



Rapsprodukter til malkekøer - mælkeydelse og mælke kvalitet

*Rapeseed products for dairy cows -
milk yield and milk quality*

*John E. Hermansen, Ole Aaes, Steen Ostensen og Mogens Vestergaard
Afd. for Forsøg med Kvæg og Får*

STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG

**Forskningscenter Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19**

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

Statens Husdyrbrugsforsøg har til formål at gennemføre forskning samt indsamle og opbygge viden af betydning for erhvervsmæssigt husdyrbrug og jordbrugsteknik i Danmark. I forskningen skal der lægges vægt på ressourceudnyttelse, dyrevelfærd, internt og eksternt miljø, produkternes kvalitet og konkurrenceevne samt en hurtig og sikker formidling af resultaterne til brugere.

Institutionen er opdelt i fem forskningsafdelinger samt et Centrallaboratorium, en Afdeling for Landbrugsdrift og et Sekretariat. Forskningsafdelingerne omfatter tre dyreartsorienterede afdelinger: Afd. for Forsøg med Kvæg og Får, Afd. for Forsøg med Svin og Afd. for Mindre Husdyr samt to tværdisciplinære afdelinger: Afd. for Dyrefysiologi og Biokemi samt Afd. for Jordbrugsteknik.

Husdyrforskningen finder fortrinsvis sted på Forskningscenter Foulum, mens den jordbrugstekniske forskning udføres på Forskningscenter Bygholm. Herudover har institutionen adgang til en række privat-/organisationsejede forsøgsstationer m.m.

Forskningsresultaterne publiceres i internationale videnskabelige tidsskrifter samt i publikationer udgivet af Statens Husdyrbrugsforsøg. Abonnement på Årsrapporter, Forskningsrapporter, Beretninger og Informationsblad kan tegnes ved direkte henvendelse til ovenstående adresse.

NATIONAL INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE

**Research Centre Foulum, P.O. Box 39, DK-8830 Tjele
Tel. +45 89 99 19 00. Fax +45 89 99 19 19**

**Research Centre Bygholm, P.O. Box 536, DK-8700 Horsens
Tel. +45 75 60 22 11. Fax +45 75 62 48 80**

The aim of the National Institute of Animal Science is to carry out research and accumulate knowledge of importance to animal husbandry and agricultural engineering. In the research great importance is attached to the utilization of resources, environment, animal welfare and to the quality and competitiveness of the agricultural products and a rapid and efficient dissemination of the results to the users.

The institute comprises five research departments: Dept. for Research in Cattle and Sheep, Dept. for Research in Pigs, Dept. for Small Farm Animals, Dept. for Animal Physiology and Biochemistry, and Dept. for Agricultural Engineering. Service departments include a Central Laboratory, a Department for Farm Management and Services, and a Secretariat.

The technical research takes place at Research Centre Bygholm. The research departments for animal sciences together with management and service departments are located at Research Centre Foulum.

Research results are published in international scientific journals and in publications from the National Institute of Animal Science. For subscription to reports and other publications please contact the above address directly.

Forskningsrapport nr. 29
fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Report No. 29

from the National Institute of Animal Science, Denmark

Rapsprodukter til malkekøer -
mælkeydelse og mælke kvalitet

*Rapeseed products for dairy cows -
milk yield and milk quality*

With English summary and subtitles

John E. Hermansen, Ole Aaes, Steen Ostersen og Mogens Vestergaard
Afd. for Forsøg med Kvæg og Får

Forskningscenter Foulum 1995

Manuskriptet afleveret februar 1995

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a/s 1995

Indholdsfortegnelse

	Side
Contents	4
Sammendrag	5
Summary	6
1 Baggrund og mål	7
2 Materiale og metode	8
2.1 Rapsprodukter	8
2.2 Forsøgsdesign	8
2.3 Forsøgskøer	8
2.4 Fodring	8
2.5 Udtagning af mælkeprøver	12
2.6 Analysemetoder, mælk	12
2.7 Blodprøver og thyroxinanalyser	12
2.8 Statistiske metoder	12
2.9 Supplerende forsøg	13
3 Resultater	14
3.1 Hovedforsøg	14
3.2 Supplerende forsøg	21
4 Diskussion	22
4.1 Mælkeproduktionen	22
4.2 Mælkens smag	22
4.3 Mælkens syrningssevne	26
4.4 Koens jodstofskifte	26
4.5 Mælkens ernæringsmæssige værdi	28
5 Konklusion	28
Anerkendelser	29
Litteratur	29

Contents

	Page
Danish summary	5
English summary	6
1 Background and objective	7
2 Material and methods	8
2.1 Rapeseed products	8
2.2 Experimental design	8
2.3 Cows	8
2.4 Feeding	8
2.5 Sampling, milk	12
2.6 Analytical methods, milk	12
2.7 Blood samples and thyroxin analyses	12
2.8 Statistical methods	12
2.9 Supplemental experiment	13
3 Results	14
3.1 Main experiment	14
3.2 Supplemental experiment	21
4 Discussion	22
4.1 Milk production	22
4.2 Taste of milk	22
4.3 Fermentation properties	26
4.4 Iodine metabolism	26
4.5 Nutritional value of milk	28
5 Conclusion	28
Acknowledgements	29
References	29

Sammendrag

Udnyttelsen af danske rapsprodukter i malkekøernes fodring begrænses især af risikoen for, at anvendelsen vil medføre en negativ virkning på mælkens smag, hvilket er fundet i tidligere undersøgelser. Der er imidlertid sket en udvikling indenfor såvel rapssorter som den tekniske oparbejdning, og der er behov for at få dokumentation for virkningen af de kvaliteter af rapsprodukter, som findes i dag. På denne baggrund blev der gennemført et fodringsforsøg med henholdsvis dobbeltlave fedtfattige rapskager produceret på Aarhus Oliefabrik, dobbeltlave fedtrige varmebehandlede rapskager med lav proteinnedbrydelighed fra Scanola samt "Kina"-rapsskrå. Alle tre produkter havde et lavt indhold af intakte glucosinolater (henholdsvis 10,0, 4,5 og 9,0 $\mu\text{mol/g}$). Det antages, at en kraftig varmebehandling af Kina-rapsskråen er årsag til dette produkts lave indhold af glucosinolater. Produkterne blev dels sammenlignet indbyrdes ved anvendelse på 2 niveauer svarende til henholdsvis 2,0 og 4,0 kg rapsskrå/ko/dag og dels sammenlignet med et kontrolhold uden rapsprodukter. Foderrationer blev sammensat således, at der forventedes samme foderoptagelse, og at køernes proteinbehov (AAT) var dækket. Aktuelt blev AAT normen ved kontrolholdet og ved holdene fodret med Aarhus Olie rapskager dog knapt opfyldt.

Forsøget, der forløb over 7 uger viste, at ædelysten til de dansk-producerede rapsprodukter var god, mens ædelysten til Kina-rapsen var væsentlig ringere. Mælkeydelsen udtrykt ved energikorrigeret mælk var ikke påvirket af forsøgsbehandlingerne, men fordelingen af mælkens værdistoffer

var lidt forskellig. Således var mælkens proteinprocent højere hos rapsholdene under ét end hos kontrolholdet, og høj rapstildeling medførte en højere mælkemængde og proteinydelse, men en lavere fedtprocent end lav rapstildeling.

Mælkens smag var påvirket af forsøgsbehandlingen. Såvel i sødmælk som i skummetmælk blev der fundet en lavere smagskarakter målt én dag efter udmalkningen med stigende rapstildeling uafhængig af rapstypen. Efter 5 dages henstand var der ingen forskelle i smag, og da smagskarakterne målt straks og også efter henstand for skummetmælkens vedkommende i gennemsnit var over 10 (fejlfri mælk), er det konkluderet, at den fundne forskel i smagskarakter er uden praktisk betydning. Rapsfodringen medførte et stærkt forøget indhold af thiocyanat og et lavere jodindhold i mælken sammenlignet med kontrolholdet. Der var kun små forskelle i disse parametre mellem de enkelte rapsfodringer. Der blev ikke fundet forskelle i mælkens syringsevne og i koncentrationen af hormonerne trijodothyronine og thyroxin i blodplasma.

Det kan sammenfattende konkluderes, at anvendelse af dobbeltlave rapsprodukter i en mængde på indtil 4,4 kg tørstof pr. ko daglig ikke normalt må forventes at påvirke mælkeproduktion, mælkekvalitet eller koens jodstofskifte uacceptabelt. Det kan dog ikke udelukkes, at rapsprodukter med et højere indhold af aromatiske glucosinolater og cholinestre eller nedbrydningsprodukter heraf, samt goitrin end i de anvendte partier kan være mere disponerende for smagsforringelser af mælken.

Nøgleord: Dobbeltlav raps, rapskager, glucosinolater, thiocyanat, jod i mælk, thyroxin, mælkeprotein, fedtsyresammensætning.

Summary

Three types of rapeseed products were compared to each other at two levels and to a control without rapeseed products with respect to influence on milk yield, milk composition and organoleptic quality of milk. The rapeseed products were a) low fat rapeseed cakes of double low varieties (Aarhus Olie), b) high fat rapeseed cakes of double low varieties heat treated to reduce rumen degradability of protein (Scanola) and c) imported rapeseed meal (China) of unknown origin and treatment. Each product was fed at levels corresponding to 2.0 and 4.0 kg rapeseed meal pr. cow daily in balanced diets. The content of intact glucosinolates were in all cases low (10.0, 4.5 and 9.0 $\mu\text{mol/g DM}$, respectively), but based on supplementary analyses it is suggested, that the China rapeseed meal originally have had a higher content of glucosinolates.

A total of 48 high yielding cows were used. The acceptability of the double low rapeseed products were good and better than of the China rapeseed meal. No significant differences were found in milk yield expressed as energy corrected milk. However, small differences in fat to protein ratio in milk were observed. The rapeseed groups generally produced milk with a higher protein content than the control group, and high level of rapeseed products generally increased milk yield and milk protein yield but reduced fat content of the milk compared to the low level of rapeseed

products.

The taste of the fresh whole milk and of the skim-milk was negatively affected by increased rapeseed feeding irrespective of the type of rapeseed. However, after storing in 5 days, no effect on milk taste could be detected, and because the difference in the fresh milk were small (although significant), it is concluded, that the influence found is without any practical meaning. The rapeseed feeding resulted in a markedly increased content of thiocyanate and decreased content of iodine in the milk compared to control feeding. Only small (although significant) differences were found in these parameters between the levels and types of rapeseed products. No differences were found in the fermentation properties of the milk or in the concentration of the hormones triiodothyronine and thyroxine in blood plasma.

It is concluded, that the types of rapeseed products in investigation can be used in a amount up to 4.4 kg DM per cow daily without negative influence in milk production and without unacceptable changes in milk composition or quality or in the iodine metabolism of the cows. However, it cannot be excluded, that rapeseed products with a higher content of aromatic glucosinolates, cholinesters or degradation products from these substances may influence the taste of milk to a higher degree.

Keywords: Double low rape seed, rapeseed cakes, glucosinolates, thiocyanate, milk iodine, thyroxine, milk protein, fatty acid composition.

1 Baggrund og mål

Rapsprodukternes anvendelighed som fodermiddel er gennem en lang årrække forbedret ved udvikling af sorter, der har såvel et lavt erucasyreindhold som et lavt glucosinolatindhold - de såkaldte dobbeltlave sorter eller OO-typer.

Den foreliggende litteratur (c.f. Hill, 1991; Emanuelson et al., 1993 og Zech, 1993) tyder på, at rapsskrå af dobbeltlave sorter med hensyn til foderoptagelse og mælkeydelse er mindst lige så velegnet en proteinkilde til malkekøer som sojaskrå, i hvert fald hvis proteinets vannedbrydelighed holdes på samme niveau. I Danmark anbefales, at rapsprodukter med højt glucosinolatindhold (type O) højst tildeles malkekøer i en mængde af 0,8 kg og dobbeltlave produkter (type OO) højst tildeles med 2,0 kg fedtfrit tørstof pr. dag (Stensig et al., 1993). Den nævnte overgrænse for glucosinolatrige raps er begrundet i faren for skadelige virkninger på koen (forstyrret jodstofsifte og/eller forgiftninger) ved tilførsel af for høj mængde glucosinolater. Overgrænsen for de glucosinolatfattige raps (type OO), skyldes primært faren for en negativ påvirkning af mælkens og mejeriprodukternes smag (Frederiksen et al., 1979), men også at enkelte tidligere undersøgelser har antydnet en negativ virkning på køernes reproduktionsevne ved for høj rapstildeling (Emanuelson, 1989). Senere undersøgelser (Ahlin et al., 1994; Zech, 1993) tyder dog ikke på, at koens reproduktionsevne eller sundhed i øvrigt påvirkes af væsentlig højere mængder dobbeltlave raps end anbefalingen på 2,0 kg tørstof.

De nuværende dobbeltlave rapssorter og rapsprodukter, der produceres i Danmark kan imidlertid antages at have andre egenskaber end de produkter, der blev anvendt i de tidligere under-

søgelser. Dels er glucosinolatindholdet lavere, og dels foregår oparbejdningen mere defineret, specielt med hensyn til faktorer, der påvirker glucosinolatindhold/-nedbrydning. I en orienterende undersøgelse med de nye sorter (Scanola-rapskage; Sørensen & Thulesen, 1991) blev der ikke observeret en negativ virkning på mælkens smag ved tildeling af ca. 5 kg tørstof pr. ko daglig. Med henblik på at sikre den fordelagtigste udnyttelse af den dansk producerede raps er der derfor behov for at dokumentere virkningen af aktuelle rapstyper af den kvalitet, som i dag kan fremstilles.

Den vigtigste faktor, der er behov for at få undersøgt, er virkningen på mælkekvaliteten, idet det er dokumenteret, at mælkens sammensætning, specielt indholdet af jod og thiocyanat påvirkes af rapsfodringen (Emanuelson, 1989; Laarveld et al., 1981a), ligesom smagen som nævnt kan blive påvirket. Disse virkninger antages altovervejende knyttet til den fedtfrie del af rapsprodukterne, idet fodring med betydelige mængder rapsfedt i form af rapsfrø (1,4 kg) ikke har påvirket mælkens organoleptiske kvalitet (Hermansen et al., 1984). Herudover er det relevant at vurdere betydningen for koens sundhed, idet en høj tildeling af glucosinolater kan reducere produktionen af thyroxin (Laarveld et al., 1981b), og dermed forstyrre jodstofsiftet.

På denne baggrund er det målet med forsøget, at fastlægge aktuelle rapstypers indflydelse på mælkens smag og sammensætning, køernes produktion og blodets indhold af thyroxin, når rapsprodukter tildeles op til et niveau, hvor rapsprodukter udgør den altovervejende del af koens proteintilskud.

2 Materiale og metoder

2.1 Rapsprodukter

I forsøget blev anvendt 3 forskellige rapsprodukter: 1) dobbeltlave fedtfattige rapskager produceret på Aarhus Oliefabrik efter den normale fremstillingsprocedure med en skånsom varmebehandling, 2) dobbeltlave fedtrige rapskager fra Scanola, der var varmebehandlet med henblik på at reducere proteinets vomnedbrydelighed samt 3) et parti "Kina" rapsskrå, der viste tegn på en kraftig varmebehandling, men om hvilken fremstillingsmetode iøvrigt var ukendt.

I tabel 1 er vist de anvendte rapsprodukters indhold af glucosinolater, farve og aminosyresammensætning. Alle tre produkter havde et lavt indhold af intakte glucosinolater og frie flygtige sennepsolier (før myrosinasetilsætning), men Kina rapsen indeholdt dog målelige mængder af goitrin. Indholdet af flygtige sennepsolier efter myrosinasebehandling svarede meget nøje til det, der kunne forventes på grundlag af glucosinolatindholdet (Israelsen, 1994, upubliceret). Det høje indhold af butenylsennepsolie i Kina rapsen, skyldes dette produkts højere indhold af gluconapin, mens det lave indhold af goitrin i Scanola-produktet hænger sammen med denne vares lave indhold af progoitrin. Det kan bemærkes, at indholdet af allylsennepsolier, der afspejler iblanding af sinigrin (fra sort sennep), var lav i Kina-varen.

Der var tiltagende mørkhed af produkterne fra Aarhus Olie over Scanola til Kina-varen udtrykt ved Minolta-farvemålingerne, ligesom lysinindholdet aftog i nævnte rækkefølge. Dette illustrerer en stigende grad af varmebehandling, idet denne forårsager en nedbrydning af dels glucosinolater og dels aminosyren lysin (c.f. Jensen et al., 1994 og Liu et al., 1994a).

Indholdet af glucosinolater i Kina-varen var betydeligt lavere end forventet og kunne give anledning til mistanke om, at der også her var tale om rapsskrå af dobbeltlave sorter, der udgør ca. 7% af rapsarealet i Kina (Liu et al., 1994b). Fedtet i Kina-varen havde dog et betydeligt erucasyreindhold (28% af fedtsyrerne), hvilket er typisk for gamle sorter. Det er derfor mest nærliggende at antage, at varen oprindelig har haft et højt

glucosinolatindhold, men at en kraftig varmebehandling har forårsaget dels en nedbrydning af glucosinolaterne og dels en efterfølgende afdampning af de fleste af de dannede nedbrydningsprodukter.

I tabel 2 er vist den kemiske sammensætning af rapsprodukterne og sojaskrå samt produkternes proteinnedbrydelighed og tarmfordøjelighed.

De to danske rapskageprodukters vomnedbrydelighed og tarmfordøjelighed var tæt på tabelværdier, mens Kina rapsskråen havde en meget lavere nedbrydelighed og sojaskråen højere nedbrydelighed end de tilhørende tabelværdier (Strudsholm et al., 1993). Kina-varens tarmfordøjelighed var på trods af den lave vomnedbrydelighed, der sandsynligvis er forårsaget af en kraftig varmebehandling, kun lidt negativt påvirket, og AAT-værdien var derfor høj, mens sojaskråens AAT-værdi var relativ lav.

2.2 Forsøgsdesign

De tre rapsprodukter blev sammenlignet indbyrdes ved to niveauer (3 x 2 faktorielt design) og med en kontrolfodring uden raps i et fodringsforsøg omfattende ialt 48 køer, heraf 12 køer på kontrolfodringen og 6 køer på hvert af 6 forsøgshold. Den planlagte tildeling af rapsprodukter og sojaskrå fremgår af tabel 3. De 48 forsøgskøer (heraf 16 i 1. laktation) blev efter en standardperiode på 2 uger, hvor køerne blev fodret ens, blokket i grupper på 8 køer efter laktationsnr., afstand fra kælvning og aktuell mælkeydelse og - indenfor blok - tilfældigt fordelt på forsøgsbehandlingerne (1 på hvert rapshold og 2 i kontrolgruppen). Forsøgsperioden varede 7 uger.

2.3 Forsøgskøer

Køerne var SDM malkekøer, der ved forsøgets start var 8 uger ($s = 2$) fra kælvning med en daglig mælkeydelse på henholdsvis 27 kg ($s = 3$) og 35 kg ($s = 4$) for køer i henholdsvis 1. laktation og senere laktationer.

2.4 Fodring

Køerne tildeltes en grundfoderblanding efter æde-

Tabel 1 Indhold af glucosinolater samt farve og aminosyreprofil i de undersøgte rapsprodukter
Content of glucosinolates, colour and amino acid profile of the rapeseed products

Produkt <i>Product</i>	Aarhus Olie OO-fedtfattige rapskager ¹⁾		Varmebehandlede Sca- nola OO-fedtrige rapskager ²⁾		Kina rapsskrå ³⁾
<u>Intakte glucosinolater, micro mol/g - Intact glucosinolates, µmol/g</u>					
Glucoraphanin	0,1		0,1		0,5
Glucoallysin	0,3		0,3		0,3
Progoitrin	5,7		2,5		4,6
Napoleiferin	0,4		0,2		0,5
Gluconapin	1,5		1,1		2,8
Glucobrassicinapin	0,3		0,2		0,3
4-hydroxyglucobrassicin	1,7		0,1		0,0
Ialt	10,0		4,5		9,0
<u>Flygtige sennepsolier, mg/kg - Degradation products, mg/kg</u> (-/+ myrosinasebeh.)					
Allyl	-	<10	<10		<10
	+	<10	<10		11
Butenyl	-	<10	<10		<10
	+	103	62		206
Pentenyl	-	<10	<10		<10
	+	28	16		28
Ialt (som allyl)	-	<30	<30		<30
	+	112	67		214
Vinylthiooxazolidon (goitrin), mg/kg	-	<50	<50		74
	+	480	245		430
<u>Farvemål (Minolta) - Colour</u>					
L (hvid/sort) - (White/black)	55,5		46,5		42,3
Rød/grøn - Red/green	-0,73		4,15		5,51
Gul/blå - Yellow/blue	19,4		15,7		14,1
<u>Aminosyrer, % af råprotein - Amino acids, % of crude protein</u>					
Cystin	2,2		2,1		2,4
Asparagin	7,6		7,5		6,6
Methionin	1,9		1,8		1,9
Treonin	4,2		4,3		4,0
Serin	4,4		4,3		4,2
Glutamin	15,3		15,3		16,5
Glycin	5,0		5,2		4,6
Alanin	4,1		4,2		4,2
Valin	5,0		5,1		5,0
Isoleucin	4,0		4,1		3,8
Leucin	6,7		6,9		6,5
Thyrosin	3,3		3,3		2,8
Fenylalanin	3,7		3,9		3,7
Lysin	5,5		4,6		3,7
Histidin	2,8		2,4		2,7
Arginin	6,1		5,7		5,4

¹⁾ Rapeseed cakes (RSC) with a week heat treatment,

²⁾ Rapeseed cakes heat treated to reduce rumen degradability of protein,

³⁾ Imported rapeseed meal (RSM) imported from China with an unknown treatment.

Tabel 2 Kemisk sammensætning samt proteinnedbrydelighed og tarmfordøjelighed af rapsprodukterne og sojaskråen
Chemical composition, protein degradability and digestibility of the rapeseed products and the soyabean meal

Produkt <i>Product</i>	Aarhus Olie rapskage <i>RSC</i>	Scanola rapskage <i>RSC</i>	Kina rapsskrå <i>RSM</i>	Sojaskrå ¹⁾ <i>SBM</i>
<u>% af ts - % of DM</u>				
Aske - <i>Ash</i>	7,7	6,9	10,2	9,4
Råprotein - <i>Crude protein</i>	39,0	35,7	43,5	50,2
Råfedt - <i>Crude fat</i>	4,7	15,1	4,2	3,3
Træstof - <i>Crude fiber</i>	11,3	10,5	13,4	7,7
FK org. stof ³⁾ - <i>Digestibility org. matter</i>	77,5	79,0	73,9	90,6
<u>Proteinnedbrydelighed, %</u> <u>Rumen degradability of protein, %</u>	74,7	48,2	40,8	71,4
<u>Tarmfordøjelighed af protein, % - Intestinal digestibility of protein, %</u>				
Oprindelig - <i>Original</i>	90,3	87,7	85,0	-
Unedbrudt - <i>By passed</i>	61,7	76,2	74,6	-
<u>Næringsstofindhold - Content of nutrients</u>				
FE/kg ts - <i>SFU²⁾/kg DM</i>	1,10	1,29	1,03	1,27
AAT/FE - <i>Amino Acids/SFU</i>	81	118	184	118

¹⁾ Soyabean meal; ²⁾ Scandinavian Feed Unit; ³⁾ Bestemt ved EFOS

Tabel 3 Planlagte mængder tilskudsfoder pr. forsøgsbehandling, kg ts pr. ko daglig
Planned amount of supplemental feed at the different experimental treatments, kg DM per cow daily

Forsøgsbehandling <i>Treatment</i>	Positiv kontrol <i>Positive control</i>	Aarhus Olie rapskager <i>RSC</i>		Scanola rapskager <i>RSC</i>		Kina rapsskrå <i>RSM</i>	
		Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>
(Antal køer) <i>No. of cows</i>	(12)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)	(6)
OO-rapskager <i>Rapeseed cakes</i>	-	2,1	4,2	2,25	4,5	-	-
Rapsskrå <i>Rapeseed meal</i>	-	-	-	-	-	2,0	4,0
Sojaskrå/Byg <i>Soyabean meal/barley</i>	5,0	3,4	1,7	3,5	1,8	3,5	1,8
Anim. fedt <i>Animal fat</i>	0,50	0,40	0,30	0,25	0	0,5	0,5

Tabel 4 Kraftfoderblandingerne sammensætning, næringsstofindhold og fedtsyresammensætning

The composition and the content of nutrients and fatty acid profile in the concentrates mixtures

Forsøgsbehandling <i>Treatment</i>	Kontrol <i>Control</i>	Aarhus Olie <i>RSC</i>		Scanola <i>RSC</i>		Kina <i>RSM</i>	
		Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>
<u>Sammensætning, % - Composition, %</u>							
Rapskage, Aarhus Olie - <i>RSC</i>	0	35,6	67,5	0	0	0	0
Rapskage, Scanola - <i>RSC</i>	0	0	0	36,6	69,8	0	0
Rapsskrå, Kina - <i>RSM</i>	0	0	0	0	0	32,2	62,3
Sojaskrå - <i>SBM</i>	49,4	33,0	19,0	13,1	0		
Byg - <i>Barley</i>	39,4	22,8	7,3	44,4	28,4	58,4	29,0
Animalsk fedt - <i>Animal fat</i>	8,0	6,0	4,3	3,7	0	7,2	6,9
Type I min. - <i>Mineral</i>	2,5	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7
Specialmineral med jod ¹⁾ - <i>Mineral</i>	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Foderkridt - <i>Chalk</i>	0	0,8	0,4	0,7	0,4	0,7	0,4
<u>Næringsstoffer i ts - Nutrients in DM</u>							
Råprotein, % - <i>Crude protein, %</i>	31,3	32,9	36,0	26,4	28,8	22,0	31,1
Fedtsyrer, % - <i>fatty acids, %</i>	10,4	9,3	7,6	10,3	11,1	10,0	9,1
FE, pr. kg - <i>SFU, per kg</i>	1,37	1,27	1,19	1,26	1,22	1,22	1,16
AAT, pr. kg - <i>AAT, per kg</i>	114	103	95	121	134	119	147
PBV, pr. kg - <i>PBV, per kg</i>	142	167	201	72	74	24	74
<u>Fedtsyresammensætning (vægt % af methylestre) - Fatty acid composition</u>							
C12:0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C14:0	2,3	2,0	1,6	1,1	0,2	2,2	2,1
C16:0	26,0	22,7	19,4	15,6	7,7	23,6	23,2
C16:1	2,1	2,2	2,0	1,3	0,5	2,3	2,1
C18:0	14,4	12,0	9,3	6,5	1,7	11,9	13,6
C18:1	33,9	37,7	40,6	43,9	52,3	34,4	33,7
C18:2	15,3	17,3	20,0	21,9	24,7	15,8	12,6
C18:3	1,7	2,7	4,0	6,2	9,6	2,2	2,5
C22:1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	3,1	3,8
Øvrige	4,0	3,4	3,0	3,4	3,0	4,4	6,3

¹⁾ Type I mineral opblandet med kaliumiodid.

lyst, der på tørstofbasis bestod af 71,1% græsen-silage, 28,7% roer og 0,2% fodersalt. Herudover tildeltes de i tabel 3 opgivne mængder tilskuds-foder. Disse blev givet i form af en pelleteret kraftfoderblanding, som vist i tabel 4. Special mi-neralblanding med jod indeholdt 630 mg kali-umiodid pr. kg. Herved tildeltes et tilskud på ca.

16 mg jod pr. dag. Den øvrige foderration indeholdt ialt fra 15 til 20 mg jod pr. dag beregnet på grundlag af typetal (DLG-Fütterwert-tabellen, 1973) og det opgivne indhold i det tilsatte mine-ralstof (Mikro-D, DLG).

Såvel grundfoderblanding som tilskudsfo-derblandingen tildeltes 2 gange dagligt.

2.5 Udtagning af mælkeprøver

Mælkemængden blev bestemt over et døgn 2 gange ugentlig i standardperioden og i forsøgsperioden. I forbindelse hermed opsamledes overskudsmælken fra truetesteren (2,2% af mælkemængden) separat for hvert døgn, idet mælken blev opbevaret i plasticflasker placeret i isvand mellem aftenmalkningen og den følgende morgenmalkning. Mælkeprøverne blev pasteuriseret (63° i 30 min.) forinden yderlige analyse. Mælkens indhold af fedt, protein og laktose blev bestemt 1 gang ugentlig.

Mælkens smag og syrningssevne samt indhold af jod og thiocyanat blev bestemt i individuelle prøver repræsenterende 1 døgn og udtaget 1 gang i standardperioden og 3 gange (hver anden uge) i forsøgsperioden. Prøverne blev i forsøgsperioden udtaget for halvdelen af kørerne (24 stk. balanceret på hold) i een uge og resten i den følgende uge. Een gang ugentlig blev der fremstillet en samleprøve repræsenterende alle køer pr. hold (lige store prøver pr. ko) til bestemmelse af smag og hver anden uge til bestemmelse af mælkens fedtsyresammensætning.

2.6 Analysemetode, mælk

Fedt-, protein- og laktoseindhold blev bestemt ved i.r. analyse (Milko-Scan 104, Foss Electric, Hillerød).

Mælkens smag blev bedømt på Steins Laboratorium (Holstebro) under medvirken af 3 træned dommere. Smagen blev bedømt dels 1 døgn efter udmalkningen og dels efter 5 døgnns henstand ved 5°C for såvel individuelle prøver som holdprøver af sødmælk. Herudover blev smagen bedømt i skummede prøver af holdmælk, der var centrifugeret ved $\approx 1000 \times g$ i 3 gange 10 minutter med mellemliggende fjernelse af fedtet. Smagen blev bedømt efter en karakterskala fra 1 til 13. Dommerne blev bedt om at karakterisere typen af smagsfejl, hvis karakteren var under 10. Dommerne havde ikke kendskab til prøvernes fordeling på hold.

Syrningssevnen blev bestemt som pH-faldet over 6 timer efter podning (1%) med en mesofil mælkesyrebakteriekultur (D.L. Tistrup; E. Waagner Nielsen, KVL) og inkubering ved 30°C.

Jodindholdet blev bestemt i tempererede prøver ($\approx 20^\circ\text{C}$), der havde været nedfrosset ($\pm 25^\circ\text{C}$) fra udtagning til analyse. Der blev anvendt en ion-selektiv jod elektrode (ISE 251, Radiometer) og

en referenceelektrode (REF 251, Radiometer) og med standard addition (ABU 80 autoburette, Radiometer) som målemetode.

Thiocyanatindholdet blev bestemt som beskrevet af IDF (1988) på prøver, der havde været nedfrosset ($\pm 25^\circ\text{C}$) fra udtagning til analyse.

2.7 Blodprøver og thyroxinanalyser

Blodprøver (10 ml) blev med kanylen udtaget i Na-heparin-glas fra halsvenen mellem kl. 11 og 12 to på hinanden følgende dage i uge 7 af behandlingsperioden. Blodet blev kølet i isbad og plasma opsamlet efter centrifugering af blodet ($2000 \times g$) i 20 min. ved 4°C . Plasma blev nedfrosset (-18°C) til senere analyse for thyroxin (T_4) og trijodo thyronine (T_3).

Såvel T_3 som T_4 indholdet i plasma blev bestemt ved hjælp af kommercielt tilgængelige assay (DELFA[®]; Wallac Oy, Finland). DELFA[®] assayet er et kompetitivt "solid phase time-resolved immunofluorometric assay", hvor en kendt mængde europium-mærket T_4 konkurrerer med plasma-prøvens T_4 om et begrænset antal bindingssteder på et specifikt monoklonalt antistof. Efter immobilisering af antistofbundet hormon med et sekundært antistof og bortvask af overskudshormon, kan europium frigøres fra det bundne europiummærkede T_4 og bringes til at fluorescere. Fluorescensen måles efterfølgende og er omvendt proportional med mængden af T_4 i plasmaprøven. Assay bufferen indeholder stoffer, der sikrer, at T_4 frigøres fra sine bindingsproteiner, således at det totale T_4 bestemmes. T_3 assayet er bortset fra antistof stort set identisk med T_4 assayet.

Plasma blev analyseret i 3 assays sammen med 4 kontrolprøver pr. assay. Intraassay variationen for T_3 og T_4 analyserne ($N=12$) var henholdsvis 3% og 7%. Interassay variationen var af samme størrelsesorden (5%) for begge hormoner, og der er følgelig ikke foretaget en korrektion af målingerne afhængig af assay.

2.8 Statistiske metoder

Individuelt bestemt foderoptagelse, mælkeydelse, tilvækst, smagskarakter, syrningssevne samt indhold af thiocyanat og jod blev statistisk vurderet ved hjælp af 2 GLM modeller (SAS, 1985), der henholdsvis vurderede de 7 hold indbyrdes (1) og betydningen af rapstype og rapsniveau (2) analyseret alene på rapsholdene.

$$(1) \quad Y_{ijk} = \mu + by'_{ijk} + \alpha_i + \beta_j + e_{ijk}, N = 48$$

hvor

Y_{ijk} er den afhængige variabel målt som et gennemsnit af målingerne i forsøgsperioden for den enkelte ko

μ er gennemsnittet

b er en regressionskoefficient

y' er den aktuelle variabels værdi i standardperioden

α_i er laktationsnummeret ($i = 1, 2$)

β_j er forsøgsholdet ($j = 1, 7$)

e_{ijk} er residualen for den enkelte ko

$$(2) \quad Y_{ijkl} = \mu + by'_{ijkl} + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\beta\gamma)_{jk} + e_{ijkl}, N = 36$$

hvor

β_j er rapstypen ($j = 1, 3$)

γ_k er rapsniveauet ($k = 1, 2$)

$(\beta\gamma)_{jk}$ er vekselvirkninger

De angivne mindste kvadraters estimater og sammenligningen mellem kontrolhold og rapshold under et er baseret på model (1), mens effekt af rapsniveau og rapstype er vurderet ved model (2).

De indbyrdes sammenhænge mellem forskellige egenskaber ved mælken blev dels analyseret ved simpel korrelationsberegning og dels ved de partielle korrelationer, der estimeres på grundlag af residualerne i en multivariat analyse (MANOVA statement i GLM-modellen).

Forskelle i frekvensen af mælkeprøver med bemærkninger blev vurderet ved logistisk regression (GENMOD, SAS, 1993).

2.9 Supplerende forsøg

For at få et bedre grundlag for tolkning af for-

søget m.h.t. glucosinolaternes effekt i relation til mælkens kvalitet og sammensætning, blev der gennemført et supplerende fodringsforsøg med en højglucosinolat Kina raps. Rapsen indeholdt ca. 3 gange så meget glucosinolat som i partierne anvendt i hovedforsøget, således 28 micromol intakte glucosinolater pr. g ts (heraf gluconapin 11,5; progoitrin 9,8 og 4 hydroxyglucobrassicin 0,2 micromol/g) og ikke målelige mængder flygtige sennepsolier og goitrin før myrosinasebehandling. Efter myrosinasebehandling var indholdet af totale flygtige sennepsolier 1586 mg/kg (heraf allyl 317) og goitrin 254 mg/kg.

Forsøget blev gennemført over en 5 ugers periode, heraf 2 ugers standard periode og 3 ugers forsøgsperiode, med 18 SDM køer (heraf 6 i 1. laktation) fordelt med 6 på hvert af 3 hold, henholdsvis kontrol, lav tildeling og høj tildeling af rapsskrå jvf. planen for Kina-rapsen i hovedforsøget (tabel 3). Forsøgskøerne var ved forsøgets start 33 uger ($s = 3$) fra kælvning og ydede dagligt 24 ($s = 2$) kg mælk. Fodringen gennemførtes på tilsvarende måde som i hovedforsøget med en grundfoderblanding (80,0% græsensilage, 10,0% valset byg, 9,8% roemelasse og 0,2% fodersalt på tørstofbasis) efter ædelyst og med forsøgsfoderet i en pilleteret kraftfoderblanding. Sammensætningen af og næringsstofindholdet i disse kraftfoderblandinger var meget tæt på angivelserne i tabel 4 fra henholdsvis kontrol og Kina-raps blandingerne.

Mælkeprøverne blev generelt behandlet som beskrevet i afsnit 2.6. I individuelle mælkeprøver i standardperioden og i 1. og 3. forsøgsuge blev bestemt indhold af thiocyanat og jod samt smag straks og efter henstand i henholdsvis sødmælk og i skummede mælkeprøver. Herudover blev smagen i sødmælk bestemt i forsøgsuge 2.

3 Resultater

3.1 Hovedforsøget

Ædelysten til kontrolkraftfoderet og blandingerne med Aarhusolie og Scanola rapskager var god. Ædelysten til blandingen med den høje andel Kina rapsskrå var væsentlig ringere; dels var ædetiden længere og dels optog ikke alle kørerne den planlagte mængde (0,6 kg rest i gennemsnit pr. ko daglig). For at forbedre ædelysten til denne blanding blev en del af byggen efter 14 dages forløb erstattet med roemelas (7%), uden at dette dog havde nævneværdig indflydelse på ædelysten.

Fodringens indflydelse på foderoptagelse og mælkeydelse fremgår af tabel 5. Kraftfoderoptagelsen var som nævnt lidt lavere end planlagt ved kina rapsskrå i høj mængde p.g.a. en moderat ædevægring hos enkelte køer. Grovfoderoptagelsen var ikke påvirket af forsøgsbehandlingerne, og det var den samlede tørstofoptagelse heller ikke. Der var tilstræbt en AAT-forsyning på mindst 90 g/FE ialt, men som følge af et lavere indhold af AAT i soyaskråen og i rapskagen fra Aarhusolie end forudsat ved planlægningen, blev AAT-niveauet ved kontrolholdet og Aarhusolie rapsen kun ca. 85 g/FE.

Ved sammenligning mellem kontrolholdet og rapsholdene under ét var der ikke signifikant forskel i mælkeydelse og fedtprocent, men mælkens proteinprocent var signifikant højere ved rapsholdene. Ved sammenligning af rapsholdene indbyrdes fremgår det, at høj rapstildeling medførte en signifikant højere mælkemængde men med en signifikant lavere fedtprocent, således at den daglige mælkefedtydelse var upåvirket. Mælkens proteinprocent var ikke påvirket af rapstype og mængde, men den samlede proteinydelse var signifikant højere ved høj rapstildeling sammenlignet med lav rapstildeling og signifikant lavere ved Kina raps fremfor de øvrige rapstyper. Udtrykt ved mængden af energikorrigeret mælk var der ikke forskelle mellem de enkelte forsøgsbehandling.

Der blev ikke fundet nogen hovedeffekter på den daglige tilvækst, men der var en signifikant vekselvirkning mellem rapstype og niveau.

Mælkens fedtsyresammensætning er vist i tabel 6. Den eneste betydelige forskel mellem holdene

er knyttet til høj mængde Scanola rapskage. Anvendelse af disse fedtrige rapskager har medført et markant lavere indhold af C16:0 i mælken og et højere indhold af C18 fedtsyrer - primært C18:1 og C18:0, men også et lidt højere indhold af C18:2 og C18:3.

Fodringens indflydelse på mælkens smag, udtrykt ved såvel de individuelt bestemte smagskarakterer som smagskarakteren for holdprøver af sødmælk og skummetmælk, er vist i tabel 7. Det fremgår, at smagskaraktererne målt straks var signifikant højere hos kontrolholdet sammenlignet med rapsholdene under ét (0,6 enheder). Typen af raps havde ingen indflydelse, men smagskarakteren var signifikant lavere (0,4 enheder) ved højt rapsniveau fremfor ved lavt rapsniveau. Efter henstand var der ingen signifikante forskelle i smagskarakter mellem de enkelte hold. Holdbarheden af mælken udtrykt ved smagsændringen var signifikant bedre for rapsholdene end for kontrolholdene.

Det fremgår endvidere af tabel 7, at der i skummetmælk fra holdprøverne var samme tendens til forskelle i smagskarakter målt straks som fundet ved den individuelle bedømmelse, nemlig at kontrolholdet fik en højere karakter end rapsholdene, og at høj rapsanvendelse gav lavere karakter end lavt rapsniveau. Tilsvarende sås ikke for holdprøver af sødmælken. Efter henstand var der ingen forskelle i skummetmælkens smag, og karakteren var i alle tilfælde over 10. Holdprøverne af sødmælk efter henstand blev generelt bedømt højere end gennemsnittet af de individuelle bedømmelser.

I figur 1 er udviklingen i smagskarakter vist for kontrolholdet og for gennemsnittet af de 3 hold med henholdsvis lav rapstildeling og høj rapstildeling. Det fremgår klart, at der ikke var en tidsmæssig udvikling i forskellene i smagskarakterer mellem de enkelte grupper - hverken for sødmælk eller skummetmælk.

26% af mælkeprøverne havde bemærkninger straks efter udtagning og heraf var hovedparten (69%) bemærkningen "tættet smag". Efter henstand var den tilsvarende frekvens 73%, hvoraf 85% var bemærkningen "tættet smag". I tabel 8 er frekvenserne vist for henholdsvis kontrol versus

Tabel 5 Foderoptagelse, mælkeydelse og tilvækst ved forskellig type og mængde rapsprodukter
Feed intake, milk yield and gain with different type and amount of rapeseed products

A: Mindste kvadraters gennemsnit, pr. ko daglig - LSM per cow daily

		Aarhus Olive <i>RSC</i>		Scanola <i>RSC</i>		Kina <i>RSM</i>	
Forsøgsbehandling: <i>Treatment:</i>	Kontrol <i>Control</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>
<u>Tørstofoptagelse, kg - DM intake, kg</u>							
Kraftfoder - <i>Concentrate</i>	5,3	5,8	6,2	6,0	6,3	6,1	5,9
Grovfoder - <i>Roughage</i>	13,5	13,3	13,3	13,8	12,8	12,7	12,9
Ialt - <i>Total DM</i>	18,8	19,2	19,5	19,8	19,1	18,8	18,7
FE - <i>SFU</i>	18,5	18,5	18,4	19,0	18,3	17,9	17,5
AAT, g - <i>AAT, g</i>	1576	1563	1546	1716	1766	1636	1790
<u>Ydelse - <i>Yield</i></u>							
Mælk, kg - <i>Milk, kg</i>	32,7	30,7	33,3	31,4	33,4	30,7	31,6
Fedt, % - <i>Fat, %</i>	3,91	4,15	3,78	4,00	3,84	4,09	4,11
Fedt, g - <i>Fat, g</i>	1274	1277	1248	1257	1287	1253	1297
Protein, % - <i>Protein, %</i>	3,13	3,28	3,18	3,21	3,27	3,22	3,19
Protein, g - <i>Protein, g</i>	1012	1009	1063	1019	1082	982	1006
EKM, kg - <i>Energy corr. milk, kg</i>	32,2	31,6	32,3	31,8	33,0	31,2	32,0
Tilvækst, g - <i>Gain, g</i>	165	380	99	250	302	94	206

B: Signifikans-test - Test for significance

Forsøgsbehandling: <i>Treatment:</i>	Model 1	Model 2		
	Kontrol vs raps <i>Control vs rape</i>	Type <i>Type</i>	Niveau <i>Level</i>	Type x niveau <i>Interaction</i>
Grovfoderoptagelse, kg ts <i>Roughage intake, kg DM</i>	ns	ns	ns	ns
Mælk, kg - <i>Milk, kg</i>	ns	ns	*	ns
Fedt, % - <i>Fat, %</i>	ns	ns	*	ns
Fedt, g - <i>Fat, g</i>	ns	ns	ns	ns
Protein, % - <i>Protein, %</i>	**	ns	ns	ns
Protein, g - <i>Protein, g</i>	ns	*	**	ns
EKM, kg - <i>Energy corr. milk, kg</i>	ns	ns	ns	ns
Tilvækst, g - <i>Gain, g</i>	ns	ns	ns	*

ns P>0,05; * P<0,05; ** P<0,01.

Tabel 6 Mælkens fedtsyresammensætning ved fodring med forskellig type og mængde af rapsprodukter, vægt pct. af methylestre
Fatty acid composition of the milk from cows fed different type and amount of rapeseed products, weight percentage of methylesters

Forsøgs- behandling <i>Treatment</i>	Kontrol <i>Control</i>	Aarhus Olie <i>RSC</i>		Scanola <i>RSC</i>		Kina <i>RSM</i>	
		Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>
C4:0-C10:0	9,8	9,4	9,7	10,3	10,4	10,6	10,2
C12:0+C14:0	15,0	16,0	15,1	16,0	14,4	15,9	14,4
C14:1+C16:1	4,1	4,3	4,5	3,7	3,1	4,3	3,7
C15:0+C17:0	2,1	2,1	2,0	2,2	2,0	2,2	2,5
C16:0	34,2	32,3	32,6	31,0	24,0	31,3	30,1
C18:0	9,7	9,7	9,0	9,9	12,0	9,5	11,1
C18:1	23,1	23,6	24,4	23,9	30,1	23,6	25,3
C18:2	1,5	1,7	1,9	2,0	2,6	1,7	1,7
C18:3	0,7	0,8	0,8	1,0	1,4	0,8	1,0
Beregnet jodtal	28	29	30	29	36	29	30

Tabel 7 Mælkens smag ved fodring med forskellig type og mængde rapsprodukter
Taste of milk from cows fed different type and amount of rapeseed products fed

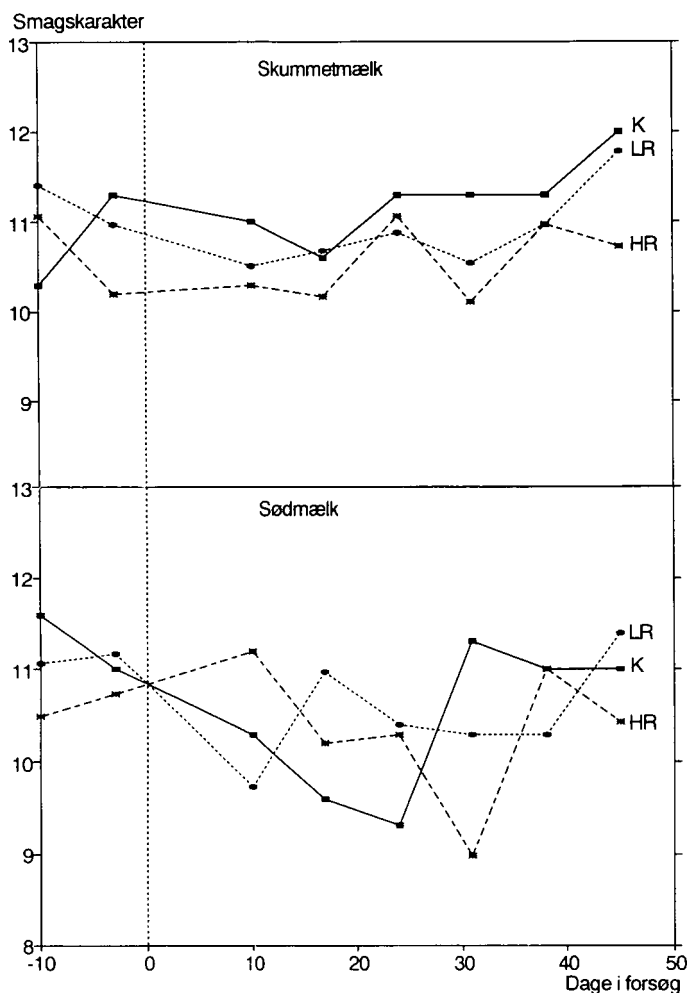
A: Mindste kvadraters gennemsnit for smagskarakterer - Least square means of scores

		Aarhus Olie <i>RSC</i>		Scanola <i>RSC</i>		Kina <i>RSM</i>	
Forsøgsbehandling: <i>Treatment</i>	Kontrol <i>Control</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>
<u>Individuelle sødmælksprøver - <i>Individual samples whole milk</i></u>							
Straks - <i>Immediately</i>	11,0	10,4	10,0	10,9	10,2	10,5	10,4
Henstand - <i>After storage</i>	8,8	8,8	8,9	8,8	8,7	9,4	9,4
Ændring - <i>Change</i>	2,1	1,6	1,1	2,2	1,6	1,1	0,8
<u>Holdprøver - <i>Composite samples</i></u>							
<i>Skummetmælk - Skim milk</i>							
Straks - <i>Immediately</i>	11,3	10,9	10,4	11,3	10,8	10,5	10,5
Henstand - <i>After storage</i>	10,5	10,6	10,1	10,4	10,6	10,7	10,7
<i>Sødmælk - Whole milk</i>							
Straks - <i>Immediately</i>	10,4	10,7	10,0	10,7	10,6	10,2	10,5
Henstand - <i>After storage</i>	9,8	9,3	9,3	9,2	10,2	9,8	10,4

B: Signifikans-test - Test for significance

Forsøgsbehandling: <i>Treatment:</i>	Model 1	Model 2		
	Kontrol vs raps <i>Control vs rape</i>	Type <i>Type</i>	Niveau <i>Level</i>	Type x niveau <i>Interaction</i>
Straks - Immediately	**	ns	*	ns
Henstand - After storage	ns	ns	ns	ns
Ændring - Change	*	ns	ns	ns

ns P>0,05; * P<0,05; ** P<0,01.



Figur 1 Sødsmælken og skummetmælken smagskarakter gennem forsøgsperioden vurderet på holdprøver; K = kontrolhold, LR = lav rapstildeling (gns. af 3 hold) og HR = høj rapstildeling (gns. af 3 hold)

Taste scores of whole milk and skim-milk throughout the experimental period; K = control, LR = low rape allowance (av. of 3 groups), and HR = high rape allowance (av. of 3 groups)

rapshold og lav versus høj rapsniveau. Det fremgår, at der var en signifikant højere frekvens af bemærkninger (generelt og defineret som tættet) ved rapsholdene sammenlignet med kontrolholdet ved "straks" mælken. Efter henstand var der en tendens til lavere frekvens af disse bemærkninger ved rapsholdene under et og ved høj raps fremfor lav raps.

Fodringens indflydelse på mælkens syrningssevne samt indhold af thiocyanat og jod fremgår af tabel 9. Der blev fundet en signifikant vekselvirkning mellem type og mængde af raps på mælkens pH målt straks, idet høj tildeling af Aarhus Olie rapskage reducerede mælkens pH. Efter inkubering var der ingen signifikante forskelle i pH. Udtrykt ved pH-faldet var der en tendens til ringere syrningssevne af rapsholdene end af kontrolholdet og en tendens til ringere syrningssevne ved høj rapstildeling fremfor lav. Forskellene var dog ikke signifikante.

Indholdet af thiocyanat i mælken fra rapsholdene var ca. 3 gange så højt som ved kontrolfodringen og stigende med stigende rapstildeling. Indholdet i mælken fra Kina-rapsholdet var desu-

den højere end fra de øvrige rapstyper, omend forskellen var lille.

Jodindholdet i mælken var stærkt påvirket af rapsfodringen, idet niveauet reduceres til ca. 40% af kontrolholdets, ligesom niveauet var ca. 15% lavere ved høj rapstildeling end ved lav tildeling. Herudover var der forskel mellem rapstyperne med det lavest indhold ved fodring med Aarhus rapskager og det højeste indhold ved Scanola rapskager. Ved vurdering af effekten på jodindholdet må det erindres, at der i forsøgsperioden blev givet et tilskud af jod for at sikre optagelsen af jod i skjoldbruskkirtlen og dermed koens thyroxinproduktion. Herved blev kontrolholdets jodindhold øget fra ca. 247 $\mu\text{g/l}$ (uden tilskud) til de viste 522 $\mu\text{g/l}$ med tilskud af jod. For rapsholdene reduceredes jodindholdet med ca. 40 $\mu\text{g/l}$ fra standardperioden uden jodtilskud til forsøgsperioden med tilskud. Dette er illustreret i figur 2, der viser koncentrationen af jod og thiocyanat gennem forsøgsperioden.

Indholdet af T_3 og T_4 i blodplasma fra 7. forsøgsuge er vist i tabel 10. Der var ingen signifikante forskelle i disse blodparametre.

Tabel 8 Frekvens af bemærkninger ved smagsbedømmelsen ved fodring med rapsprodukter, %
Frequency of remarks in connection to taste evaluation of milk, %

Sammenligning <i>Comparison</i>	Kontrol vs raps <i>Control vs rapeseed</i>	Lav raps vs høj raps <i>Low vs high level of rapeseed</i>
<u>Straks - Immediately</u>		
Afsmag generelt - <i>Unusual overall</i> (signifikans)	12 vs 30 (*)	25 vs 36 (ns)
Tættet smag - <i>Oxidized</i> (signifikans)	6 vs 22 (*)	21 vs 25 (ns)
<u>Henstand - After storage</u>		
Afsmag generelt - <i>Unusual overall</i> (signifikans)	82 vs 70 (ns)	74 vs 66 (ns)
Tættet smag - <i>Oxidized</i> (signifikans)	73 vs 58 (ns)	66 vs 51 (ns)

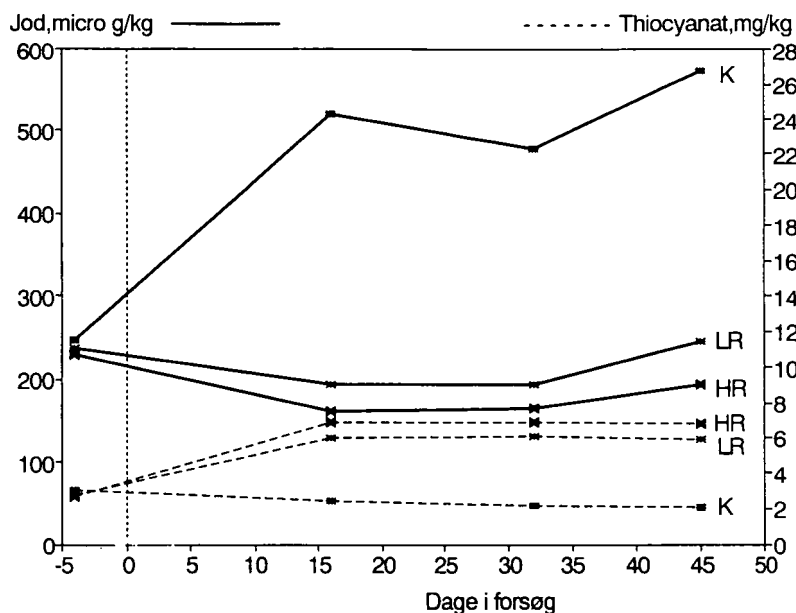
Tabel 9 Syrningsevne af mælk samt indhold af thiocyanat og jod ved fodring med forskellig type og mængde rapsprodukter
Fermentation properties of milk and content of thiocyanate and iodine with different type and amount of rapeseed products fed

A: Mindste kvadraters gennemsnit - Least square means of scores

		Aarhus Olie <i>RSC</i>		Scanola <i>RSC</i>		Kina <i>RSM</i>	
Forsøgsbehandling: <i>Treatment</i>	Kontrol <i>Control</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>
<u>Syrningsevne - Fermentation</u>							
pH straks <i>pH immediately</i>	6,59	6,61	6,57	6,57	6,57	6,59	6,60
pH efter inkubering <i>pH after incubation</i>	5,38	5,40	5,48	5,43	5,44	5,39	5,45
pH fald <i>pH decrease</i>	1,21	1,21	1,09	1,13	1,14	1,20	1,15
Thiocyanat, mg/l <i>Thiocyanate, mg/l</i>	1,98	5,65	6,66	5,75	7,10	6,65	7,16
Jod, µg/l <i>Iodine, µg/l</i>	522	185	176	239	180	206	184

B: Signifikans-test - Test for significance

Forsøgsbehandling: <i>Treatment:</i>	Model 1	Model 2		
	Kontrol vs raps <i>Control vs rape</i>	Type <i>Type</i>	Niveau <i>Level</i>	Type x niveau <i>Interaction</i>
<u>Syrningsevne - Fermentation</u>				
pH straks - <i>pH immediately</i>	ns	ns	ns	**
pH efter inkubering - <i>pH after incubation</i>	ns	ns	ns	ns
pH fald - <i>pH decrease</i>	ns	ns	ns	ns
Thiocyanat, mg/l - <i>Thiocyanate, mg/l</i>	***	*	***	ns
Jod, µg/l - <i>Iodine, µg/l</i>	***	**	***	ns



Figur 2 Mælkens indhold af jod og thiocyanat gennem forsøgsperioden; K = kontrol, LR = lav rapstildeling (gns. af 3 hold) og HR = høj rapstildeling (gns. af 3 hold)
Milk iodine and thiocyanate throughout the experimental period; K = control, LR = low rape allowance (av. of 3 groups), and HR = high rape allowance (av. of 3 groups)

Tabel 10 Koncentration af trijodothyronine (T_3) og thyroxin (T_4) i blodplasma ved fodring med forskellig type og mængde rapsprodukter
Concentration of T_3 and T_4 in blodplasma with different type and amount of rapeseed products fed

Forsøgsbeh. Treatment	Kontrol Control	Aarhus Olie RSC		Scanola RSC		Kina RSM		LSD
		Lav Low	Høj High	Lav Low	Høj High	Lav Low	Høj High	
T_3 , nmol/l	1,65	1,73	1,53	1,67	1,60	1,71	1,71	0,31
T_4 nmol/l	66	65	60	60	61	63	63	11

No significant treatment effects.

Tabel 11 Mælkens smag samt indhold af thiocyanat og jod ved fodring med glucosinolatrig rapsskrå
Taste of milk and content of thiocyanate and iodine feeding high glucosinolate rapeseed meal

Forsøgsbehandling <i>Treatment</i>	Kontrol <i>Control</i>	Højglucosinolat raps <i>RSM</i>		Signifikans <i>Significance</i>	LSD
		Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>		
Smag sødmælk - <i>Taste score whole milk</i>					
Straks - <i>Immediately</i>	9,7	10,1	9,9	ns	1,1
Henstand - <i>After storage</i>	8,5	9,2	8,8	ns	1,2
Smag skm.mælk - <i>Taste skim milk</i>					
Straks - <i>Immediately</i>	9,7	9,9	9,8	ns	0,7
Henstand ¹⁾ - <i>After storage</i>	8,7	8,5	7,4	ns	1,9
Thiocyanat, mg/l - <i>Thiocyanate, mg/l</i>	4,6	9,9	10,1	***	2,0
Jod, µg/l - <i>Iodine, µg/l</i>	473	209	81	***	85

¹⁾ Kun 1 måling pr. ko i forsøgsperioden.

3.2 Supplerende forsøg

Kraftfoderet i det supplerende forsøg blev stort set optaget i planlagt mængde. Ved den høje mængde Kina rapsskrå blev der dog levnet 0,1 kg pr. ko daglig. Herved blev den samlede optagelse af Kina rapsskrå på henholdsvis 2,1 og 4,2 kg tørstof ved lav og høj tildeling. Der blev ikke observeret signifikante forskelle i grovfoderoptagelse eller mælkeydelse og mælkens fedt- og proteinindhold mellem de 3 forsøgsbehandlinger.

I tabel 11 er vist mælkens kvalitet. Det fremgår, at der ikke blev observeret signifikante forskelle i hverken sødmælkens eller skummetmæl-

kens smag. Ved tolkning af resultaterne må der tages hensyn til, at behandlingsvirkningerne er bestemt med en større usikkerhed end i hovedforsøget, som følge af færre dyr og færre målinger pr. ko.

Mælkens indhold af thiocyanat steg kraftigt ved fodring med raps, og mælkens indhold af jod faldt stærkt med øget rapstildeling. Niveaue af jod for kontrolholdet og lav tildeling af raps svarer til de niveauer, der blev fundet i hovedforsøget. Ved høj tildeling af glucosinolatrig raps blev jodindholdet væsentlig lavere end fundet i hovedforsøget.

4 Diskussion

4.1 Mælkeproduktionen

Udgangspunktet for forsøgets tilrettelæggelse var, at foderrationerne skulle sammensættes således, at der ved anvendelse af de sædvanlige næringsstofkriterier ikke forventedes forskelle i produktionen. Forsøget viste, at ydelsen af energikorrigeret mælk var upåvirket af forsøgsbehandlingerne. Raps af de anvendte typer har således kunnet anvendes i betydeligt omfang uden negativ effekt på ydelsen af energikorrigeret mælk.

De forskellige forsøgsbehandlinger har imidlertid medført en lidt forskellig fordeling af mælkenes værdistoffer. Der blev således fundet en overraskende stigning i mælkeydelsen og i mælkeproteinydelsen ved høj rapstildeling i forhold til lav rapstildeling og tilsvarende et fald i mælkenes fedtindhold. Ligeledes blev der fundet en højere proteinprocent ved rapsanvendelse sammenlignet med kontrolfodringen, men den samlede proteinydelse var ikke påvirket på grund af modsvarende lidt lavere mælkemængde. Også Emanuelson et al. (1993) og Zech (1993) fandt en højere proteinprocent i mælken ved rapsfodring. Derimod fandt Hill (1991), i review af 13 forsøg, hvor rapsskrå blev sammenlignet med sojaskrå nærmere den modsatte tendens.

Emanuelson et al., 1993 angiver en højere methioninforsyning ved raps fremfor sojaskrå som en mulig årsag til den højere proteinprocent. Koens lysinforsyning kan dog også være påvirket. Når en stor del af koens aminosyreforsyning stammer fra unedbrudt foderprotein, som det var tilfældet med den varmebehandlede raps i forsøget - især Kina varen, bliver aminosyreprøfilen i foderproteinet af betydning. Rulquin & Hurtaud (1994) angiver det optimale lysinindhold til ca. 7% af de totale aminosyrer, der når tarmen. I Kina varen var lysinindholdet 3,7% af proteinet. Det er muligt, at det gennemsnitlige lysinindhold, der når tarmen herved er reduceret så meget, at det er medvirkende til den lavere proteinydelse ved denne forsøgsbehandling. Det er således muligt, at forskellig behandling af produkterne kan påvirke koens aminosyreforsyning og dermed fordelingen af værdistoffer i mælken. Den lavere samlede energioptagelse ved anvendelse af Kina-varen ($\approx$

0,8 FE) er dog også en mulig forklaring på den lidt lavere proteinydelse.

Overordnet set understøtter de gennemførte forsøg imidlertid antagelsen om, at produkter af glucosinolatfattige raps er ligeværdige med sojaskrå som proteinkilde, når der tages hensyn til produkternes aktuelle AAT-værdi.

4.2 Mælkenes smag

En større andel af kørerne på rapsholdene end på kontrolholdet blev fundet at producere mælk med bemærkningen tættet smag målt straks. Det kunne derfor være nærliggende at forklare rapsens indflydelse på smagskarakteren (tabel 7) som en effekt af, at fodringen medførte en forøget disponering for oxidation. Der er imidlertid meget, der taler imod en sådan sammenhæng. Smagsfejlen er således ikke specielt knyttet til de fedtrige rapskager fra Scanola, der har medført et klart øget indhold af umættede fedtsyrer i mælken (tabel 6). Herudover er der ikke en højere frekvens af prøver med tættet smag ved høj rapstildeling fremfor lav rapstildeling - hvor der blev konstateret signifikant smagsforskel. Ligeledes er der i prøverne efter opbevaring en tendens til lavest frekvens af tættet smag ved fodring med raps og ved høj raps fremfor lav rapstildeling.

Normalt vil man desuden forvente, at smagsfejlen "tættet smag", der er knyttet til stabiliteten mod oxidation, især vil være knyttet til fedtdelen i mælken og vil forstærkes efter henstand, specielt hvis oxidationsprocessen er påbegyndt. I forsøget ses smagsforskellene tydeligt i skummetmælken, og den tællede smag forøges mindst ved opbevaring i mælken fra rapsholdene, selv om frekvensen af tættet smag i straks-mælken er højst for disse hold.

Der er således en vis konflikt i resultaterne, og det forekommer nærliggende at antage, at den reelle smagspåvirkning muligvis har karakter af tættet smag, men ikke er udtryk for nedsat oxidationsstabilitet.

En anden forklaring kunne være, at det stærkt forøgede indhold af thiocyanat ved rapsfodringen (tabel 9) var årsag til smagspåvirkningen. Thiocyanat, der er en svovlforbindelse, kan således

Tabel 12 Korrelation mellem mælke kvalitetsparametre
Correlation between milk quality parameters

Datasæt	Variabel	Smag henstand <i>Taste after storage</i>	Konc., thiocyanat <i>Conc. thiocyanate</i>	pH fald <i>pH decrease</i>	Konc., laktose <i>Conc. lactose</i>
A: N = 48 simpel korr. på gennem- snitværdier for de enkelte køer	Smag straks	0,24	-0,35*	0,34*	-0,11
	Smag henstand		0,18	0,05	0,06
	Thiocyanat			-0,19	0,11
	pH-fald (syring)				-0,40**
B: N = 36, som A men alene for rapshold	Smag straks	0,23	0,07	0,30	-0,07
	Smag henstand		0,35*	0,02	0,01
	Thiocyanat			0,17	-0,37*
	pH-fald (syring)				-0,35*
C: Beregnet på resi- dual matricen ef- ter multivariate analyse på raps- hold (gns. pr. ko)	Smag straks	0,29	0,26	0,33	-0,12
	Smag henstand		0,36*	0,02	-0,11
	Thiocyanat			0,25	-0,38*
	pH-fald (syring)				-0,51**
D: Som C, men hvor multivariate analysen er gen- nemført på en- kelte målinger pr. ko-gentagne målinger	Smag straks	0,01	0,15	0,06	0,04
	Smag henstand		0,08	0,08	0,05
	Thiocyanat			0,26*	-0,17
	pH-fald (syring)				-0,31*

* P<0,05; ** P<0,01

A: Simple correlations calculated on average values for cows.

B: As A but only for cows fed rape seed products.

C: Calculated on the residual matrices after model 2.

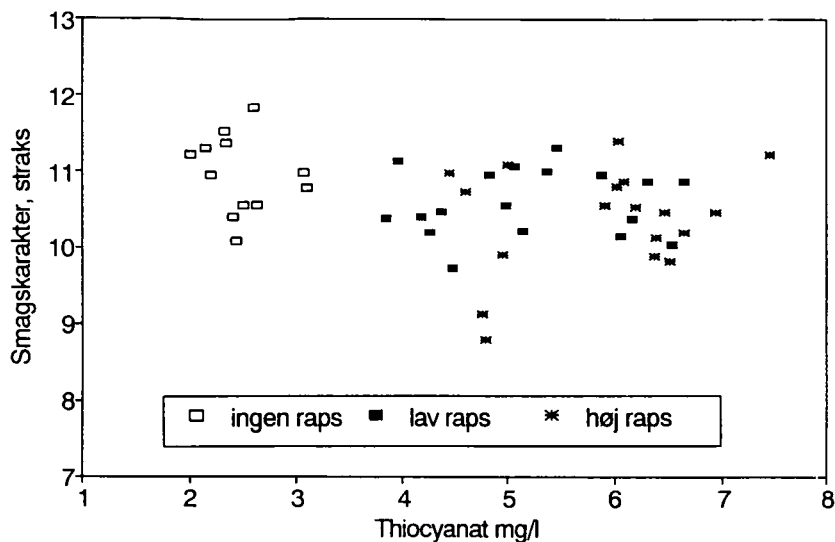
D: As C but calculated on single measures per cow (repeated measurements).

tænkes at give en kogt smag af mælken, men thiocyanater kan også virke som antioxidant. For at belyse denne problemstilling er i tabel 12 beregnet korrelationen mellem de enkelte kvalitetsparametre dels mellem køer på tværs af hold, dels mellem køer inden for hold og dels mellem enkeltmålingerne inden for køer. Herudover er der i figur 3 vist smagskarakteren som funktion af thiocyanatindholdet.

Det fremgår af tabel 12, at på tværs af alle holdene var der en negativ sammenhæng mellem smag straks og koncentrationen af thiocyanat. Betragtes rapsholdene alene, hvor der også var en betydelig variation i thiocyanatindholdet (figur 3), findes denne korrelation imidlertid ikke, og korrelationen var heller ikke til stede mellem køer indenfor hold eller mellem de enkelte målinger indenfor køer. I overensstemmelse hermed blev

der heller ikke i det supplerende forsøg, hvor indholdet af thiocyanat var væsentlig højere ved rapsfodringen, fundet afsmag i mælken, og i dette forsøg var der ingen korrelation mellem thiocyanatindholdet og smagen. Det ser således ikke ud til, at et øget thiocyanatindhold har en negativ virkning på smagen, i hvert fald ikke på en additiv måde.

Smagen efter henstand var tværtimod positivt korreleret med thiocyanatindholdet (tabel 12), når alene rapsholdene betragtes. Dette kan indicere, at thiocyanaten har en antioxidant virkning, og at dette måske er en forklaring på, at holdbarheden (målt ved smagsændringen fra straks til henstand) var forbedret ved fodring med raps, og at frekvensen af prøver med bemærkningen tættet smag var lavere ved høj raps end ved lav raps. I det supplerende forsøg, hvor ændringen i smag ved henstand



Figur 3 Smagskarakteren som funktion af indholdet af thiocyanat, hvor begge variable er udtrykt ved gennemsnitsværdien pr. ko

Taste score plotted against content of thiocyanate - both variables expressed by average value per cow

var mindre, kunne en sådan sammenhæng dog ikke findes.

I tabel 13 er summeret nogle tidligere resultater vedr. mælkens smag ved fodring med rapsprodukter. Det ses, at resultaterne ikke er entydige. På den ene side fandt Larsen et al. (1963) ingen effekt ved fodring med glucosinolatrige rapsfrø, ligesom Hermansen et al. (1984), Emanuelson et al. (1993) og Everitt (1991) ikke fandt signifikant smagspåvirkning af mælk og mælkeprodukter ved begrænset anvendelse af dobbelt lave rapsfrø-/rapsskrå, og endelig viste den orienterende undersøgelse af Sørensen & Thulesen (1991), at fodring med høj mængde dobbelt lave rapskager ikke gav en smagspåvirkning af mælken. På den anden side fandt Frederiksen et al. (1979) en markant negativ indflydelse på mælkens og smørrets smag.

Hvad der i sidstnævnte undersøgelse forårsagede smagsfejlen blev ikke identificeret. Muligvis har den anvendte rapssort (Erglu) haft et relativt højt indhold af glucosinolater med aromatiske forbindelser (f.eks. 4-hydroxy glucobrassicin), som enten procesteknisk eller enzymatisk i fordøjelseskanalen er nedbrudt til indolforbindelser, der kan afgive kraftig lugt og smag. I vor undersøgelse indeholdt de anvendte partier kun små mængder intakte glucosinolater med aromatiske for-

bindelser (tabel 1). Derimod har produkterne indeholdt nedbrydningsprodukter af indolylglucosinolatet 4-hydroxyglucobrassicin. Det ses bl.a. af den betydelige forøgelse af thiocyanatkonsentrationen i mælken. Nedbrydning af indolylglucosinolater giver anledning til mange produkter, hvoraf nogle er strukturelt nært beslægtede med omdannelsesprodukter af tryptophan. Det drejer sig således om stoftyper, der i forbindelse med problemkomplekset "ornelugt" har påkaldt sig betydelig opmærksomhed, og de kan ikke udelukkes som en del af det problemkompleks, der ofte diskuteres og behandles her i forbindelse med anvendelse af raps til malkekøer.

En medvirkende årsag til smagsfejlen i undersøgelsen af Frederiksen et al. (1979) kan dog være, at smagsvirkningen i nogen udstrækning var knyttet til mælkens oxidationsstabilitet, idet mælkens jodtal ved øget anvendelse af rapsexpellerne forøgedes fra ca. 35 ved kontrolgruppen til 48 ved det højeste rapstildeling. Det afspejler, at mælkefedtet har været meget umættet, og undersøgelsen viste også, at smørrets holdbarhed udtrykt ved smagsændringen ved opbevaring var nedsat. Til sammenligning var det højeste jodtal i nærværende forsøg ca. 36 (tabel 6).

Tabel 13 Smagsbedømmelser i mælk ved rapsfodring, litteratur
Taste evaluations in milk in experiments with rapeseed products, literature

Type	Højeste tildeling kg ts/ko/dag	Bedømmelse	Reference
O-rapsfrø (Høj glucosinolat, lav erucasyre)	2,1	Smag af mælk straks og efter 1 døgn upåvirket.	Larsen et al., 1963
OO-rapsexpeller	0	10,1 og 10,2 for mælk (straks) og smør (14 dage).	Frederiksen et al., 1979
	1,2	10,1 og 9,6 for mælk og smør.	
	2,6	8,2 og 8,6 for mælk og smør.	
	4,6	8,8 og 7,9 for mælk og smør.	
OO- rapsfrø	1,3	Smag af mælk (straks og efter 5 døgn) samt af smør (14 og 28 døgn) upåvirket.	Hermansen et al., 1984.
OO-rapsskrå/frø	3,4	Smag af mælk (1 hhv. 3 døgn) ikke signifikant påvirket.	Emanuelson, 1989 og Emanuelson et al., 1993.
OO-rapsfrø/skrå	1,7	Smag af mælkeprodukter (skm. mælk og smør) ikke signifikant påvirket.	Everitt, 1991
OO-rapskager	6,0	Smag af mælk upåvirket ¹ .	Sørensen & Thulesen, 1991

¹ Utrænet smagspanel.

Anvendelse af produkter af dobbeltlave raps til ungtyre og til høns har i nogle undersøgelser givet anledning til afsmag i kød (Andersen et al., 1982; Andersen et al., 1984) og i æg (Goh et al., 1985). De smagsmæssige effekter på kødet er foreslået forårsaget af rapsprodukternes indhold af phenoliske cholinestre (herunder især sinapin) (Andersen et al., 1984), men det er ikke endelig afklaret. Afsmagen (fiskesmag) i æg, der især kommer til udtryk hos nogle af de høns, der lægger brunskallede æg, henføres også til rapsprodukternes indhold af sinapin. Det er hos høns vist, at sinapin i tarmen omdannes til trimethylamin, der har en stærk fiskelugt. Dette optages i vævene og oxideres i lever og nyrer til trimethylaminoxid, der er lugtløs. Hos nogle høns er aktiviteten af enzymet trimethylaminoxidase, som følge af en genetisk defekt, imidlertid stærkt nedsat, hvorved æggenes

indhold af trimethylamin forøges og giver afsmag. Det er endvidere vist, at goitrin hæmmer aktiviteten af trimethyloxidase (Goh et al., 1985). Med hensyn til sinapins betydning for smagsfejl kan der således være et samspil med såvel genotype som niveauet af goitrin.

Den tidligere fundne markante indflydelse på mælkens smag (Frederiksen et al., 1979) kan skyldes forskellige forhold (indhold af aromatiske glucosinolater, sinapin, goitrin, stærkt umættet mælkefedt), og det er ikke muligt at forklare, hvorfor resultaterne adskiller sig fra de her fundne. Det må imidlertid konstateres, at den dokumenterede smagspåvirkning ved de her anvendte rapstyper og -mængder med en samlet glucosinolatildeling på højst ca. 50 mmol pr. dag er lille og uden reel betydning, bl.a. fordi ændringen i smag ved henstand samtidig bliver mindre.

Tabel 14 Daglig tildeling af goitrogene stoffer, pr. ko daglig
Daily allowance of goitrogenic substances, per cow daily

Forsøgsbehandling <i>Treatment</i>	Aarhus Olie <i>RSC</i>		Scanola <i>RSC</i>		Kina <i>RSM</i>	
	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>	Lav <i>Low</i>	Høj <i>High</i>
Intakte glucosinolater, mmol	21	42	10	20	18	36
Progoitrin, mmol	12	24	6	11	9	18
Flygtige allyl-senneps- olier, mg ¹	235	470	151	302	428	856
Goitrin, mg ¹	1008	2016	551	1103	860	1720

¹ Målt efter tilsætning af myrosinase - *After addition of myrosinase.*

4.3 Mælkens syrningssevne

Med hensyn til mælkens syrningssevne, hvor der blev fundet en tendens til ringere syrningssevne med rapsfodringen, ser dette ikke ud til, at være et resultat af forøget koncentration af thiocyanat (tabel 12). Derimod er syrningssevnen tæt negativt korreleret med laktoseindholdet (der er upåvirket af rapstildelingen). Det gælder såvel som følge af variation i laktoseindhold mellem køer som indenfor køer. Da virkningen af rapsfodringen på syrningssevnen var lille og ikke signifikant, giver resultaterne ikke anledning til betænkeligheder m.h.t. mælkens syrningssevne ved de her anvendte mængder rapsprodukter.

4.4 Koens jodstofskifte

Ved glucosinolaternes nedbrydning eller metabolisme dannes bl.a. goitrin og isothiocyانات og/eller thiocyanat. Isothiocyانات/thiocyanat hæmmer optagelsen af jod i skjoldbruskkirtlen (Menzel, 1983; Tuori, 1992) primært gennem konkurrence. Samme forhold antages at gøre sig gældende for mælkekirtlen. Virkningen af thiocyanat/isothiocyانات på jodoptagelsen i skjoldbrusk- og mælkekirtel antages at kunne opvejes ved tilskud af jod i foderet.

Goitrin hæmmer aktiveringen af jod i forbindelse med skjoldbruskkirtlens dannelse af thyroxin. Denne virkning antages derimod ikke at kunne opvejes ved jodtilskud (Menzel, 1983).

I tabel 14 er den daglige tildeling af glucosinolater m.v. vist for de respektive forsøgsfodringer. Det fremgår, at der højst tildeltes ca. 42 mmol intakte glucosinolater og svarende til højst 850 mg flygtige allylsennepsolier og højst ca.

2000 mg goitrin. Vi fandt ved fodring med disse niveauer af glucosinolater en forøgelse af thiocyanatindholdet og en reduktion af jodindholdet i mælken. Derimod blev thyroxin (T₃ og T₄) koncentrationen i blodet ikke negativt påvirket, hvilket indikerer, at den tildelte jodmængde i vort forsøg har været tilstrækkelig til at sikre en "normal" funktion af skjoldbruskkirtlen.

Disse resultater afspejler det lave niveau af progoitrin i de undersøgte rapspartier og er generelt i overensstemmelse med den foreliggende litteratur. Således fandt Laarveld et al. (1981b), at skjoldbruskkirtlens funktion - målt ved TRH-test og koncentrationen af thyroxin - ikke var negativt påvirket hos malkekøer, der tildeltes mellem 50 og 100 mmol glucosinolater dagligt, og der samtidig blev suppleret med jod (0,8 ppm i foderet). Ved væsentlig højere glucosinolattildeling (200 mmol) med samme jodtilskud (Laarveld et al., 1981b) eller ved ca. 100 mmol uden jodtilskud (Papas et al., 1979) er derimod fundet en signifikant reduktion af thyroxinkoncentrationen.

For såvel mælkens indhold af thiocyanat som jod er det karakteristisk, at virkningen af rapstildeling ikke er additiv. I hovedforsøget, hvor der tildeltes fra 10 til 40 mmol intakte glucosinolater pr. ko daglig, var der således ikke stor forskel i mælkens indhold af jod og thiocyanat mellem de enkelte rapsbehandlinger, men meget stor forskel til kontrolfodringen uden glucosinolater. Tilsvarende er fundet af Emanuelson (1989) og Laarveld et al. (1981a). I det supplerende forsøg, hvor der tildeltes henholdsvis ca. 60 g og 120 mmol intakte glucosinolater pr. dag, sås ligeledes kun små forskelle i mælkens indhold af thiocyanat, mens

Tabel 15 Korrelation mellem parametre relateret til jodstofskiftet
Correlation between parameters related to iodine metabolism

Datasæt	Variabel	Thiocyanat <i>Thiocyanate</i>	T ₃ <i>T₃</i>	T ₄ <i>T₄</i>	Kg mælk <i>Kg of milk</i>
A: N = 48 simpel korr. på gennemsnitværdier for de enkelte køer	Jod i mælk	-0,75***	-0,03	0,20	-0,07
	Thiocyanat i mælk		-0,11	-0,22	-0,19
	T ₃ i blod			0,43**	-0,14
	T ₄ i blod				-0,32*
B: N = 36, som A men alene for rapshold	Jod i mælk	0,30	0,05	-0,07	-0,27
	Thiocyanat i mælk		-0,23	-0,09	-0,21
	T ₃ i blod			0,48**	-0,16
	T ₄ i blod				-0,35*
C: Beregnet på residual matricen efter multi- variate analyser på rapshold (gns. pr. ko)	Jod i mælk	0,66***	-0,06	-0,08	-0,32
	Thiocyanat i mælk		-0,24	-0,12	-0,43*
	T ₃ i blod			0,49**	-0,16
	T ₄ i blod				-0,25
D: Som C, men hvor multivariate analysen er gennemført på enkelte målinger pr. ko-gentagne målinger	Jod i mælk	0,09			

A: Simple correlations calculated on average values for cows.

B: As A but only for cows fed rape seed products.

C: Calculated on the residual matrices after model 2.

D: As C but calculated on single measures per cow (repeated measurements).

* P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001

jodindholdet blev stærkt negativt påvirket ved den høje tildeling. D.v.s. indenfor normale niveauer af glucosinolater i forbindelse med fodring med 00-rapsprodukter (<50 mmol pr. ko daglig) fås næsten den maximale virkning på thiocyanat og jod selv ved lille rapstildeling. Ved væsentlig højere tildeling af glucosinolater kan der dog fås en yderligere negativ virkning på jodindholdet.

Mælkens indhold af jod og thiocyanat var imidlertid også påvirket af rapstypen, idet Kinarapsen resulterede i det højeste indhold af thiocyanat, mens Aarhus Olie rapskagerne resulterede i det laveste jodindhold i mælken. Med henblik på at vurdere disse forskelle er i tabel 15 vist en oversigt over korrelationen mellem de målte parametre. Det fremgår, at mens der var en negativ korrelation mellem jod og thiocyanat i mælken på tværs af alle køer, er dette ikke tilfældet, når alene rapsholdene betragtes, hvor der også var betydelig variation i thiocyanatindholdet (figur 3). Der var endog en positiv korrelation for disse parametre

mellem køer indenfor samme hold. Det kan måske skyldes, at begge parametre tenderer til at være negativt korreleret med den daglige mælkeydelse. Også Emanuelson (1989) har vist, at koncentrationen øges gennem laktationen i takt med den faldende mælkeydelse. Det ser således ikke ud til, at det er en simpel konkurrence mellem jod og thiocyanat, der er afgørende for deres koncentration i mælken og det er på det foreliggende grundlag ikke muligt, at forklare forskellene i mælkens jod- og thiocyanatindhold ved de forskellige rapstyper.

Det ses endvidere af tabel 14, at T₃ som forventet er positivt korreleret med T₄ og at T₄ i plasma er svagt negativt korreleret til mælkeydelsen.

Der er ingen tvivl om, at jodsuppleringen i vor undersøgelse (0,8 ppm i tørstof) har været afgørende for, at mælkens jodindhold næsten har kunnet opretholdes på et normalt niveau. I andre undersøgelser, hvor der ikke er suppleret med jod,

har mælkens indhold været væsentlig lavere såvel absolut som i forhold til kontrolfodringen. Mens vi fandt en reduktion i forhold til standardperioden på ca. 20%, fandt Emanuelson (1989), Papas et al. (1978), Papas et al. (1979) en halvering af jodindholdet eller mere ved rapsfodring, når der ikke blev givet jodtilskud.

Med hensyn til jodstofskiftet må det sammenfattende konkluderes, at anvendelse af raps til malkekøer bør kombineres med et jodtilskud, således som angivet af Strudsholm et al. (1992) for goitrogene fodermidler. Under denne forudsætning påvirkes koens thyroxinproduktion ikke, ligesom mælkens jodindhold næsten kan opretholdes på normalt niveau.

4.5 Mælkens ernæringsmæssige værdi

Det kan ikke forventes, at der overføres intakte glucosinolater til mælk, men der kan udskilles nedbrydningsprodukterne goitrin og thiocyanat, som begge potentielt er goitrogene. Indholdet af thiocyanat (her højst 10 mg/l) ligger dog meget langt fra det niveau, der kan forventes at medføre symptomer på forstyrret skjoldbruskkirtel-funktion hos mennesket (200-400 mg/dag; Vilkkki et al., 1962).

I nærværende undersøgelse blev indholdet af goitrin ikke målt. Emanuelson et al. (1989) har gennemgået litteraturen på området og har undersøgt den goitrogene effekt hos rotter af mælk fra køer der optog ca. 50 mmol glucosinolater pr. dag. Forfatterne finder ingen indikation for at den mængde goitrin, der kan forekomme i mælk ved fodring med raps, kan være goitrogen for konsumenterne. Den maximale overførselsrate af goitrin anslås til 0,1% af den mængde, der opfodres til køerne, hvilket teoretisk kan give anledning til en koncentration i mælk på 0,1 ppm. Til sammenligning fandt Vilkkki et al. (1962) i human studier, at optagelsen skulle overstige 20 mg pr. dag før der kunne observeres en effekt på jodoptagelsen i skjoldbruskkirtlen. Samme forfatter fandt heller ingen hæmning af jodoptagelsen i skjoldbruskkirtlen ved indtagelse af mælk fra køer, der var fodret med forventet goitrogene fodermidler som kål og raps og anfører på grundlag heraf, at der ikke synes at være andre "ukendte" faktorer i en sådan mælk, der har goitrogen effekt.

De målte ændringer i mælkens sammensætning og rapsfodring i almindelighed kan således ikke forventes at have en negativ virkning på mælkens ernæringsmæssige værdi.

5 Konklusion

Forsøget har vist, at de anvendte rapstyper i en mængde på indtil 4,4 kg tørstof pr. ko daglig:

- ikke har medført ændringer i ydelsen af energikorrigeret mælk,
- at smagspåvirkninger af mælken er lille,
- at mælkens indhold af thiocyanat øges,
- at mælkens jod-indhold næsten har kunnet opretholdes på et normalt niveau ved et jodtilskud på 0,8 ppm i fodertørstof,
- at koens thyroxinstofskifte under disse forhold ikke er påvirket
- at ædelysten til ikke dobbeltlave rapsprodukter

er nedsat, selv om glucosinolatindholdet er reduceret ved varmebehandling.

Det må således konkluderes, at anvendelse af dobbeltlave rapsprodukter i en mængde på indtil 4,4 kg tørstof pr. ko daglig, ikke forventes at påvirke mælkeproduktionen eller mælkekvaliteten uacceptabelt.

Det kan dog ikke udelukkes, at raps med et højere indhold af aromatiske glucosinolater (4-hydroxy glucobrassicin) eller cholinestre (sinapin) og goitrin end i de anvendte rapspartier øger risikoen for smagsfejl i mælk.

Anerkendelser

Arbejdet er gennemført som led i udviklingsprojektet "Rapsprodukter til køer - som eneste proteintilskud", der gennemføres af Bioteknologisk Institut, Aarhus Oliefabrik, Scanola, Landbrugets Rådgivningscenter og Statens Husdyrbrugsforsøg og med støtte fra Jordbrugsdirektoratet. Disse samarbejdspartnere takkes for faglig og økonomisk støtte.

Mette Linnemann Pedersen og Erik Frimer har

forestået håndtering af mælkeprøverne og analyser af jod og thiocyanat samt bestemmelse af syringsevne. Inge Lise Sørensen og Hanne Møller Purup har udført thyroxinanalyserne. Manuskriptet er opsat af Jette Brixen. Mælkens fedtsyresammensætning er bestemt af Jens Oluf Andersen, Afd. for Dyrefysiologi og Biokemi. Smagsbedømmelserne er udført på Steins Laboratorium, Holstebro.

Litteratur

- Ahlin, K., Emanuelson, M. & Wiktorsson, H., 1994. Rapeseed products from double-low cultivars as feed for dairy cows. Effects of long-term feeding on thyroid function, fertility and animal health. *Acta Vet. Scand.* 35, 37-53.
- Andersen, H.R., Hansen, K., Andersen, B.B., Sørensen, S.E., Olsen, O. & Sørensen, H., 1982. Rapsskrå (Line) og skummetmælk i foderrationen til ungtyre. *Medd. nr. 419, Statens Husdyrbrugsforsøg*, 4 pp.
- Andersen, H.R., Varnum, P.S., Andersen, B.B., Klastrup, S., Sørensen, S.E., Sørensen, H. & Olsen, O., 1984. Dobbeltlav rapsskrå i kraftfoderblandinger til kalve og ungtyre. *Medd. nr. 565, Statens Husdyrbrugsforsøg*, 4 pp.
- DLG-Futterwerttabellen, 1973. Mineralstoffgehalte in Futtermitteln. *Arbeiten der DLG*, 62, 200 pp. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- Emanuelson, M., 1989. Rapeseed products of double low cultivars to dairy cows. Rapport 189, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management. 182 pp.
- Emanuelson, M., Ahlin, K.-Å. & Wiktorsson, H., 1993. Long-term feeding of rapeseed meal and full-fat rapeseed of double low cultivars to dairy cows. *Livestock Prod. Sci.* 33, 199-214.
- Everitt, B., 1991. Effect on milk quality and the suitability of different milk products after feeding different quantities of rape seed to dairy cows. Paper presented at EAAP 42nd Animal Meeting, Berlin, September 8-12. 7 pp.
- Frederiksen, J.H., Andersen, P.E., Mortensen, B.K. & Jensen, F., 1979. Erglu-rapsekspeller til malkekøer. *Medd. nr. 280 fra Statens Husdyrbrugsforsøg*.
- Goh, Y.K., Robblee, A.R. & Clandinin, D.R., 1985. Influence of glucosinolates and free oxazolidinethione in a laying diet containing a constant amount of sinapine on the thyroid size

- and hepatic trimethylamine oxidase activity of brown egg layers. *Can. J. Anim. Sci.* 65, 921-927.
- Hermansen, J.E., Østergaard, V., Jensen, F. & Lund, P., 1984. Foderfedt til malkekøer - mælkeydelse, sammensætning og kvalitet af mælk og smør. 3. Beretning fra fællesudvalget for Statens Mejeri- og Husdyrbrugsforsøg. København. 107 pp.
- Hill, R., 1991. Rapeseed meal in the diets of ruminants. *Nutrition abstracts and Reviews (Series B)* 61, 139-155.
- IDF, 1988. Code of practise for preservation of raw milk by lactoperoxidase system. *Bulletin* 234, app. III, Brussels, Belgium.
- Israelson, M., 1994. Analyse af rapsfrøskage/skrå for glucosinolater. Intern notat, Biotechnologisk Institut, Kolding. 18 pp.
- Jensen, S.K., Liu, Y-G & Eggum, B.O., 1994. The effect of heat treatment on glucosinolates and nutritional value of rapeseed meal in rats. *Anim. Feed Sci. Technol.* In press.
- Larsen, J.B., Klausen, S. & Agergaard, E., 1963. Forskellige mængder rapsfrø. Årbog Landøkonomisk Forsøgslaboratorium. 36-37.
- Laarveld, B., Brockman, R.P. & Christensen, D.A., 1981a. The effects of Tower and Midas rapeseed meals on milk production and concentrations of goitrogens and iodine in milk. *Can. J. Anim. Sci.* 61, 131-139.
- Laarveld, B., Brockman, R.P. & Christensen, D.A., 1981b. The goitrogenic potential of Tower and Midas rapeseed meal in dairy cows determined by thyrotropin-releasing hormone test. *Can. J. Anim. Sci.* 61, 141-149.
- Laarveld, B., Brockman, R.P. & Christensen, D.A., 1981c. The effects of the level of iodine in canola meal concentrate on milk iodine and thiocyanate content and thyroid function in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 61, 625-632.
- Liu, Y-G, Steg, A., Smits, B. & Tamminga, S., 1994a. Crambe meal: Removal of glucosinolates by heating with chemicals and by water extraction. *Anim. Feed Sci. Technol.* In press.
- Liu, Y-G, Zhou, M-Q & Liu, M-L, 1994b. A survey of nutrients and toxic factors in commercial rapeseed meal in China and evaluation of detoxification by water extraction. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 45, 257-270.
- Menzel, E., 1983. Untersuchungen über die schilddrüsenvergrößernde Wirkung Raps haltiger Rationen. Diss. Chr. Albrechts Univer. Kiel. 143 pp.
- Papas, A., Ingalls, J.R. & Campbell, L.D., 1979. Studies on the effects of rapeseed meal on thyroid status of cattle, glucosinolate and iodine content of milk and other parameters. *J. Nutr.* 109, 1129-1139.
- Papas, A., Ingalls, J.R. & Causfield, P., 1978. Effects of tower and 1821 rapeseed meals and tower gums on milk yield, milk composition and blood parameters of lactating dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 58, 671-679.
- Rulquin, H. & Hurtaud, C., 1994. Nutritional manipulations of protein content and protein fractions of milk. In: 45. Meeting EAAP, Edinburgh.
- SAS, 1985. SAS Users Guide: Statistics, Cary NC. SAS Institute.
- SAS, 1993. SAS Technical Report. P-243 SAS/STAT, Cary NC. SAS Institute.
- Stensig, T., Strudsholm, F., Nielsen, E.S., Weisbjerg, M.R., Kristensen, V.F., Andersen, H.R., Hermansen, J.E. & Møller, E., 1993. Beskrivelse af fodermidler. Karakteristika og anvendelse til kvæg. Rapport nr. 26, Landsudvalget for Kvæg, 259 pp.
- Strudsholm, F., Nielsen, E.S., Madsen, J., Foldager, J., Hermansen, J.E., Kristensen, V.F., Aaes, O. og Hvelplund, T., 1992. Danske fodernormer til kvæg. Rapport nr. 18, Landsudvalget for Kvæg. 50 pp.
- Strudsholm, F., Nielsen, E.S., Østergaard, P., Weisbjerg, M.R., Kristensen, V.F., Andersen,

- H.R., Hermansen, J.E. & Møller, E., 1993. Fodermiddeltabel. Sammensætning og foder-værdi af fodermidler til kvæg. Rapport nr. 28, Landsudvalget for Kvæg. 54 pp.
- Sørensen, O. & Thulesen, J., 1991. Scanola-raps-kager til malkekøer. Pointopgave. Institut for Husdyrbrug og Husdyrsundhed, KVL, Køben-havn. 59 pp.
- Tuori, M., 1992. Rapeseed meal as a supplemen-tary protein for dairy cows on grass silage based diets with the emphasis on the Nordic AAT-PBV feed protein evaluation system. Agric. Sci. Finl. 1, 367-439.
- Vilkki, P., Kreula, M. & Piironen, E., 1962. Studies on the goitrogenic influence of cow's milk on man. Ann. Acad. Sci. Fenn. Serie A II Chemica., 110, 1-13.
- Wemheuer, W., 1993. Beziehungen zwischen Jodbedarf/schilddrüsenstoffwechsel und frucht-barheitsproblemen bei milchkühen. Reprod. Dom. Anim. 28, 385-394.
- Zech, K., 1993. Auswirkungen von kraftfutteran-gaben mit hohem Anteil an Rapsextraktions-schrot (30%, OO-Raps) auf den Stoffwechsel und Fruchtbarkeit von milchkühen. Disserta-tion. Die Tierärztliche Hochschule, Hannover, 256 pp.

