

599 Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Henry Jørgensen, Martin Gaardbo Thomsen,
José A. Fernández og Arnold Just
Statens Husdyrbrugsforsøg

Flemming Schmidt
Biotechnisk Institut

Foderværdien af afskallede rapsprodukter til svin og fjerkræ

*The feed value of dehulled rapeseed
products for pigs and poultry*

With English summary and subtitles



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 Frederiksberg C.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1985

FORORD

Interessen for rapsdyrkning i Danmark har flere årsager. Blandt de væsentligste kan nævnes, at raps kan indgå som en værdifuld vekselafrøde i et sædskifte med korn, og der vil kunne opnås en øget uafhængighed af importeret foderprotein.

Landbrugets Samråd for forskning og forsøg har derfor støttet et tværinstitutionelt projekt mellem Statens Husdyrbrugsforsøg, Afdeling for forsøg med svin og heste og Afdeling for forsøg med fjerkræ og kaniner samt Bioteknisk Institut, Kolding vedrørende afskalningens betydning for foderværdien af rapsprodukter til svin og fjerkræ.

Afskalningen af rapsen er foretaget på Bioteknisk Institut, Kolding. Fordøjelighedsforsøgene med svin er udført på Statens forsøgsgård Favrholm, Hillerød. Fodringsforsøgene med fjerkræ har fundet sted på henholdsvis DLG's forsøgsstation i Ortved og FAF's fjerkræforsøgsgård i Svendborg, mens fordøjelighedsforsøgene er foretaget på Statens forsøgsgård Trollesminde, Hillerød.

Databehandlingen er foretaget på NEUCC, det regionale EDB-center ved Danmarks tekniske Højskole, Lyngby.

Manuskriptet er renskrevet af assistenterne Rita Eiland og Harriet Mikkelsen.

København, november 1985

J. Fris Jensen

Henning Staun

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	3
SAMMENDRAG	6
SUMMARY	9
1. FREMSTILLING AF RAPSKAGER OG RAPSSKRÅ MED VARIERENDE MÆNGDER SKALINDHOLD	12
1.1. Indledning	12
1.2. Fremstilling af rapskager til slagtekyllinger	12
1.3. Fremstilling af rapsskrå til slagtesvin	15
1.4. Litteratur	16
2. FORSØG MED SVIN	17
2.1. Indledning	17
2.2. Materiale og metoder	18
Forsøgsplan og forsøgsgrise	18
Fordøjeligheds- og proteinbalanceforsøg	19
Kemiske analyser	23
2.3. Resultater og diskussion	23
Kemisk sammensætning	23
Fordøjelighed og foderværdi	27
Fordøjelighedsforsøg med tyndtarmsfistulerede grise	31
Fordøjelighedsforsøg med søer og slagtesvin	32
Rapsskrås indflydelse på ædelyst m.v.	33
Optimering af foderblandinger	34
Skalfraktionens foderværdi	37
2.4. Konklusion	38
2.5. Litteratur	39
3. FORSØG MED FJERKRÆ	43
3.1. Stigende mængder rapskager (Karat) i foder til slagtekyllinger.....	43
Indledning	43
Materiale og metoder	44
Resultater og diskussion	46
Konklusion	48

3.2. Uafskallet rapskager (Karat) sammenlignet med delvis afskallet rapskager i foder til slagte- kyllinger	48
Indledning	48
Materiale og metoder	49
Resultater og diskussion	51
Konklusion	52
3.3. Balanceforsøg med rapskager	53
Indledning	53
Materiale og metoder	54
Resultater og diskussion	55
Konklusion	58
3.4. Litteratur	58

TRANSLATION OF WORDS USED IN FIGURES AND TABLES.....	60
--	----

SAMMENDRAG

Undersøgelserne blev udført med det formål at belyse effekten af afskalning og derved reduktion af træstofindholdet på foderværdien af raps til svin og fjerkræ bestemt ved fordøjeligheds- og foderingsforsøg.

De afskallede rapspartier er fremstillet af sorterne Karat (fjerkræ) og Line (svin). Rapsfrøene blev afskallet ved at dosere frøene jævnt ned i en centrifugalventilator, hvorved rapsskallerne blev slået af frøene. Skaldelen blev herefter frasepareret i en sik-sak-sigte. Derved blev der fremstillet partier indeholdende ca. 3, 8 og 12% skaldele.

Olien fra frøene blev fjernet ved presning med en kontinuerligt arbejdende skruepresse, og til forsøgene med svin blev fedtindholdet yderligere nedbragt ved ekstraktion med hexan.

Formålet med fordøjelighedsforsøgene med svin var at belyse, hvilken indflydelse en afskalning af rapsfrø havde på rapsskråens kemiske sammensætning og næringsstofferne fordøjelighed.

I fordøjelighedsforsøgene med svin blev rapspartierne udover den normale foderstofanalyse analyseret for NDF, ADF, LHK, stivelse, energi, 17 aminosyrer og 10 mineraler.

De enkelte næringsstoffers fordøjelighed og indhold af omsættelig energi blev bestemt ved fordøjeligheds- og proteinbalanceforsøg. Forsøgene blev udført med voksende sogrise i vægtintervallet 40-60 kg under standardiserede forhold. Urinen blev opsamlet med katetre indført i urinblæren. Afskalning af rapsfrøene og den efterfølgende fedtekstraktion resulterede i et lavere træstofindhold og dermed et relativt højere indhold af især råprotein. For hver procent reduktion i træstofindholdet steg råproteinets og energiens fordøjelighed med henholdsvis 1,5 og 3,0 procentenheder.

Den kemiske sammensætning af rapsskråpartiet med 3% skal og af sojaskrå er praktisk taget ens. Der er alligevel i fordøjelighedsforsøgene fundet 3,3% lavere indhold af FEs pr. kg tørstof i rapsskrå.

Fordøjeligheden af råprotein i rapsskrå med 3% skal var lidt lavere end af sojaskrå, men samtidig var også indholdet af FEs pr. kg tørstof lavere, hvilket resulterede i, at indholdet af g fordøjeligt råprotein/FEs af rapsskråpartiet med 3% skal var højere. Indholdet af

fordøjeligt lysin pr. FE's var derimod 7,7% lavere i rapsskrå end i sojaskrå.

Foretages optimeringer af foderblandinger til svin med rapsskrå eller sojaskrå og byg skal der på grund af rapsskråens mindre indhold af fordøjeligt lysin anvendes en større procentdel rapsskrå end sojaskrå.

I forsøg med tyndtarmsfistulerede grise er det fundet, at der forsvinder en større del af råprotein/aminosyrer i blind-tyktarm af rapsskrå end sojaskrå. Dette indikerer en lidt ringere udnyttelse af råprotein/aminosyrer i rapsskrå sammenlignet med sojaskrå.

Hos søer er der fundet en højere fordøjelighed af uafskallede rapsskrå end hos slagtesvin. Hovedårsagen hertil er specielt, at søer p.g.a. en relativ større blind-tyktarm og dermed større mikrobiel aktivitet bedre er i stand til at nedbryde træstoffoldige substanser.

Formålet med fordøjeligheds- og fodringsforsøgene med fjerkræ var, dels at undersøge, hvordan stigende mængder rapskager i foderet påvirker slagtekyllingers produktionsparametre, dels at undersøge, hvordan forskellige afskalningsgrader af rapskager påvirker næringsværdien til slagtekyllinger.

Første del af målsætningen blev realiseret ved hjælp af et fodringsforsøg, hvori indgik fra 0 til 12 % rapskager i foderet. Til realisering af anden del af målsætningen gennemførtes et fodringsforsøg, hvori indgik 6 % rapskager med 4 forskellige afskalningsgrader i foderet. De benyttede partier rapskager var fremstillet af rapsfrø, hvis skaldel udgjorde henholdsvis 17(uafskallet), 12, 8 og 4 vægtprocentenheder. Rapskagepartierne, udvundet af rapsfrøene med 17 og 4 % skal, indgik desuden i balanceforsøg med udvoksede haner af æglægningstype for at bestemme disse partiets fordøjelighed og indhold af omsættelig energi.

I alle undersøgelserne blev anvendt rapskager, forarbejdet af et parti rapsfrø af sorten Karat, der ifølge svenske undersøgelser har et glucosinolatindhold på ca. 15 μ mol pr. g fedtfrit tørstof.

Forsøget med stigende mængder rapskager i foderet, hvor der var tilstræbt samme protein- og energiindhold i alle blandinger, viste, at op til 12 % rapskager ikke påvirkede sundhedstilstanden, udtrykt ved procent døde. Der blev fundet en tendens til, at kyllingernes vækst påvirkedes negativt, når der indgik 8 % rapskager eller mere. Kyllingernes foderoptagelse faldt i takt med et stigende indhold af rapskager i foderet, hvorimod foderforbruget pr. vægtenhed ikke

påvirkedes, såfremt energiindholdet blev holdt konstant.

Fodringsforsøget med rapskager med differentieret skalindhold i foderet viste, at en reduktion i rapskagernes skalindhold ikke ændrede kyllingernes sundhedstilstand, når der indgik 6 % rapskager i foderet. Kyllingernes vægt og foderoptagelse påvirkedes positivt ved reduktion af rapskagernes skalindhold; derimod blev foderforbruget pr. vægtenhed ikke påvirket af skalindholdet, såfremt der blev taget hensyn til foderets indhold af omsættelig energi.

En kemisk analyse af rapskagerne med henholdsvis 17 og 4 % skal viste, at en reduktion af skalindholdet medfører et fald i indholdet af de tungt fordøjelige komponenter: træstof og NFE-rest, hvorimod indholdet af de øvrige komponenter stiger, hvilket først og fremmest gælder protein og fedt. Disse forhold er utvivlsomt den væsentligste forklaring på, at balanceforsøgene resulterede i en højere fordøjelighed og et højere indhold af omsættelig energi i rapskagepartiet med det laveste skalindhold. De enkelte aminosyrers fordøjelighed blev for begge partier rapskager fundet lavere end tilsvarende værdier i nyere publikationer af canadisk oprindelse.

SUMMARY

The experiments were performed to elucidate the influence of dehulling and thereby decreasing the crude fibre content in rapeseed on the digestibility of nutrients and feed value for pigs and poultry, determined by digestibility and feeding experiments.

The dehulled rapeseed samples originated from the rapeseed varieties Karat (poultry) and Line (pigs). The rapeseed was dehulled by continuous, regulating feeding the seed into a centrifugal ventilator. The hulls were then removed in a zigzag sieve. Thus three batches containing approximately 3, 8 and 12 per cent hulls respectively were produced.

The oil was removed by pressing the seed in a continuously working screw press, and for the experiments with pigs the fat content was further decreased by extraction with hexan.

The rapeseed samples used in digestibility experiments with pigs were in addition to Weende components analysed for NDF, ADF, soluble carbohydrate, starch, energy, 17 amino acids and 10 minerals.

The digestibility of nutrients and the content of metabolizable energy were estimated in digestibility and protein balance experiments. The investigations were carried out with growing female pigs in the weight range 40 to 60 kg under standardized conditions. The urine was collected via bladder catheter.

Dehulling of rapeseed and the following fat extraction resulted in a lower content of crude fibre and hereby in a relatively high content of especially crude protein. For each per cent decrease in the crude fibre content the digestibility of crude protein and energy increased with 1.5 and 3.0 per cent units, respectively.

The chemical composition of the rapeseed meal sample with 3 per cent hull and that of the soybean meal sample was nearly equal. Yet in the digestibility experiments there was found a 3.3 per cent lower content of feed units (FUp) per kg rapeseed meal dry matter.

The digestibility of the rapeseed meal with 3 per cent hull was somewhat lower than the digestibility of soybean meal, but at the same time the FUp-content per kg dry matter was also lower in the rapeseed meal, resulting in a higher content of digestible protein per FUp. The content of the digestible lysine per FUp was on the other hand 7.7 per cent lower in rapeseed meal than in soybean meal.

In optimizing diets to pigs with rapeseed meal or soybean meal

and barley, the lower content of digestible lysine in the rapeseed, makes it necessary to include a higher proportion of rapeseed meal than of soybean meal.

Experiments with ileal-cannulated pigs showed that the proportion of crude protein/amino acids disappearing in the caecum-colon was higher in rapeseed meal than in soybean meal. This indicates that the utilization of crude protein/amino acids from rapeseed meal is somewhat lower than from soybean meal.

The digestibility of whole rapeseed meal was higher in experiments with sows than in experiments with slaughter pigs. The main reason for this is especially the relatively larger caecum-colon of the sows, which indicates a greater capacity for fermenting the substances.

The aim of the digestibility and feeding experiments with poultry was partly to investigate how increasing amounts of rapeseed meal expeller influence the production parameters of broilers, partly to investigate how different degrees of dehulling of the rapeseed meal expeller influence the nutritive value of the diet to the broilers.

The first part of the goal was achieved in a feeding trial in which the rapeseed meal expeller amounted from zero to 12 per cent of the diet. To accomplish the second part of the goal a feeding trial was performed in which rapeseed meal expeller used was prepared from rapeseed with a content of hulls of 17, 12, 8, and 4 per cent, respectively. The lot with 17 per cent hulls was not dehulled. The lots of rapeseed meal expeller extracted from rapeseed with 17 and 4 per cent hulls were furthermore used in balance experiments with adult males of egg laying type to determine the digestibility and the content of the metabolizable energy.

The rapeseed meal expeller used in all the investigations was manufactured from a rapeseed quantity of the Swedish variety Karat. According to Swedish investigations the glucosinolate content was approximately 15 μmol per g fat free dry matter.

The experiment with increasing amounts of rapeseed meal expeller in the diet adjusted to an equal protein and energy content in all diets showed that a content of rapeseed meal expeller until 12 per cent did not influence on the health of the chickens measured as mortality rate. There was a trend towards a negative influence on the growth rate of the chickens when the rapeseed meal expeller made up 8 per cent of the diet or more. The feed consumption of the chickens

decreased concurrently with an increasing content of rapeseed meal expeller, whereas the feed conversion ratio was unaffected if the energy content of the diets was kept constant.

The feeding trial with rapeseed meal expeller with differing amounts of hulls showed that a reduction of the hull content did not influence the health of the chickens when using 6 per cent rapeseed meal expeller in the diets. The weight and the feed consumption of the chickens were positively influenced by a reduction of the content of hulls in the rapeseed meal expeller. The feed conversion ratio, however, was not influenced by the content of hulls, if the content of metabolizable energy in the diets was taken into consideration.

An extended Weende analysis of the rapeseed meal expeller with 17 and 4 per cent hulls, respectively, showed that a reduction of the content of hulls would result in a decrease of the content of the poor digestible components as crude fibre and NFE-residue, whereas the content of the other components increases and this is especially the case for protein and fat. Undoubtedly, these conditions are the most essential explanation of the results obtained in the balance trials where the digestibility and content of metabolizable energy were found to be higher in the rapeseed meal expeller lot with the lowest content of hulls. The digestibility of the individual amino acids in the two lots of rapeseed meal expeller was found to be lower than the corresponding values given in recent Canadian publications.

1. FREMSTILLING AF RAPSKAGER OG RAPSSKRÅ MED VARIERENDE MÆNGDE SKALINDHOLD

1.1. Indledning

Interessen for rapsdyrkning og anvendelsen af rapsskrå og -kager har været stigende de senere år. Der blev således avlet ca. 520.000 tons raps i Danmark i 1984, og størstedelen (80-90%) af denne raps var af den dobbeltlave type.

Den dobbeltlave raps har et lavt indhold af både erucasyre og glucosinolater, hvilket gør denne rapstype velegnet som proteinkilde i foderblandinger. De dobbeltlave rapssorter er i første omgang et resultat af et intensivt forædlingsarbejde, og det lille glucosinolatinindhold har givet mulighed for at øge indholdet af rapsprodukter i foderblandinger.

Mængden af dobbeltlave rapsprodukter, der kan indgå som proteintilskudsfoder, er især begrænset af rapsens indhold af tanniner og træstof, som har ernæringsmæssig negativ indflydelse ved for stor tildeling (Larsen & Sørensen, 1985). Disse ernæringsmæssigt uheldige komponenter er især knyttet til rapsfrøets skaldel, hvorfor en metode til at mindske træstof- og tanninindholdet er at afskalle rapsfrøene før en efterfølgende oparbejdning til olie og kage/skrå.

Både i udlandet og herhjemme er der arbejdet med tekniske metoder til afskalning (Jensen, 1984) af rapsfrø. Metoden, der er anvendt til afskalning og fraseparering af skaldele ved fremstilling af de anvendte rapsprodukter, bygger dels på udenlandske erfaringer og dels på et forskningsarbejde udført på Bioteknisk Institut. Metoden er halvindustriel og kan med mindre modifikationer overføres til industrielle forhold.

Ved gennemførelse af nærværende projekt blev de til fodrings- og balanceforsøgene anvendte rapsprodukter fremstillet på Bioteknisk Institut.

1.2. Fremstilling af rapskager til slagtekyllinger

Rapskagerne blev fremstillet ud fra raps af sorten Karat, som er dobbeltlav. Valget af denne sort skete, dels fordi den kunne fremskaffes på daværende tidspunkt, dels fordi denne sort blev dyrket i stort omfang.

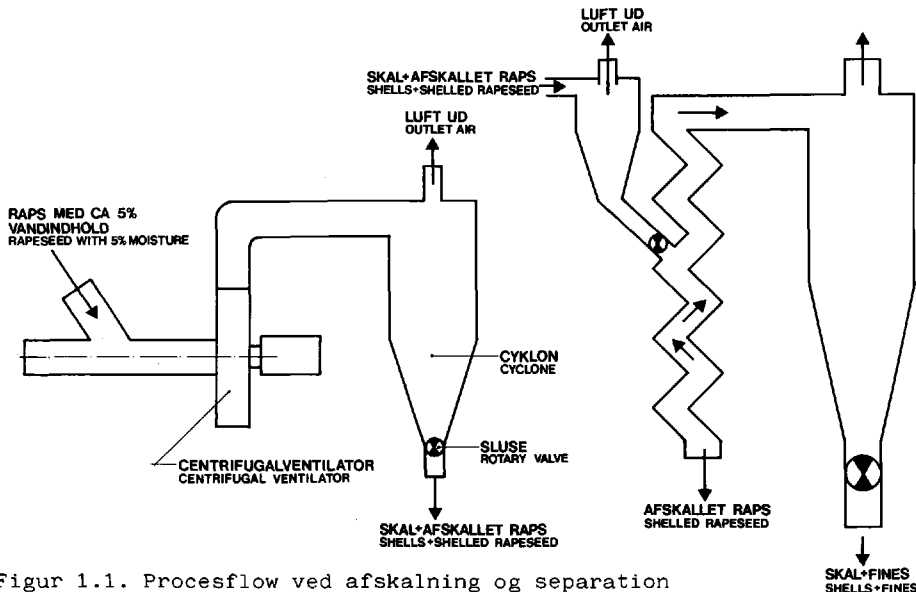
Rapsen blev før olieudvindingen afskallet i forskellige grader for at opnå forskelligt indhold af træstof i de færdige rapskager.

Rapsfrø indeholder mellem 15 og 20% skaldele, afhængig af raps-sorten. Småfrøede rapssorter har større specifikt overfladeareal end sorter med større frø, og da de nyere, dobbeltlave vårrapstyper er forholdsvis småfrøede, vil skalindholdet i disse frø være stort.

Indholdet af olie, protein og træstof i rapsfrø er ikke homogent fordelt i frøet. I litteraturen (Appelqvist, 1972) angives skalindholdet i to forskellige rapssorter til hhv. 16,5 og 18,7%. Indholdet af træstof i de tilsvarende frø angives til hhv. 11,8 og 11,7% på vand- og oliefri basis. Skaldelene indeholder i dette eksempel hhv. 34,3 og 31,6% træstof på vand- og oliefri basis.

Ud fra dette eksempel ses, at man ved at fjerne skaldelene fra hele rapsfrø kan fremstille træstoffattige rapsprodukter.

Et af de i alt fire partier rapskager blev anvendt uafskallet, mens tre af partierne blev afskallet, som skitseret i figur 1.1.



Figur 1.1. Procesflow ved afskalning og separation

Figure 1.1. Flow sheet of dehulling and separation process

Rapsen blev tørret fra et vandindhold på ca. 8% til ca. 5% i et tromletørrieri. Efter nedkølingen blev rapsen afskallet ved at dosere frøene jævnt ned i en centrifugalventilator. I ventilatoren udsættes frøene for en så hård mekanisk påvirkning, at skallerne rives af. Ved at regulere ventilatorens omdrejningstal samt ved at tilpasse doseringshastigheden, kan afskalningsgraden styres (Jensen, 1984), så

afskalningen er tilfredsstillende, og for stor smulddannelse undgås.

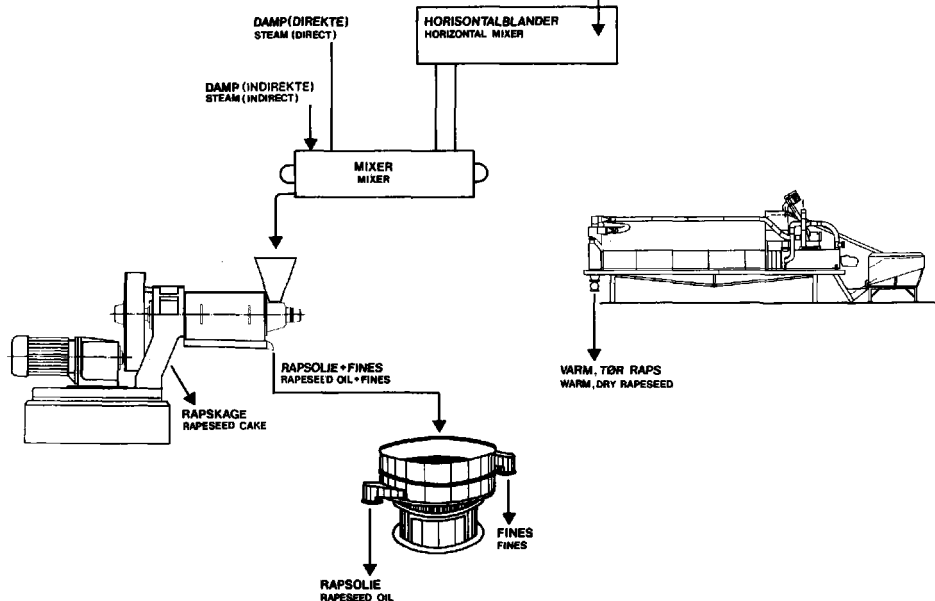
Efter afskalningen blev skaldelene separeret fra frøhviden ved luftseparation i en siksak-sigte (Jensen, 1984). Indholdet af skaldede i den nu fremstillede, afskallede og rensede raps blev styret ved at variere lufthastigheden op gennem siksak-sigten.

De fremstillede partier afskallet raps havde et skalindhold på 4, 8 og 12% bestemt ved en farvemæssig sammenligning med et sæt standardprøver, hvis skalindhold var kendt. Standardprøverne var fremstillet ud fra en rapshvidefraktion, der var fuldstændig fri for skaller, og en skalfraktion, der udelukkende bestod af skaller. Standarden med 4% rapsskaller bestod således af 4 g skaller pr. 100 g standardprøve og 96 g frøhvide pr. 100 g standardprøve.

De uafskallede rapsfrø er i det efterfølgende benævnt som indeholdende 17% skal, hvilket kun må betragtes som retningsgivende, idet det aktuelle skalindhold ikke er bestemt.

Olien blev herefter, som vist i figur 1.2., presset ud af dels de afskallede rapspartier og dels det ikke-afskallede parti med en kontinuerligt arbejdende skruepresse. Før presningen blev frøene opvarmet til ca. 90°C i tromletørrieriet.

VARM, TØR RAPS
WARM, DRY RAPESEED



Figur 1.2. Procesflow ved fremstilling af rapskager

Figure 1.2. Flow sheet of rapeseed meal expeller production

Træstof og vandindholdet i rapskagerne, bestemt på prøver udtaget umiddelbart efter skruepressen, fremgår af tabel 1.1.

Som der fremgår af tabellen, har en fjernelse af skaldelen i rapsfrøene betydet mindre træstofindhold i rapskagerne.

Tabel 1.1. Træstof- og vandindhold i rapskager

Table 1.1. Content of crude fibre and water in rapeseed meal expeller

Skalindhold i frø		
før presning,	Træstof	Vand
pct. i vare	pct. af tørstof	pct. i vare
4	6,1	4,7
8	7,5	4,2
12	11,2	4,8
17 (fuldt skalindh.)	13,2	5,6

1.3. Fremstilling af rapsskrå til slagtesvin

Rapsskrå til balanceforsøg med slagtesvin er fremstillet ud fra raps af sorten Line. Der er fremstillet tre partier af afskallet raps med skalindholdene 3, 8 og 12% samt et parti med fuldt skalindhold. Skalindholdene i de afskallede frø er bestemt som beskrevet ovenfor.

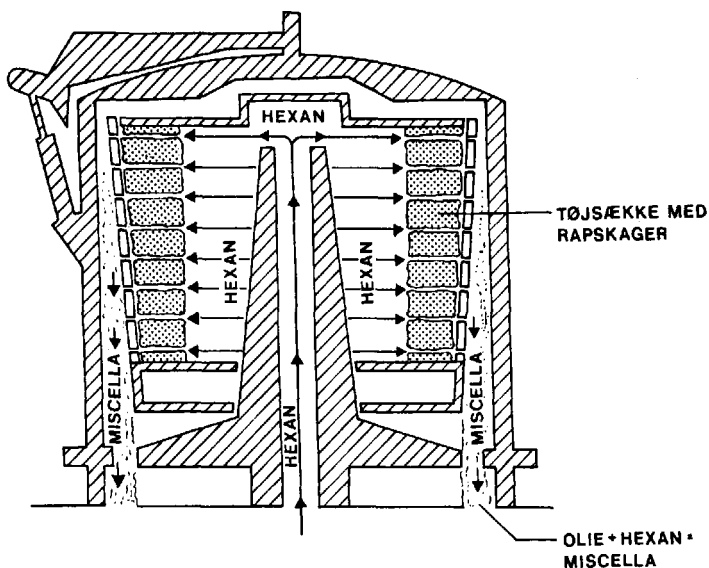
Olien er fjernet fra frøene i to tempi, idet der først er sket en olieudpresning og derefter en ekstraktion med hexan.

Afskalning, separation og olieudpresning er foretaget som ved fremstilling af rapskager til slagtekyllinger, og de herved fremstillede rapskager havde et fedtindhold på 16-22% og et vandindhold på ca. 5%.

Den sidste del af olien er fjernet ved en hexan-ekstraktion på Vantinge Destruktionsanstalt. Ekstraktionsanlægget (figur 1.3.) er et diskontinuerligt kurveekstraktionsanlæg, der normalt anvendes til ekstraktion af fedt på destruktionsanstalter. Rapskagerne blev anbragt i ca. 30 stk. tøjsække med hver et indhold på ca. 25 kg, hvorved det var muligt at fylde ekstraktøren uden at sammenblande de fire forskellige partier. Der blev ekstraheret med ca. 60°C varm hexan i ca. 45 min., og efter hexan-ekstraktionen blev rest-hexan fjernet ved gennemblæsning med damp.

Rapsskråen henstod udendørs, til den var nedkølet, hvorefter partierne blev blandet hver for sig for at få et ensartet produkt.

Rapsskråen blev ikke formalet, idet de dannede klumper ødelagdes ved håndteringen.



Figur 1.3. Kurveekstraktor (Lilldahl)

Figure 1.3.Extractor (Lilldahl)

1.4. Litteratur

- Appelqvist, L.-Å. 1972. Chemical constituents of rapeseed. In: Rapeseed, Cultivation, Composition, Processing and Utilization (eds. L.-Å. Appelqvist and R. Ohlson). Elsevier Publ., Co., Amsterdam. pp. 123-173.
- Jensen, E.P. 1984. Fremstilling af skalfattige fraktioner af raps. 118. Beretn. Bioteknisk Institut, Kolding. 51 pp.
- Larsen, L.M. & Sørensen, H. 1985. Produktion og udnyttelse af rapsfrø. Ugeskrift for Jordbrug 130:27-35.

2. FORSØG MED SVIN

2.1. Indledning

Det vigtigste proteintilskudsfoder, der anvendes for øjeblikket i svineproduktionen, er sojaskrå, et biprodukt ved fremstilling af sojaolie. Af forskellige årsager som forsyningssikkerhed, nationaløkonomi, sædskifte, m.v. er det imidlertid ønskeligt med en større indenlandsk produktion af proteintilskudsfoder.

Interessen for dyrkning af rapsfrø skyldes specielt, at de indeholder relativt meget protein af god kvalitet. Endvidere kan rapsen dyrkes under mere tempererede klimaforhold end f.eks. sojabønner.

Tidligere forsøg med raps (skrå, kage) til svin viste, at disse produkter havde en række uheldige egenskaber, som stort set kunne tilskrives rapsens høje indhold af glukosinolater (Hansen & Clausen, 1969). Det kunne derfor ikke anbefales at anvende disse typer af raps i svinefodringen.

Der er imidlertid udført et stort forædlingsarbejde både herhjemme og i udlandet for at fremskaffe rapssorter med et lavt indhold af glukosinolater og erucasyre, de såkaldte "dobbeltlave" sorter.

Årsagen til glukosinolaternes negative virkning er først og fremmest, at de ved en enzymatisk påvirkning frigør stoffer, som hæmmer skjoldbruskkirtlens jodoptagelse og dermed dennes funktion. Det giver sig udslag i bl.a. en forstørret skjoldbruskkirtel.

At erucasyren er uønsket i raps hører sammen med, at ældre undersøgelser tyder på, at indhold af langkædede fedtsyrer (C 20 eller mere) og specielt erucasyre (C 22:1) havde sammenhæng med forekomst af arteriosclerose samt beskadigelser af og fedtaflejring i hjertemuskulaturen.

En nærmere omtale af rapsprodukters ernæringsmæssige værdi og indflydelse på konsumenternes sundhedstilstand, specielt ud fra canadiske forsøg, er nærmere omtalt af Just (1980a).

En omfattende gennemgang af litteraturen vedrørende dobbeltlave rapsprodukters egnethed til svin er bl.a. foretaget af Sauer et al. (1982a) og Rundgren (1983). Litteraturstudierne omfattede omtale af rapsens næringsværdi, indvirkning på smag, effekt af forskellig

behandling eller tilsætning, anatomisk og fysisk påvirkning af svinene, kødkvalitet og påvirkning af grisenes reproduktion.

Et højt fedtindhold i rapsprodukterne, for eksempel kager, er ernæringsmæssigt udmærket til svin, men det har en uheldig indflydelse på smagen af bacon, ligesom jodtallet i spækket forøges (Hansen et al., 1979b).

Rapsskrå med et lavt fedtindhold kan udmærket indgå som eneste proteintilskudsfoder (Hansen et al., 1978; Just et al., 1982a; Thomke et al., 1983; Thomke, 1984). Anvendelse af dobbeltlave rapssorter resulterer i et fald i blodets indhold af thyroxin, medens vægten af skjoldbruskkirtel og lever stiger (Hansen et al., 1979b; Just et al., 1982a; Thomke et al., 1983; Menzel, 1983). Dette betyder, at selv om indholdet af glucosinolater, specielt progoitrin, er blevet reduceret meget betydeligt, indeholder dobbeltlave rapssorter stadig stoffer, der har en vis giftvirkning.

Produktionsværdien af rapsskrå er betydeligt lavere end af sojaskrå, det skyldes primært et højere indhold af træstof, en lavere fordøjelighed af næringsstofferne og et lavere indhold af fordøjeligt lysin (Just et al., 1983a).

Hovedparten af rapsens indhold af træstof er knyttet til skalfraktionen, afskalning reducerer derfor indholdet af træstof (Seth & Clandinin, 1973; Sarwar et al., 1981; Bell & Shires, 1982). En afskalning af raps er i forsøg med mus, rotter og kyllinger ligeledes fundet at forøge fordøjeligheden af protein og energi (Leslie et al., 1973; Bayley & Hill, 1975; Sarwar et al., 1981).

Formålet med denne del af undersøgelsen var at studere, hvilken indflydelse afskalning af rapsfrøene har på den kemiske sammensætning og fordøjeligheden af rapsskrå til svin.

2.2. Materiale og metoder

Forsøgsplan og forsøgsgrise

Undersøgelsen omfattede et parti rapsskrå af sorten Line. Rapspartiet deltes i fire delpartier, hvoraf de tre blev afskallet. Ved afskalningen blev det tilstræbt, at det tilbageblevne indhold af skaller skulle udgøre henholdsvis 12, 8 og 3 vægtprocent af rapsfrøene. Det antages, at uafskallede rapsfrø indeholder ca. 17% skaller.

Foderværdien af fire partier rapsskrå blev bestemt ved fordøje-

ligheds- og proteinbalanceforsøg. Disse kan principielt udføres efter tre forskellige metoder: den direkte metode, differensmetoden og regressionsmetoden. Da rapsskrå er et foderstof med højt indhold af protein, kan det kun udgøre en mindre del af den daglige foderration. Forsøgene blev derfor udført efter regressionsmetoden. Denne metode er meget arbejdskrævende, men giver de sikreste resultater og tager desuden hensyn til eventuelle vekselvirkninger.

For at kunne foretage den bedst mulige sammenligning mellem de fire rapspartier blev der til alle rapspartier anvendt samme grundfoder. Som grundfoder anvendtes majsfodermel. Der indkøbtes 1000 kg, som blev grundigt blandet, inden forsøget påbegyndtes for at sikre så ensartet et parti som muligt.

Med hvert parti rapsskrå udførtes et fordøjeligheds- og proteinbalanceforsøg (omtales nærmere senere), og der anvendtes fire forskellige kuld à seks sogrise. Hvert kuld blev anvendt ved tre gentagelser. Fordelingen af kuldene på de enkelte fordøjelighedsforsøg fremgår af tabel 2.1.

Tabel 2.1. Grisenes fordeling på forsøgsemnerne

Table 2.1. Distribution of the pigs on treatments

				Rapsskrå fuld skal	Rapsskrå 12% skal	Rapsskrå 8% skal	Rapsskrå 3% skal
Gentagelse A (Kuldnr. og vægt)				1 (37)	2 (38)	4 (38)	3 (39)
" B	"			2 (46)	1 (46)	3 (49)	4 (48)
" C	"			3 (60)	4 (58)	2 (59)	1 (57)
Gns. vægt				47.5	47.2	48.8	47.9

Tallene i parentes er den gennemsnitlige vægt i balanceforsøgene. Som det fremgår af tabellen, har vægten af grisene i hvert af de fire fordøjelighedsforsøg praktisk taget været ens.

Fordøjeligheds- og proteinbalanceforsøg

Den fordøjede mængde af et næringsstof er lig med forskellen mellem foderets og fæces' (gødningens) indhold af det pågældende

næringsstof. Den fordøjede mængde betegnes som "tilsyneladende fordøjet", fordi fæces indeholder stoffer, specielt protein og fedt, der har været absorberet, men er blevet genudskilt til fordøjelseskanalen (fordøjelsessekreter, afstødte celler, affaldsstoffer m.m.). Den fordøjede mængde udtrykkes i reglen i procent af den mængde af næringsstoffer, der var i foderet (fordøjet procent = fordøjelighedskoefficient).

Rapsskråens indhold af fordøjelig energi blev bestemt som differencen mellem indholdet af brutto energi (kalorimetrisk bombe) i foder og i fæces. Indholdet af omsættelig energi blev beregnet efter ligningen:

$$\text{Omsættelig energi, kJ} = \text{fordøjelig energi, kJ} - \text{energi i urin, kJ}$$

Indholdet af energi i urinen blev beregnet efter ligningen (Just, 1970):

$$\text{Energi i urin, kJ} = 97 + 37,5 \times \text{g N i urin}$$

$$N = 480; \quad s_b = 0,3; \quad t_b = 122; \quad r^2 = 0,97$$

Energiudskillelsen med urinen afhænger i høj grad af det fordøjelige råproteins udnyttelse til proteinsyntese eller aflejring i svinene, idet den del af det fordøjede råprotein, der udskilles til urinen - mest i form af urinstof - indeholder godt 20 pct. af den energi, der findes i det fordøjede råprotein (Just, 1970, 1982b). Ved anvendelse af forskellige foderstoffer i balancerede eller optimerede blandinger kan svinene udnytte 40 til 50 pct. af det fordøjede råprotein (Just, 1971b). Energiindholdet i urinen og dermed også mængden af omsættelig energi blev derfor korrigeret til 50% protein-aflejring.

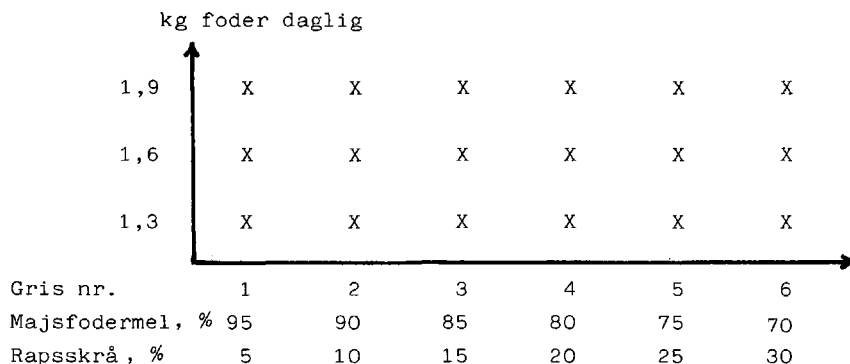
Indholdet af foderenheder til svin (FEs) er beregnet ud fra rapsskråens indhold af omsættelig energi efter ligningen (Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol 1982; Just, 1982a; Andersen og Just, 1983):

$$\text{FES/kg tørstof} = \frac{0.75 \times \text{omsættelig energi, MJ/kg tørstof} - 1.88}{7.72}$$

(1 FES = 7,72 MJ svarende til nettoenergiværdien af 1 kg almindelig byg).

Forsøgsfaciliteter, udførelse af fordøjeligheds- og proteinbalanecforsøg samt beregning af indholdet af FES m.v. er beskrevet af Just et al. (1982b, 1983a).

Forsøgene med hver af de fire rapsskråpartier blev udført efter regressionsmetoden, som skitseret i figur 2.1.



Figur 2.1. Skitse af plan til forsøg efter regressionsmetoden

Figure 2.1. Schematic illustration of experimental design according to the regression technique

Som vist i figur 2.1. og tabel 2.1. omfattede et forsøg 3 kuld à 6 grise (3 gentagelser à 6 grise), ialt 18 observationer. Grisene i de enkelte kuld fik alle lige store daglige fodermængder målt i kg. De daglige fodermængder varierede fra gentagelse til gentagelse og var 1,3, 1,6 og 1,9 kg. Mængden af majsfodermel faldt fra gris nr. 1 til gris nr. 6, hvorimod mængden af rapsskrå steg fra gris nr. 1 til gris nr. 6.

Længden af de enkelte forsøgsperioder (forsøgstiden pr. kuld) var tolv dage, fordelt med fem dage til forberedelsesperioden og syv dage til opsamlingsperioden (Just et al., 1983a, b). Af hensyn til forsøgsresultaternes sikkerhed er det af afgørende betydning, at grisene altid æder op. Derfor udgjorde de daglige fodermængder kun omkring 80

pct. af de gældende normer (Andersen & Just, 1983). Det blev tilstræbt at balancere foderet med hensyn til mineraler og vitaminer i henhold til normerne.

Efter forsøgenes og det kemiske analysearbejdes afslutning blev næringsstofferne fordøjelighed samt indholdet af omsættelig energi i henholdsvis majsfodermel og rapsskrå beregnet ved multipel regressionsanalyse efter ligningen:

$$Y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_{2i} x_{2i} + e, \text{ hvor}$$

Y = total fordøjet mængde af et næringsstof eller indhold af omsættelig energi

α = intercept

x_1 = mængde af næringsstof i majsfodermel

x_{2i} = mængde af næringsstof i rapsskråpartierne ($i = 1-4$)

β_1 = fordøjet procent af næringsstof i majsfodermel/100

β_{2i} = fordøjet procent af næringsstof i rapsskråpartierne /100($i=1-4$)

e = afvigelse fra regressionslinjen eller uforklaret variation

Råproteinets fordøjelighed stiger generelt med stigende indhold af råprotein i foderet, fordi en del af de kvælstofholdige fordøjelsessekreter, der udskilles til mavetarmkanal, går tabt med fæces. Tabet af fordøjelsessekreter svarer til ca. 9 g fordøjeligt råprotein pr. kg tørstof (Just, 1979, 1980b), og det udgør derfor en større procentdel af foderproteinet, når indholdet af råprotein er lavt, end når det er højt. Da indholdet af råprotein stiger med stigende indhold af rapsskrå, blev mængden af fordøjeligt råprotein korregeret for forskelle i proteinkoncentrationen (Just et al., 1983a).

Kemiske analyser

Rapsskråen blev analyseret for tørstof, råprotein, aminosyrer, Stoldt fedt, træstof, NDF (neutral detergent fibre), ADF (acid detergent fibre), tannin, LHK (let hydrolyserbare kulhydrater) og stivelse, aske, 10 mineraler og energi.

Fæces blev analyseret for tørstof, aske, råprotein, Stoldt fedt, træstof, LHK og energi. Urinen blev analyseret for kvælstof. Alle analyser blev udført ved Statens Husdyrbrugsforsøgs afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi.

2.3. Resultater og diskussion

Kemisk sammensætning

Rapsskråens kemiske sammensætning er belyst i tabellerne 3.1.-3.3. Sojaskrå er et udmærket og meget anvendt proteintilskudsfoder til svin. Det er derfor medtaget i tabellerne som sammenligningsgrundlag. Værdierne for sojaskrå stammer fra 556. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg (Just et al., 1983a) og er resultatet af de hidtil udførte fordøjeligheds- og balanceforsøg med sojaskrå.

Den lavere foderværdi, der i tidligere undersøgelser (Fernández et al., 1980; Just et al., 1983a) er fundet for rapsskrå sammenlignet med sojaskrå, kan for en stor del tilskrives rapsskråens højere træstofindhold. Der tænkes her udelukkende på sammenligning af de nye typer af raps med lavt indhold af erucasyre og glucosinolater, de såkaldte "dobbeltlave" sorter.

Som tidligere omtalt er indholdet af træstof (og dermed en stor del af den ufordøjede del af rapsfrøene) ikke jævnt fordelt i frøet, men størsteparten findes i skallen. Det væsentligste formål ved afskalningen var således at fremstille rapsskrå med et formindsket træstofindhold.

Som det fremgår af tabel 3.1., er træstofindholdet blevet reduceret fra 12,5 til 5,9% i tørstoffet. Afskalningsgraden under fremstillingen blev bestemt på grundlag af en standard. Vurderet efter den fundne kemiske sammensætning synes skalindholdet i de 2 partier, angivet som 8% og 12% skaller, snarere at være 10% for begge partiets vedkommende. Træstofindholdet i rapspartiet med de 3% skaller ligger på niveau med sojaskrå. Indhold af NDF og ADF er ligesom træstofindholdet en god indikator for den ufordøjelige del. Afskalning til

3% skalindhold har ligesom for træstof reduceret NDF og ADF til det samme indhold som i sojaskrå.

Tabel 3.1. Rapspartiernes kemiske sammensætning
Table 3.1. Chemical composition of the rape batches

	Rapsskrå				Sojaskrå
	fuld skal	12% skal	8% skal	3% skal	toasted
Tørstof, pct.	88,3	89,0	88,8	89,6	87,9
<u>I pct. af tørstof:</u>					
Råprotein	41,7	45,2	46,4	50,6	50,0
Råfedt (Stoldt)	4,4	5,3	5,0	5,0	3,2
Træstof	12,5	10,1	9,4	5,9	6,5
NFE	33,4	30,7	30,6	29,2	33,6
Aske	8,0	8,7	8,6	9,3	6,7
LHK	11,5	12,0	13,5	13,7	16,1
Stivelse	2,2	2,1	1,9	1,8	2,9
NDF	19,5	17,1	18,7	13,1	13,6
ADF	22,1	15,8	13,3	8,0	10,6
Tannin	1,0	1,1	1,4	1,6	-
Energi, MJ/kg tørstof	20,01	20,14	19,91	19,78	19,58

Indholdet af tannin er stigende med afskalningsgraden. Et større indhold af tannin i frøhviden end i skalfraktionen, som der er fundet i dette forsøg, er ligeledes rapporteret fra andre undersøgelser (Seth & Clandinin, 1973). I modsætning hertil fandt Leung et al. (1979) med en anden analysemetode, at det kun var muligt at ekstrahere tannin fra skalfraktionen. Den i dette forsøg anvendte analysemetode for tannin giver en uspecifik bestemmelse af fenoler af ukendt struktur. Sinapin, som udgør hovedparten af de fenoliske cholinestere i raps, er fundet af kunne udgøre op til to tredjedele af tanninmængden (Fenwick & Hoggan, 1976; Just et al., 1982a). Sinapin, særlig kendt som "bitterstof", er ligesom glucosinolaterne særlig knyttet til frøhviden og vil således forekomme i større koncentration ved en afskalning.

Med stigende afskalningsgrad steg askeindholdet, hvilket tyder på, at askeindholdet i frøhvide og kim er større end i skallen.

Indholdet af sukker kan beregnes som differencen mellem LHK (let hydrolyserbare kulhydrater) og stivelse. Sukker udgør i raps og sojaskrå ligesom i de fleste andre oliekrager og -skrå langt den største part af de letopløselige kulhydrater (LHK). Med stigende afskalningsgrad er stivelsesindholdet svagt faldende, og med et stigende indhold af LHK vil det beregnede sukkerindhold derfor stige.

Højt indhold af råfedt i en foderblanding til slagtesvin vil generelt forøge jodtallet i svinenes rygspæk (Mortensen et al., 1983), hvad der ud fra et forbrugermæssigt synspunkt er uheldigt. Det er ligeledes fundet af Hansen et al. (1979b), at fodring med rapskager (16% råfedt i tørstoffet) forringer smagen af bacon. Det er derfor fortrinsvis rapsskrå (lavt fedtindhold), der er af interesse ved fodring af slagtesvin. Rapspartierne blev da også ekstraheret for fedt, og som det fremgår af tabel 3.1., er råfedtindholdet i alle rapspartier praktisk taget ens, men ca. to procentenheder højere end i sojaskrå. Det lidt højere indhold af råfedt vil sikkert ikke have nogen stor indflydelse på spækkets kvalitet, men det vil alt andet lige være med til at give rapspartierne en relativ højere foderværdi.

På grund af afskalningen og det deraf følgende fald i træstofindholdet er råproteinindholdet steget i rapsskråen.

Vurderet efter den almindelige foderstofanalyse (tabel 3.1.) har afskalningen resulteret i, at rapspartiet med 3% skal udviser samme sammensætning som sojaskrå.

Med stigende afskalningsgrad steg tørstoffets indhold af aminosyrer og råprotein (tabel 3.2.). Udtrykkes indholdet af aminosyrer i forhold til indholdet af råprotein (g aminosyrer pr. 16 g N), er forholdet konstant. Det er naturligvis først og fremmest mængden af aminosyrerne (g pr. kg tørstof), der har interesse, men råproteinets aminosyresammensætning er et værdifuldt mål ved vurdering af proteinets værdi. Rapspartiet med de 3% skaller kan sammenlignes med sojaskrå, idet begge har samme indhold af råprotein. Det ses af tabel 3.2., at sojaskrå har det største indhold af den begrænsende aminosyre lysin, hvorimod rapspartierne har det største indhold af aminosyrerne metionin, cystin og treonin.

Tabel 3.2. Rapspartiernes indhold af aminosyrer

Table 3.2. Content of amino acids in the rape batches

	Rapsskrå				Sojaskrå
	fuld skal	12% skal	8% skal	3% skal	toasted
<u>Aminosyrer, g/kg tørstof:</u>					
Alanin	18,6	20,3	21,3	21,3	21,7
Arginin	26,3	29,3	31,0	36,0	37,3
Asparaginsyre	31,4	34,3	35,0	39,2	58,2
Cystin	9,5	10,7	11,1	11,8	7,4
Fenylalanin	17,4	18,7	19,2	21,3	24,9
Glutaminsyre	76,4	83,3	88,4	98,9	94,4
Glycin	21,9	23,9	24,9	27,6	21,6
Histidin	11,5	12,4	12,7	14,3	9,6
Isoleucin	18,3	19,6	19,6	22,6	23,4
Leucin	30,1	32,8	33,9	38,9	38,8
Lysin	23,8	25,5	25,8	28,3	30,7
Metionin	7,8	8,7	8,8	9,7	7,3
Prolin	25,1	26,8	29,7	32,5	26,4
Serin	19,7	21,2	21,1	23,5	25,0
Treonin	18,4	19,8	19,7	21,8	19,2
Tyrosin	13,9	14,6	15,0	16,5	18,7
Valin	23,9	25,4	25,5	28,3	24,9

I tabel 3.3. er indholdet af 10 mineraler angivet. Afskalningen har haft til følge, at indholdet af de fleste mineraler generelt er steget. I lighed med andre undersøgelser med afskalning af raps foretaget af Bell og Shires (1982) er specielt indholdet af fosfor steget og indholdet af calcium er blevet reduceret i fraktionerne med lavt skalindhold. Der var ligeledes en stigning i indholdet af aske (tabel 3.1.). Indholdet af mineraler stemmer ganske godt overens med, hvad der er fundet i tidligere undersøgelser (Fernández et al., 1980; Just et al., 1983a)

Sammenlignes indholdet af mineraler i rapspartierne med indholdet i sojaskrå, ses at rapsskrå indeholder ca. dobbelt så meget fosfor som sojaskrå. Forudsat, at den biologiske tilgængelighed af fosforet i rapsskrå er den samme som i sojaskrå, vil man ved anvendelse af

rapsskrå i en foderblanding kunne spare på tilskud af dicalcium-fosfat.

Tabel 3.3. Rapspartiernes indhold af mineraler

Table 3.3. Content of minerals in rape batches

	Rapsskrå				Sojaskrå
	fuld skal	12% skal	8% skal	3% skal	toasted
<u>Mineraler pr. kg tørstof:</u>					
Calcium, g	7,2	6,9	7,5	6,7	3,4
Fosfor, g	13,8	17,5	17,1	19,6	7,3
Magnesium, g	4,0	5,2	5,3	5,9	3,2
Natrium, g	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kalium, g	14,0	14,7	14,7	15,1	23,7
Jern, mg	181	244	209	189	205
Mangan, mg	59	66	60	64	41
Kobber, mg	1	3	6	3	18
Zink, mg	55	78	78	88	60
Selen, mg	0,12	0,12	0,20	0,21	0,18

Fordøjelighed og foderværdi

Resultaterne af fordøjeligheds- og proteinbalanceforsøgene er anført i tabel 3.4.

Resultaterne fra de to rapsskråpartier med 12% og 8% skaller er stort set ens, hvilket er i overensstemmelse med, at deres kemiske sammensætning næsten var ens. De fundne forskelle på næringsstofferne fordøjelighed og indholdet af FEs i de to rapsskråpartier er så små, at de kan bero på tilfældigheder.

Fordøjeligheden af rapsskråpartiet med normal skalindhold stemmer overens med fordøjelighedsforsøg udført med et andet parti af samme sort (Line) (Just et al., 1983a).

Generelt steg fordøjeligheden af alle kemiske fraktioner med stigende afskalningsgrad. Da afskalningsgrad og fald i træstofindholdet hører sammen, kan man også udtrykke stigningen af fordøjeligheden i forhold til faldet i træstofindholdet. Råproteinets og energiens fordøjelighed steg henholdsvis 1,5 og 3,0 procentenheder, hver gang træstofindholdet faldt med én procent. Dette er i

overensstemmelse med undersøgelser af Just (1970, 1982d), der fandt, at råproteinets og energiens fordøjelighed i foderblandinger faldt med henholdsvis ca. 1,5 og 2,9 procentenheder, når fodertørstoffets indhold af træstof steg med én procent.

Tabel 3.4. Fordøjelighed og foderværdi
Table 3.4. Digestibility and feed value

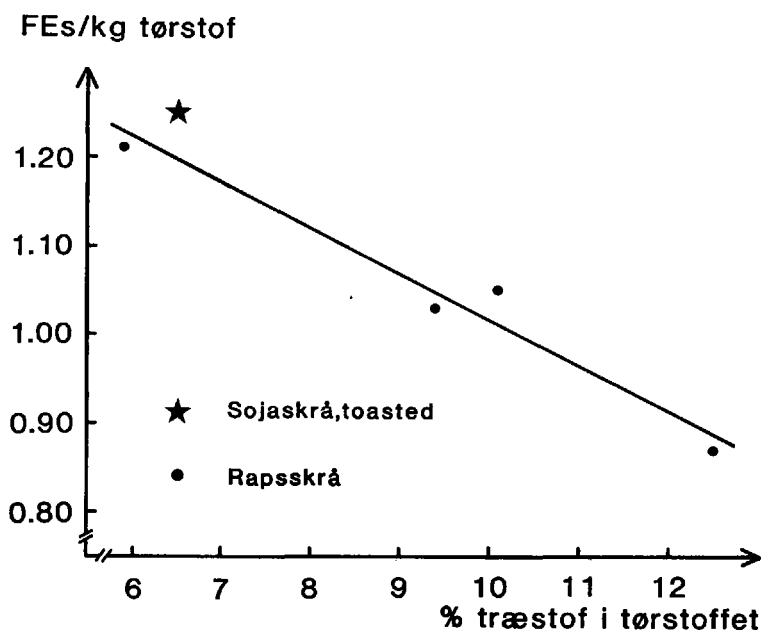
	Rapsskrå				Sojaskrå
	fuld skal	12% skal	8% skal	3% skal	toasted
<u>Næringsstoffernes fordøjelighed, pct.:</u>					
Råprotein	73	77	77	83	85
Råfedt (Stoldt)	44	57	62	81	45
Træstof	21	43	42	67	70
NFE	65	71	68	80	94
LHK	93	97	97	97	98
NFE-LHK (hemicellulose)	49	53	44	64	91
NFE-træstof-LHK	39	49	43	65	86
Energi	63	72	72	83	86
Tørstof	59	68	66	77	84
Organisk tørstof	63	72	71	83	88
<u>Energiværdi pr. kg tørstof:</u>					
Omsættelig energi, MJ	11,48	13,27	13,10	14,94	15,34
FEs	0,87	1,05	1,03	1,21	1,25
<u>Proteinværdi, g fordøje-</u>					
<u>ligt/FEs:</u>					
Råprotein	348	333	347	348	342
Lysin	19,9	18,8	19,3	19,5	21,0
Metionin	6,5	6,4	6,6	6,7	5,0
Cystin	7,9	7,9	8,3	8,1	5,1
Treonin	15,4	14,6	14,8	17,8	13,1

Af tabel 3.4. ses det endvidere, at rapsskrå med 3% skal bortset fra råfedt har lavere fordøjelighed af de kemiske fraktioner end sojaskrå. Den højere fordøjelighed af råfedt i rapsskrå kan delvis forklares af et højere råfedtindhold i tørstoffet, idet råfedtets fordøjelighed stiger med stigende indhold i fodertørstoffet (Just,

1982c). Dette skyldes, at den endogene udskillelse af råfedt udgør en mindre del af råfedtmængden i gødningen, når foderet indeholder en større mængde råfedt.

I figur 3.1. er vist sammenhængen mellem rapsskråpartiernes indhold af træstof og FEs.

På trods af, at rapsskrå med 3% skal har et højere indhold af råfedt og mindre træstofindhold (tabel 3.1.), er foderværdien udtrykt som FEs pr. kg tørstof lavere end for sojaskrå. Dette skyldes et større askeindhold (9,3% og 6,7%) og en betydelig lavere fordøjelighed af rapsskråens NFE-fraktion (80% og 94%), hvilket har givet sig udslag i en lavere fordøjelighed af energi (83% og 86%).



Figur 3.1. Sammenhæng mellem indholdet af træstof og FEs i rapsskrå.

Figure 3.1. Influence of crude fibre on the net energy value (FU_p) in rapeseed meal

I tabel 3.4. er indholdet af fordøjeligt råprotein pr. FEs og de fire vigtigste aminosyrer lysin, metionin, cystin og treonin angivet. Fordøjeligheden af aminosyrerne er ikke bestemt direkte, men beregnet ved anvendelse af fordøjelighedskoefficienten for råprotein. De enkelte aminosyrers fordøjelighed varierer imidlertid i forhold til råproteinet. Som vist af Just (1971a) og Sauer et al. (1980), er

afvigelserne i balancerede foderblandinger ikke særlig store, og specielt aminosyren lysin har stort set samme fordøjelighed som råprotein. Udtrykt pr. FEs er indholdet af fordøjeligt råprotein, lysin, metionin, cystin og treonin praktisk taget ens for de fire rapsskråpartier. Det skyldes, at indholdet af råprotein, aminosyrer og FEs er steget i takt med afskalningen. Det betyder, at der ved sammensætning af foderblandinger skal anvendes større mængder af rapsskrå end af sojaskrå, for at blandingerne kan opnå det samme indhold af fordøjeligt lysin pr. FEs. Lysinindholdet er anvendt som sammenligningsgrundlag, fordi det i langt de fleste tilfælde vil være den aminosyre, der først sætter grænsen for optimal vækst (kødaflejring).

Vurdering af protein og aminosyrers værdi ved bestemmelse af totalfordøjeligheden (foder-gødning) kan kritiseres, da der foregår mikrobiel aktivitet i blind- og tyktarmen. Denne mikrobielle aktivitet kan modificere aminosyrernes sammensætning i gødningen, så det, man tror er ufordøjet foderprotein, måske er syntetiseret af mikroorganismene. Størrelsen af den mikrobielle aktivitet afhænger, ligesom den mikrobielle aktivitet i køernes vom, af foderets sammensætning og den mængde næringssubstrat, der bliver tilført blind- og tyktarmen. I blind- og tyktarmen bliver en del af proteinerne (aminosyrerne) omdannet til ammoniak og amider, der kan absorberes gennem tarmvæggen. Den del af råproteinet eller aminosyrerne, der således bliver absorberet, kan ikke udnyttes af svinene til proteinsyntese, og udskilles derfor med urinen (Just et al., 1981).

Vurdering af råproteinet/aminosyrerne i rapsskrå, udført som vist i tabel 3.4., er muligvis for gunstig. Forsøg med tyndtarms-fistulerede grise, dvs. grise, der har fået indopereret et plasticrør gennem siden og ind i den bageste del af tyndtarmen, hvilket gør det muligt at udtage prøver af tarmindeholdet og bestemme fordøjeligheden i tyndtarmen, inden tarmindeholdet når blind-tyktarmen, viser, at der forsvinder en større del af råproteinet/aminosyrerne i blind- og tyktarm hos grise, der fodres med rapsskrå end hos grise, der fodres med sojaskrå (Holmes et al., 1974; Atwal & Stothers, 1982; Sauer et al., 1982b; Just et al., 1984).

Fordøjelighedsforsøg med haner, der havde fået fjernet blindtarmene (nedsat mikrobiel aktivitet), viser ligeledes, at de livsnødvendige aminosyrer i raps har en lavere fordøjelighed end de

tilsvarende i sojaskrå (Hung & Kermorgant, 1982).

Fordøjelighedsforsøg med tyndtarmsfistulerede grise

I tabel 3.5. er vist nogle resultater fra et tidligere forsøg med tyndtarmsfistulerede svin, der illustrerer forholdene omkring fordøjelighed og absorption af råprotein/aminosyrer i henholdsvis rapsskrå og sojaskrå.

Tabel 3.5. Fordøjeligheden af råprotein, energi og fire aminosyrer i rapsskrå og sojaskrå bestemt ved enden af tyndtarmen og totalt

Table 3.5. The digestibility of crude protein, energy and four amino acids in rapeseed meal and soybean meal determined at the terminal ileum and overall

	<u>Byg + 40% rapsskrå</u>		<u>Byg + 40% sojaskrå</u>	
	<u>Tyndtarm</u>	<u>Total</u>	<u>Tyndtarm</u>	<u>Total</u>
<u>Fordøjelighed, pct.:</u>				
Råprotein	74	79	82	86
Energi	61	77	68	85
Lysin	80	84	90	90
Metionin	83	83	88	86
Cystin	78	88	82	92
Treonin	73	81	82	87

I forsøget blev grisene fodret med henholdsvis byg + 40% rapsskrå og byg + 40% sojaskrå. Rapsskråen i dette forsøg var en svensk dobbeltlav sort. De fundne resultater tyder på, at der går mere af det fordøjede rapsprotein end af det fordøjede sojaprotein tabt i blind- og tyktarm. Disse forskelle mellem rapsskrå og sojaskrå behøver ikke at gælde for afskallet raps, idet den mængde råprotein/aminosyrer, der forsvinder fra blind-tyktarm, til dels er afhængig af foderets træstofindhold (Just et al., 1984).

Ud fra den her førte diskussion kan det konkluderes, at den mest korrekte måde at vurdere protein/aminosyrer på, er at bestemme fordøjeligheden ved enden af tyndtarmen. Det er imidlertid meget arbejdskrævende, og der findes derfor kun relativt få resultater med

enkeltfoderstoffer. I en undersøgelse foretaget af Just et al. (1984) blev der ved proteinbalanceforsøg og tyndtarmsfistulerede grise målt, om variationen i den daglige proteinaflejring bedre kunne forklares ud fra fordøjeligheden bestemt ved enden af tyndtarmen end ved den traditionelle fæces-metode. Som det kunne forventes, blev der fundet en bedre sammenhæng med proteinaflejringen og fordøjeligheden bestemt ved enden af tyndtarmen. Forskellen var dog ikke særlig stor, og det konkluderedes derfor, at der for praktiske formål ikke opnås særlig meget ved at gå fra totalfordøjelighed til fordøjelighed bestemt ved enden af tyndtarmen.

Fordøjelighedsforsøg med søer og slagtesvin

Fordøjeligheden af næringsstofferne stiger generelt med svinenes vægt eller alder (Jørgensen et al., 1978). For at sikre, at en eventuel effekt af forskellig levendevægt ikke skulle øve indflydelse på resultaterne fra fordøjelighedsforsøgene med rapspartierne, blev disse udført under standardiserede forhold. Den gennemsnitlige levendevægt i de enkelte fordøjelighedsforsøg var ens, jfr. tabel 2.1., side 17.

Det kan imidlertid forventes, at der vil være større forskel på søers og slagtesvins evne til at fordøje næringsstofferne.

For at undersøge, hvorledes slagtesvin og søer fordøjer forskellige foderstoffer, er der udført en del sammenlignende fordøjelighedsforsøg (Fernández, 1980; Fernández & Jørgensen, 1984). I tabel 3.6. er resultaterne vist fra en sammenlignende undersøgelse af et parti rapsskrå (Line) (14,1% træstof) og et parti træstoffrigt sojaskrå (10,8% træstof).

Resultaterne fra fordøjelighedsforsøget med raps til slagtesvin svarer til dem, der opnåedes med det uafskallede rapsparti (tabel 3.4). Forskellen mellem fordøjelighedskoefficienterne hos slagtesvin og søer er større for rapsskrå end for sojaskrå. Da svinene ikke udskiller enzymer, der kan nedbryde træstof, må dette bero på, at søerne har en relativ stor blind- og tyktarm, og en større mikrobiel aktivitet, hvilket gør det muligt at forgære mere af foderets tungtfordøjelige dele. Mikrofloraen kan omdanne en del af foderets træstoffraktion til flygtige fedtsyrer, der kan absorberes og udnyttes som energikilde.

Ved den mikrobielle nedbrydning går en del energi tabt i form af

Tabel 3.6. Sammenligning af søers og slagtesvins evne til at fordøje rapsskrå og sojaskrå

Table 3.6. Comparisons of sows and growing pigs ability to digest rapeseed meal and soybean meal

	<u>Rapsskrå, Line</u>		<u>Sojaskrå, træstofrig</u>	
	Slagtesvin	Søer	Slagtesvin	Søer
<u>Fordøjelighed, pct.:</u>				
Råprotein	72	81	81	87
Træstof	27	48	72	85
Energi	65	76	81	85
FES/kg tørstof	0,91	1,10	1,20	1,28

forøgelsesvarme m.v., hvilket nedsætter udnyttelsen af den omsættelig energi. Just et al. (1982c) fandt, at energiværdien af energi "absorberet" fra blind- og tyktarm kun er ca. halvt så stor som den del af energien, der absorberes fra tyndtarmen.

Rapsskråens indflydelse på ædelyst m.v.

Normalt varer et fordøjelighedsforsøg i 12 dage. Det er derfor ikke muligt at undersøge en eventuel langtidsvirkning af fodring med rapsskrå ved fordøjelighedsforsøg. Det kan dog nævnes, at der ved denne undersøgelse, som har omfattet over 850 foderdage, ikke er konstateret problemer med ædelysten, selvom rapsskrå har udgjort op til 30% af den totale foderration.

Det kan dog ikke udelukkes, at fodring efter ædelyst med blandinger med højt indhold af rapsskrå kan påvirke foderoptagelsen og den daglige tilvækst. Det kan skyldes foderets ringere smagskvalitet, glucosinolaternes giftvirkning eller det højere træstofindhold (lav energikoncentration). Disse effekter er vanskelige at adskille. Vil man f.eks. undersøge effekten af smagskvaliteten, kan det eksempelvis gøres ved, at grisene kan vælge mellem forskellige foderblandinger, eller fodre med pågældende blanding i en meget kort periode og derefter skifte til en anden blanding. Sidstnævnte metode er anvendt i en engelsk undersøgelse (Lee & Hill, 1983), der fandt, at grisene foretrak blandinger med sojaskrå fremfor blandinger med rapsskrå. Indflydelsen på ædelysten havde efter forfatternes mening sammenhæng med indholdet af

glucosinolater snarere end indholdet af bitterstofferne tannin eller sinapin.

Indholdet af glucosinolater i dobbeltlave rapssorter er reduceret betydeligt i forhold til de ældre rapssorter. De tilbageværende stoffer udøver dog stadig en vis giftvirkning. Hansen et al. (1979a), Just et al. (1982a) & Thomke et al. (1983) har således vist, at blodets indhold af thyroxin faldt, og at skjoldbruskkirtlens og leverens vægt steg med stigende indhold af dobbeltlave rapsskrå i foderet.

Optimering af foderblandinger

Den biologiske værdi af rapsprotein er høj, navnlig fordi indholdet af de svovlholdige aminosyrer og treonin er større end i sojaskrå (Eggum, 1980; Sauer et al., 1982b). En høj biologisk værdi af proteinet er udmærket, men det afgørende for proteinets anvendelse i svineproduktionen er dets kombinationsevne med de andre foderstoffer, der indgår i foderblandinger til svin. Korn og mølleriprodukter udgør størsteparten af de foderstoffer, der anvendes til svin, og råproteinet i disse foderstoffer er (set i forhold til svinenes behov) fattig på lysin, hvorimod indholdet af de svovlholdige aminosyrer metionin og cystin er forholdsvis højt.

Den begrænsende faktor for de fleste proteintilskudsfoderstoffers værdi til svin er således indholdet af fordøjeligt lysin. Vurderet på det grundlag er en foderenhed i rapsskråpartierne omkring 8% mindre værd end en foderenhed i sojaskrå. Hertil kommer, at indholdet af foderenheder er 44% mindre i uafskallet rapsskrå og 3% mindre i rapsskrå med 3% skaller end i sojaskrå (tabel 3.4.).

Proteinværdien af rapsskråpartierne og sojaskrå kan illustreres ved at optimere foderblandinger til svin baseret på byg og henholdsvis rapsskrå eller sojaskrå som proteintilskudsfoder. Der blev derfor udført optimeringer med uafskallet rapsskrå, rapsskrå med 3% skal og sojaskrå. Ved optimeringen blev der stillet krav om, at foderblandingerne skulle indeholde mindst 130 g fordøjeligt råprotein, mindst 7 g fordøjeligt lysin og 4,5 g fordøjeligt metionin plus cystin pr. FEs. Disse mængder svarer til svinenes behov i vægtintervallet 30-50 kg (Andersen & Just, 1983). Resultaterne er vist i tabel 3.7.

Lysin er både for rapsskrå og sojaskrå den mest begrænsende

aminosyre. Indholdet af de øvrige aminosyrer i foderblandingerne er højere end angivet ved normerne. Beregningerne viser, at der afhængig af afskalningsgraden kræves fra 23,4% til 29,5% rapsskrå for at erstatte 21,4% sojaskrå. Der spares til gengæld fra 1,6% til 7,4% byg, hvilket naturligvis skal tages i betragtning ved beregning af den økonomiske værdi af rapsskrå.

Blandingerne med afskallet rapsskrå og sojaskrå har samme indhold af træstof og FEs/kg tørstof. Erstattes sojaskrå derimod af uafskallet rapsskrå, stiger indholdet af træstof fra 4,1% til 6,7% og energikoncentrationen falder fra 1,14 FEs/kg tørstof til 1,05 FEs/kg tørstof.

I praksis vil man ikke anbefale rapsskrå som eneste proteintilskudsfoder til slagtesvin. Blandt andet fordi rapsskrå som før nævnt påvirker foderets indhold af træstof, foderoptagelsen, skjoldbrusk-kirtlens og leverens størrelse samt spækkets jodtal. Derfor bør man i reglen kun ombytte op til 50% af sojaproteinet med rapsprotein. I tabel 3.7. er der også angivet optimerede foderblandinger, hvor halvdelen af proteinet fra sojaskrå er erstattet med protein fra rapsskrå.

Sammenlignes g fordøjeligt råprotein pr. FEs i tabel 3.7. ses, at byg/sojaskrå-blandingen har det laveste indhold. Tilføres svinene mere fordøjeligt råprotein end de har behov for, falder energiudnyttelsen, idet det overskydende protein ikke kan udnyttes til proteindannelse, men skal oxideres. Ved oxidationen bliver proteinet omdannet fortrinsvis til urinstof og udskilt med urinen. Herved sker der et direkte tab af energi, idet de udskilte kvælstofholdige forbindelser indeholder ca. 20% af den oprindelige energimængde, hvad der svarer til 4,9 kJ pr. g overskudsprotein. De biokemiske processer der er involveret i omdannelsen af det overskydende protein kræver energi, og denne energi går tabt i form af varme. Energitabet i form af varme svarer til 6,6 kJ pr. g overskudsprotein (Just, 1982b). Totalt udnyttes kun ca. 50% af energien i det overskydende fordøjede råprotein. Dette forringer udnyttelsen af FEs i foderet, d.v.s. det forøger foderforbruget pr. kg tilvækst.

Havde optimeringen været foretaget med rapsskrå + ærter i stedet for rapsskrå + sojaskrå, havde resultatet været et mere afbalanceret forhold mellem aminosyrerne, og mængden af overskudsprotein kunne være reduceret med 9 g. Det skyldes, at ærternes indhold af metionin

Tabel 3.7. Optimeret svinefoder baseret på byg samt henholdsvis rapsskrå og sojaskrå hver for sig eller i blanding

Table 3.7. Optimized diets for growing pigs based on barley plus rapeseed meal or soybean meal and barley plus a mixture of soybean meal and rapeseed meal

	Rapsskrå	Rapsskrå	Soja-	Rapsskrå	Rapsskrå
	fuld skal	3% skal	skrå	fuld skal + sojaskrå	3% skal + sojaskrå
Byg, %	68,8	74,6	76,1	72,5	75,1
Sojaskrå, %	-	-	21,3	10,6	11,3
Rapsskrå, %	29,5*)	23,4*)	-	14,8	11,4
Mineraler + vitaminer, %	1,7	2,0	2,6	2,1	2,2
% træstof i foder-					
tørstof	6,7	4,0	4,1	5,3	4,1
FEs/kg tørstof	1,05	1,14	1,14	1,09	1,14
g ford. råprot./FEs	147	148	142	144	146
" " lysin/FEs	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>
" " met.+cyst./FEs	5,9	6,0	4,7	5,3	5,4
" " treonin/FEs	5,8	5,8	5,1	5,4	5,5
Overskudsprotein,g/FEs	5	6	0	2	4

*) I praksis anbefales ikke så stort et indhold af rapsskrå, se side 35.

og treonin er lavt i forhold til rapsskrå og byg (Madsen & Mortensen, 1985), således at rapsskrå og ærter supplerer hinanden bedre end rapsskrå og sojaskrå.

De optimerede blandinger med byg/rapsskrå vil derfor være overvurderede i forhold til byg/sojaskrå-blandingen. Hvis en FEs fra forskelligt optimerede blandinger skal resultere i helt identiske produktionsresultater, må blandingerne sammensættes således, at indholdet af fordøjeligt råprotein pr. FEs bliver identisk.

Optimeringerne i tabel 3.7. er baseret på byg. Hvis der havde været anvendt hvede eller en blanding af byg og hvede, ville forskellen mellem rapsskrå- og sojaskrå-blandingerne blive større med hensyn til mængden af overskydende råprotein. Hvede indeholder nemlig relativt mindre lysin end byg, og der skulle derfor et større indhold

af rapsskrå i blandingen til at dække behovet for lysin.

Som nævnt tidligere, har rapsskrå en høj biologisk værdi, hvad der er vigtig, hvis den skal anvendes som eneste proteinkilde i en foderblanding. Dette er illustreret i tabel 3.8., hvor der er vist resultaterne fra optimering af foderblandinger til svin med maniok (tapiokamel) i stedet for byg.

Optimeringerne er foretaget med samme forudsætninger som de, der er vist i tabel 3.7. Maniok indeholder kun 3,6% råprotein i tørstof-fet, og proteinkvaliteten er meget ringe (Just et al., 1983a).

Den først begrænsende aminosyre i blandingen med maniok/sojaskrå er ikke længere lysin, men de svovlholdige aminosyrer metionin og cystin. Blandingen med maniok/sojaskrå skal derfor indeholde procentvis mere proteintilskud (sojaskrå) end blandingen med rapsskrå. Derudover indeholder maniok/sojaskrå-blandingen også betydeligt mere overskydende fordøjeligt råprotein end rapsskråblandingerne (23-25 g). Dette vil, som diskuteret tidligere, resultere i en dårligere udnyttelse af FEs i foderet. Den bedste udnyttelse af foderblandingerne vil man i dette tilfælde få, hvor sojaskrå indgår i kombination med rapsskrå.

Skalfraktionens foderværdi

Det er teknisk muligt at afskalle rapsfrø, men om det kan betale sig, vil bl.a. afhænge af, om der kan findes anvendelse for skalfraktionen.

Ved afskalningen af rapsen vil der samtidig blive fjernet en del af frøhviden og kimen. En afskalning af rapspartiet til 3% skal giver et udbytte på 50-60% og en afskalningsgrad til 12% skal et udbytte på ca. 80% (Jensen, 1984). Det betyder, at der vil være en betydelig fraktion, der skal afsættes til anden side.

Den kemiske sammensætning af skalfraktionen vil være karakteriseret ved et højt indhold af træstof eksempelvis 30-50% i fedtfri tørstof (Bell & Shires, 1982; Mitaru et al., 1984). Indholdet af lignin i rapsskallerne er relativt stort og f.eks. betydeligt større end i skaller fra sojabønner (Kornegay, 1981; Mitaru et al., 1983). Lignin er meget modstandsdygtig over for nedbrydning af mikroorganismer og vil praktisk taget være unedbrydelig selv for drøvtyggere. Foderværdien kan derfor forventes at være meget ringe.

Tabel 3.8. Optimeret svinefoder baseret på maniok samt henholdsvis rapsskrå og sojaskrå hver for sig eller i blanding

Table 3.8. Optimized diets for growing pigs based on cassava meal plus rapeseed meal or soybean meal and cassava meal and a mixture of soybean meal and rapeseed meal

	Rapsskrå	Rapsskrå	Soja-	Rapsskrå	Rapsskrå
	fuld skal	3% skal	skrå	fuld skal	3% skal
				+sojaskrå	+sojaskrå
Maniok (tapiokamel), %	59,6	66,4	58,6	62,1	65,8
Sojaskrå, %	-	-	38,9	15,0	15,9
Rapsskrå, %	39,1*)	31,9*)	-	21,0	16,2
Mineraler + vita-					
miner, %	1,3	1,7	2,5	1,9	2,1
FES/kg tørstof	1,03	1,15	1,16	1,08	1,15
g ford. råprot./FES	126	128	151	128	128
" " lysin/FES	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>	9,0	7,3	7,2
" " met.+cyst./FES	5,1	5,2	<u>4,5</u>	<u>4,5</u>	<u>4,5</u>
" " treonin/FES	5,4	5,4	5,7	5,1	5,1

*) I praksis anbefales ikke så stort et indhold af rapsskrå, se side 35.

2.4. Konklusion

En afskalning af rapsfrø har resulteret i et lavere indhold af trøstof og dermed et relativt højere indhold af specielt råprotein. For hver procent trøstofindholdet er faldet, er energiens fordøjelighed steget med 3,0 procentenheder, og foderværdien er steget med 5 FES pr. 100 kg tørstof.

Den kemiske sammensætning af sojaskrå og rapsskrå med 3% skaller er praktisk taget ens. Alligevel viste fordøjelighedsforsøget, at rapspartiet indeholdt 3,3% færre FES pr. kg tørstof.

Anvendes rapsskrå i kombination med byg eller hvede i en foderblanding til svin, er rapsskrå på grund af et mindre indhold af fordøjeligt lysin pr. FES dårligere end sojaskrå. Hvis derimod rapsskråen indgår som eneste proteinkilde i foderblandingen (f.eks. med maniok), vil den på grund af et højere indhold af de svovlholdige aminosyrer være bedre end sojaskrå.

2.5. Litteratur

- Andersen, P.E. & Just, A. 1983. Tabeller over foderstoffers sammen-sætning m.m. Det kgl. danske Landhusholdningsselskab. 102 pp.
- Atwal, A.S. & Stothers, S.C. 1982. Assay of amino acid availability in swine and poultry. Proc. Nutr. Conf. for feed manufacturers, University of Guelph. pp. 59-65.
- Bayley, H.S. & Hill, D.C. 1975. Nutritional evaluation of low and high fibre fractions of rapeseed meal using chickens and pigs. Can. J. Anim. Sci. 55: 223-232.
- Bell, J.M. & Shires, A. 1982. Composition and digestibility by pigs of hull fractions from rapeseed cultivars with yellow or brown seed coats. Can. J. Anim. Sci. 62: 557-565.
- Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol 1982. Beregning af handels-foderstoffernes energetiske værdi. 98 pp.
- Eggum, B.O. 1980. Nutritional problems related to double low rape seed in animal nutrition. Seminar "Production and Utilization of Protein in Oilseed Crops". Braunschweig.
- Fenwick, R.G. & Hoggan, S.A. 1976. The tannin content of rapeseed meals. Br. Poult. Sci. 17: 59-62.
- Fernández, J. A. 1980. Sammenligning af søer og slagtesvins evne til at fordøje næringsstofferne specielt i alternative fodermidler. Tidsskr. f. Landøkonomi 167: 359-364.
- Fernández, J.A., Just, A. & Jørgensen, H. 1980. Fodermidlernes værdi til svin. 12. Fodermidlernes fordøjelighed og indhold af omsæt-telig energi. 301. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Fernández, J.A. & Jørgensen, H.H. 1984. The digestive capacity of the sow compared to that of the growing pig. 35th Ann. Meet. EAAP. The Hague. 4 pp.
- Hansen, V. & Clausen, Hj. 1969. Rapsskrå til slagtesvin. Forsøgslab-oratoriets Årbog: 36-56.
- Hansen, V., Smedegård, K. & Jensen, Aa. 1978. Rapsskrå (Erglu) som delvis eller fuld erstatning for sojaskrå i slagtesvinenes foder. 244. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Hansen, V., Smedegård, K., Jensen, Aa., Andersen, I.-L.E., Barton, P., Olsen, O. & Sørensen, H. 1979a. Rapsskrå (Erglu) som delvis eller fuld erstatning for sojaskrå i slagtesvinenes foder. Specielle undersøgelser. 263. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Hansen, V., Smedegård, K., Laursen, B., Jensen, Aa., Andersen, I.-L.E. & Bille, N. 1979b. Rapskager som en del af protein-tilskudsfoderet til slagtesvin. 286. Medd. Statens Husdyrbrugs-forsøg. 4 pp.

- Holmes, I.H.G., Bayley, H.S. & Leadbeather, P.L. 1974. Digestion of protein in small and large intestine of the pig. *Br. J. Nutr.* 32: 479-489.
- Hung, N.T.H. & Kermogant, I. 1982. Pepsin digestibility and "true" amino acid availability of plant and animal protein feedstuffs. *Proc. Maryland Nutr. Conf. for feed manufacturers*, pp 5-10.
- Jensen, E.P. 1984. Fremstilling af skalfattede fraktioner af raps. 118. Beretn. Biotechnisk Institut, Kolding. 51 pp.
- Just (Nielsen), A. 1970. Alsidige foderrationers energetiske værdi til vækst hos svin belyst ved forskellig metodik. 381. Beretn. Forsøgslab. 212 pp.
- Just (Nielsen), A. 1971a. The digestibility of amino acids from different balanced feed rations as related to the digestibility of nitrogen in growing pigs. *Acta Agric. Scand.* 21: 189-192.
- Just (Nielsen), A. 1971b. Protein requirement of growing pigs determined by nitrogen balance experiments and slaughter investigations. *Kgl. Vet. & Landbohøjsk. Årsskr.* 81-97.
- Just, A. 1979. Digestibility and utilization of protein and amino acids in pigs. *Internordic Ph. D. Course on Protein Utilization in Farm Animals*. Tune, Denmark. 17 pp.
- Just, A. 1980a. Rapsproduktets ernæringsmæssige værdi og indflydelse på konsumenternes sundhedstilstand. Delrapport fra studietur i Canada. 28 pp.
- Just, A. 1980b. Factors influencing energy losses during metabolism - Faecal losses in pigs. 31st Ann. Meet. EAAP, Munich. 5 pp.
- Just, A. 1982a. The net energy value of balanced diets for growing pigs. *Livest. Prod. Sci.* 8: 541-555.
- Just, A. 1982b. The net energy value of crude (catabolized) protein for growth in pigs. *Livest. Prod. Sci.* 9: 349-360.
- Just, A. 1982c. The net energy value of crude fat for growth in pigs. *Livest. Prod. Sci.* 9: 501-509.
- Just, A. 1982d. The influence of crude fibre from cereals on the net energy value of diets for growth in pigs. *Livest. Prod. Sci.* 9: 569-580.
- Just, A., Jørgensen, H. & Fernández, J.A. 1981. The digestive capacity of the caecum-colon and the value of the nitrogen absorbed from the hind gut for protein synthesis in pigs. *Br. J. Nutr.* 46: 209-219.
- Just, A., Hansen, V., Jensen, Aa., Mikkelsen, C., Olsen, O. & Sørensen, H. 1982a. Rapsskrå (Line) som delvis eller fuld erstatning for sojaskrå i slagtesvinenes foder. 402. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Just, A., Fernández, J.A. & Jørgensen, H. 1982b. Kødbenmels værdi til

svin. 525. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. 52 pp.

- Just, A., Fernández, J.A. & Jørgensen, H. 1982c. Sammenhængen mellem absorptionen af energigivende stoffer fra blind-tyktarmen og udnyttelsen af den omsættelige energi. 433. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Just, A., Jørgensen, H., Fernández, J.A., Bech-Andersen, S. & Enggaard Hansen, N. 1983a. Forskellige foderstoffers kemiske sammensætning, fordøjelighed, energi- og proteinværdi til svin. 556. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. 99 pp.
- Just, A., Jørgensen, H. & Fernández, J.A. 1983b. Svinenes behov for FES til vedligehold samt foderstyrkens betydning for foderforbruget og kroppens indhold af kød. 488. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Just, A., Jørgensen, H. & Fernández, J.A. 1984. Sammenhængen mellem protein aflejret i voksende sogrise og mængden af råprotein fordøjet i henholdsvis tyndtarmen og blind-tyktarmen. 537. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Jørgensen, H.H., Just, A. & Fekadu, M. 1978. Fodermidlernes værdi til svin. 9. Formalingsgradens og træstofkoncentrationens indflydelse på foderets fordøjelighed hos svin af forskellig alder (vægt). 230. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Kornegay, E.T. 1983. Soybean hull digestibility by sows and feeding value for growing-finishing swine. J. Anim. Sci. 53: 138-145.
- Lee, P.A. & Hill, R. 1983. Voluntary food intake of growing pigs given diets containing rapeseed meal, from different types and varieties of rape, as the only protein supplement. Br. J. Nutr. 50: 661-671.
- Leslie, A.J., Summer, J.D. & Jones, J.D. 1973. Nutritive value of air-classified rapeseed fractions. Can. J. Anim. Sci. 53: 153-156.
- Leung, J., Fenton, T.W., Mueller, M.M. & Clandinin, D.R. 1979. Condensed tannins of rapeseed meal. J. Food Sci. 44: 1313-1316.
- Madsen, A. & Mortensen, H.P. 1985. Ærter til slagtesvin. 581. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. 45 pp.
- Menzel, E. 1983. Untersuchungen über die schilddrüsenvergrößernde (strumigene) Wirkung rapshaltiger Rationen in Abhängigkeit von der Rapssorte, dem Glucosinolatgehalt und Fütterungszusätzen. Diss. Agrarwiss. Fak. Univ. Kiel. 143 pp.
- Mitaru, B.R., Blair, R., Bell, J.M. & Reichert, R. 1983. Effect of canola hulls on growth, feed efficiency, and protein and energy utilization in broiler chickens. Can. J. Anim. Sci. 63: 655-662.
- Mitaru, B.R., Blair, R., Reichert, R.D. & Rose, W.E. 1984. Dark and yellow rapeseed hulls, soybean hulls and a purified fibre source: Their effects on dry matter, energy, protein and amino acid digestibilities in cannulated pigs. J. Anim. Sci. 59: 1510-1518.

- Mortensen, H.P., Madsen, A., Bejerholm, C. & Barton, P. 1983. Fedt og fedtsyrer til slagtesvin. 540. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. 48 pp.
- Rundgren, M. 1983. Low-glucosinolate rapeseed products for pigs. A review. Anim. Feed. Sci. Techn. 9:239-262.
- Sarwar, G., Bell, J.M., Sharby, T.F. & Jones, J.D. 1981. Nutritional evaluation of meals and meal fractions derived from rape and mustard seed. Can. J. Anim. Sci. 61: 719-733.
- Sauer, W.C., Just, A., Jørgensen, H.H., Fekadu, M. & Eggum, B.O. 1980. The influence of diet compositions on the apparent digestibility of crude protein and amino acids at the terminal ileum and overall in pigs. Acta Agric. Scand. 30: 449-459.
- Sauer, W.C., Jørgensen, H. & Misir, R. 1982a. The value of canola meal for swine. Proc. 33rd Montana Livestock Nutrition Conference 12:1-12:27.
- Sauer, W.C., Cichon, R. & Misir, R. 1982b. Amino acid availability and protein quality of canola and rapeseed meal for pigs and rats. J. Anim. Sci. 54: 292-301.
- Seth, P.C.C. & Clandinin, D.R. 1973. Metabolizable energy value and composition of rapeseed meal and of fractions derived therefrom by airclassification. Br. Poult. Sci. 14: 499-505.
- Thomke, S. 1984. Further experiments with RSM of a Swedish low-glucosinolate type fed to growing-finishing pigs. Swedish J. Agric. Res. 14: 151-157.
- Thomke, S., Elwinger, K., Rundgren, M. & Ahlström, B. 1983. Rapeseed meal of Swedish low-glucosinolate type fed to broiler chickens, laying hens and growing-finishing pigs. Acta Agric. Scand. 33: 75-96.

3. FORSØG MED FJERKRÆ

3.1 Stigende mængder rapskager (Karat) i foder til slagtekyllinger

Indledning

Ikke mindst i nyere tid har en lang række forsøg afsløret, at flere faktorer har indflydelse på rapsskråens anvendelighed som fodermiddel til slagtekyllinger. Først og fremmest skal nævnes, at rapsskråens indhold af glucosinolater har en uheldig indflydelse på kyllingernes vækst og foderoptagelse jvf. Clandinin et al. (1966) samt Vogt og Stute (1974). Tannin er en anden af de faktorer i rapsskrå, der har en uheldig indflydelse på dens næringsværdi (Yapar og Clandinin, 1972). Dens forholdsvis lave indhold af omsættelig energi, fundet af bl.a. Sibbald (1977) og Salmon (1984), er også en faktor, der sætter grænser for, hvor meget rapsskrå der kan indgå i foder til slagtekyllinger.

Her i landet blev for ca. 10 år siden (Thomsen, 1975) gennemført en serie på 3 forsøg med op til 16 % rapsskrå af ukendt oprindelse i foder til slagtekyllinger. Rapsskråen medførte en nedgang i kyllingernes tilvækst, der tilsyneladende var nøje forbundet med en nedgang i foderoptagelsen. De anvendte partier rapsskrå formodedes at have et højt indhold af glucosinolater, da skjoldbruskkirtlerne var stærkt forstørret hos de kyllinger, der fik rapsskrå i foderet. Senere undersøgte anvendeligheden af rapsskrå og rapskager, forarbejdet af en tysk sort af typen "dobbel lav", som fodermidler til slagtekyllinger (Thomsen, 1979). Også i disse forsøg blev påvist en klar nedgang i kyllingernes tilvækst, der tydeligvis var nært forbundet med en nedgang i foderoptagelsen, når der indgik stigende mængder rapsskrå eller rapskager i foderet. Rapskagerne højere indhold af omsættelig energi som følge af et højere fedtindhold gør dog disse til et mere velegnet fodermiddel til slagtekyllinger end rapsskrå. Ved fremkomsten af den danske rapssort "Line", der er af typen "dobbel lav", blev der iværksat et forsøg (Jensen og Thomsen, 1981) med rapsskrå, forarbejdet af denne sort. Et indhold på indtil 18 % "Line"-rapsskrå i foderet havde ingen eller kun ringe negativ indflydelse på kyllingernes foderoptagelse og vækst; endvidere blev fundet, at hyppigheden af bensvaghed steg med stigende mængde rapsskrå i foderet.

Formålet med nærværende forsøg var at undersøge, hvorledes stigende mængder rapskager påvirker slagtekyllingers produktionsresultater.

Materiale og metoder

Det benyttede parti rapskager er forarbejdet på Bioteknisk Institut, Kolding, af uafskallede rapsfrø fra den nye svenske sort Karat, der er af typen "dobbelt lav". Rapskagepartiets fremstillingsprocedurer er beskrevet i hovedafsnit 1. Beslutningen om at anvende rapskager frem for rapsskrå blev taget, fordi de fedtrigere rapskager har et højere indhold af omsættelig energi; et forhold, som gør rapskager velegnet til at opfylde slagtekyllingernes krav til foderet om et højt energiindhold, hvis deres vækstevne skal udnyttes optimalt.

Forsøget blev gennemført på en forsøgsstation i Ortved, hvor der var 24 rum til rådighed med plads til ca.200 kyllinger i hvert; den benyttede forsøgsplan er vist i tabel 3.1.1.

Tabel 3.1.1. Forsøgsplan

Table 3.1.1. Experimental design

Foderblanding:	A	B	C	D
Antal hold:	6	6	6	6
Rapskager	0	4	8	12
Grundfoder	100	96	92	88

Som det fremgår af tabel 3.1.1. er forsøgsplanen tilrettelagt således, at der er 6 gentagelser for hver forsøgsbehandling. Det anvendte kyllingemateriale bestod af ikke-kønssorterede kyllinger af slagtetype, indkøbt fra et kommercielt rugeri. Ved indsættelsen blev de daggamle kyllinger fordelt ligeligt fra hver æske til alle forsøgsrum for at sikre, at holdene med hensyn til oprindelse og kønskvotient var så ensartet som muligt.

Det benyttede parti rapskager blev analyseret for kemisk sammensætning og indhold af bruttoenergi, medens indholdet af omsættelig energi blev bestemt gennem balanceforsøg med udvoksede haner, hvilket er nærmere omtalt i afsnit 3.3 "balanceforsøg med rapskager". I tabel 3.1.2. er angivet rapskagernes kemiske sammensætning og energiindhold.

Tabel 3.1.2. Rapskagernes kemiske sammensætning og energiindhold
*Table 3.1.2. Content of energy and chemical composition of rape-
seed meal, expeller*

Tørstof	%	94,2			
I tørstof:					
Aske	%	6,6	Bruttoenergi,	MJ/kg	22,7
Råprotein	%	37,2	Oms.energi,	MJ/kg	11,8
Stoldt fedt	%	17,9	Ca,	g/kg	6,3
Stivelse	%	1,2	P,	g/kg	11,5
Sukker	%	9,7			
NFE-rest	%	16,0			
Træstof	%	11,4			

Råvaresammensætningen i de 4 forsøgsblandinger er tillige med det forventede og analyserede energi- og proteinindhold anført i tabel 3.1.3.

Tabel 3.1.3. Foderblandingernes råvaresammensætning i % samt beregnet og analyseret energi- og proteinindhold
Table 3.1.3. Composition of the diet in per cent as well as calculated and analysed content of energy and protein

Foderblanding:		A	B	C	D
Rapskager	%	0,00	4,00	8,00	12,00
Sojaskrå, afsk., toasted	%	22,80	21,00	19,00	17,20
Sojaolie	%	1,20	0,00	0,00	0,00
Animalsk fedt	%	2,90	4,95	5,20	5,45
Hvede	%	62,85	59,80	57,55	55,10
Fiskemel, askefattigt	%	3,00	3,00	3,00	3,00
Kød-benmel, askefattigt	%	3,00	3,00	3,00	3,00
Min.+vit., m.m.	%	4,25	4,25	4,25	4,25
I alt	%	100,00	100,00	100,00	100,00
Beregnet:					
OE/kg foder	MJ	11,96	12,00	12,04	12,07
Råprot./10 MJ OE	g	188	189	190	191
I følge kemisk analyse:					
OE/kg foder	MJ	12,50	12,79	12,87	13,36
Råprot./10 MJ OE	g	175	176	178	169

Som det fremgår af tabel 3.1.3. var foderblandingerne sammensat således, at de havde samme energi- og proteinindhold. Beregninger, baseret på analyseresultaterne, viser imidlertid, at blandingerne havde et højere energiindhold end beregnet på grundlag af standardtabeller, og at energiindholdet var stigende med stigende mængde rapskager; kun ca.20 % af stigningen i energiindholdet kan forklares med, at energiindholdet i rapskagerne viste sig at være højere, end det var antaget ved blandingerens fremstilling. Det er især fedtindholdet i forsøgsblandingerne, der var højere end beregnet, hvilket fremgår af tabel 3.1.4.

Tabel 3.1.4. Foderblandingerens beregnede og analyserede indhold af fedt

Table 3.1.4. The calculated and analysed content of fat in the diets

Foderblanding:		A	B	C	D
Fedt, beregnet	%	6,11	7,55	8,40	9,26
Fedt, analyseret	%	8,00	8,19	9,13	11,27

Kyllingerne fik de i tabel 3.1.3. anførte forsøgsblandinger fra daggamle, og indtil de var 33 dage gamle. At forsøget blev afsluttet på dette tidspunkt, skyldtes, at der kun var begrænset mængde rapskager til rådighed, men forsøgsperiodens længde var dog fuldt ud tilstrækkelig til, at de opnåede resultater er relevante.

Af det foranstående fremgår, at forsøgsblandingerens energiindhold ikke helt faldt sammen med det tilsigtede, men bortset herfra forløb gennemførelsen af forsøget uden vanskeligheder af nogen art.

Resultater og diskussion

I tabel 3.1.5. er sammendraget de resultater, der blev opnået i forsøget. Til efterprøvning, om forsøgsudslagene er statistisk sikre, er benyttet en Duncan-test.

Tabel 3.1.5. Kyllingernes vægt, dødelighed, foderoptagelse, foderforbrug og energiforbrug

Table 3.1.5. The weight of chicks, mortality, food consumption, food conversion and consumption of ME per kg chick

Foderblanding:		A	B	C	D
Rapskager	%	0	4	8	12
Antal kyllinger					
ved start, 0 dage		1154	1149	1149	1145
ved slut, 33 dage		1118	1114	1125	1113
Døde efter 1. uge	%	1,9a	1,5a	1,1a	1,7a
Kyllingernes vægt	g	1304a	1305a	1284a	1270a
Forholdstal		100	100	98	97
Foderforbrug					
Foder/kyll.,	kg	2,26a	2,19b	2,16b	2,07c
Forholdstal		100	97	96	92
Foder/kg kyll.,	kg	1,74a	1,68b	1,68b	1,63c
Forholdstal		100	97	97	94
OE/kg kyll.,	MJ	21,75a	21,49a	21,62a	21,78a
Forholdstal		100	99	99	100

Talværdier i samme linie, mærket med samme bogstav, afviger ikke signifikant fra hverandre ($P < 0,05$)

Af tabel 3.1.5. fremgår, at kyllingernes sundhedstilstand, udtrykt ved procent døde, ikke påvirkes af, at der anvendes op til 12 % rapskager i foderet. Kyllingernes vægt synes derimod at have en faldende tendens, når foderet indeholder 8 % rapskager eller mere, men som det fremgår af tabellen er nedgangen i vægten dog ikke fundet statistisk signifikant. Foderoptagelsen, udtrykt ved kg foder pr. kylling, falder i takt med et stigende indhold af rapskager i foderet. Nedgangen i foderoptagelsen i forhold til hold A - uden rapskager - er fundet statistisk signifikant, allerede når der indgår 4 % rapskager. En regressionsberegning mellem kyllingernes vægt og energioptagelse, udtrykt som MJ OE pr. kylling, resulterede i en R^2 -værdi på 0,44, hvilket skal forstås derhen, at 44 % af totalvariationen på kyllingernes vægt kan forklares med variationerne i energioptagelsen. Foderforbruget, udtrykt ved kg foder pr. kg kylling, forbedres tilsyneladende, når der indgår stigende mængder rapskager i foderet, men de to sidste linier i tabellen viser, at hvis der tages højde for forskel på forsøgsblandingerne indhold af omsættelig energi, har rapskagernes tilstedeværelse i foderet ikke ændret foderforbruget pr. kg kylling.

Konklusion

Op til 12 % rapskager i foderet har ikke påvirket kyllingernes sundhedstilstand; 8 % rapskager eller mere tenderer til en negativ påvirkning af kyllingernes vækst. Kyllingernes foderoptagelse falder i takt med stigende mængder rapskager i foderet. Kyllingernes foderforbrug pr. vægtenhed ændres ikke med stigende mængder rapskager i foderet, såfremt energiindholdet holdes konstant.

3.2. Uafskallet rapskager (Karat), sammenlignet med delvis afskallet rapskager, i foder til slagtekyllinger

Indledning

En delvis fjernelse af rapskagernes skalfraktion har til hensigt at reducere indholdet af træstof for på denne måde at opnå et produkt, der med hensyn til kemisk sammensætning og indhold af omsættelig energi vil fremstå som et fodermiddel, der på en tilfredsstillende måde vil kunne indgå som en del af en højenergetisk foderblanding til slagtekyllinger.

Her i landet har man ikke tidligere udført forsøg med rapskager med et reduceret skalindhold som foder til slagtekyllinger; derimod foreligger fra udlandet enkelte forsøg, der havde til formål at belyse skalfraktionens indflydelse på rapsprodukternes næringsværdi til fjerkræ.

Leslie et al. (1973) har således separeret formalet rapsfrø i 3 fraktioner, hvoraf én var skalfattig, en anden skalrig og en tredje intermediær med hensyn til skalindhold. De 3 fraktioner blev fodret til rotter og kyllinger; resultaterne viste, at en reduktion af rapsfrøenes skalindhold medførte en stigning i kvalstofferfraktionens fordøjelighed og indhold af fordøjelig energi; ligesom nettoproteinudnyttelsen blev forbedret. Jones og Sibbald (1979) forarbejdede rapsfrø efter forskellige procedurer og undersøgte de fremkomne rapsprodukters indhold af omsættelig energi i balanceforsøg med udvoksede hanner. Rapsprodukterne med et reduceret skalindhold havde et lavere træstofindhold og et højere indhold af omsættelig energi end de tilsvarende produkter med fuld skalindhold. Mitaru et al. (1983) fandt, at rapsskaller, iblandet foderblandinger, ikke påvirker kyllingers vækst og foderforbrug; forfatterne forudsatte, at rapsskallernes energetiske værdi til kyllinger er uden betydning.

Formålet med nærværende forsøg var at sammenligne uafskallet raps-

kager med delvis afskallet.

Materiale og metoder

I forsøget blev anvendt 4 partier rapskager med et forskelligt skalindhold, idet de 4 partier rapskager havde et skalindhold på henholdsvis 17; 12; 8 og 4 %. Partiet med 17 % skal var uafskallet og identisk med det parti, der blev benyttet i det foregående forsøg. De 3 rapskagepartier med et gradvis reduceret skalindhold er også forarbejdet af den svenske sort Karat på Biotechnisk Institut, Kolding. Den procedure, der blev anvendt ved rapskagepartiernes fremstilling er blevet beskrevet i hovedafsnit 1.

Partiet med 4 % skaller havde følgende kemiske sammensætning og energindhold: 6,5 % aske, 38,4 % råprotein, 22,4 % Stoldt fedt, 1,6 % stivelse, 9,7 % sukker, 5,1 % træstof og 14,2 MJ OE pr.kg; vedrørende partiet med 17 % skaller henvises til tabel 3.1.2. i det forgående forsøg. Energiindholdet blev for begge rapskagepartiers vedkommende bestemt med udvoksede haner af æglægningstype, hvilket er nærmere omtalt i afsnit 3.3. Balanceforsøg med rapskager. I de to øvrige partier rapskager blev ikke foretaget nogen særskilt bestemmelse af hverken kemisk sammensætning eller energindhold.

Forsøget blev gennemført på en fjerkræforsøgsstation ved Svendborg, hvor der var 24 rum til rådighed med plads til godt 200 kyllinger i hvert; i tabel 3.2.1. er vist den i forsøget anvendte plan.

Som det fremgår af forsøgsplanen, er der 6 gentagelser for hver forsøgsbehandling. Kyllingematerialet bestod af ikke-kønssorterede kyllinger af slagtype, indkøbt fra et kommercielt rugeri. Ved indsættelsen som daggamle blev kyllingerne håndteret på samme måde som i det foregående forsøg.

Tabel 3.2.1. Forsøgsplan

Table 3.2.1. Experimental design

Foderblanding:	A	B	C	D
Antal hold:	6	6	6	6
Skaller i rapskager	% 17*)	12	8	4
Rapskager i foder	% 6	6	6	6
Grundfoder	% 94	94	94	94
*)	Uafskallet			

I tabel 3.2.2. er vist råvaresammensætningen af de 4 forsøgsblandinger, der blev benyttet til forsøget, samt deres beregnede og analyserede energi- og proteinindhold.

Tabel 3.2.2. Foderblandingernes råvaresammensætning i % samt beregnet og analyseret energi og proteinindhold

Table 3.2.2. Composition of the diets in percent and calculated and analysed content of energy and protein

Foderblanding:		A	B	C	D
Skaller i rapskager	%	17*)	12	8	4
Rapskager	%	6,00	6,00	6,00	6,00
Sojaskrå, afsk.,toasted	%	21,00	21,00	21,00	21,00
Animalsk fedt	%	4,95	4,95	4,95	4,95
Hvede	%	57,80	57,80	57,80	57,80
Fiskemel, askefattigt	%	3,00	3,00	3,00	3,00
Kød-bemmel, askefattigt	%	3,00	3,00	3,00	3,00
Min.+vit., m.m.	%	4,25	4,25	4,25	4,25
I alt	%	100,00	100,00	100,00	100,00
Beregnet indhold:					
OE/kg foder	MJ	12,36	12,43	12,53	12,55
Råprot./10 MJ OE	g	187	188	186	186
I følge kemisk analyse:					
OE/kg foder	MJ	12,96	12,93	12,94	12,79
Råprot./10 MJ OE	g	173	175	183	182
*) Uafskallet					

Som det ses i tabel 3.2.2., var det på grundlag af forsøgsblandingernes sammensætning forventet, at deres energiindhold ville stige lidt i takt med det faldende indhold af skaller i rapskagerne; dette var imidlertid ikke tilfældet, hvis energiindholdet i forsøgsblandingerne blev beregnet på grundlag af de data, der blev fundet ved hjælp af kemisk analyse. Det ses således, at blanding D i følge de kemiske analysedata tilsyneladende har et lidt lavere energiindhold end de øvrige blandinger. Endvidere ses af tabel 3.2.2., at også i dette forsøg er blandingerne energiindhold fundet at være højere, end det var beregnet at skulle være. I lighed med det foregående forsøg er det først og fremmest fedtindholdet, der blev fundet lidt højere, end beregnet; den største differens mellem analyseret og beregnet fedtindhold var på 0,9 procentenhed og blev fundet i blanding A. Det analyserede tørstofindhold i blandingerne ligger ca. 1,5 procentenheder højere, end beregnet, hvilket også bidrager til, at energi-

indholdet er lidt højere, end forventet.

Kyllingerne fik de i tabel 3.2.2. anførte foderblandinger, fra de var daggamle og til 28-dages alderen, da der kun var en begrænset mængde af de enkelte partier rapskager til rådighed. Set i forhold til en slagtekyllings normale levetid, må forsøgsperiodens længde imidlertid anses at være fuldt ud tilstrækkelig til at afsløre eventuelle effekter af foderbehandlingen. Udover de bemærkninger, der i det foranstående er knyttet til forsøgsblandingerne, forløb den praktiske del af forsøget i øvrigt uden problemer af nogen art.

Resultater og diskussion

Ved opgørelse af forsøgsresultaterne er beregnet en Duncan-test til efterprøvning af statistisk signifikans. Kyllingernes reaktion på forsøgsblandingerne er sammenstillet i tabel 3.2.3.

Tabel 3.2.3. Kyllingernes vægt, dødelighed, foderoptagelse, foderforbrug og energiforbrug

Table 3.2.3. The weight of chicks, mortality, food consumption, food conversion and consumption of ME per kg chick

Foderblanding:		A	B	C	D
Skaller i rapskager, %		17*)	12	8	4
Antal kyllinger:					
v/start 0 dage		1274	1289	1257	1271
v/slut 28 dage		1246	1262	1231	1251
Døde efter 1. uge	%	1,3a	1,0a	1,0a	0,7a
Kyllingernes vægt	g	961c	977b	1005a	1012a
Forholdstal		100	102	105	105
Foderforbrug:					
Foder/kyll.	kg	1,47c	1,53b	1,58a	1,59a
Forholdstal		100	104	107	108
Foder/kg kyll.	kg	1,53b	1,57a	1,57a	1,57a
Forholdstal		100	103	103	103
OE/kg kyll.	MJ	19,83b	20,30a	20,32a	20,08ab
Forholdstal		100	102	102	101

*) uafskallet

Talværdier i samme linie, mærket med samme bogstav, afviger ikke signifikant fra hverandre ($P < 0,05$).

Udtrykkes kyllingernes sundhedstilstand som procent døde, ses af

tabel 3.2.3., at det faldende skalindhold i rapskagerne ikke påvirker sundhedstilstanden, hvilket heller ikke var at forvente ud fra resultaterne i det foregående forsøg. Endvidere ses af nævnte tabel, at en halvering eller mere af rapskagernes skalindhold medfører en forbedring af kyllingernes vækst; den forbedrede vækst ser ud til at være nært forbundet med foderoptagelsen. En regressionsberegning mellem kyllingernes foderoptagelse og vægt resulterede i en R^2 -værdi på 0,92, hvilket illustrerer, at mere end 90 % af totalvariationen i kyllingernes vægt kan forklares med variationerne i kyllingernes foderoptagelse. Foderforbruget - kg pr.kg kylling - er konstant, når skalprocenten i rapskagerne er 12 eller derunder. Blanding A, indeholdende uafskallede rapskager, har tilsyneladende medført en forbedring af foderforbruget pr.kg kylling; dette er imidlertid ikke tilfældet, hvis der tages hensyn til blandingerne energiindhold. I tabel 3.2.3. på næstsidste linie ses således, at de kyllinger, der fik uafskallede rapskager, ikke havde en bedre udnyttelse af energien end de, der fik rapskager med 4 % skaller.

På det foreliggende grundlag kan der ikke siges noget konkret om, hvorfor skaldelen i rapskagerne tilsyneladende påvirker kyllingernes vækst og foderoptagelse i en negativ retning. En mulig årsag kan være, at skalfraktionen har en uheldig indflydelse på foderets smag. Leung et al. (1979) fandt, at en stor del af bitterstofferne "tanniner" forekommer i rapsfrøenes skalfraktion. En bestemmelse af tannin (efter en metode, beskrevet i AOAC, 10.udgave, 1965), i rapskagerne med 17 og 4 % skal kunne dog i dette forsøg ikke afsløre nogen forskel på tanninindholdet, idet der i begge tilfælde fandtes et tanninindhold på knap 4 %.

Konklusion

En reduktion af rapskagers skalindhold har ikke ændret kyllingernes sundhedstilstand, når der indgår 6 % rapskager i foderet. Kyllingernes vækst og foderoptagelse øges i takt med en reduktion af rapskagernes skalindhold. Kyllingernes foderforbrug pr.vægtenhed påvirkes ikke af skalindholdet i rapskager, såfremt indholdet af omsættelig energi holdes konstant.

3.3. Balanceforsøg med rapskager

Indledning

Som en konsekvens af det intensiverede forædlingsarbejde med raps og stigende dyrkning af den (Larsen og Sørensen, 1985) har en række lande i de senere år gennemført balanceforsøg med rapsprodukter, forarbejdet af nye sorter - især dobbeltlave sorter -, for at få kendskab til energiindhold og fordøjelighed af disse produkter. Resultaterne af sådanne balanceforsøg kan variere betydeligt fra forsøg til forsøg; dette skyldes, at rapsprodukterne var meget forskellige med hensyn til kemisk sammensætning først og fremmest som følge af forskel på forarbejdningen, men også forskel på udgangsmaterialet, d.v.s. at rapsfrøene kan være en årsag til variationer i slutprodukts kemiske sammensætning. Endvidere skal understreges, at forskel på den anvendte metodik ved balanceforsøgenes gennemførelse også er en faktor, der kan have betydning for det opnåede resultat.

Ved balanceforsøg med æglæggende høner efter differensmetoden har Thomke et al. (1983) således undersøgt indholdet af omsættelig energi i en række rapsprodukter, forarbejdet efter forskellige metoder samt af rapsfrø af forskellig type. Der blev fundet store variationer i indholdet af omsættelig energi fra rapsprodukt til rapsprodukt. Den laveste værdi - 7,0 MJ pr.kg tørstof - blev fundet med en rapsskrå med et meget lavt fedtindhold. Den højeste værdi - 20,5 MJ pr.kg tørstof - blev fundet med et parti ufraktioneret rapsfrø med et fedtindhold på 46 %; rapsprodukternes fedtindhold er den mest afgørende faktor for indholdet af omsættelig energi. I et balanceforsøg med æglæggende høner efter regressionsmetoden fandt Askbrant og Håkansson (1984) 7,45 MJ OE pr.kg tørstof i et parti rapsskrå, forarbejdet af sorten Karat. Rapsskråpartiets indhold af glucosinolater blev målt til 16 µmol pr.g fedtfrit tørstof. Salmon (1984) bestemte indholdet af omsættelig energi i 4 forskellige rapsprodukter af canadisk oprindelse i balanceforsøg med udvoksede haner efter en modificeret metode, udarbejdet af Sibbald (1976). Ved hjælp af denne metode blev korrigeret for stofskifteenergi i fæces og endogent energi i urinen. Omsættelig energi, bestemt efter Sibbalds metode, kaldes derfor sand omsættelig energi (TME).

Værdierne for omsættelig energi, fundet af Salmon (1984), varierede

fra 10,2 til 11,4 MJ pr.kg tørstof, hvor den højeste værdi blev opnået med et parti rapskager, indeholdende ca.10 % fedt. I nyere undersøgelser (Wolynetz og Sibbald, 1984) er fundet, at den af Sibbald (1976) udarbejdede metode til bestemmelse af sand omsættelig energi i fodermidler giver for høje værdier, hvis der ikke korrigeres til kvælstofligevægt. Det ser således ud til, at de største korrektioner af omsættelig energi må foretages på de proteinrige fodermidler.

Salmon (1984) har også bestemt de enkelte aminosyrers sande fordøjelighed (tilgængelighed) i de 4 rapsprodukter. Fremgangsmåden var den samme som ved bestemmelse af sand omsættelig energi, idet der er korrigeret for stofskifteaminosyrer i fæces og aminosyrer af endogen oprindelse i urinfraktionen. De enkelte aminosyrers sande fordøjelighed varierede fra 78 til 95 %. Cystin havde gennemgående den laveste fordøjelighed, efterfulgt af lysin, hvorimod glutaminsyre havde den højeste fordøjelighed, men også methionin, leucin og arginin hørte til blandt aminosyrerne med en høj fordøjelighed. Der var ingen klare indikationer for, at de enkelte aminosyrers fordøjelighed varierede rapsprodukterne imellem.

Formålet med de følgende balanceforsøg var at bestemme fordøjelighed og indhold af omsættelig energi i danskproducerede rapsprodukter.

Materiale og metoder

Som tidligere nævnt, er der udført balanceforsøg med to af de partier rapskager, der blev benyttet i det foregående fodringsforsøg. Det ene parti rapskager var uafskallet og indeholdt 17 % skal, og det andet havde fået hovedparten af skalfraktionen fjernet og indeholdt derfor kun 4 % skal. 2 balanceforsøg med hvert parti rapskager blev gennemført efter den plan, der er anført i tabel 3.3.1.

Tabel 3.3.1. Forsøgsplan

Table 3.3.1. Experimental design

Hold nr.:		1	2	3	4	5	6
Tørstof/hane/dag:							
Fra hvede	g	99,50	89,55	79,60	69,65	59,70	49,75
Fra rapskager	g	0,00	9,95	19,90	28,85	39,80	49,75
Fra kromoxyd	g	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Tørstof i alt	g	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

I hvert hold (balancebur) forefandtes 5 udvoksede Hvid Italiener haner. Som det fremgår af forsøgsplanen, udgjorde rapskagerne fra 0 til knap 50 % af totalfoderet, og hvede er benyttet som basalfoder. Hver hanegruppe fik den pågældende forsøgsblanding i 5 på hinanden følgende dage, og på 5. dagen anbragtes et plastfolie under hvert bur, og den gødning, som hanerne kvitterede i de efterfølgende 15-17 timer, blev indsendt til analyse. Rapskagernes fordøjelighed og indhold af omsættelig energi blev derefter beregnet ved hjælp af regressionsanalyser efter de samme retningslinier, som beskrevet af Petersen og Thomsen (1981).

Resultater og diskussion

I tabel 3.3.2. er anført rapskagernes kemiske sammensætning, fordøjelighed og indhold af energi m.m.

Det kan umiddelbart ses af tabellen, at en fjernelse af hovedparten af skalfraktionen medfører en ændring i rapskagernes kemiske sammensætning, så der bliver mindre af de meget tungtfordøjelige fraktioner: Træstof og NFE-rest, men til gengæld bliver der mere af de øvrige komponenter - især fedt og protein. Det er derfor helt i overensstemmelse med forventningerne at finde et højere indhold af omsættelig energi i rapskagepartiet med et reduceret skalindhold end i partiet med fuldt skalindhold.

De værdier, der i tabel 3.3.2. er opført som indhold af omsættelig energi i de to rapsprodukter, er bestemt på grundlag af energimålinger i foder og gødning. Indholdet af omsættelig energi i de to rapsprodukter blev også beregnet på grundlag af kemisk sammensætning, fordøjelighedskoefficienter og brændværdier. Imidlertid viser det sig, at indholdet af omsættelig energi, beregnet på dette grundlag, er 9 % højere i det uafskallede parti rapskager og 13 % højere i rapskagerne med 4 % skal, end de værdier, der blev bestemt på grundlag af energimålinger i foder og gødning. Det er ikke muligt at forklare, hvorfor der er denne forskel på indholdet af omsættelig energi, når de to metoder anvendes sideløbende. Indholdet af omsættelig energi, bestemt på grundlag af energibestemmelser i foder og gødning, er det bedste og mest direkte skøn for et fodermiddels indhold af omsættelig energi. Som en konsekvens af dette er de fundne fordøjelighedskoefficienter i det uafskallede parti rapskager korrigeret 9 % ned, og for rapskagepartiet med 4 % skal er de tilsvarende fordøjelighedskoefficienter korrigeret 13 % ned. Disse korrektioner medfører

Tabel 3.3.2. Rapskagernes kemiske sammensætning og fordøjelighed samt indhold af energi m.m.

Table 3.3.2. Chemical composition, digestibility and content of energy etc. of rapeseed meal, expeller

Rapskager		17 % skal			4 % skal		
		ind- hold	ford. koeff.	spred- ning	ind- hold	ford. koeff.	spred- ning
Tørstof	%	94,2	-	-	95,1	-	-
I tørstof:							
Aske	%	6,6	-	-	6,8	-	-
Råprotein	%	37,2	71	1,3	40,4	76	0,7
Råfedt	%	17,9	75	0,8	23,5	81	1,2
Stivelse	%	1,2	87	1,0	1,7	84	1,0
Sukker	%	9,7	86	1,3	10,2	83	2,6
NFE-rest	%	16,0	-	-	12,1	-	-
Træstof	%	11,4	-	-	5,3	-	-
I tørstof:							
MJ brutt.energi/kg		22,7	-	-	23,9	-	-
MJ oms. energi/kg		11,8	-	0,3	14,9	-	0,3
Calcium (Ca) g/kg		6,3	-	-	4,1	-	-
Fosfor (P) g/kg		11,5	-	-	13,4	-	-
<u>Aminosyrer i g/16 g N:</u>							
Alanin		4,51	63	2,2	4,56	71	1,1
Arginin		6,52	78	1,8	6,67	81	0,7
Asparaginsyre		7,73	68	1,7	7,89	74	0,8
Cystin		2,23	59	2,1	2,27	65	1,3
Glutaminsyre		18,02	76	1,3	18,27	79	0,6
Glycin		5,26	-	-	5,36	-	-
Histidin		2,69	76	1,4	2,75	79	0,7
Isoleucin		4,29	70	1,5	4,19	74	0,6
Leucin		7,29	74	1,5	7,30	77	0,7
Lysin		5,69	66	1,7	5,60	74	0,9
Methionin		1,87	77	1,3	1,94	80	0,7
Phenylalanin		4,18	75	1,4	4,21	78	0,6
Prolin		6,24	65	2,1	5,98	73	0,9
Serin		4,67	68	1,9	4,68	73	0,9
Threonin		4,38	65	1,8	4,36	72	0,9
Tyrosin		3,31	69	1,8	3,23	76	0,7
Valin		5,58	69	1,7	5,45	74	0,6

en overensstemmelse mellem indholdet af omsættelig energi, beregnet på grundlag af fordøjelighedskoefficienterne, anført i tabel 3.3.2. og indholdet af omsættelig energi, bestemt på grundlag af energi-målinger i foder og gødning. Endvidere skal bemærkes, at råproteinets fordøjelighed i de 2 partier rapskager er bestemt som vejet gennemsnit af aminosyrernes fordøjelighedskoefficienter.

Sammenlignes de 2 rapsprodukters målte indhold af omsættelig energi med tilsvarende værdier, angivet i litteraturen - f.eks. Thomke et al. (1983), Salmon (1984) samt Askbrant og Håkansson (1984) -, er der en rimelig god overensstemmelse, når man tager i betragtning, at rapsprodukterne i nærværende forsøg havde et fedtindhold på henholdsvis 17,9 og 23,5 %. Ydermere skal den målte værdi på 14,9 MJ OE pr.kg tørstof for partiet med 4 % skal også ses i lyset af, at dette parti har et forholdsvis lavt indhold af træstof.

Som det fremgår af nævnte tabel har en delvis fjernelse af rapskagernes skalfraktion medført en forbedring af proteinfraktionens og fedtfraktionens fordøjelighed. Fordøjelighedskoefficienten for protein i det uafskallede parti rapskager var før den omtalte korrektion på samme niveau, som fundet af Thomke et al. (1983) og Askbrant og Håkansson (1984); hvorimod rapskagepartiet med 4 % skal havde en lidt højere fordøjelighed af proteinfraktionen. Fedtfraktionens fordøjelighed er for begge rapsprodukters vedkommende fundet højere end i det parti rapsskrå, der er undersøgt af Askbrant og Håkansson (1984). Thomke et al. (1983) har i de rapsprodukter, som de har undersøgt, fundet både lavere og højere værdier for fedtfraktionens fordøjelighed, end fundet i nærværende undersøgelser.

Aminosyrernes fordøjelighed i de 2 partier rapskager varierer op til godt 10 procentenheder fra aminosyre til aminosyre. Arginin, methionin og glutaminsyre hører til blandt aminosyrerne med den højeste fordøjelighed, hvorimod aminosyrerne: Cystin, lysin og treonin hører til blandt de med den laveste fordøjelighed. Disse forhold er i overensstemmelse med resultater, fundet af Muztar et al. (1980) og Salmon (1984). Der er derimod en niveauforskul mellem de enkelte aminosyrers fordøjelighed i nærværende forsøg og i de netop refererede canadiske forsøg, årsagen til dette kan være, at det drejer sig om forskellige rapsprodukter. Det er imidlertid mindre sandsynligt, at den væsentligste del af forklaringen på niveauforskellene er forskel på den anvendte forsøgsmetodik.

Som tidligere anført, er de foreliggende forsøg udført efter re-

gressionsmetoden, d.v.s. en metode, der er baseret på, at det eller de fodermidler, hvis fordøjelighed og/eller indhold af omsættelig energi, der ønskes bestemt, udgør en stigende eller faldende mængde af totalfoderet, samt at der er linearitet mellem optaget mængde og udskilt mængde. Fordøjelighedskoefficienterne og/eller indholdet af omsættelig energi vil på baggrund af nævnte linearitet være korrigeret for såvel stofskifte stoffer og/eller stofskifte energi i fæces som stoffer og/eller energi af endogen oprindelse i urinfraktionen. Det synes derfor relevant at antage, at fordøjelighedskoefficienterne og/eller indhold af omsættelig energi, bestemt efter regressionsmetoden, ligger på samme niveau, som de værdier, der opnås med Sibbalds metode, til bestemmelse af sand fordøjelighed (TD) og/eller sand omsættelig energi (TME).

Konklusion

En reduktion af skalfraktionen i rapskager resulterer i et fald i indholdet af de tungt fordøjelige komponenter: Træstof og NFE-rest, medens indholdet af de øvrige komponenter stiger, hvilket først og fremmest gælder fedt og protein. Disse forhold medfører, at indholdet af omsættelig energi stiger. Dette forstærkes af, at fordøjeligheden af protein og fedt ligeledes er steget ved at reducere rapskagernes skalfraktion. Niveau'et af de enkelte aminosyrers fordøjelighed er for begge partier rapskagers vedkommende fundet i underkanten af tilsvarende værdier, publiceret i nyere publikationer af canadisk oprindelse.

3.4. Litteratur

- Askbrant, S., & Håkansson, J., 1984. The nutritive values of rapeseed meal, soya bean meal and peas for laying hens. Swedish J.agric.Res. 14:107-110.
- Clandinin, D.R., Bayly, L. & Caballero, A., 1966. Rapeseed meal studies. Poultry Sci. 45:833-838.
- Jensen, J. Fris & Thomsen, M. Gaardbo, 1981. Rapsskrå (Line), nitrovin og avoparcin til slagtekyllinger. 358.Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg 4 pp.
- Jones, J.D. & Sibbald, I.R., 1979. The true metabolizable energy values for poultry of fractions of rapeseed (Brassica napus cv. Tower). Poultry Sci. 58:385-391.

- Larsen, L. Melchior & Sørensen, H., 1985. Produktion og udnyttelse af rapsfrø. Ugeskrift for Jordbrug 130(3):27-35.
- Leslie, A.J., Summers, J.D. & Jones, J.D., 1973. Nutritive value of airclassified rapeseed fractions. Can.J. Anim.Sci. 53:153-156.
- Leung, J., Fenton, T.W., Mueller, M.M. & Clandinin, D.R., 1979. Condensed tannins of rapeseed meal. J. Food Sci. 44:1313-1318.
- Mitaru, B.N., Blair, R., Bell, J.M. & Reichert, R., 1983. Effects of canola hulls on growth, feed efficiency, and protein and energy utilization in broiler chicks. Can. J. Anim. Sci. 63:655-662.
- Muztar, A.J., Slinger, S.J., Likuski, H.J.A. & Dorrell, H.G., 1980. True amino acid availability values for soybean meal and tower and candle rapeseed and rapeseed meals determined in two laboratories. Poultry Sci. 59:605-610.
- Petersen, V.E. & Thomsen, M. Gaardbo, 1981. Fordøjelighedsforsøg med fjerkræ samt nogle fodermidlers fordøjelighed og indhold af omsættelig energi. 509.Beretr. Statens Husdyrbrugsforsøg, 31 pp.
- Salmon, R.E., 1984. True metabolizable energy and total and available amino acids of candle, altex and regent canola meals. Poultry Sci. 63:135-138.
- Sibbald, I.R., 1976. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. Poultry Sci. 55:303-308.
- Sibbald, I.R., 1977. The true metabolizable energy values for poultry of rapeseed and of the meal and oil derived therefrom. Poultry Sci. 56:1652-1656.
- Thomke, S., Elwinger, K., Rundgren, M. & Ahlstrøm, B., 1983. Rapeseed meal of Swedish low-glucosinolate type fed to broiler chickens, laying hens and growing-finishing pigs. Acta Agric. Scand. 33:75-96.
- Thomsen, M. Gaardbo, 1975. Stigende mængde rapsskrå i slagtekyllingefoder. 40. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- Thomsen, M. Gaardbo, 1979. Stigende mængde rapsskrå eller rapsexpeller i slagtekyllingefoder. 266.Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg, 4 pp.
- Vogt, H. & Stute, K., 1974. Führt eine Senkung des Vinyl Oxazolidnethion-Gehaltes zu einer Verbesserung des Futterwertes von Rapsextraktionsschrot im Geflügelfutter. Arch. Geflügelkunde 38:127-138.
- Wolynetz, M.S. & Sibbald, I.R., 1984. Relationships between apparent and true metabolizable energy and the effects of a nitrogen correction. Poultry Sci. 63:1386-1399.
- Yapar, Z. & Clandinin, D.R., 1972. Effect of tannins in rapeseed meal on its nutritional value for chicks. Poultry Sci. 51:222-228.

TRANSLATION OF WORDS USED IN FIGURES AND TABLES

ADF	Acid Detergent Fibre
Alanin	Alanine
Aminosyrer	Amino acids
Analysere	Analyse
Animalsk fedt	Animal fat
Arginin	Arginine
Aske	Ash
Askefattig	Low ash content
Beregnet, beregnede	Calculated
Blanding	Mixture
Bruttoenergi	Gross energy
Byg	Barley
Calcium (Ca)	Calcium
Cystin	Cystine
Daglig	Daily
Døde(lighed)	Mortality
Energi	Energy
Fedt	Fat
Fenylalanin	Phenylalanine
Fiskemel	Fish meal
Foderblanding	Complete diet
Foderenhed (FEs)	Feed Unit (FUp)
Foderforbrug	Feed consumption
Fodertørstof	Feed dry matter
Fordøjelig(t)	Digestible
Forholdstal	Relative value
Fosfor (P)	Phosphorus
Frø	Seed
Fuld skal	Not dehulled
Fuld skalindhold	Not dehulled
Gennemsnit (Gns.)	Average
Gentagelse	Replication
Glutaminsyre	Glutamic acid
Glycin	Glycine
Gris	Pig
Grundfoder	Basal diet
Histidin	Histidine
Hold nr.	Treatment number
Hvede	Wheat
I alt	Total
Indhold	Content
Isoleucin	Isoleucine
Jern (Fe)	Iron
Kalium (K)	Potassium
Kobber (Cu)	Copper
Kromoxyd	Chromic oxide

Kuld	Litter
Kuldnr.	Litter number
Kyllinger	Chickens
Kødbenmel	Meat and bone meal
Leucin	Leucine
LHK	Soluble carbohydrate
Lysin	Lysine
Magnesium (Mg)	Magnesium
Majsfodermel	Maize fodder meal
Mangan (Mn)	Manganese
Maniok	Maniok
Metionin	Methionine
Mikromineral-vitaminblanding	Trace element- & vitamin mixture
Mineraler	Minerals
Natrium (Na)	Sodium
NDF	Neutral Detergent Fibre
NFE	Nitrogen free substances
NFE-rest	NFE-residue
Olie	Oil
Omsættelig energi (OE)	Metabolizable energy
Organisk tørstof	Organic dry matter
Overskudsprotein	Excess of protein
Procent (Pct.)	Percent
Prolin	Proline
Protein	Protein
Rapskager	Rapeseed meal expeller
Rapsskrå	Rapeseed meal
Råfedt	Crude fat
Råprotein	Crude protein
Selen (Se)	Selenium
Skal	Hull
Slagtesvin	Growing-finishing pigs
Slut	Finish
Sojaolie	Soybean oil
Sojaskrå, toasted	Soybean meal, toasted
Start	Beginning
Stivelse	Starch
Sukker	Sugar
Søer	Sows
Tannin	Tannin
Total	Total
Treonin	Threonine
Træstof	Crude fibre
Tyndtarm	Small intestine
Tyrosin	Tyrosine
Tøjsække	Stuff bags
Tørstof	Dry matter
Uafskallet	Not dehulled

Valin
Vand
Vare
Vægt

Valine
Water
Material
Weight

Zink (Zn)

Zinc