

# 3 Koens fysiologiske status og indflydelse heraf på produktion og sundhed omkring kælvning afhængig af foderniveau og næringsstofforsyning

*Klaus Lønne Ingvartsen, Lisbeth Mogensen og Torben Larsen  
Danmarks JordbrugsForskning*

## 3.1 Indledning

EU-lovgivningen kræver, at økologiske køer fra august 2005 fodres med 100% økologisk produceret foder (Council for the European Union, 1999). Selvforsyning er ikke et regelkrav, men i tråd med det økologiske nærhedsprincip, dvs. at arbejde mest muligt i lukkede næringsstofkredsløb og dermed en fodring baseret på udelukkende hjemmeavlede fodermidler dyrket inden for bedriftens eget arealgrundlag. Det nuværende regelsæt har en minimumsgrænse for grovfodertildeling: 60% af tørstof i den daglige ration, dog 50% af tørstof til køer mindre end 3 måneder fra kælvning. I forbindelse med regelsættet er der imidlertid en række spørgsmål vedrørende dyrenes sundhed og produktion. På den baggrund er der gennemført forsøg med det formål at belyse produktion og metaboliske parametre for tre typer 100% økologiske rationer baseret på korn, rapsfrø og kløvergræs dyrket på et givent areal pr. ko. Resultaterne har delvist været publiceret tidligere (Mogensen et al., 2004).

## 3.2 Materiale og metoder

### Design og forsøgsdyr

Der er gennemført et 2 x 2(3) faktorielt studium i to kommercielle økologiske brug, der har løsdrift med spaltegulv og halmstrøede sengebåse. Der indgik i alt 174 køer af racen Dansk Holstein i den del af forsøget, der danner basis for produktionsresultaterne. På en subgruppe bestående af 66 køer i tidlig laktation blev der taget blod- og mælkeprøver til analyse af stofskiftestatus. Den ene faktor er gård (Gård 1 og Gård 2). Den anden faktor er foderationer – ration K (korn), R (rapskager) og R/K (rapsfrø/korn). Grovfoderet var en blanding af kløvergræssensilage, helsædsensilage og græspiller. Rationerne var baseret på, at de kunne dyrkes på samme areal pr. ko, når følgende produktion pr. ha blev antaget: 3.700 kg tørstof i korn, 5.800 kg tørstof i helsæd, 6.200 kg tørstof kløvergræs og 2.200 kg i rapsfrø.

Undersøgelsen blev gennemført i perioden fra november 2000 til april 2001. Alle dyr indgik i en to-ugers forperiode. Derefter gennemførtes

en otte-ugers forsøgsperiode, hvor produktionsdelen blev gennemført, mens stofskifteundersøgelsen inkluderede nykælvere over en sektsten-ugers periode.

### Fodring

I ration K blev grovfoderet suppleret med en byg- (Gård 1) eller kornblanding (Gård 2). I ration R, der kun blev gennemført på Gård 1,

blev grovfoderet suppleret med rapskager. I ration R/K blev kørerne tildelt en blanding bestående af 50% rapsfrø, 25% byg og 25% hvede. Suppleringsfoderet blev tildelt individuelt via kraftfoderautomater og fordelt over minimum seks daglige besøg i automaten. De forventede tildelinger af suppleringsfoder er præsenteret i tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Planlagt tildeling af suppleringsfoder i kg tørstof. I parentes er den forventede optagelse af FE anført

Foderration	Gård 1			Gård 2	
	K Korn	R Rapskager	R/K Rapsfrø/korn	K Korn	R/K Rapsfrø/korn
Korn	4,5 (5,0) <sup>A</sup>			4,3 (4,6) <sup>B</sup>	
Rapsfrø/korn			2,6 (4,0) <sup>C</sup>		2,6(4,0)
Raps kager		0,9 (1,1) <sup>D</sup>			

A: Byg.

B: 35% byg, 36% havre, 29% triticale (på vægtbasis).

C: 50% rapsfrø, 25% byg, 25% hvede (på vægtbasis).

D: 14% fedtsyrer.

På begge gårde blev alle køer tildelt grovfoder efter ædelyst. På Gård 1 bestod grovfoderet af 63% kløvergræsensilage, 19% byg- og ærtehelsædsensilage og 18% græspiller. På Gård 2 bestod grovfoderet af 20% græsensilage, 53% byg- og ærtehelsædsensilage og 27% græspiller. Grovfoderet blev blandet i en fuldfoder-vogn før tildeling.

For detaljeret oversigt over fodermidlernes kemiske sammensætning og foderværdi henvises til Mogensen et al. (2004).

### Registreringer

Optagelsen af suppleringsfoder blev dagligt registreret for hver enkelt ko. Optagelsen af grovfoder blev registreret for alle lakterende køer for en periode på 24 timer hver anden uge. Foderprøver blev udtaget af grovfoderet hver anden uge og analyseret for tørstof, aske,

råprotein, sukker, stivelse, træstof og *in vitro* fordøjelighed af organisk stof. AAT og PBV blev beregnet på basis af de kemiske analyser, som beskrevet af Madsen et al. (1995). Fordøjeligt protein, fordøjelige cellevægge og energiindholdet er beregnet jævnt før Strudsholm et al. (1997). Tabelværdier blev anvendt for korn, rapskager og rapsfrø.

Kørerne blev vejede og huldvurderet (Kristensen, 1986) ved forsøgets begyndelse og ved forsøgets afslutning. Mælkeydelsen blev registreret over et døgn hver anden uge, og der blev udtaget prøver til analyse af mælkens indhold af fedt, protein, urea og celletal. Alle sygdomstilfælde blev registreret i Kvægdata-basen.

Mælke- (fra højre bagkirtel) og blodprøver (fra halevenen) blev udtaget hver anden uge fra

alle køer, der var mindre end 12 uger fra kælving. På Gård 1 blev prøverne taget efter morgenmalkningen, mens prøverne på Gård 2 blev taget efter aftenmalkningen. Blodprøverne blev analyseret for glukose,  $\beta$ -hydroxybutyrat (BOHB) og frie fedtsyrer (NEFA) som beskrevet af Mashek et al. (2001).

### Statistiske metoder

Køer med mindst tre målinger på mælkeydelse eller blodanalyser blev inkluderet i forsøgsopgørelserne. De statistiske opgørelser for produktionsresultaterne er beskrevet i detaljer af Mogensen et al. (2004). Frie fedtsyrer var transformeret forud for de statistiske tests, men af hensyn til forståelsen er det utransformerede resultater, der er vist. Blodparametrene blev analyseret ved hjælp af en "random regression model", hvor følgende systematiske effekter og deres vekselvirkninger var inkluderet: gård, paritet, foderration (gård), laktationsuge.

## 3.3 Resultater

### Næringsstofoptagelse

Køernes aktuelle daglige foder- og næringsstofoptagelse fremgår af tabel 3.2. Køerne åd generelt det tildelte suppleringsfoder. Energi-optagelsen var ens for køer, der fik ration K og R/K, mens køer, der fik ration R, blev tildelt 1,7 FE mindre end køerne på ration K og R/K. I forhold til de danske normer (Strudsholm et al., 1999) var fedtsyreniveauet lavt på

ration K, mens det var højt på ration R. AAT-niveauet var under normen på rationerne K og R/K. Proteinniveauet var lavere på Gård 1 end på Gård 2.

### Mælkeydelse og mælkesammensætning

Mælkeydelsen og mælkens sammensætning fremgår af tabel 3.3. På Gård 1 var mælkeydelsen højere på hold R/K end på K og R, ligesom køer, der fik rapsprodukter i rationen, havde et højere ureaindhold i mælken. Der var en tendens til, at køer, der fik rapskager, havde et lavere fedtindhold i mælken. Modsat Gård 1 observeredes der på Gård 2 en tendens til højere EKM-ydelse på hold K sammenlignet med R/K. Denne forskel skyldes dog ikke forskel i mælkemængden, men derimod et noget lavere fedt- og proteinindhold i mælken på hold R/K sammenlignet med hold K.

På baggrund af responsforskellene på Gård 1 og 2 blev der gennemført yderligere analyser af vekselvirkningen mellem gård og ration, og resultaterne herfra er vist i tabel 3.4. Resultaterne viser, at årsagen til den højere mælkeydelse på ration R/K på Gård 1 er en 4,8 kg højere ydelse hos de ældre køer i tidlig laktation (de første 15 uger) på denne fodring sammenlignet med køer på kornrationen. Dette er modsat det, der er observeret på Gård 2, hvor ydelsen hos ældre køer fodret med ration R/K var 3,5 kg mindre end hos køerne fodret med kornrationen.

**Tabel 3.2** Køernes faktiske daglige foder- og næringsstofoptagelse

	Gård 1			Gård 2	
	K Korn	R Rapskager	R/K Rapsfrø/korn	K Korn	R/K Rapsfrø/korn
<b>Foderoptagelse/dag:</b>					
Kraftfoder, ts.	4,0	0,9	2,4	4,0	2,4
Grovfoder, ts.	15,4 <sup>A</sup>	17,3 <sup>A</sup>	16,3 <sup>A</sup>	16,6 <sup>B</sup>	17,1 <sup>B</sup>
Tørstof, kg <sup>C</sup>	19,4	18,2	18,7	20,5	19,5
FE	17,8	16,1	17,8	17,2	17,1
<b>Indhold pr. FE, g:</b>					
Fedtsyrer	20	27	46	22	48
Stivelse	177	53	88	216	136
Sukker	41	50	44	59	60
AAT	87	90	81	91	83
PBV	1	21	19	27	43
Råprotein	159	181	163	191	193
Fordøjelige cellevægge	434	520	448	378	385

A: 63% kløvergræsensilage, 19% byg og ærtehelsæd og 18% græspiller (procent af kg ts)

B: 20% kløvergræsensilage, 53% byg og ærtehelsæd og 27% græspiller (procent af kg ts)

C: Grovfoderoptagelsen blev beregnet ved hjælp af det danske fyldesystem

**Tabel 3.3** Mælkeydelse og mælkens sammensætning afhængig af rationstype analyseret inden for gård (mindste kvadraters estimat ± middelfejl)

	Gård 1				Gård 2		
	K Korn	R Raps- kager	R/K Rapsfrø/ korn	P- værdi	K Korn	R/K Rapsfrø/ korn	P- værdi
Antal køer	29	27	32		44	42	
DIL <sup>1)</sup>	128	132	120		91	88	
EKM, kg	24,0 ± 0,6 <sup>ab</sup>	23,4 ± 0,6 <sup>a</sup>	25,3 ± 0,5 <sup>b</sup>	0,05	26,5 ± 0,5	25,1 ± 0,5	0,07
Mælk, kg	24,4 ± 0,7 <sup>a</sup>	24,3 ± 0,7 <sup>a</sup>	26,5 ± 0,6 <sup>b</sup>	0,03	26,6 ± 0,6	26,4 ± 0,6	0,87
Fedt, g	1003 ± 28	941 ± 30	1033 ± 27	0,07	1090 ± 25 <sup>a</sup>	998 ± 26 <sup>b</sup>	0,01
Fedt, %	4,13 ± 0,1	3,96 ± 0,1	3,95 ± 0,1	0,29	4,14 ± 0,09 <sup>a</sup>	3,76 ± 0,09 <sup>b</sup>	0,003
Protein, g	760 ± 19	740 ± 20	793 ± 18	0,13	861 ± 16	824 ± 17	0,12
Protein, %	3,13 ± 0,04	3,10 ± 0,04	3,03 ± 0,04	0,2	3,27 ± 0,04 <sup>a</sup>	3,11 ± 0,04 <sup>b</sup>	0,005
Ln(SCC)	4,78 ± 0,16	4,81 ± 0,17	4,86 ± 0,15	0,93	4,45 ± 0,15	4,60 ± 0,16	0,49
Urea, mM	3,10 ± 0,06 <sup>a</sup>	3,52 ± 0,06 <sup>b</sup>	3,43 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,0001	3,62 ± 0,07 <sup>a</sup>	4,06 ± 0,07 <sup>b</sup>	0,0001

Forskelligt bogstav inden for gård og række viser et signifikansniveau på 0,05.

1) Dage i laktationen, gennemsnit af forsøgsperioden.

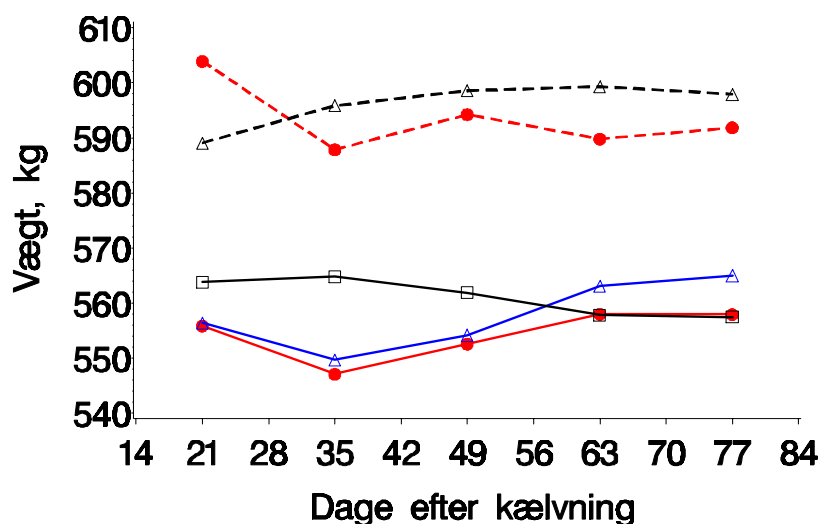
**Tabel 3.4** Forskelle mellem ration rapsfrø/korn (R/K) og ration korn (K) for køer i tidlig eller sen laktation og køer i første laktation eller ældre køer (positiv hvis R/K > K)

Laktations- stadium	Gård 1		Gård 2	
	Tidlig	Sen	Tidlig	Sen
<b>1. laktation</b>				
Antal køer	9	9	19	19
kg EKM	0	1,5	-0,5	-1,2
kg mælk	1,2	1,7	0,6	-0,1
fedt, %	-0,34	-0,19	-0,34	-0,37
protein, %	-0,05	-0,07	-0,1	-0,21
<b>≥2. laktation</b>				
Antal køer	23	21	24	24
kg EKM	4,5	0,2	-3,9	-0,1
kg mælk	4,8	1,7	-3,5	1,9
fedt, %	0,06	-0,31	-0,14	-0,62
protein, %	-0,03	-0,25	0,02	-0,31

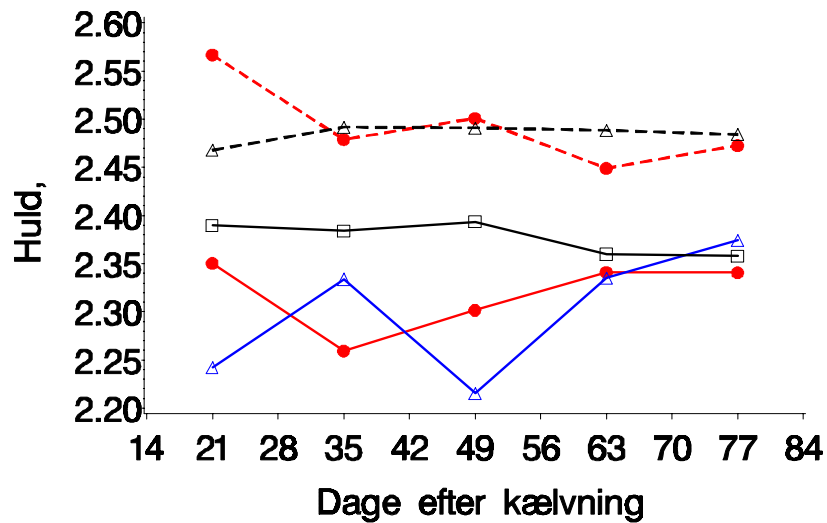
### Huld og vægt

Der blev ikke fundet forskelle i vægt og huld som følge af de forskellige rationer ved analyse på tværs af alle køer i forsøget. Da sygdomsincidensen er højest omkring kælvning

og i tidlig laktation, er der gennemført analyse på køerne i tidlig laktation. I figur 3.1 og 3.2 er vægt og huld for køer afhængig af gård og foderration vist.



**Figur 3.1** Vægten hos køerne i tidlig laktation afhængig af gård og foderration. Gård 1: ———; Gård 2: - - - - -; Korn (K): ●; Rapskager (R): □; Rapsfrø/korn (R/K): Δ

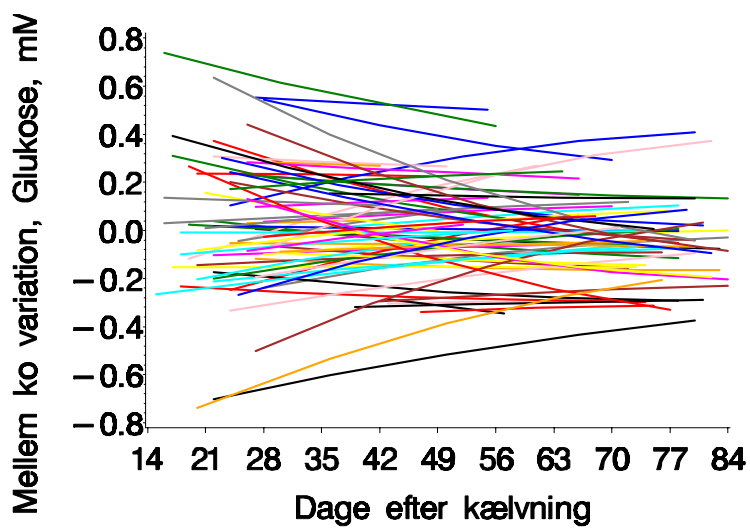
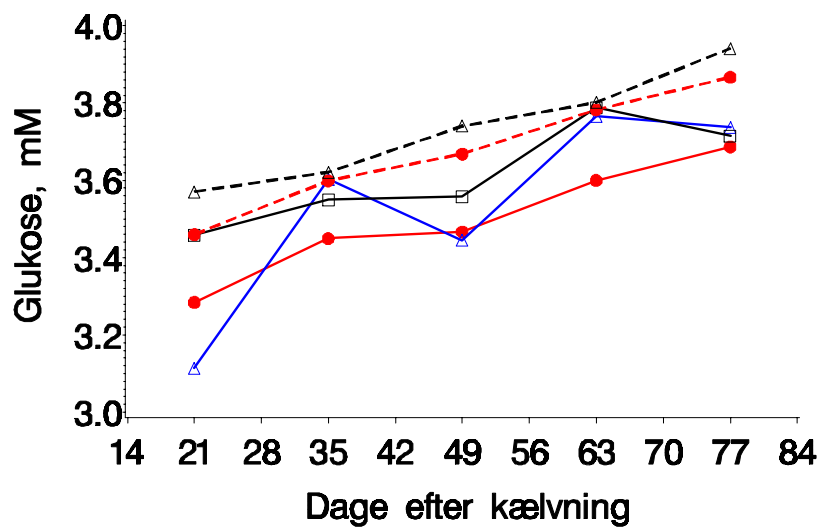


**Figur 3.2** Huld hos køerne i tidlig laktation afhængig af gård og foderration. Gård 1: ———; Gård 2: - - - - -; Korn (K): ●; Rapskager (R): □; Rapsfrø/korn (R/K): Δ

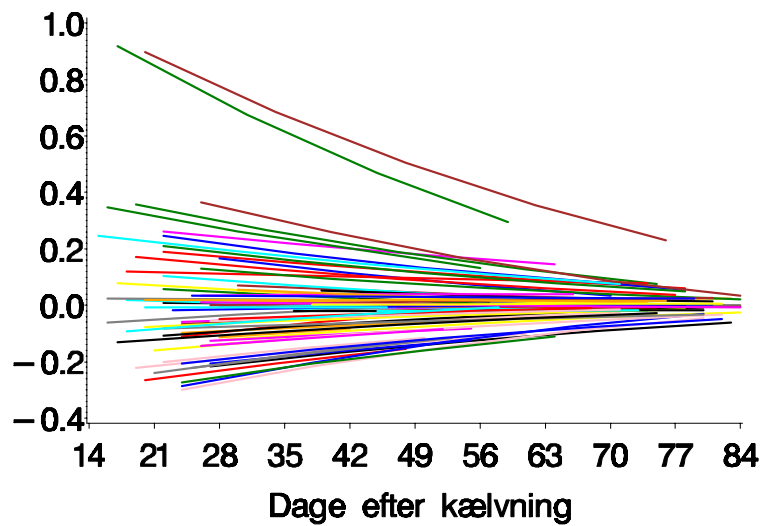
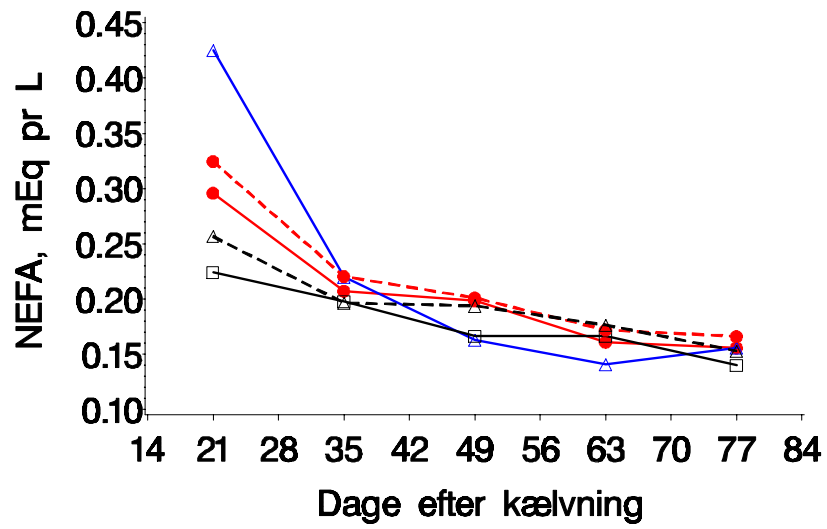
Køerne på Gård 2 var tungere ( $P < 0,01$ ) end på Gård 1, men der var ikke signifikante forskelle som følge af fodringen. Et tilsvarende billede viser sig for huld, men ingen af forskellene er signifikante. Dog skal det bemærkes, at huldverdierne generelt var lave – især på Gård 1.

### Metabolitter

Koncentrationen af glukose,  $\beta$ -hydroxybutyrat (BOHB) og frie fedtsyrer (NEFA) i plasmaet fremgår af figur 3.3, 3.4 og 3.5. Det er her valgt at vise koncentrationerne på tværs af paritet, selv om der er fundet forskelle mellem første laktation og ældre køer gennem den studerede periode.

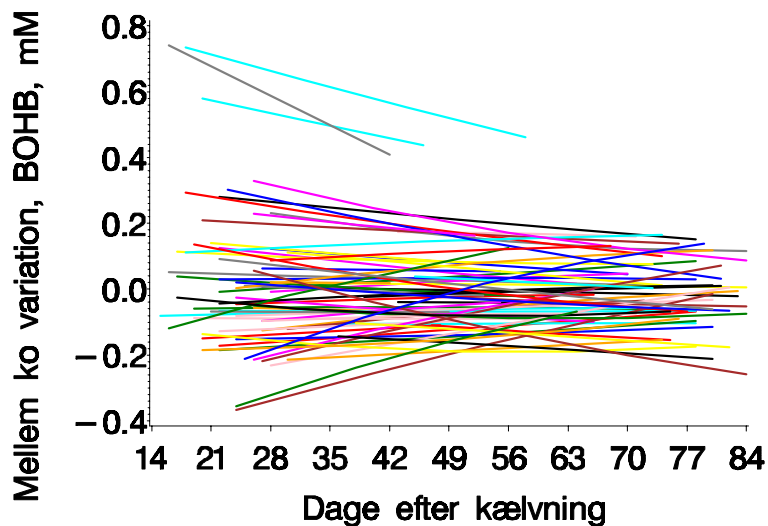
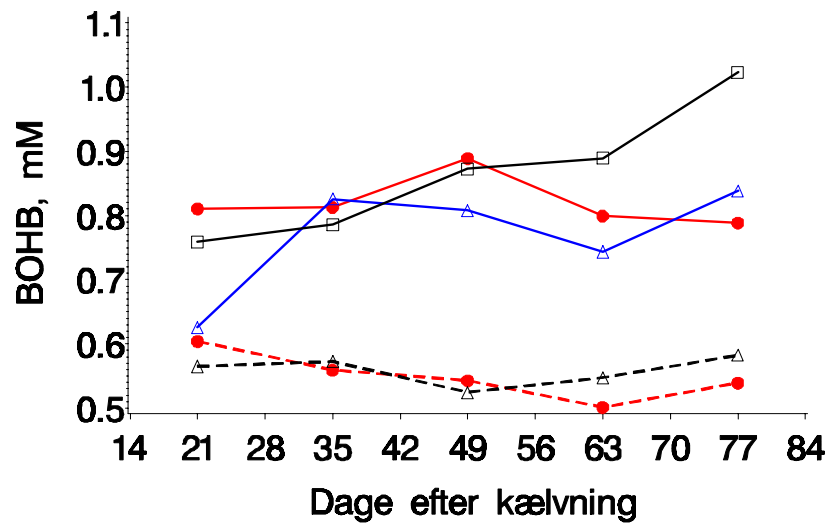


**Figur 3.3** Koncentration af og variation mellem køer i glukose i plasma hos køerne i tidlig laktation afhængig af gård og foderration. Gård 1: —; Gård 2: -----; Korn (K): ●; Rapskager (R): □; Rapsfrø/korn (R/K): Δ



**Figur 3.4** Koncentration af og variation i frie fedtsyrer (NEFA) i plasma hos køerne i tidlig laktation afhængig af gård og foderration. Gård 1: ———; Gård 2: - - - - -; Korn (K): ●; Rapskager (R): □; Rapsfrø/korn (R/K): Δ





**Figur 3.5** Koncentration af og variation i  $\beta$ -hydroxybutyrat (BOHB) i plasma hos køerne i tidlig laktation afhængig af gård og fodration. Gård 1: ———; Gård 2: - - - - -; Korn (K): ●; Rapskager (R): □; Rapsfrø/korn (R/K): Δ

Glukosekoncentrationen var højere på Gård 2 end på Gård 1 ( $3,70 \pm 0,03$  versus  $3,55 \pm 0,04$  mM;  $P < 0,01$ ), og der var en signifikant ( $P < 0,01$ ) stigning i koncentrationen gennem perioden. Derimod var der ingen forskel afhængig af fodringen. Den gennemsnitlige koncentration var generelt høj, og på basis af figur 3.3 ses, at kun få køer havde en glukosekoncentration mindre end 3 mM.

NEFA-koncentrationen faldt signifikant ( $P < 0,001$ ) især tidligt i laktationen, hvor der ingen forskel var afhængig af gård eller fodring. Den gennemsnitlige koncentration var generelt lav, og på basis af figur 3.4 ses, at kun få køer havde en NEFA-koncentration større end 0,8 mEq/L.

BOHB-koncentrationen var højere på Gård 1 sammenlignet med Gård 2 ( $0,82 \pm 0,03$  versus  $0,55 \pm 0,02$  mM;  $P < 0,01$ ). Derimod var der ingen forskel afhængig af fodringen. Den gennemsnitlige koncentration var generelt lav, og på basis af figur 3.5 ses, at kun få køer havde en BOHB-koncentration større end 1,1 mM.

### 3.4 Diskussion

#### Fodring med rapsfrø og korn sammenlignet med korn

Intentionen med at erstatte en del af kornet i fodrationen med rapsfrø var at tilføre fedtsyrer, idet fedt har en positiv effekt på mælkeydelsen som følge af, at *de novo* mælkefedtsyntesen er nedsat og delvist erstattet af fedtsyrer fra foderet (Østergaard et al., 1981, Hermansen & Østergaard, 1988; Sutton and Morant, 1989; Schingoethe & Casper, 1991). Gennemsnitligt blev der ikke fundet forskelle i mælkeydelsen mellem kørerne, der blev suppleret med korn, og kørerne, der blev suppleret med blandingen af rapsfrø og korn. Imidlertid sås betydelige forskelle i responsen på blandingen af rapsfrø og korn på de to gårde. Den forskellige respons kan skyldes forskelle i kørernes energistatus, laktationsstadiet og rationens sammensætning (Østergaard et al., 1981; Sutton & Morant, 1989; Khorasani & Kennelly, 1998), og her er det sandsynligvis forskelle i grovfoderkvalitet og sammensætning, der giver udslag i forskellig respons på øget fedtsyretilførelse. Andelen af helsædsensilage var højere, og den gennemsnitlige *in vitro* fordøjelighed af grovfoderet lavere (72% versus 77%) på Gård 2, hvor der ikke var ydelsesrespons af øget fedttilførelse.

Analyserne på tværs af gårde viste, at en øget forsyning med fedtsyrer resulterede i samme proteinydelse, men en tendens til reduceret proteinindhold i mælken, hvilket er i overens-

stemmelse med tidligere studier (Chilliard, 1993; Wu & Huber, 1994). Resultaterne viser dog, at den hæmmende effekt af fedtsyrer på mælkens proteinindhold er større i midt og senlaktation sammenlignet med tidlig laktation, hvilket er i overensstemmelse med Bayourthe et al. (2000).

En tilsvarende analyse for mælkefedt viste, at en øget forsyning med fedtsyrer resulterede i samme fedtydelse, men en tendens til reduceret fedtindhold i mælken. Dette er i overensstemmelse med tidligere danske studier (Hermansen & Østergaard, 1988, Hermansen et al., 1995). Chilliard et al. (1993) har konkluderet, at vegetabilsk fedt reducerer mælkens fedtindhold, mens andre fedtkilder giver varierende respons. At tildeling af fedt kan resultere i både en øgning og en reduktion af mælkens fedtindhold kan skyldes balancen mellem reduktion i *de novo* syntesen af kort- og mellem-lange fedtsyrer og graden af inkorporering af eksogene fedtsyrer i mælkefedtet (Sutton & Morant, 1989).

#### Fodring med rapskager sammenlignet med korn

Køer, der blev tildelt rapskager, havde sammenlignet med kørerne, der blev tildelt byg som suppleringsfoder, en lavere daglig (estimeret 1,7 FE) energioptagelse, men optog dagligt 81 g fedtsyrer mere og 100 g AAT mindre. Den gunstige effekt af en øget fedtsyreoptagelse er modvirket af den lavere energi- og AAT-optagelse, der forventes at hæmme mælkeproduktionen.

#### Stofskifteparametre og køer i fysiologisk ubalance

Generelt var stofskifteparametrene påvirket af gård, paritet og tidspunkt i laktationen. På Gård 2, der havde en større andel sukker og stivelse i rationen, havde kørerne højere glukose og lavere BOHB-koncentrationer i plasmaet, mens der ikke var forskelle i NEFA kon-

centrationerne. Glukosekoncentrationen hos køerne i forsøget var dog generelt høj, idet gruppegennemsnittene på nær et enkelt var på 3,3 mM og derover. Kun få køer havde glukosekoncentrationer under 3,0 mM, hvilket antyder, at kun få var i risiko for at være i fysiologisk ubalance (Ingvarstsen, 2004). NEFA, der er et mål for frigørelsen af frie fedtsyrer fra fedtdepoterne, var ligeledes lav, og kun få køer havde NEFA-koncentrationer over 0,8 mEq/L. De lave NEFA-koncentrationer kan givetvis tilskrives køernes lave fedningsgrad, der mindsker mobiliseringen (Ingvarstsen et al., 2003a) og sikrer en god appetit (Ingvarstsen & Andersen, 2000). BOHB-koncentrationen var ligeledes relativt lav – især på Gård 2. På Gård 1 havde kun få køer BOHB koncentrationer over 1,1 mM, mens kun få køer havde BOHB-koncentrationer over 0,9 mM. Disse resultater viser, at kun ganske få køer havde subklinisk ketose, der ofte defineres ved BOHB-koncentrationer på over 1,4 mM (Ingvarstsen et al., 2003b; Ingvarstsen, 2004) . Det gennemførte fodringsforsøg tyder således ikke på, at de anvendte foderrationer skulle øge risikoen for, at køer kommer i fysiologisk ubalance og dermed får en øget risiko for udvikling af sygdomme. De gunstige resultater tilskrives dog især, at dyrenes huld var ideel, og at kvaliteten af det tilgængelige grovfoder generelt var høj.

### 3.5 Konklusion

På baggrund af forsøget konkluderes følgende vedrørende produktion:

### 3.6 Litteratur

Bayourthe, C., Enjalbert, F., Moncoulon, R., 2000. Effects of different forms of canola oil fatty acids plus canola meal on milk composition and physical properties of butter. *J. Dairy Sci.* 83, 690-696.

Chilliard, Y., 1993. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: a review. *J. Dairy Sci.* 76, 3897-3931.

- Supplement af rapskager (1,1 FE) i stedet for korn (4,3 FE) påvirker ikke ydelse og mælkens sammensætning signifikant.
- Øget forsyning af fedtsyrer tenderer mod at reducere mælkens protein- og fedtindhold.
- Supplement af rapsfrø/korn (3,7 FE) sammenlignet med korn (4,3 FE) påvirker ikke ydelsen, men:
- Der synes at være en besætning x paritet x laktationsstadieeffekt, der sandsynligvis er relateret til grovfodertype.

Vedrørende stofskifteparametre og fysiologisk ubalance konkluderes følgende:

- Stofskifteparametrene påvirkes generelt af gård, paritet og afstand fra kælvning.
- Glukoseniveauet var ikke påvirket af forskelligt suppleringsfoder og lå generelt på et relativt højt niveau.
- De forskellige foderrationer har ikke påvirket mobiliseringen udtrykt ved NEFA-koncentrationen i plasmaet.
- Den relativt ringe mobilisering tilskrives lave huldverdier.
- BOHB var ikke påvirket af behandlingerne, og niveauet var relativt lavt - kun et par køer synes at have haft subklinisk ketose.
- De gennemførte fodringer har ikke bragt køer i fysiologisk ubalance eller øget risikoen for ketose i de to besætninger.

- Council for the European Union, 1999. Ordinance No 1804/1999 of July 1999. Supplementing Regulation (EEC) No 2092/91. Official Journal of the European Union L 222, 1-28.
- Hermansen, J.E., Aaes, O., Ostersen, S., Vestergaard, M., 1995. Rapsprodukter til malkekøer - mælkeydelse og mælkekvalitet. Forskningsrapport nr. 29, Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum, pp. 1-31.
- Hermansen, J.E., Østergaard, V., 1988. Oil seed as dietary fat supplement for dairy cows - rapeseed, soyabeans, linseed. Beretning nr. 636, Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum, pp. 1-44.
- Ingvartsen, K.L., 2004. Metabolic profiles in dairy cows - a tool in dairy cow risk management. In: Proc. Cattle Consultancy Days 2004, Annual Conference for Bovine Veterinary Practitioners and Production Consultants, Nyborg, Denmark, 23-31.
- Ingvartsen, K.L., Andersen, J.B., 2000. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. *J. Dairy Sci.* 83, 1573-1597.
- Ingvartsen, K.L., Dewhurst, R.J., Friggens, N.C., 2003a. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livest. Prod. Sci.* 73, 277-308.
- Ingvartsen, K.L., Houe, H., Nørgaard, P., 2003b. Forebyggelse af fodringsbetingede sygdomme hos malkekøer. DJF rapport, Husdyrbrug nr. 54. Kvægets ernæring og fysiologi, Bind 2 - Fodring og produktion, Danmarks JordbrugsForskning, pp. 227-294.
- Khorasani, G.R., Kennelly, J.J., 1998. Effect of added dietary fat on performance, rumen characteristics, and plasma metabolites of midlactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81, 2459-2468.
- Kristensen, T., 1986. Method for estimation of body condition of dairy cows. Beretning no. 615., Statens Husdyrbrugsforsøg, pp. 59-75.
- Madsen, J., Hvelplund, T., Weisbjerg, M.R., Bertilsson, J., Olsson, I., Spörndly, R., Harstad, O.M., Volden, H., Tuori, M., Varvikko, T., Huhtanen, P., Olafsson, B.L., 1995. 1995. The AAT/PBV protein evaluation system for ruminants. A revision. *The Norwegian Journal of Agricultural Sciences* 19, 1-37.
- Mashek, D.G., Ingvartsen, K.L., Andersen, J.B., Vestergaard, M., Larsen, T., 2001. Effects of a four-day hyperinsulinemic-euglycemic clamp in early and mid-lactation dairy cows on plasma concentrations of metabolites, hormones, and binding proteins. *Dom. Anim. Endoc.* 21, 169-185.
- Mogensen, L., Ingvartsen, K.L., Kristensen, T., Seested, S., Thamsborg, S.M., 2004. Organic dairy production based on rapeseed, rapeseed cake or cereals as supplement to silage ad libitum. *Acta Agric. Scand. , Sect. A, Anim. Sci.* 54, 81-93.
- Schingoethe, D.J., Casper, D.P., 1991. Total lactational response to added fat during early lactation. *J. Dairy Sci.* 74, 2617-2622.
- Strudsholm, F., Aaes, O., Madsen, J., Kristensen, V.F., Andersen, H.R., Kristensen, V.F., Hvelplund, T., Østergaard, S., 1999. Danske fodernormer til kvæg. Rapport 84, Landsudvalget for kvæg, Skejby, Denmark, pp. 1-47.

- Strudsholm, F., Nielsen, E.S., Flye, J.C., Kjeldsen, A.M., Weisbjerg, M.R., Søgaard, K., Kristensen, V.F., Hvelplund, T., Hermansen, J.E., 1997. Fodermiddeltabel 1997. Landsudvalget for Kvæg, Skejby, Denmark, pp. 1-53.
- Sutton, J.D., Morant, S.V., 1989. A review of the potential of nutrition to modify milk-fat and protein. *Livest. Prod. Sci.* 23, 219-237.
- Wu, Z., Huber, J.T., 1994. Relationship between dietary-fat supplementation and milk protein-concentration in lactating cows - a review. *Livest. Prod. Sci.* 39, 141-155.
- Østergaard, V., Danfær, A., Daugaard, J., Hindhede, J., Thysen, I., 1981. Foderfedtets indflydelse på malkekøernes produktion. Beretning 508, Statens Husdyrbrugsforsøg, pp. 1-140.

