm i pelleteret foder af valset hvede var kun 33% mod 43% i foder af valset byg. I de ikke pelleterede foderblandinger med valset byg og hvede bestod ca. halvdelen af foderet af partikler, der var større end 1 mm (Tabel 10). Dette viser, at de grove partikler i valset hvede sønderdeles mere ved pelleteringen end de gør i valset byg. Valsning er således ikke en egnet sønderdelingsmetode for hvede, dersom foderet skal videreforarbejdes til piller. Opblødningstiden af piller af valset byg var 20 minutter mod ca. 1½ time for piller af valset hvede. Dette skyldtes formodentligt, at vand hurtigere gennemtrænger bygpillernes grove bestanddele, end det gør hos de mere sønderdelte og fedtholdige partikler, der findes i piller af valset hvede.

Tabel 11. Pelleteringens indflydelse på partikelstørrelsen i valset foder (procent af partikler over 1 mm) samt pillernes opblødningstid i vand. Influence of pelleting on particle size in rolled cereals (per cent of particles greater than 1 mm) and maceration time of pellets in water.

Kornart i foderbl., *cereal type in feed mixture*	Byg, *barley*	Hvede, *wheat*
Før pelletering, *before pelleting, > 1 mm*	51%	53%
Foder opblødt og tørret: *Feed macerated and dried:*		
Upelleteret foder, >1 mm *Non-pelleted feed mixture, >1 mm*	52%	47%
Pelleteret foder, >1 mm *Pelleted feed mixture, >1 mm*	43%	33%
Pillernes opblødningstid, minutter *Maceration time of pellets,minutes*	20	100

Produktionsresultater

De udfodrede rationer af de to byg- og hvedefoderblandinger var på vægtbasis den samme. De grise, der fik den relativt energirige hvedefoderblanding, optog derfor ca. 6% flere FEs (P<0,001) end grisene, der fik blandingen med byg og opnåede 4% højere (P<0,001) daglig tilvækst (Tabel 12). Der var ingen signifikant forskel på tilvæksten om foderet var formalet eller valset, eller om det var pelleteret eller ej. Normalt er der en positiv effekt på produktionsresultaterne ved at pelletere foderet. Specielt for pelleteringen af den valsede hvede faldt (P<0,05) den daglige tilvækst med 3%. Årsagen hertil var formentligt, at den pelleterede hvedeblanding ved opblødningen i truget fik en klægagtig konsistens, som ikke fremmede grisenes ædelyst. Foderudnyttelsen var 2% ringere (P<0,01) ved fodring med hvede end med byg.

Normalt forringes foderudnyttelsen, når størrelsen af foderpartiklerne øges, som det er vist i mange undersøgelser (Simonsson & Björklund, 1978; Nielsen, 1986; Wondra et al., 1995b; Den rullende Afprøvning, 1998). Når det valsede foder ikke resulterede i en ringere vækst og foderudnyttelse end det formalede foder i nærværende forsøg, var årsagen formentligt, at endospermen ved valsningen blev tilstrækkeligt knust til at det kunne fordøjes effektivt. På trods af dette blev den grove struktur specielt i skaldelene bevaret. Hvedeblandingen resulterede i et kødindhold, der var 0,7 procentenhed lavere (P<0,001) end hos grisene, der fik bygblandingen, hvilket må skyldes forskelle i foderstyrken.

Tabel 12. Foderoptagelse, tilvækst, foderudnyttelse og kødprocent. Feed intake, growth, feed utilization and meat percentage.

Behandling *Treatment*	Kornart *Cereal*		Foderstruktur *Feed structure*		Piller *Pellets*		SE
	Byg *Barley*	Hvede *Wheat*	Formalet *Ground*	Valset *Rolled*	+	-	
Indsatte grise, *no. of pigs*	160	160	160	160	160	160	
Udsatte grise, *culled pigs*	3	5	2	6	4	4	
Vægt ved start, kg *Weight at start, kg*	24,9	25,1	25,0	25,0	25,2	24,2	2,13
Vægt ved slut, kg *Weight at end, kg*	95,3	98,3**	96,6	97,0	96,8	96,9	4,33
FEs pr. gris daglig *FUp per pig daily*	2,15	2,28***	2,21	2,21	2,19	2,23*	0,07
Daglig tilvækst, g *Daily gain, g*	818	852***	833	838	833	838	35,6
FEs pr. kg tilvækst *FUp per kg gain*	2,63	2,69**	2,66	2,66	2,65	2,67	0,09
Kødprocent *Meat percentage*	59,7	59,0***	59,5	59,2	59,3	59,4	0,85

*, ** 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 significally different at P<0.05, P<0.01 or P<0.001, respectively.

Mavens størrelse og indhold

Effekt af kornart

Mavesækken vejede 6% mere (P<0,01) hos grisene, der fik byg end hos grisene, der fik hvede (Tabel 13). Foderblandingen med byg resulterede også i en større (P<0,001) mængde fodertørstof i maven end ved brug af foderblandingen med hvede (617 g versus 491 g). Tørstofprocenten var ligeledes højere (P<0,01) ved brug af blandingen med byg end med hvede (27,1% versus 25,0%).

Hvedens opholdstid i maven er tilsyneladende kortere end byggens, idet maveindholdet af hvedeblandingen ved slagtningen var ca. 20% mindre end af bygblandingen. Dette forklarer også, at maverne er mindre, når der fodres med hvede end med byg.

Tabel 13. Indflydelse af behandlinger på mavevægt og maveindhold. Influence of treatments on stomach weight and content.

Behandling *Treatment*	Kornart *Cereal*		Foderstruktur *Feed structure*		Piller *Pellets*		SE
	Byg *Barley*	Hvede *Wheat*	Formalet *Ground*	Valset *Rolled*	+	-	
Antal grise, no. of pigs	141	136	144	133	141	136	
Vægt af mavesæk, g *Stomach weight, g*	610	578**	569	620***	579	610**	42,5
Antal grise, *no. of pigs*	136	132	137	131	135	133	
Tørstof i mave, g *Dry matter in stomach, g*	617	491***	549	559	543	565	94,0
Antal grise, *no. of pigs*	112	108	113	107	111	109	
pH[1], *pH*[1]	4,36	4,30	4,40	4,26**	4,37	4,28	0,24
Antal grise, *no. of pigs*	50	48	49	49	52	46	
Konsistensscore[2] *Consistency score*[2]	3,0	1,8***	1,5	3,3***	2,1	2,7*	0

[1] Vekselvirkning mellem kornart og pelletering (Tabel 15).

[2] Vekselvirkning mellem foderstruktur og pelletering (Tabel 14) og mellem kornart og pelletering (Tabel 16).

Effekt af foderstruktur

Valset foder øgede (P<0,001) mavesækkens vægt med 9% i forhold til formalet foder (Tabel 13). Ligeledes øgede valset foder tørstofprocenten i maveindholdet i forhold til formalet, men kun hvis foderet ikke var pelleteret, idet denne vekselvirkning var signifikant (P<0,01) (Tabel 14). Tilsvarende vekselvirkning mellem foderstruktur og pelletering gjorde sig gældende for konsistensscoren (P<0,05), Tabel 14.

Tørstofprocenten og konsistensscoren øgedes i maveindholdet ved valset foder. (Se afsnit **Maveindhold** side 23 vedrørende årsagen hertil). Pelletering af den valsede hvede reducerede konsistensscoren væsentligt som vist i Tabel 14.

Tabel 14. Vekselvirkning mellem foderstruktur og pelletering for tørstofprocent og konsistens i maveindhold. Interaction between feed structure and pelleting for dry matter and consistency score in stomach content.

Foderstruktur, *feed structure*	Formalet, *ground*		Valset, *rolled*		SE
Pelleteret, *pelleted*	+	-	+	-	
Antal grise, *no. of pigs*	76	73	70	70	
Tørstofprocent, *dry matter, %*	25,3[a]	24,5[a]	25,4[a]	28,9[b]	1,62
Antal grise, *no. of pigs*	27	22	25	24	
Konsistensscore, *consistency score*	1,5[a]	1,5[a]	2,6[b]*)	3,9[c]	0

*) Gennemsnit af byg=3,9 og hvede=1,4. *Average of barley=3.9 and wheat=1.4.*
Tal i samme linje med forskelligt bogstav er signifikant forskellige på mindst 5% niveau. *Figures in the same row with different letters are significantly different at least at the 5 per cent level.*

Tabel 15. Vekselvirkning mellem kornart og pelletering for pH. Interaction between cereal and pelleting for pH.

Kornart, *cereal*	Byg, *barley*		Hvede, *wheat*		SE
Pelleteret, *pelleted*	+	-	+	-	
Antal grise, *no. of pigs*	57	55	54	54	
pH, *pH*	4,35[a]	4,36[a]	4,39[a]	4,21[b]	0,24

Tal i samme linje med forskelligt bogstav er signifikant forskellige på mindst 5% niveau. *Figures in the same row with different letters are significantly different at least at the 5 per cent level.*

pH var lavere (P<0,01) i maveindholdet hos grisene, der fik valset foder end hos grisene, der fik det formalede foder (4,26 versus 4,40). Dette tyder på, at grov foderstruktur øger koncentrationen af organiske syrer i maveindholdet, hvilket er i overensstemmelse med tidligere undesøgelser (Maxwell et al. 1970, 1972; Jensen, 1995). Et øget indhold af organiske syrer menes at have en positiv indflydelse på mikrofloraen i mave/tarmkanalen. Der var vekselvirkning (P<0,05) mellem kornart og pelletering, idet pH var lavere (P<0,01) ved fodring med hvede i ikke pelleteret form end når det var pelleteret, hvorimod foderets form ingen betydning havde, når det drejede sig om byg (Tabel 15).

Effekt af foderets form (pelletering)

Pelletering af foderet reducerede (P<0,01) mavens vægt med 5% fra 610 g til 579 g (Tabel 13). For maveindholdets konsistens fandtes der for valset foder en vekselvirkning (P<0,05) mellem kornart og pelletering. Konsistensen påvirkedes ikke når valset byg blev pelleteret, hvorimod pelletering af valset hvede resulterede i et væsentligt mere flydende maveindhold, idet konsistensscoren blev reduceret fra 3,7 til 1,4 point (Tabel 16). Byggens hårde skaldele

og endosperm var formentligt årsagen til, at dens struktur blev bevaret bedre under pelleteringsprocessen, end den gjorde for hvedens vedkommende. Som vist påvirkede alle tre forsøgsfaktorer, kornart, foderstruktur og foderets form (pelletering), således mavens størrelse og maveindholdets egenskaber.

Figur 6. Øverst: Eksempel på fast maveindhold, valset foder, konsistens score = 5. Nederst: Eksempel på flydende maveindhold, formalet foder, konsistens score = 1. Top: Example of solid stomach content, rolled feed, consistency score = 5. Bottom: Example of fluiding stomach content, ground feed, consistency score = 1.

Patologiske forandringer i maven

Generelt modvirkede faktorerne byg og valsning patologiske forandringer i maven, medens hvede, formaling og pelletering øgede prævalensen og sværhedsgraden af forandringer. Der var imidlertid vekselvirkninger mellem nogle af behandlingerne. Hos grisene, der fik den valsede hvede i upelleteret form, var maverne meget flotte (mavescore = 0,6). Pelleteringen af valset hvede øgede mavescoren fra 0,6 til 4,3, hvorimod pelleteringen af valset byg kun øgede mavescoren fra 0,8 til 1,3 (Tabel 17).Denne vekselvirkning ($P<0,01$) viser, at valset byg i modsætning til valset hvede, kunne tåle at blive pelleteret, uden at det øgede forekomsten af forandringer mærkbart. Dette skyldtes formentligt, som ovenfor nævnt, at foderpartikler af valset byg bevares bedre under pelleteringsprocessen end partikler af valset hvede, hvilket har betydning for maveindholdets konsistens som vist i Tabel 16). Ved at sammenholde konsistensscoren i Tabel 16 med mavescoren i Tabel 17 ses, at en høj konsistensscore (fast maveindhold) falder sammen med en lav mavescore (sunde maver).

Tabel 16. Vekselvirkning mellem kornart og pelletering for konsistensscore ved fodring med valset foder. Interaction between cereal and pelleting for concistency score at feeding with rolled feed.

Kornart, *cereal* (valset, *rolled*)	Byg, *barley*		Hvede, *wheat*		SE
Pelleteret, *pelleted*	+	-	+	-	
Antal grise, *no. of pigs*	13	12	12	12	
Konsistensscore, *consistency score*	3,9[a]	4,0[a]	1,4[b]	3,8[a]	0

Tal i samme linje med forskelligt bogstav er signifikant forskellige på mindst 5% niveau. *Figures in the same row with different letters are significantly different at least at the 5 per cent level.*

Tabel 17. Vekselvirkning mellem kornart og pelletering af valset foder for mavescore. Interaction between cereal and pelleting in rolled feed for stomach score.

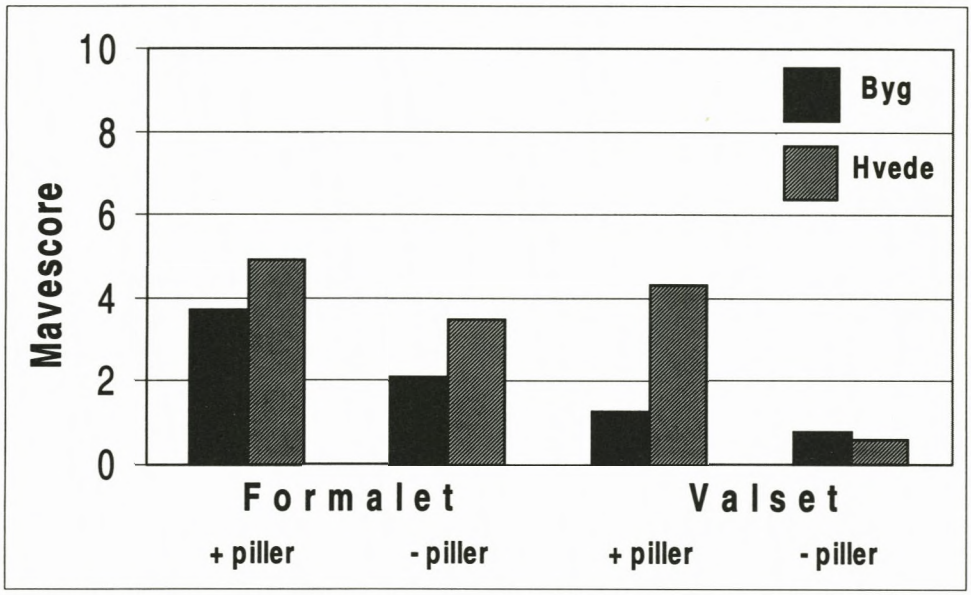
Kornart, *cereal* (valset, *rolled*)	Byg, *barley*		Hvede, *wheat*		SE
Pelleteret, *pelleted*	+	-	+	-	
Antal grise, *no. of pigs*	30	31	29	34	
Mavescore, *stomach score*	1,3[a]	0,8[a]	4,3[b]	0,6[a]	0

Tal i samme linje med forskelligt bogstav er signifikant forskellige på mindst 5% niveau. *Figures in the same row with different letters are significantly different at least at the 5 per cent level.*

Tabel 18. Indflydelse af behandlinger på patologiske forandringer i mavens kirtelløse del. Influence of treatments on gastric lesions.

Kornart, *cereal*	Byg, *barley*				Hvede, *wheat*			
Foderstruktur, *feed structure*	Formalet *Ground*		Valset *Rolled*		Formalet *Ground*		Valset *Rolled*	
Pelleteret, *pelleted*	+	-	+	-	+	-	+	-
Antal grise, *no. of pigs*	34	35	30	31	35	29	29	34
Mavescore, *stomach score*	3,7	2,1	1,3	0,8	4,9	3,5	4,3	0,6

Formaling øgede mavescoren (P<0,001) i forhold til valsning for begge kornarters vedkommende, når foderet ikke var pelleteret (Tabel 18). I denne tabel og i Figur 7 ses effekten af alle kombinationer af behandlinger på mavesundheden. Den højeste mavescore fandtes ved at kombinere følgende faktorer: Hvede, formaling og pelletering (mavescore=4,9).



Figur 7. Patologiske forandringer i maven i relation til kornart og foderets forarbejdning. Gastric lesions in relation to cereal type and feed processing

På grundlag af resultaterne må valsning som sønderdelingsmetode betragtes at inkludere to vigtige egenskaber: Dels at endospermen ved valsningen kan sønderdeles tilstrækkeligt til, at foderudnyttelsen ikke forringes, og dels at kornet (speciel skaldelene) samtidig knuses på en sådan måde, at valset foder beskytter mavens kirtelløse område mod patologiske forandringer.

Valsningsgraden har naturligvis betydning for, hvor meget kernerne knuses, og i nærværende forsøg blev kernerne knust eller findelt relativt meget. Hvis valsen havde været indstillet til en grovere struktur, ville den pelleterede foderblanding med hvede formentligt også have resulteret i færre forandringer i maven. Tilsvarende gælder det for formalingsgraden, at en grovere formaling ville have reduceret forandringerne i maven væsentligt.

Fiberindholdet i hvede er kun ca. 62% af, hvad den er i byg, og der blev ikke korrigeret i fodersammensætningen for at få samme indhold af fiber i de to foderblandinger. Det lave fiberindhold i hveden hindrede imidlertid ikke, at der kunne produceres grise med helt normale maver, idet grisene, der fik såvel valset byg som valset hvede i upelleteret form, havde særdeles sunde maver. Dette viser, at det er foderstrukturen eller partikelstørrelsen og ikke indholdet af fiber i foderet, der har afgørende indflydelse på prævalensen og sværhedsgraden af patologiske forandringer i maven.

Kornart, foderstruktur, pelletering, strøelse og fodringsmetode havde i nærværende to forsøg indflydelse på patologiske forandringer i maven. Disse fem produktionsfaktorer havde som nævnt også indflydelse på maveindholdets konsistens/fasthed. Der fandtes en signifikant sammenhæng mellem maveindholdets fasthed og mavescoren. Maveindholdets fasthed er som vist afgørende for omfanget af patologiske forandringer i maven. Hvis det ved hjælp af andre metoder var muligt at sikre en god fasthed i maveindholdet end netop ved hjælp af f.eks. groft forarbejdet foder, ville sådanne metoder formentligt også kunne modvirke patologiske forandringer i maven. I svineproduktionen ville det være en fordel ikke at skulle være afhængig af en bestemt foderstruktur, eller at være nødsaget til at anvende strøelse, for at sikre en lav prævalens af mavelidelser. Indtil sådanne muligheder foreligger, er især en hensigtsmæssig foderforarbejdning, eller anvendelse af halm, imidlertid den sikreste metode til at producere svin med minimale patologiske forandringer i maverne.

Det skal pointeres, at valsning (grov foderstruktur) fuldt ud kan erstatte halm med hensyn til at undgå patologiske forandringer i svinemaver.

Etik

Grise bør ikke lide unødigt på grund af foderbetingede sygdomme. Det må formodes, at såvel alvorlige mavesår, som forsnævring af spiserørsmundingen, der kan hindre foderets passage til maven, medfører smerte hos grisene. Derfor bør foderforarbejdningen være baseret på metoder, der minimerer udvikling af mavesår.

Konklusion

Såvel kornarter som foderforarbejdning havde indflydelse på prævalensen og sværhedsgraden af patologiske forandringer i mavens kirtelløse område hos svin. Faktorerne byg, valsning (=grov foderstruktur) og halm modvirkede patologiske forandringer i maven, medens hvede og formaling (middelfin foderstruktur) samt pelletering generelt øgede forandringerne. Dog opnåedes ligeså høj frekvens af normale og sunde maver ved fodring med den fiberfattige hvede, som med den fiberrige byg, hvis kornet var valset og ikke pelleteret. Det var således foderstrukturen og ikke fiberindholdet, der var afgørende for prævalensen af patologiske forandringer i maven.

Cirka 20% af det formalede foder bestod af partikler over 1 mm, hvilket resulterede i en høj prævalens og sværhedsgrad af patologiske forandringer i maven. Maverne var normale hos grisene, der fik valset foder, hvor ca. 50% af foderet havde en partikelstørrelse over 1 mm. Grov foderstruktur øgede maveindholdets fasthed eller konsistens. Det er maveindholdets konsistens, og formentligt ikke foderstrukturen i sig selv, der må anses for at være årsagen til at valset foder havde en særdeles gunstig indflydelse på mavesundheden. Valset byg kunne i modsætning til valset hvede godt pelleteres uden, at det øgede omfanget af forandringer i maven nævneværdigt.

Valset foder kunne erstatte halm med hensyn til at forebygge patologiske forandringer i maven. Valset foder øgede mavesækkens vægt i forhold til formalet foder. Portionsfodring øgede såvel mavens volumen som dens vægt i forhold til ad libitum fodring.

Produktionsresultaterne blev ikke påvirket af foderets struktur i væsentlig grad.

Uhensigtsmæssig foderfremstilling kan som vist i nærværende forsøg medføre mavelidelser hos svin. Af etiske årsager bør dette undgås i dansk svineproduktion.

Anbefalinger vedrørende foderforarbejdning

På basis af nærværende og andre forsøgsresultater er der i Tabel 19 vist, hvilken forarbejdning af kornarterne byg og hvede, der kan anbefales for at reducere eller undgå patologiske forandringer i mavens kirtelløse område. Det er forudsat, at foderet primært består af korn og soyaskrå. Hvis grisene har adgang til halm/strøelse eller anden mulighed for at æde grovfoder, kan kornet sønderdeles mere, uden at mavesundheden forringes. Det forudsættes dog, at halmen/grovfoderet har en beskaffenhed, der gør at grisene vil æde det.

Tabel 19. Betydning af foderstruktur og pelletering af byg og hvede, samt halm for mavesundheden hos slagtesvin. The influence of feed structure and pelleting of barley and wheat as well as straw on gastric lesions in pigs.

Foderstruktur, *feed structure*	Formalet, *ground*				Valset, *rolled*			
Pelleteret, *pelleted*	-		+		-		+	
Halm (strøelse), *straw (straw bedding)*	-	+	-	+	-	+	-	+
Byg, *barley*								
Fin/middel, *fine/medium*	-	+	-	+	+	+	+	+
Grov, *coarse*	+	+	+	+	+	+	+	+
Hvede, *wheat*								
Fin/middel, *fine/medium*	-	+	-	+	+	+	-	+
Grov, *coarse*	+	+	+?	+	+	+	+?	+

+ : Positiv indflydelse på mavesundheden, *positive influence of stomach health*
- : Negativ indflydelse på mavesundheden, *negative influence of stomach health*

PS: Grov foderstruktur kan forringe foderudnyttelsen.
Coarse feed structure can reduce feed utilization.

Anerkendelser

Forsøgsteknikerne Hugo Christensen og Kurt Gregersen takkes for pasning af grisene, og Jens Peter Nørgård Petersen takkes for hjælp på slagteriet og ved undersøgelse af maverne på Forskningscenter Foulum. EDB medarbejderne, Ole H. Olsen og Poul Erik Jensen, samt videnskabelig medarbejder Nabil Brandl, takkes for hjælp ved statistisk bearbejdning af data. H. Søgård og N. P. Madsen takkes for beregning af den gennemsnitlige partikelstørrelse, d_gw i Tabel 10.

Litteraturliste

Bach Knudsen, K.E. 1997. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. Anim. Feed Sci. Tech. 67, 319-338.

Blackshaw, J.K., Cameron, R.D.A. & Kelly, W.R. 1980. Effects of feeding regimen on gastriceation of the pars oesophagea of intensive raised pigs. Austr. Vet. J. 56, 384-386.

Chamberlain, C.C., Merriman, G.M., Lidvall, E.R., & Gamble, C.T. 1967. Effect of feedprocessing method and diet form on the incidence of esophagogastric ulcers in swine. J. Anim. Sci. 26, 72-75.

Den rullede Afprøvning. 1994. Foderstrukturens betydning for produktionsresultaterne og mave-tarmsundheden hos slagtesvin fodret med vådfoder. Medd. nr. 303.

Den rullende Afprøvning. 1998. Effekt af formalingsgrad og varmebehandling/pelletering på mavesundhed, salmonella-forebyggelse og produktionsresultater hos slagtesvin. Medd. nr. 385.

Elbers, A.R.W., Hessing, M.J.C., Tielen, M.J.M., Vos, J.H. 1995. Growth and oesophagogastric lesions in finishing pigs offered pelleted feed ad libitum. Vet. Rec. 136, 588-590.

Flatlandsmo, K., & Slagsvold, P. 1971. Effect of grain particle size and pellets on development of gastric ulcers in swine. J. Anim. Sci. 33, 1263-1265.

Freindship, R.M., Ball, R.O., Ayles, H.L. 1996. The relationship between growth performance and gastric ulcer severity. Proc. of the 14th IPVS Congres, Bologne, Italy, p. 695.

Jensen, B.B. 1995. Effekt af struktur i foderet og myresyre i drikkevandet på forekomsten af salmonella hos slagtesvin. DJF.

KFK. 1996. Groft formalet strukturfoder i piller sikrer god mavesundhed hos grisene samt god produktionsøkonomi. KFK Svinefoder Information.

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

Kristensen, E.F. 1991. Formaling og valsning af korn. SjF Beretning nr. 49. 27 sider.

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

Madsen, A., Mortensen, H.P., & Larsen, A.E. 1970. Byg høstet ved højt vandindhold og tilsat propionsyre. Forsøgslab. Årbog, 99-102.

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

Maxwell, C.V., Reimann, E.M., Hoekstra, W.G., Kowalczyk, T., Bennevenga, N.J., & Grummer, R.H. 1972. Use of tritiated water to assess, in vivo, the effect of diatary particle size on the mixing of stomach contents of swine. J. Anim. Sci. 34, 212-216.

Mayer, E.A. 1994. The Physiology of Gastric Storage and Emptying. In: Johnson LR, ed. Physiology of the gastrointestinal tract. New York: Raven Press, 22, 929-976.

Muggenburg, B.A., S.H. McNutt & Kowalczyk, T. 1964. Pathology of gastric ulcers in swine. Am. J. Vet. Res. 25, 1354.

Nielsen, E.K. 1980. Fodringsmetoder til slagtesvin. 2. Gruppefodring sammenlignet med individuel fodring og opblødt foder sammenlignet med tørt foder. Medd. nr. 319, Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.

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

Nielsen, E.K. 1990a. Årsager til forandringer i mavesækken. Støvfrit melfoder. Bilag til årsmøde, Statens Husdyrbrugsforsøg, p.16-18.

Nielsen, E.K. 1990b. The influence of feeding on development and health of slaughter pig stomachs and on appetite. 41th Ann. meet. EAAP., Toulouse, Frankrig.

Nielsen, E.K. 1990c. Mavesår hos slagtesvin. Hyologisk Tidsskrift Svinet nr. 8.

Nielsen, E.K. 1992. Valset foder til slagtesvin: Produktion og sundhed. Bilag til årsmøde. Statens Husdyrbrugsforsøg, p. 31-34.

Nielsen, E.K. 1993. Indflydelse af kulhydraters struktur og foderets forarbejdning på forekomst af mavesår hos svin. Intern rapport fra Statens Husdyrbrugsforsøg nr. 21, 34-38.

Nielsen, E.K. 1994a. Rolled wheat as an aid to avoiding stomach problems in pigs. Feed Mix, Elsevier. Vol. 2, 16-19.

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 eosophagogastric ulcers in swine. J. Anim. Sci. 26, 518-525.

Palemo, A., Carmona, L., García, A., Bravo, J., Sánchez M., Pujadas, P., Dellalleau, J. 1996. Study about incidence of gastroesophagic ulcers in spanish pig production. Proc. of the 14th IPVS Congres, Bologne, Italy, p. 711.

Pedersen, K.B., Nielsen, E.K. & Madsen, A. 1970. Mavesår hos svin. Ugeskrift for agronomer nr. 47, 952-955.

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

Reese, N.A., Muggenberg, B.A., Kowalczyk, T., Grummer, R.H., Hoekstra, W.G. 1966a. Nutritional and environmental factors influencing gastric ulcers in swine. J. Anim. Sci., 25, 14-20.

Reese, N.A., Muggenberg, B.A., Kowalczyk, T., Hoekstra, W.G. & Grummer, R.H. 1966b. Effect of corn, wheat, oats and alfalfa leaf meal on the development of gastric ulcers in swine. J. Anim. Sci., 25, 21-24.

Reimann, E.M., C.V. Maxwell, T. Kowalczyk, N.J. Bennevenga, R.H. Grummer & W.G. Hoekstra. 1968. Effect of fineness of grind of corn on gastric lesions and contents of swine. J. Anim. Sci. 27, 992-999.

Riker, J.T., Perry, T.W., Pickett, R.A., & Curtin, T. 1967. Influence of various grains on the incidence of esophagogastric ulcers in swine. J. Anim. Sci. 26, 731-735.

SAS Institute Inc. 1989. SAS/STAT[R] User´s Guide, version 6,08. Fourth edition, vol. 2, Cary, NC.

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.

Tellefsen, L. 1996. Håndbog i Pilleteringsteknik. Sprout-Matador, Esbjerg. 172 sider.

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 1

Undersøgelse af forandringer i svinemaver på 3 slagterier i 1992/93, procent. *Examination of gastric lesions at 3 slaughterhouses in 1992/93, percentage.*

		Bjerringbro	Herning	Horsens	Ialt
Antal grise, *no of pigs*		1619	1516	903	4038
Forandringer, *gastric lesions*	Score				
Forhorning, *keratinization*					
Normal, *normal*	0	66,7	65,9	63,9	65,8
Lidt, *small*	1	21,8	26,1	29,7	25,2
Middel, *medium*	2	7,8	5,4	5,4	6,4
Meget, *large*	3	1,2	0,9	0,4	0,9
Erosion, *erosion*					
Lidt, *small*	+ ½	1,3	1,1	1,2	1,2
Middel, *medium,*	+ 1	0,9	1,2	1,0	1,0
Meget, *large*	+ 1½	0,9	1,2	1,0	1,0
Sår, *lesions*					
Lille, *small*	4	1,7	3,7	3,4	2,8
Middel, *medium*	5	3,2	2,2	0,8	2,3
Stor, *large*	6	0,4	0,6	0,7	0,5
Meget stor, *very large*	8	-	0,1	0,3	0,2
Ar, *scars*					
Lille, *small*	4	3,9	1,2	2,9	2,7
Middel, *medium*	5	2,4	1,1	1,2	1,6
Stor, *large*	6	1,5	1,1	1,0	1,2
Meget stor, *very large*	8	-	0,6	0,2	0,5
Reduktion af hvide del, *reduction of p.p.*					
3x6 cm	6	1,6	0,4	0,4	0,9
2x4 cm	7	1,8	1,8	1,4	1,7
1x2 cm	8	0,5	1,2	0,8	0,8
< 1 cm^2	8½	0,7	0,7	0,7	0,7
Ringformet sår/ar, *ring-shaped wound/scar*		(0,4)	2,4	2,1	1,5
Forsnævring af spiserørsmunding, *constriction of oesophagastric entrance*					
5 mm	9	-	0,5	0	0,3
2 mm	10	-	0,8	0	0,5
Fortykkelse af distale spiserør p.g.a. forsnævring, *hypertrophy of distal oesophagogastric due to constriction*		0,9	1,3	0,6	1,0
Rødflammet fundus*), *red-coloured fundus*		8,5	2,4	7,1	5,9

*) Der er ofte både mindre og større forandringer i samme mave, - derfor over 100% ved sammentælling. *There are often both minor and more serious lesions in the same stomach, - therefore more than 100% in the summing up.*)

Appendiks 2

Partikelfordeling i byg og hvede formalet på "gårdmølle"

Der blev gennemført en undersøgelse af, hvilken betydning soldstørrelsen har for partikelfordelingen i byg og hvede ved brug af en af de i landbruget anvendte hammermøller (President 4KSF hammermølle). Soldstørrelserne 3, 4½ og 6 mm blev valgt, da de dækkede området fra et relativt fint formalet produkt til en så groft formalet vare, at andelen af hele kerner i foderet steg til et uacceptabelt niveau. I tabellen ses, at partikelfordelingen var meget påvirkelig af soldstørrelsen. Især ændredes andelen af de grovere partikler (> 1 mm) meget ved stigende soldstørrelse. For eksempel var der næsten ingen partikler over 2 mm ved formaling med en 3 mm sold, hvorimod der var ca. 20% ved en 6 mm sold. Det ses i tabellen (procentdel >1 mm), at korn formalet på en 6 mm sold indeholdt omkring 3 gange så mange partikler over 1 mm, som det der blev formalet på en 3 mm sold. Endvidere inde holdt korn formalet på en 6 mm sold kun ca. halvt så mange partikler under 0,5 mm som det, der blev formalet på en 3 mm sold (procentdel < ½ mm). Forholdet mellem partikler over og under 1 mm (Strukturfaktor, partikler > 1mm : < 1mm) steg markant ved skift fra 3 til 6 mm sold part. Hvede formaledes til finere partikler end byg ved samme soldstørrelse, især ved 3 og 6 mm solde. Indholdet af hele kerner i den formalede byg steg fra 1,5 til 5% og for hveden fra 0,5 til 3% ved overgang fra en 4½ til en 6 mm sold..Ved en 3 mm sold var der næsten ingen hele kerner i foderet. Hvis det antages, at hele kerner passerer tarmkanalen ufordøjet, og gødningen forsvinder gennem spaltegulvet, kan det beregnes, at foderforbruget for byggens vedkommende vil stige med ca. 0,1 FEs pr. kg tilvækst (7 FEs pr. gris) og for hveden med 0,06 FEs pr. kg tilvækst (4 FEs pr. gris), hvis en 3 mm sold udskiftes med en 6 mm sold.

Undersøgelse af partikelfordeling i korn formalet på President 4KSF hammermølle, procent. Investigation of distribution of particles in cereal ground on a President 4KSF hammer mill, percentage.

Sold, mm / *sieve, mm*	3		4½		6	
Kornart *Cereal*	Byg *Barley*	Hvede *Wheat*	Byg *Barley*	Hvede *Wheat*	Byg *Barley*	Hvede *Wheat*
Partikelfraktion, *particle fraction*						
0,063 - 0,125 mm	3,2	7,0	2,9	5,0	1,2	3,4
0,125 - 0,25 mm	8,5	12,1	8,5	8,3	3,1	6,6
0,25 - 0,5 mm	21,0	24,1	14,7	15,0	9,1	12,8
0,5 - 1 mm	44,5	40,2	30,9	30,0	23,9	25,7
1 – 2 mm	22,2	16,1	34,6	33,9	38,9	33,9
2 – 4 mm	0,6	0,5	8,4	7,8	23,8	17,6
Partikelstørrelse, d_gw, mm. gns. *Particle size, d_gw, mm, average*	0,60	0,49	0,76	0,72	1,13	0,89
Spredning, S_gw, mm *Standard deviation,S_gw, mm*	2,0	2,2	2,3	2,4	2,1	2,4
Procentdel < ½ mm, *per cent <½ mm*	32,7	43,2	26,1	28,3	13,4	22,8
Procentdel > 1 mm, *per cent > 1 mm*	22,8	16,6	43,0	41,7	62,7	51,5
"Strukturfaktor", > 1mm : < 1mm *"Particle ratio", >1 mm : < 1 mm*	0,3	0,2	0,8	0,7	1,7	1,1
Antal hele kerner pr. kg foder *Number of whole grains per kg feed*	5	0	425	155	1600	750
Hele kerner, g pr. kg, ca. (%) *Whole grains, g per kg, approx. (%)*	0,2 (0)	0 (0)	15 (1,5)	6 (0,6)	53 (5,3)	29 (2,9)

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 Husdyrernæring 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 6-10, 5792 Årslev
Tlf. 65 99 17 66. Fax 65 99 25 98

Afdeling for Prydplanter
Afdeling for Vegetabilske 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

ISSN 1397-9892

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