

# 475. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg

---

C. C. Krohn og Preben E. Andersen  
Afd. for forsøg med kvæg og får

## **Forskellig energi- og protein- mængde til malkekøer i tidlig laktation**

Different level of energy and protein  
to dairy cows in early lactation

With English summary and subtitles



---

I kommission hos Landhusholdningsselskabet forlag,  
Rolighedsvej 26, 1958 København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1978



## F O R O R D

Tilrettelæggelsen af malkekøernes fodring i den første del af laktationen har en afgørende betydning for, at der opnås en høj mælkeproduktion. Dette gælder både energi- og proteinforsyningen i foderrationen. Ved en optimering af disse 2 faktorer er det også væsentligt, at der tages hensyn til køernes evne til at mobilisere energi og protein fra kropsreserverne. Vekselvirkningen mellem disse faktorer må også tages i betragtning.

Denne problematik var baggrunden for planlægning og udførelse af 2 forsøgsserier med varierende energi- og proteinniveau til malkekøer i den første del af laktationen.

Forsøgene er planlagt af forsøgsleder P.E. Andersen og videnskabelig assistent M. Stendal. Forsøgsleder S. Klausen og videnskabelig assistent E. Agergaard har haft det daglige tilsyn med forsøget, og forsøgsdyrenes pasning er udført af forsøgsteknikerne K. Thorsen og G. Hansen. Kontrol og revision af talmaterialet er foretaget af forsøgstekniker W. Hartel. Dataregistrering og databehandling er foretaget på NEUCC, Lyngby, af forsøgstekniker K. Gregersen.

Beretningen er udarbejdet af videnskabelig assistent, lic.agro Chr. Krohn og forsøgsleder P.E. Andersen. Manuskriptet er renskrevet af assistent Jytte Dalfoss.

Forsøgene er udført på Statens forsøgsgårde Trollesminde og Favrholt samt statsfængslet Renbæk.

De kemiske analyser af fodermidler er udført på Statens Husdyrbrugsforsøgs afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi.

København, september 1978.

A. Neimann-Sørensen



INDHOLDSFORTEGNELSE

	SIDE
1. INDLEDNING .....	7
2. MATERIALER OG METODER .....	12
2.1. Energi- og proteinniveau - Trollesminde-forsøgene .....	15
2.1.1. Forsøgsplan .....	15
2.1.2. Forsøgskøer .....	16
2.1.3. Fodring .....	17
2.1.4. Vejninger .....	18
2.2. Varierende proteintildeling - Renbæk .....	19
2.2.1. Forsøgsplan .....	19
2.2.2. Forsøgskøer og -fodring .....	19
2.2.3. Vejninger .....	20
3. STATISTISKE METODER .....	20
4. RESULTATER .....	21
4.1. Trollesminde .....	21
4.1.1. Foder og foderoptagelse .....	21
4.1.2. Mælkeydelse .....	22
4.1.3. Mælkens fedtprocent .....	26
4.1.4. Mælkens proteinprocent .....	27
4.1.5. 4% mælk .....	27
4.1.6. Køernes tilvækst .....	28
4.1.7. Køernes reproduktion .....	32
4.2. Renbæk .....	34
4.2.1. Foderoptagelse og foderforbrug .....	34
4.2.2. Mælkeproduktion .....	36
4.2.3. Køernes tilvækst .....	37
5. DISKUSSION .....	38
5.1. Energiniveauets indflydelse på mælkeproduktionen .....	38
5.2. Proteinnæmngdens indflydelse på mælkeproduktionen .....	43
5.2.1. Indledning .....	43

	SIDE
5.2.2. Optimering af proteinniveauet .....	44
Resultaterne fra alle forsøgskøerne .....	84
Vekselvirkning mellem energi- og proteinniveau til mælkeproduktion .....	52
6. SAMMENDRAG OG KONKLUSION .....	58
7. SUMMARY .....	61
8. LITTERATUR .....	64
9. HOVEDTABELLER .....	67

FORSKELLIG ENERGI- OG PROTEINMÆNGDE TIL MALKEKØER  
I TIDLIG LAKTATION.

1

INDLEDNING

I den første del af laktationen, hvor køernes ydelse generelt er høj, vil de alle have et stort energibehov. Foderoptagelsen er i samme periode endnu ikke maksimal, og køerne vil være i negativ energibalance. Energiforbruget til en høj mælkeydelse må i denne periode dels skulle dækkes via det tildelte foder og dels gennem en mobilisering af energi fra kropsreserver.

Dette er søgt anskueliggjort i figur 1. Den viser sammenhængen mellem laktationsstadiet, ydelse, koens foderoptagelse og de vægtændringer, som sker i de første 24 uger af laktationen hos en højtydende ko.

Energibalancen er i figuren skitseret til at indtræffe omkring 8 uger efter kælvningen. Det er dog ikke et fast tidspunkt, men det vil være afhængig af koens kapacitet, såvel med hensyn til dens foderoptagelse (energiniveau) som dens mælkeydelse. For køer med samme foderoptagelse vil balancepunktet for den meget højtydende ko indtræffe senere end for en ko, der er knapt så højtydende. Et interval på 6-10 uger for dette tidspunkt er ofte iagttaget.

Koen med den meget store mælkeydelse må derfor mobilisere en betydelig energimængde fra kropsreserverne, såfremt mælkeydelsen skal opretholdes. Det er ikke ualmindeligt, at højtydende køer, der yder 30-40 kg mælk, kan tabe 60-80 kg legemsvægt i løbet af de første 8-10 uger efter kælvning. (Moe et Flatt, 1969).

Fysiologiske undersøgelser viser, at foderets indhold af omsættelig energi kan udnyttes med 60-65%, når det bruges direkte til mælkeproduktion, mens det udnyttes med 50-60%, når energien først skal deponeres i kropsreserven og derefter mobiliseres til en produktion af mælk (tabel 1).

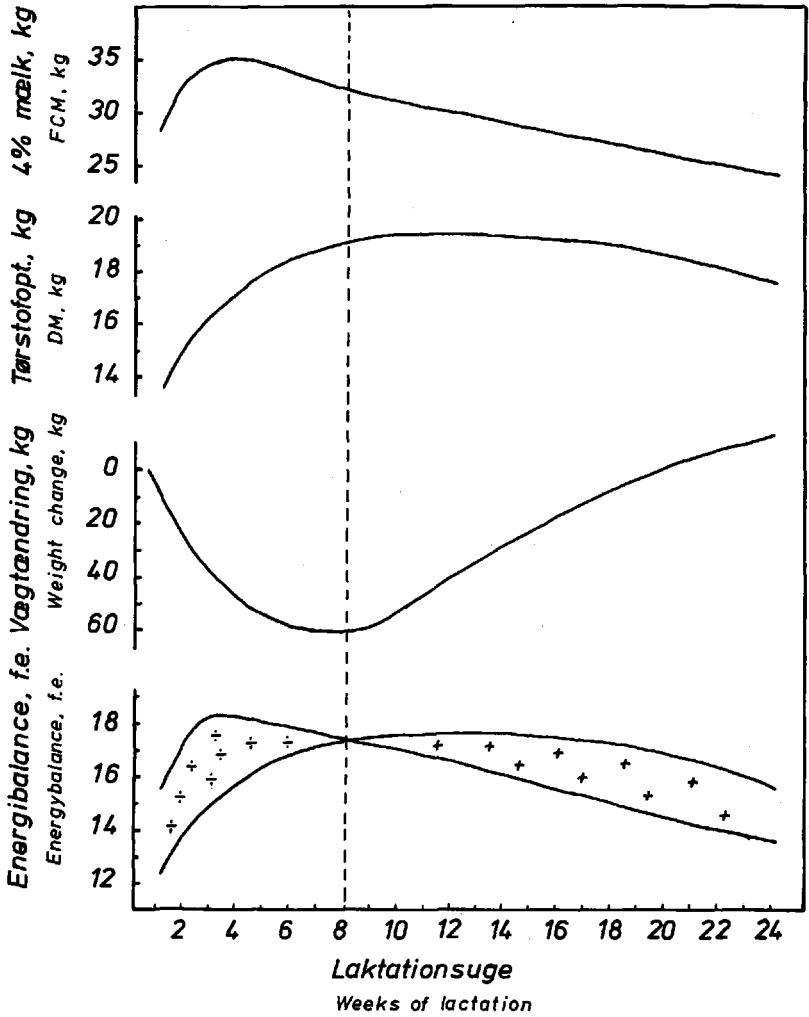


Fig. 1. Schematiseret sammenhæng mellem mælkeydelse, foderoptagelse og vægtændring samt energibalace hos højtydende køer.  
Schematic relationship between milk yield, feed intake and weight change and energy balance with highyielding cows.



Tabel 1. Energiudnyttelse hos malkekøer.

Table 1. Utilization of ME by dairy cows.

	<u>Moe et al.</u> 1971	<u>van Es</u> 1976
Udnyttelse direkte til mælkeproduktion (1)	64	60
Udnyttelse ved mobilisering af depotfedt (2)	82	80
Udnyttelse ved deponering af depotfedt sidst i lakt. (3)	75	60
Udnyttelse ved deponering af depotfedt i goldperioden (4)	58	-
Udnyttelse til mælkeproduktion ved deponering + mobilisering (deponering sidst i laktationen (3) x (2))	62	48
(deponering i goldperioden (4) x (2))	48	-

En udnyttelse af kropsserververne til mælkeproduktionen er vanskelig at undgå for den højtydende ko. Energiniveauet må dog planlægges ved en strategi, som forudsætter et relativt højt niveau, således at reetablering kan foregå i den sidste del af laktationen. Energiudnyttelsen ved deponering af fedt i goldperioden er 10-15% dårligere end ved deponering sidst i laktationsperioden.

Hertil kommer, at en meget stor mobilisering af kropsfedt kan øge risikoen for stofskiftesygdommen ketose, som giver problemer i form af nedsat ædelyst, nedsat frugtbarhed, lavt fedtindhold i mælk m.v. (King 1968, Kronfeld 1970).

Selv om koen først i laktationen er i besiddelse af en stor energitødpude, som relativt let kan mobiliseres, hvis energioptagelsen er mindre end energiforbruget (underfodring), viser en del forsøg, at en forøget energioptagelse trods alt har en stimulerende effekt på mælkeproduktionen. Således fandt Akinyele og Spahr (1975) i perioden 1.-8. laktationsuge en stigning i ydelsen fra 23.6 kg mælk til 25.9 kg ved at øge energitilførslen fra middel til højt energiniveau. McCoffree og Merrill (1968) hævdede i gennemsnit for perioden 1.-18. laktationsuge ydelsen fra 22.0 kg mælk til 27.5 kg i et forsøg, hvor der blev givet henholdsvis 7.8 kg og 9.3 kg tørstof i majs. Derimod fandt

Ekern (1972) i sine undersøgelser ingen effekt på mælkeydelsen i perioden 2.-6. laktationsuge ved at øge energioptagelsen fra 15.3 f.e. til 16.1 f.e. Dette afvigende resultat kan dog skyldes et relativt lavt ydelsesniveau på 20-22 kg mælk, set i forhold til energioptagelsen og den meget korte forsøgstid.

I forsøg af Broster (1969) med 1. kalvskøer blev disse tildelt lav og høi energimængde i uge 1-9 efter kælvning. Ydelsen var henholdsvis 17.1 og 19.6 kg mælk, og desuden var der en væsentlig forskel i køernes vægttab, 628 g og 251 g daglig i de 9 uger. Forskellen i det tildelte energiniveau påvirkede således køernes nettomobilisering, idet vægttabet blev reduceret med 377 g daglig pr. ko ved den højere energimængde i fodrationen.

En række undersøgelser viser, at den labile proteinmængde ligger i størrelsesordenen 5-15 kg. Bath et al. (1965) fandt således ved slagteforsøg med malkekøer i den første del af laktationen et proteintab fra kroppen på 8 kg og 13.3 kg efter henholdsvis 49 og 105 dage. Flatt et al. (1965) fandt et proteintab på 10.5 kg på 67 dage. Coppoch et al. (1968) og Satter og Roffler (1975) anslår begge proteinmængden til 6-8 kg, mens Reid et al. (1966) angiver en mængde på 350 g pr. dag, hvilket i en mobiliseringsfase på 30-40 dage vil udgøre 10-15 kg protein. Paquay et al. (1972) kalkulerer ligeledes mængden til 15 kg.

En labil proteinmængde på 10 kg vil med en udnyttelsesgrad på 85% give produktionsgrundlag for ca. 250 kg mælk med 3.4% protein. I slagteundersøgelsen af Bath et al. (1965) var det totale energitab 195 Mcal og 357 Mcal efter henholdsvis 49 og 105 dage, og hos Flatt et al. (1965) 1200 Mcal. Med en udnyttelsesgrad på 85% vil disse energimængder give produktionsgrundlag for 250-1300 kg 4% mælk, mens produktionsgrundlaget med hensyn til proteinkun var 200-300 kg mælk.

Beregningerne viser således tydeligt, at jo større mælkeproduktionen er i den tidlige laktation og dermed mobiliseringen af energi, desto større bliver proteinunderskudet. En højtydende ko vil altså i mobiliseringsfasen have et behov for en højere proteinkoncentration

i foderet end senere i laktationen, hvis balancen mellem energi- og proteintilførslen til mælkeproduktion skal kunne opretholdes.

Først i de senere år er der blevet gennemført forsøg med proteinforsyning i den første del af laktationen. I tabel 2 er vist en oversigt over disse forsøg.

Tabel 2. Udslag for stigende proteinforsyning i tidlige laktation.

Table 2. Response for increasing protein level in early laktation.

Hold	% prot. i tørst.	Lakt.- stadium dage	Fors.- metode	Ydelse kg mælk	Fedt %	Reference
1	13.9	1-115	hold	27.9	3.37	Gardner og Park 1973
2	15.8	1-115	forsøg	30.8	3.31	
1	12.0	21-56	hold- forsøg	28.6	3.19	Van Horn et al. 1976
2	14.5	21-56		28.8	3.09	
3	17.0	21-56		29.4	2.96	
1	13.5	14-98	hold- forsøg	25.4	3.2	Sparrow et al. 1973
2	15.5	14-98		27.0	3.3	
3	17.5	14-98		28.8	3.5	
1	14	1-140	hold- forsøg	23.4	3.13	Grieve et al. 1974
2	16	1-140		26.0	3.16	
3	18	1-140		28.9	3.55	
A	12.6	10-90	latin square	21.1	3.15	Paquay et al. 1973
B	15.6	10-90		22.4	3.14	
C	20.3	10-90		22.4	3.37	

Forsøgene viser næsten samstemmende, at der kan opnås en merydelse på 5-10%, når foderets indhold af råprotein hæves fra 13-14% til 16-17% i tørstoffet. Samtidig vil effekten på mælkeydelsen også stige med forsøgsperiodens længde.

Gardner og Park (1973) og Grieve et al. (1974) fandt begge en stigning i ydelsen på yderligere 10%. Begge forsøg var relativt langvarige.

I de øvrige undersøgelser, der alle var af kortere varighed, blev der kun fundet stigninger i mælkeydelsen på 1-6%. Den mindste effekt på mælkeydelsen blev fundet i det meget kortvarige forsøg (35 dage) af Van Horn et al. (1976).

Den tilsyneladende positive sammenhæng mellem foderets proteinindhold og forsøgenes varighed er i overensstemmelse med de tidligere omtalte forsøg vedrørende den begrænsede proteinreserve.

Både foderets indhold af energi og protein synes således i den tidlige laktation at have en tydelig indflydelse på mælkeydelsens størrelse. På grund af koens høje mælkeydelse i denne periode og samtidig relativt lave foderoptagelse kan behovet for optaget energi og protein blive forskelligt fra behovet i senere laktationsafsnit. Formålet med de nærværende forsøg har derfor været at fastlægge virkningen af og eventuelt også samspillet mellem tilført energi og tilført protein på mælkeproduktionen i den tidlige laktation.

## 2

### MATERIALER OG METODER.

Undersøgelserne over virkningen af energi og protein på køernes mælkeproduktion er blevet gennemført i en serie af forsøg, som er gennemført i årene 1970-1976. På statens forsøgsgårde Favrholt og Trollesminde udførtes forsøg, hvor både tildelingen af energi og protein i foderrationen varieredes. Disse forsøg vil i beretningen blive benævnt som Trollesinde-forsøgene. I den anden del af forsøgsserien var det kun proteinmængden i foderrationen, der blev varieret, og disse forsøg er udført i kvægbesætningen på Statsfængslet Renbæk.

foderenheder pr. dag  
feed unit per day

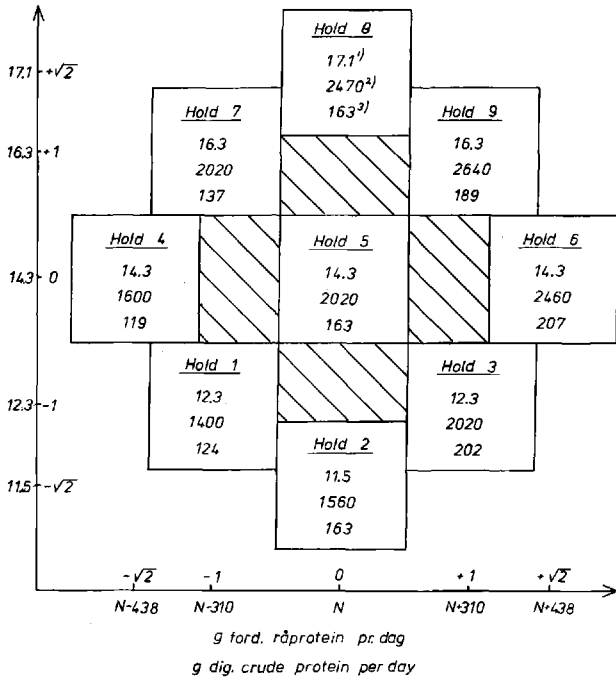


Fig. 2. Den planlagte forsøgsmodel  
Experimental model

N = protein til vedligeholdelse + (163 x P.f.e.)  
protein for maintenance + (163 x f.u. for production)

- 1) gns. f.e. pr. dag i forsøgstiden  
average f.u. per day in the experimental period
- 2) gns. g ford. råprotein pr. dag i forsøgstiden  
average g dig. crude protein per day in the experimental period.
- 3) gns. g ford. råprotein pr. P.f.e.  
average g dig. crude protein per f.u. for production.

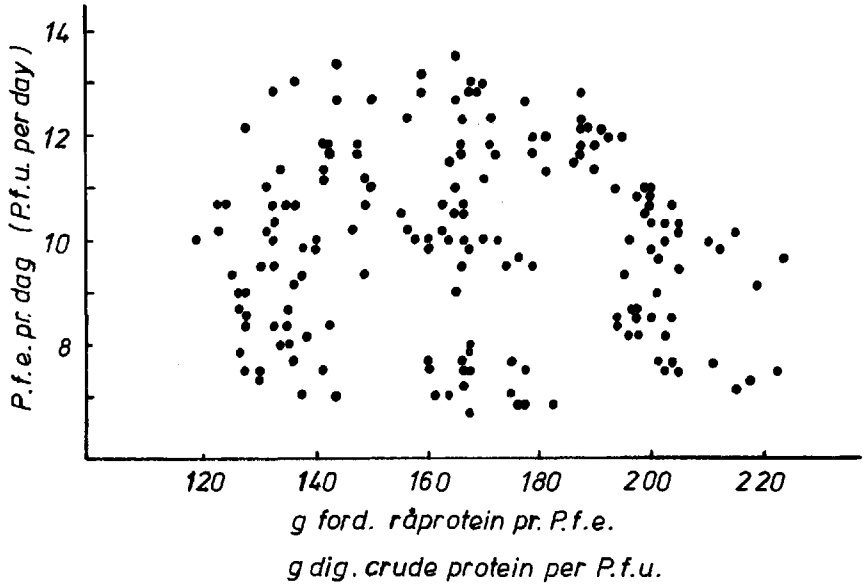


Fig. 3. Diagram over de enkelte køers gennemsnitlige daglige optagelse af energi og protein (Trollesminde).

Fig. 3. Diagram showing the mean daily intake per cow of energy and protein (Trollesminde).

## 2.1. Energi- og proteinniveau - Trollesminde-forsøgene.

### 2.1.1. Forsøgsplan.

Det var formålet i dette forsøg specielt at undersøge samspillet mellem energi- og proteinniveauet i det tildelte foder, og til det formål er der i planlægningen søgt anvendt nogle af de principper, som er lagt til grund for en forsøgsmodel, der kaldes: "Central composite design" eller Box-metoden.

I figur 2 er opstillet et koordinatsystem, som viser, hvor mange forsøgshold der skal indgå, og hvorledes disse skal orienteres i forhold til hinanden, når der indgår 2 faktorer i forsøget.

Den statistiske behandling af denne model kræver imidlertid, at de 2 faktorer er tildelt i mængder, som den er angivet ved firkanterne i figur 2 for hvert af de 9 hold.

Dette viste sig at blive vanskeligt i dette forsøg, hvor der indgik højtydende køer først i laktationen. Foderoptagelsen viste en stor variation mellem de enkelte dyr, hvilket også fremgår af figur 3, som illustrerer, hvorledes de enkelte forsøgskøer reelt blev placeret i et koordinatsystem for de 2 faktorer, energi- og proteinniveau.

I denne fordeling spredtes iagttagelserne mere ud over det ønskede iagttagelsesområde. Dermed besluttedes at anvende statistiske modeller, der udnytter regressionsfunktioner, hvor forudsætningen er en mere ad random fordeling af forsøgsdyrene i faktorområdet.

Tildelingen af g fordøjeligt råprotein er varieret omkring 3 energiniveauer (12, 14 og 16 f.e.) som anført i figur 2 og i oversigten på side 16. Inden for hvert energiniveau er der 3 proteinmængder pr. produktionsfoderenhed.

Hold Group	Energi Energy	(f.e.) (f.u.)	g ford. råprotein g dig. crude protein		
			pr. dag per day	pr. P.f.e. per P.f.u.	
1	lav	(A)	12.3	1387	124
2	low	(A)	11.5	1566	163
3			12.3	2007	202
Gns.			12.0	1653	163
4	middel	(B)	14.3	1585	119
5	medium	(B)	14.3	2023	163
6			14.3	2461	207
Gns.			14.3	2023	163
7	høj	(C)	16.3	2039	137
8	high	(C)	17.1	2480	163
9			16.3	2659	189
Gns.			16.6	2393	163

Forsøget var inddelt i 3 perioder:

Forperiode: Sidste 3 uger før forventet kælvning.

Forsøgsperiode: 1. - 9. laktationsuge.

Efterperiode: 10. - 20. "

### 2.1.2. Forsøgskøer.

I forsøget indgik ialt 172 malkekøer af racerne RDM og SDM fordelt på 9 hold. Køernes fordeling inden for år, race og laktationsnummer, som er vist i hovedtabel I.

Fordelingen af køerne mellem de 9 hold blev hvert år foretaget inden kælvning. På grundlag af laktationsnummer blev hvert års forsøgskøer inddelt i 3 grupper: 2. laktation, 3. laktation og 4.-7. laktation. Inden for hver gruppe blev køerne fordelt tilfældigt mellem holdene. Når der er små vartioner i fordelingen af køer inden for de 9 hold, skyldes det, at der ikke hvert år var mindst 9 køer til rådighed i hver gruppe, samt at der er udgået 6 køer på grund af en meget lav foderoptagelse og 2 køer på grund af mastitis.



2.1.3. Fodring.

I forperioden blev alle hold fodret ens. Foderrationen bestod af 2 f.e. fodersukkerroer, 2 f.e. ensilage, 1 kg højprocentisk kraftfoder (bl. II) og 1 kg kornblanding (bl. III) samt 100 g mononatriumfosfat. Kraftfoderblandningernes sammensætning er vist i tabel 3.

Tabel 3. Kraftfoderblandningernes sammensætning.

Table 3. Composition of concentrate mixtures.

	Blanding Mixture				
	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>V</u>
Bomuldssfrøkager Cottonseed cakes	16.0	55.0		50.0	17.5
Sojaskrå Soybean meal	13.0	35.0		24.0	8.4
Hørfrøkager Linseed cakes					
Solsikkekager Sunflower cakes				13.0	4.6
Havre, valset Oats, rolled					25.0
Byg, valset Barley, rolled	60.0		90.0		30.0
Animalsk fedt Animal fat	4.0	2.0	5.0	7.0	4.5
Melasse Molasses	5.0	8.0	5.0	4.0	7.4
Mineraler Mineral mixture	2.0			2.0	2.6

I forsøgsperioden fik alle køer tildelt 5.5 f.e. i grovfoder, som bestod af følgende fodermidler:

3.0 f.e. fodersukkerroer

2.0 f.e. ensilage

0.5 f.e. bygalm.

Foruden denne grovfoderration fik de 9 hold tildelt forskellige mængder kraftfoder i henhold til det enkelte holds planlagte energintensitet og proteinforsyning. Det højprocentiske kraftfoder (bl. II)

og kornblandingen (bl. III) blev brugt til afstemning af det enkelte holds foderration med hensyn til energi og protein og således tildelt i konstante daglige mængder igennem hele forsøgstiden. Det lavprocentiske kraftfoder (bl. I) blev derimod både tildelt i forskellig mængde til de enkelte hold og i stigende mængder pr. uge. Den ugentlige stigning udgjorde 0.3 kg for hold 1, 0.5 kg for hold 2-3 og 0.8 kg for hold 4-9. Kraftfoderet blev således tildelt helt uafhængigt af den enkelte ko's mælkeydelse.

I efterperioden (10.-20. laktationsuge) blev alle køer fodret i henhold til deres aktuelle mælkeydelse, d.v.s 0.4 f.e. og 65 g ford. råprotein pr. kg 4% mælk plus foder til vedligeholdelse. For de hold, der i forsøgstiden blev fodret med højest intensitet, var der dog tale om en vis overgangstid i 11. og 12. uge, hvor fodermængden gradvist blev reduceret. I efterperioden indeholdt foderrationen følgende fodermidler:

5.0 f.e. fodersukkerroer  
3.0 f.e. ensilage  
1.0 f.e. kløvergræshø  
1.5 kg højprocentisk kraftfoder (bl. IV)  
+ lavprocentisk kraftfoder (bl. V)  
tildelt efter ydelse.

I de 2 første forsøgsår bestod ensilagen af græsenstilage og i det sidste forsøgsår af roetopensilage.

#### 2.1.4. Vejninger.

Køerne blev vejjet første gang på 4. og 5. dagen efter kælvning. Denne vægt er i opgørelsen brugt som forsøgsperiodens begyndelsesvægt. Herefter blev køerne vejjet 2 på hinanden følgende dage i 2., 4., 6., 8., 10., 13., 16. og 19. uge efter kælvning.

## 2.2. Varierende proteintildeling - Renbæk.

### 2.2.1. Forsøgsplan.

I forsøget på Renbæk var formålet udelukkende at undersøge, om et ekstra tilskud af protein i den første del af laktationsperioden skulle kunne stimulere mælkeproduktionen. Forsøgskøerne indgik på 4 hold. Forsøget strakte sig over de første 12 laktationsuger. Alle 4 hold blev fodret ens med hensyn til energi, mens der blev givet stigende mængder protein fra hold 1 til hold 4 (tabel 4).

Tabel 4. Forsøgsmodel (Renbæk).

Table 4. Experimental model (Renbæk).

	Hold Group			
	1	2	3	4
f.e. pr. kg 4% mælk	0.40	0.40	0.40	0.40
f.u. per kg FCM				
ford. råprotein pr. kg 4% mælk	52	64	76	88
dig. crude protein per kg FCM				
g ford. råprotein pr. P.f.e.	130	160	190	220
g dig. crude protein per P.f.u.				

### 2.2.2. Forsøgskøer og fodring.

I forsøget indgik ialt 62 SDM malkekøer. Køernes fordeling inden for år og laktationsnummer er vist i hovedtabel II. Umiddelbart efter kælvning blev køerne fordelt tilfældigt mellem de 4 hold. Ved fordelingen blev der dog på tilsvarende måde som nævnt i Trollesminde-forsøget taget hensyn til køernes laktationsnummer.

Grundfoderet var ens for alle 4 hold og bestod af 3.0 f.e. i roer, 3.0 f.e. i lupinensilage og 1.5 f.e. i kløvergræshø. Som kraftfoder fik holdene tildelt både en bygblanding (86% valset byg, 7% animalsk fedt, 5% melasse og 2% monokalцийfosfat) og en D<sub>10</sub>-blanding (64% bomuldsfrøkager, 31% sojaskrå, 3% animalsk fedt og 2% melasse), således at det var muligt at regulere proteintildelingen.

For ikke at presse køerne for hårdt efter kælvning blev der i første laktationsuge tildelt foder, der på energibasis svarede til en produktion på 22-24 kg 4% mælk; i 2.-5. uge øgedes fodermængden med 1 f.e. Fra 6. uge blev de enkelte køer gradvist indpasset til en foderplan, hvor køernes energibehov blev dækket i henhold til dansk normalfodring, d.v.s. 0.4 f.e. pr. kg 4% mælk.

### 2.2.3. Vejninger.

Ligesom i forsøget på Trollesminde blev alle køer vejet 4. og 5. dagen efter kælvning samt 2 på hinanden følgende dage i 2., 4., 6., 8., 10. og 12. laktationsuge.

### 3

#### STATISTISKE METODER.

Samtlige statistiske analyser er udført på Northern European University Computing Centre (NEUCC) i Lundtofte ved brug af standardprogrammet S.A.S. (Barr og Goodnight 1972). Som signifikantgrænser er anvendt  $P < 0.05$ ,  $P < 0.01$  og  $P < 0.001$  betegnet ved symbolerne \*, \*\* og \*\*\*. Når de fundne resultater har været statistisk sikre, er disse tegn anført, ellers intet.

I den statistiske bearbejdning af materialet er der anvendt følgende regressionsmodeller:

#### Model

$$(1) Y_{tv} = u + b_1x_1 + b_2x_2 + b_7x_5 + e$$

$$(2) Y_i = u + b_2x_2 + b_3x_2^2 + b_4x_3 + e$$

$$(3) Y_i = u + b_1x_1 + b_2x_2 + b_4x_3 + b_6x_4 + e$$

$$(4) Y_i = u + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_2^2 + b_4x_3 + e$$

$$(5) y_i = u + b_1x_1 + bx_1^2 + b_2x_2 + b_3x_2^2 + b_5x_1x_2 + b_4x_3 + e$$

hvor

$Y_{tv}$  = daglig tilvækst  
daily gain

- $Y_1$  = 1 l - 5. l = kg mælk (kg milk), 2 = g smørfedt (g butterfat),  
3 = g mælkeprotein (g milk protein), 4 = kg 4% mælk (kg FCM),  
5 = g dgl. tilvækst (g daily gain).
- $u$  = konstanten  
intercept
- $b_1x_1$  = lineær effekt af P.f.e.  
linear effect of P.f.u.
- $bx_1^2$  = kvadratisk effekt af P.f.e.  
quadratic effect of P.f.u.
- $b_2x_2$  = lineær effekt af ford. råprotein pr. P.f.e.  
linear effect of dig. crude protein per P.f.u.
- $b_3x_2^2$  = kvadratisk effekt af ford. råprotein pr. P.f.e.  
quadratic effect of dig. crude protein per P.f.u.
- $b_4x_3$  = effekt af legemsvægten  
effect of the body weight
- $b_5x_1x_2$  = vekselvirkning mellem P.f.e. og g ford. råprotein  
pr. P.f.e.  
interaction between P.f.u. and g dig. crude protein  
per P.f.u.
- $b_6x_4$  = effekt af laktationsnummer  
effect of lactation number
- $b_7x_5$  = effekt af kg FCM  
effect of kg FCM

4

RESULTATER.

4.1. Trollesminde.

4.1.1. Foder og foderoptagelse.

De anvendte fodermidler var igennem hele forsøget af god kvalitet. Fodermidlernes kemiske sammensætning og deres foderværdi er angivet i hovedtabel III.

I hovedtabellerne IV og V er vist holdenes daglige foderoptagelse i gennemsnit af hele forsøgstiden. Som nævnt under materialer og metoder, blev blanding I tildelt i ugentligt stigende mængde, hvilket medførte, at den daglige foderoptagelse i begyndelsen af forsøget var mindre og i slutningen af forsøget større, end den gennemsnitlige fo-

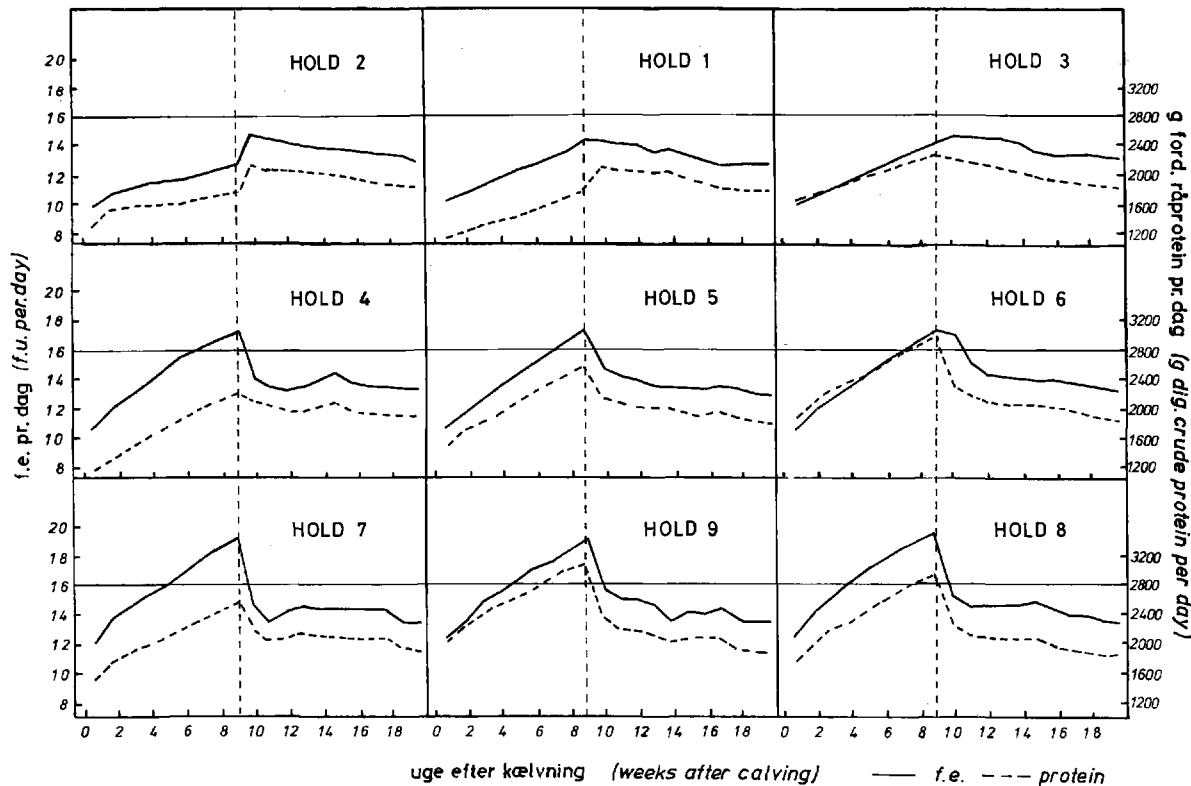
deroptagelse angiver. For Hold 7, 8 og 9 medførte denne kraftfoderstrategi, at køerne skulle optage over 18 f.e. dagligt i de sidste 2-3 uger af forsøgstiden. Ikke alle køer kunne æde så store fodermængder, og energioptagelsen på disse hold blev mindre end tilsigtet. Den stigende foderoptagelse fremgår af figur 4. Figuren viser samtidig den noget bratte ændring i fodermængden ved overgangen fra forsøgstiden til efterperioden, hvilket navnlig var udtalt ved de stærkt fodrede hold.

#### 4.1.2. Mælkeydelse.

Holdenes gennemsnitlige produktionsresultater i forsøgstiden og i efterperioden er anført i tabel 5 og illustreret grafisk i figur 5. I forsøgstiden havde alle hold en gennemsnitlig mælkeydelse på 26.1 kg mælk.

Når der ikke tages hensyn til proteinniveauet pr. produktionsf.e., var ydelsen lavest for køerne på de 3 hold, som tildeltes 12 f.e. daglig, 24-4-26.1 kg mælk, og højest på holdene, der tildeltes 16 f.e. pr. ko daglig, 26.7-27.5 kg mælk. Spredningen på 1.0-1.5 kg mælk inden for hvert energiniveau kan tilskrives effekten af proteinniveauet.

Merudbyttet for en stigende energitildeling er i dette forsøg ca. 2 kg mælk, når køerne tildeles 4.2 f.e. ekstra pr. dag. Dertil kommer et merudbytte på ca. 1 kg mælk daglig pr. ko i 10.-20. uge efter kælving, når de tildeles energi efter normalnormerne, som udtryk for en eftervirkning af den ekstra tildelte energi i den forudgående forsøgsperiode.



Figur 4. Holdenes daglige optagelse af energi og protein (Trollesminde).

Figure 4. The daily consumption of energy and protein (Trollesminde).

Tabel 5. Gennemsnitlige ydelsesresultater i forsøgsperioden og efterperioden ( $\pm$  S.D.)  
 Table 5. Average milk production in the experiment and the post experiment ( $\pm$  S.D.)

Hold (Group)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Antal køer (No. of cows)	20	20	20	19	19	20	17	18	19
Forsøgsperioden (Exp. period):									
Mælk, kg	24.4	25.3	26.1	24.9	26.8	26.1	26.7	27.8	27.5
Milk, kg	$\pm 2.6$	$\pm 2.3$	$\pm 2.5$	$\pm 3.0$	$\pm 2.6$	$\pm 2.7$	$\pm 3.9$	$\pm 3.3$	$\pm 4.2$
Fedt, %	4.39	4.41	4.39	4.06	4.17	4.46	3.68	3.92	4.19
Fat, %									
Smørfedt, g	1073	1118	1147	1008	1117	1164	980	1087	1150
Butterfat, g	$\pm 156$	$\pm 186$	$\pm 170$	$\pm 141$	$\pm 159$	$\pm 169$	$\pm 178$	$\pm 186$	$\pm 190$
Protein, %	3.27	3.22	3.25	3.32	3.28	3.30	3.36	3.29	3.41
Protein, %									
Mælkeprotein, g	797	815	848	824	876	860	892	914	934
Milk protein, g	$\pm 85$	$\pm 83$	$\pm 84$	$\pm 79$	$\pm 63$	$\pm 88$	$\pm 98$	$\pm 104$	$\pm 131$
4% mælk, kg	25.9	26.9	27.7	25.1	27.5	27.9	25.4	27.4	28.2
FCM, kg	$\pm 3.2$	$\pm 3.5$	$\pm 3.3$	$\pm 3.0$	$\pm 3.1$	$\pm 3.4$	$\pm 3.9$	$\pm 3.6$	$\pm 4.4$
Vægt, kg	577	555	560	544	547	539	551	561	580
Weight, kg									
Dgl. tilvækst, g	-435	-597	-614	-215	-334	-205	-72	-22	-66
Daily gain, g									
Efterperioden (Post experiment):									
Mælk, kg	23.0	23.4	24.0	22.5	23.4	23.5	24.5	24.7	24.5
Milk, kg	$\pm 3.2$	$\pm 3.9$	$\pm 4.7$	$\pm 3.2$	$\pm 3.2$	$\pm 3.2$	$\pm 4.5$	$\pm 4.4$	$\pm 4.4$
Fedt, %	3.94	3.82	3.89	3.92	3.77	4.02	3.84	3.79	3.94
Fat, %									
Protein, %	3.29	3.22	3.25	3.27	3.25	3.24	3.29	3.25	3.26
Protein, %									
4% mælk, kg	22.7	22.8	23.5	22.2	22.6	23.5	23.9	23.8	24.1
FCM, kg	$\pm 2.9$	$\pm 3.8$	$\pm 4.3$	$\pm 2.8$	$\pm 3.5$	$\pm 3.3$	$\pm 4.1$	$\pm 3.7$	$\pm 3.8$



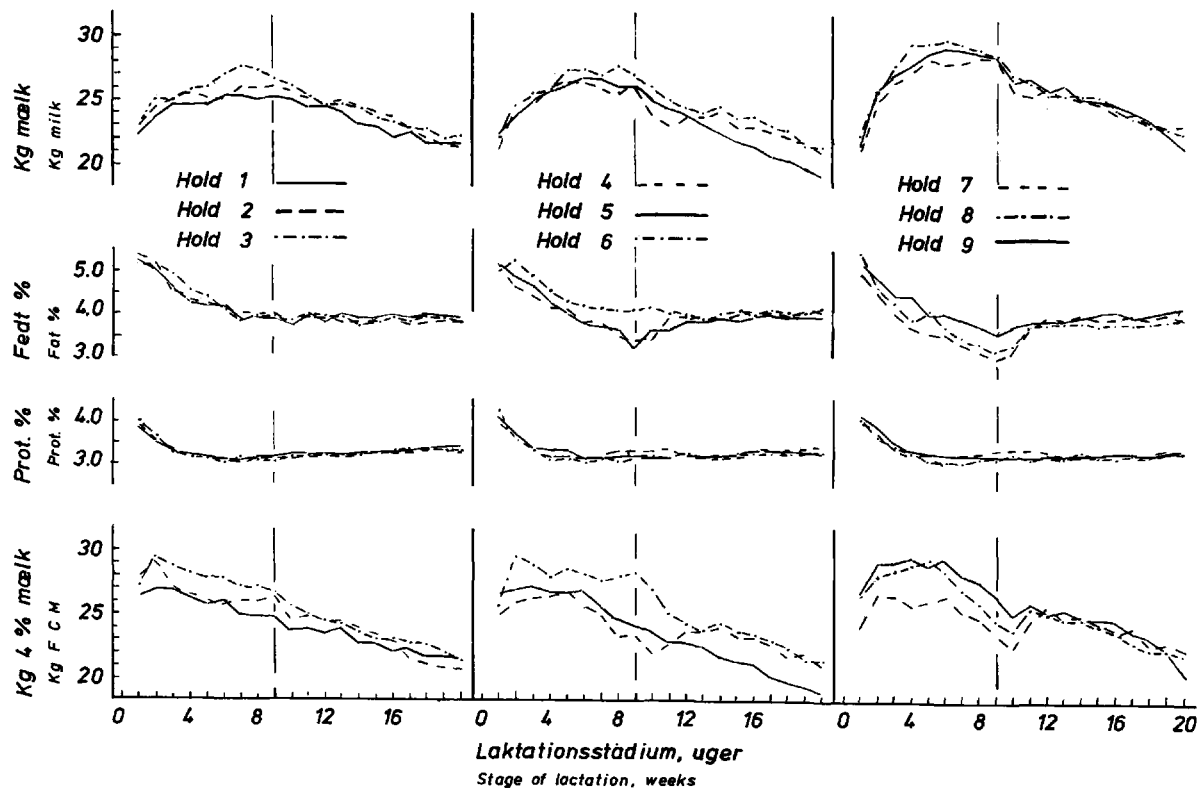


Fig. 5. Laktationskurver for dgl. mælkemængde, fedtprocent, proteinprocent og 4% mælk.  
 Fig. 5 Lactation curves for daily milkproduction, fat percent, prot.percent and FCM.

### 4.1.3. Mælkens fedtprocent.

Mellem de enkelte forsøgshold var der stor forskel på mælkens fedtindhold (tabel 5). De laveste fedtprocenter blev registreret på hold 7 og 8, og de højeste på hold 2 og 6. Der var således en klar tendens til nedgang i mælkens fedtprocent med stigende energioptagelse - en nedgang, der yderligere blev forstærket, når proteinindholdet pr. energienhed i foderet var lavt. En mulig årsag til de lave fedtprocenter hos køer på disse stærkt energifodrede men proteinfattige hold kan være totalrationens høje stivelsesindhold som følge af en meget stor bygandel i kraftfoderet. Sammenhængen mellem totalrationens stivelsesindhold og mælkens fedtprocent hos de 9 hold er vist i figur 6.

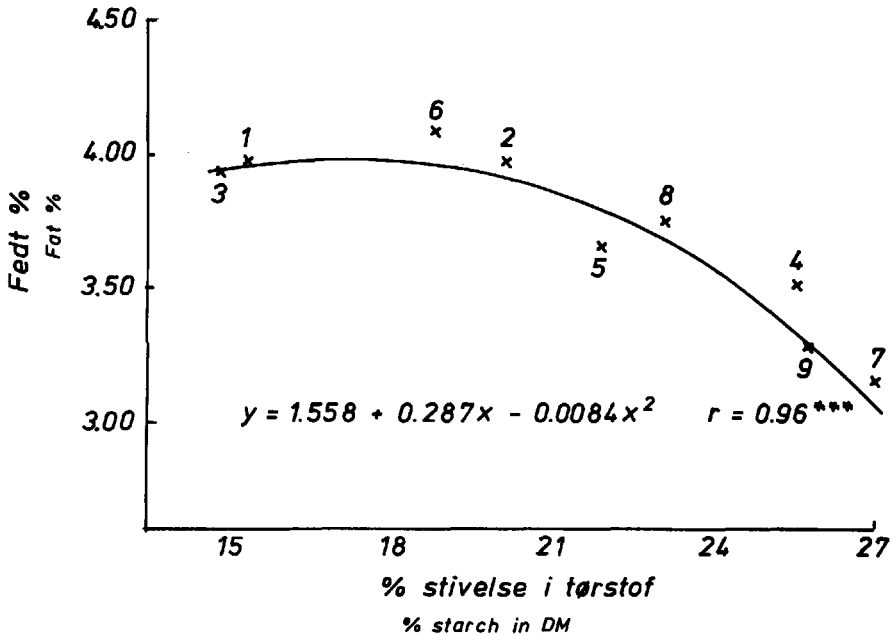


Fig. 6. Sammenhæng mellem fedtprocent og foderets stivelsesindhold. (gns. af 7.-9. laktationsuge).

Fig. 6. Correlation between fat percent in the milk and the starch content of feeds. (av. of 7th-9th week of lactation).

Ligningen viser en meget sikker sammenhæng mellem stivelsesindholdet i foderet og mælkens fedtindhold ( $P < 0.001$ ). Virkningen forstærkedes, når stivelsesindholdet i foderrationen oversteg 20-22%, hvor faldet i fedtprocenten var betydeligt. At der har været tale om en ren fedtdepression forårsaget af fodringmæssige forhold fremgår tydeligt af kurverne i figur 5. Fra en lav fedtprocent i slutningen af forsøgstiden hæves fedtprocenten på meget kort tid til et normalt niveau, så snart holdene overgår til efterperiodens fodring, hvor bygandelen i foderrationen er væsentligt mindre, og hvor der igen eksisterer et normalt protein/energiforhold. Det fremgår ligeledes af figur 5, at mælkens proteinprocent ikke har været påvirket af fodringen, hvilket også tyder på en ren fedtdepression uden indflydelse på mælkemængden.

#### 4.1.4. Mælkens proteinprocent.

Mælkens proteinprocent var i gennemsnit af alle 9 hold 3.30 med en variation fra 3.22% på hold 2 til 3.41% på hold 9.

Stigningen i proteinprocenten må specielt ses som en effekt af det forøgede energiniveau. Dette havde en så signifikant virkning på mængden af mælkeprotein, at det også kunne påvirke proteinprocenten i den stigende mælkemængde. Effekten af proteintildelingen er minimal på mængden af mælkeprotein, hvorfor der ikke er opnået en signifikant forskel på proteinprocenten i mælken hos køerne på de forskellige proteinniveauer.

I efterperioden fra 10. til 20. uge efter kælvning var proteinprocenten meget konstant, omkring 3.26% på alle 9 hold.

#### 4.1.5. 4% mælk.

Forsøgsfodringen påvirkede kun i mindre grad de 9 holds produktion af 4% mælk.

Variationen i mælkens fedtprocent havde en nøje sammenhæng med foderrationens stivelsesindhold. Denne effekt var stærkt medvirkende til at reducere energiniveauets virkning på køernes vdtelse i kg

4% mælk. Hvorimod det ikke var tilfældet for effekten af foderratio-  
nens proteinniveau (tabel 6):

Tabel 6. Køernes gns. ydelse af kg 4% mælk pr. dag.

Table 6. The cows' average yield of kg FCM per day.

<u>Energyniveau</u> <u>Level of energy</u>	<u>lav</u> <u>low</u>	<u>middel</u> <u>medium</u>	<u>høj</u> <u>high</u>
Ialt f.e. pr. dag Total f.u. per day	12	14	16
Kg 4% mælk pr. ko Kg F.C.M. per cow	26.8	26.8	27.1

<u>Proteinniveau</u> <u>Protein level</u>			
g ford. råprot./p.f.e. g dig. cr.prot./p.f.u.	120-130	160-170	190-200
Kg 4% mælk pr. ko Kg F.C.M. per cow	25.5	27.3	27.9

I den efterfølgende periode 10.-20. uge efter kælvning reduceres forskellen i 4% mælk til en ikke signifikant forskel på mindre end 1 kg 4% mælk pr. ko daglig mellem de enkelte forsøgshold.

#### 4.1.6. Køerne tilvækst.

Det er tidligere nævnt, at energimobiliseringen er en faktor af signifikant betydning for højtydende køer. I dette forsøg er også konstateret betydelige vægtændringer ved vejning af køerne hveranden uge under hele forsøget.

En opdeling efter energitildeling af de 172 køer viste en signifikant forskel ( $P < 0.001$ ) i gruppernes vægttab i de første 9 uger efter kælvning (tabel 7).

Tabel 7. Sammenhæng mellem køernes energitilførsel og deres vægttab.

Table 7. Correlation between energy intake and change in body weight.

Hold nr. Group No.	F.e. pr. ko F.u. per cow	Dgl. tilvækst - 9 uger Daily gain - 9 weeks
1 - 2 - 3	12	-543 g
4 - 5 - 6	14	-276 g
7 - 8 - 9	16	- 56 g

Inden for grupperne på samme energiniveau, hvor proteintildelingen varierede fra 120 til 200 g fordøjeligt råprotein pr. produktionsfoderenhed var der derimod ingen signifikant forskel i tilvæksten. Proteintildelingens ringe indflydelse på køernes tilvækst fremgår også af følgende regressionsligning (model 1), hvor  $x_1$  = produktionsf.e.,  $x_2$  = g fordøjeligt råprotein pr. p.f.e. og  $x_3$  = køernes dagsydelse i kg 4% mælk.

Regressionsligningen var:

$$\text{Dgl. tilvækst kg} = -0.067 + 0.1081x_1 + 0.0016x_2 - 0.0585x_3$$

	60.67***	2.80	63.68***	
F-værdi				40.00***

Ligningen viser en meget signifikant virkning både af energitilførsel (p.f.e.) og af køernes ydelsesniveau (kg 4% mælk daglig). Den ringe proteineffekt kan skyldes, at den mobilisering af fedtdepoter, som sker, for at de stigende proteinmængder kan udnyttes, foregår ved en ombytning af fedt med vand i disse celler.

Den positive effekt af de 2 signifikante faktorer i ligningen er også påvist af Broxter (1975), som især påpeger betydningen af køernes ydelsespotentiale (Broxter, 1977). En beregning af energiligevægten ved de 3 energiniveauer 12-14-16 f.e. og et proteinniveau på 165 g ford. råprotein pr. p.f.e. kan beregnes for køer på forskelligt ydelsesniveau. Det er illustreret i figur 7.

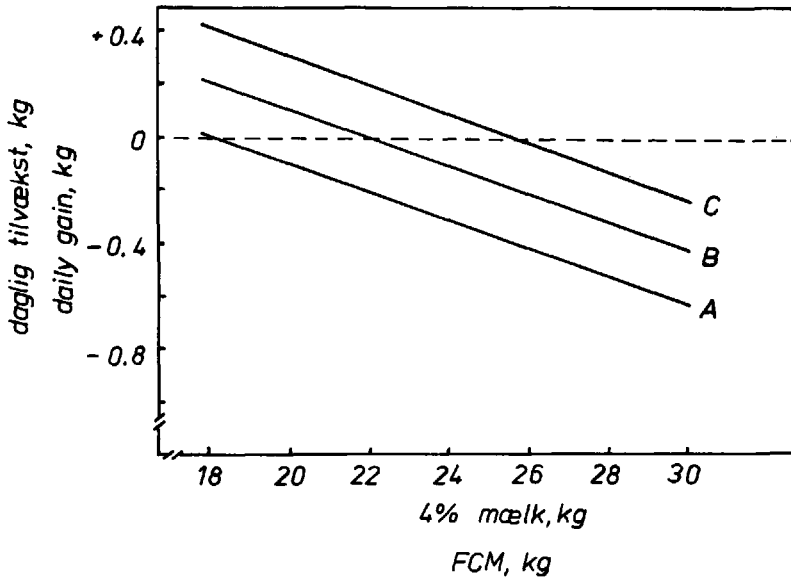


Fig. 7. Sammenhæng mellem køernes ydelse og deres daglige tilvækst ved 3 energiniveauer (Trollesminde).

Fig. 7. Relation between milk yield and daily gain on 3 energy levels (Trollesminde).

Energiligevægten inden for de 9 uger efter kælvning er opnået for de køer, der blev tildelt 12 f.e. ved et ydelsesniveau på 18.0 kg 4% mælk, og ved 21.7 kg 4% mælk for de køer, der blev tildelt 14 f.e. og endelig for køer med en dagsydelse efter kælvning på 25.4 kg 4% mælk, når de tildeles 16 f.e.

Denne figur viste klart, hvor stor effekten er af både energiniveauet i den tildelte fodration og af køernes ydelsespotentiale. Begge har signifikant påvirket nettoenergi balancen, som den kommer til udtryk i køernes tilvækst i gennemsnit af de 9 første uger efter kælvning.

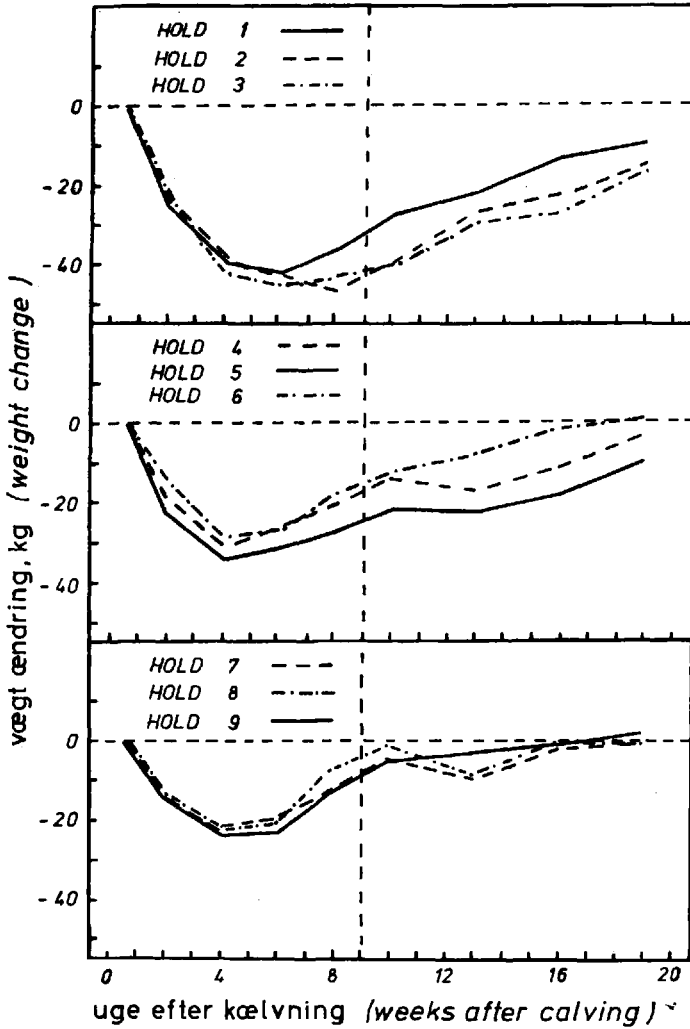


Fig. 8. Vægtændring efter kælvning (Trollesminde).

Fig. 8. Change in liveweight after calving (Trollesminde).

I figur 8 er illustreret, hvorledes køernes vægtændringer er sket inden for 20 uger efter kælving, hvor køernes vægt er registreret hveranden uge. Køerne på det lave energiniveau (A), 12 f.e. daglig, havde endnu ikke efter de 20 uger opnået samme vægt som den, de havde efter kælving. Dette til trods for, at de efter 9 ugers forsøgsfodring blev fodret efter normalnormerne fra 10.-20. uge efter kælving.

Køerne på niveau (B), som fik 14 f.e. daglig, havde næsten opnået kælvingsvægten 20 uger efter kælving.

For de stærkt fodrede køer på niveau (C) (16 f.e. daglig) konstateredes næsten samme vægt i uge 1 og uge 10 efter kælving, hvilket kan være vigtigt for at opnå en ikælving. Denne effekt er vanskelig at få belyst i dette forsøg, idet der samtidig skete en væsentlig ændring i foderplanen i 10.-12. uge efter kælving.

Sammenfattende kan det konkluderes, at evnen til at mobilisere energi fra fedtdepoterne er så afgjort af signifikant betydning. Samspillet mellem køernes ydelsesniveau, genetisk bestemt, og især med energitilførslen i produktionsfoderet, er afgørende for en vurdering af, hvilket energiniveau der vil være optimalt i den første del af laktationen.

Dette må dog også analyseres for vurdering af den optimale proteintildeling, hvor der er en mulighed for at udnytte koens mobilisering af energi.

#### 4.1.7. Reproduktionsforholdene.

For hver enkelt ko blev der gennemført en nøje registrering af brunstforløbet med det formål at afsløre eventuelle sammenhænge mellem den tilførte energi- og proteinmængde og køernes reproduktion.

I opgørelsen indgår kun 142 køer, idet 30 køer udgik af forskellige årsager, inden drægtighed kunne konstateres. Resultatet fremgår af tabel 8.



Tabel 8. Reproduktionsforholdene på Trollesminde.

Table 8. Reproduction at Trollesminde.

	<u>Energinniveau</u> <u>Energy level</u>			<u>Proteinniveau</u> <u>Protein level</u>		
	<u>12</u>	<u>14</u>	<u>16</u>	<u>136</u>	<u>166</u>	<u>198</u>
Antal køer No. of cows	49	48	45	48	45	49
Antal løbninger pr. drægtig- hed No. of inseminations per pregnancy	1.6	1.8	2.1	1.9	1.9	1.7
Brunststyrke <sup>x)</sup> <u>Strength of heat</u>	2.9	2.9	2.8	2.8	2.8	2.9
% drægtige efter 1. insem. % pregnant after 1st service	61	48	36	38	55	53
% drægtige efter 1. og 2. in- semination % pregnant after 1st and 2nd service	88	79	70	82	75	80

x) 1 = svage brunstsymptomer, 5 = stærke brunstsymptomer  
1 = weak symptoms of heat, 5 = strong symptoms of heat.

Det stigende energiniveau havde i denne undersøgelse en negativ effekt på køernes drægtighedsforhold. Resultatet kan tilskrives det forhold, at insemineringen netop påbegyndtes omkring det tidspunkt, hvor forsøgstiden sluttede, og efterperioden begyndte. I denne overgangsperiode var der især på de stærkt fodrede hold (fig. 4) tale om en ret stor reduktion i energioptagelsen, hvilket medførte, at disse køer i perioden fra 10.-13. laktationsuge kom i negativ energibalance. Flere udenlandske forsøgsresultater viser, at en underfodring med energi og dermed en negativ energibalance giver dårlige frugtbarhedsresultater (King 1968, McClure 1970, Sonderegger og Schurch 1977).

Med hensyn til proteinniveauet havde dette ingen indflydelse på køernes reproduktionsforhold. På alle 3 proteinniveauer brugte køerne i gennemsnit 1.7-1.9 løbninger pr. drægtighed, og procent drægtige køer efter de første 2 løbninger var ligeledes omtrent ens for de 3 niveauer med omkring 80%.

På grund af den nære sammenhæng med kælvningstidspunkt og tidspunkt for omtalte foderskrift bør reproduktionsresultaterne som helhed tages med forbehold.

## 4.2. Renbæk.

### 4.2.1. Foderoptagelse og foderforbrug.

I tabel 9 er anført de enkelte fodermidleres indhold af tørstof og deres foderværdi. De anvendte fodermidler var i alle 3 år af tilfredsstillende kvalitet.

Tabel 9. Enkeltfodermidlerens foderværdi.

Table 9. Feed value of the feed.

	tør- stof %	Indhold pr. f.e. Content per f.u.				
		f.e.	g ford.	g ford.	g	g
		/kg	råprotein	råfedt	Ca	P
		DM	g dig.	g dig.	g	g
%	/kg	cr. prot.	cr. fat	Ca	P	
D-blanding Mixture D	90.8	1.16	277	73	2.0	8.3
Valset byg Rolled barley	86.8	1.06	70	72	4.6	7.1
Korsroe Beet	16.1	0.15	39	-	1.8	2.0
Lupinensilage Lubine silage	18.7	0.13	160	40	17.1	3.4
Kløvergræshø Clovergrass hay	93.5	0.45	149	25	10.5	5.5

De 4 holds gennemsnitlige, daglige foderoptagelse af de enkelte fodermidler fremgår af tabel 10.

Alle fire hold optog i gennemsnit 14.5-15.0 f.e. pr. dag eller ca. 10 p.f.e. Foderrationen bestod af 50% grovfoder og 50% kraftfoder, hvilket er en større grovfoderandel end anvendt i forsøget på Trollesminde (30-45%).

Energiintensiteten blev ens for alle hold med 0.40 f.e. pr. kg 4% mælk, mens proteinkoncentrationen i foderet steg jævnt fra hold 1 til hold 4.

Tabel 10. Gennemsnitlig daglig foderoptagelse og -intensitet (f.e. og protein) pr. ko fra 1.-12. uge efter kælvning. (Renbæk)

Table 10. Average daily feed consumption and feed intensity (f.u. and protein) per cow from 1st-12th week after calving. (Renbæk).

	Hold Group			
	1	2	3	4
<u>Foderforbrug</u>				
<u>Feed consumption</u>				
D-blanding, f.e.				
Mixture D, f.u.	1.98	3.51	5.23	6.72
Valset byg, f.e.				
Rolled barley, f.u.	4.96	3.86	2.25	0.76
Korsroe, f.e.				
Beet, f.u.	2.96	2.96	2.92	2.96
Lupinensilage, f.e.				
Lupine silage, f.u.	3.04	2.99	2.95	2.94
Kløvergræshø, f.e.				
Clovergrass hay, f.u.	1.55	1.54	1.56	1.55
Ialt f.e.	14.49	14.86	14.91	14.93
Total f.u.				
Ialt P.f.e.	9.84	10.32	10.29	10.39
Total P.f.u.				
-----				
<u>Foderintensitet</u>				
<u>Feed intensity</u>				
f.e. pr. kg 4% mælk	0.40	0.40	0.39	0.40
f.u. per kg FCM				
ford. råprotein pr. P.f.e.	129	157	193	220
dig. crude protein per P.f.u.				
Ford. råprotein pr. dag	1706	2022	2409	2693
dig. crude protein per day				

#### 4.2.2. Mælkeproduktion.

Holdenes mælkeproduktion i gennemsnit af de første 12 laktationsuger er vist i tabel 11.

Højeste mælkeydelse blev opnået af kørerne på hold 3, hvor proteinkoncentrationen udgjorde 193 g ford. råprotein pr. P.f.e.

Tabel 11. Gennemsnitlig daglig mælkeydelse fra 1.-12. uge efter kælvning. (Renbæk).

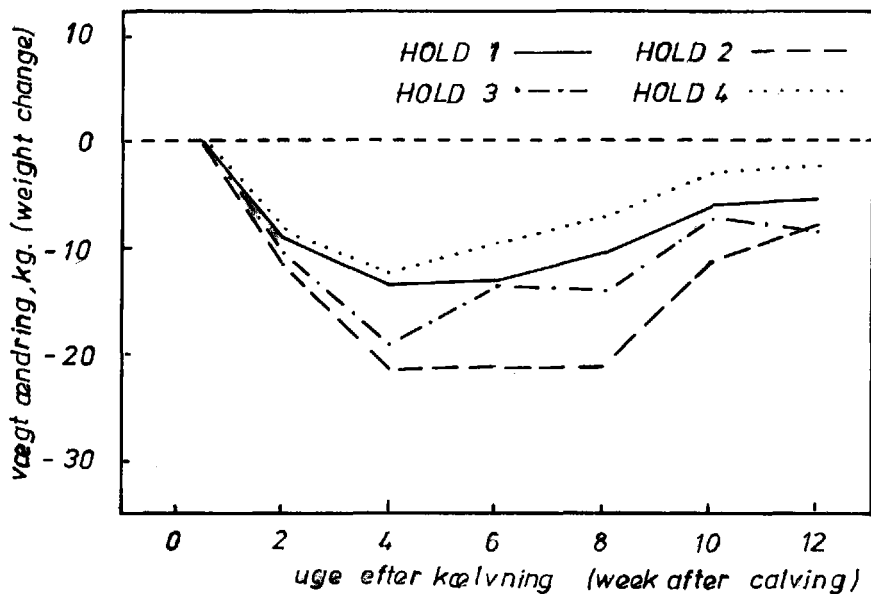
Table 11. Average daily milk production from 1st-12th week after calving. (Renbæk).

	Hold Group			
	1	2	3	4
Antal dvr No. of cows	15	17	16	14
Mælk, kg Milk, kg	24.8 <sup>±</sup> 3.6	25.5 <sup>±</sup> 2.6	26.3 <sup>±</sup> 2.8	25.7 <sup>±</sup> 3.4
Fedt, % Fat, %	4.34	4.38	4.23	4.20
Smørfedt, g Butterfat, g	1077 <sup>±</sup> 166	1116 <sup>±</sup> 157	1113 <sup>±</sup> 140	1079 <sup>±</sup> 178
Protein, % % milk protein	3.13	3.14	3.16	3.15
Mælkeprotein, g Milk protein, g	777 <sup>±</sup> 95	800 <sup>±</sup> 73	832 <sup>±</sup> 79	809 <sup>±</sup> 97
4% mælk, kg FCM, kg	26.1 <sup>±</sup> 3.8	26.9 <sup>±</sup> 3.2	27.2 <sup>±</sup> 3.0	26.5 <sup>±</sup> 3.9

Der var tendens til svagt faldende fedtprocent i mælken ved stigende proteinkoncentration. I overensstemmelse med resultatet fra forsøget på Trollesminde havde foderrationens bygandel og dermed dens stivelsesandel ingen negativ indflydelse på mælkens fedtprocent, eftersom den største stivelsesandel kun udgjorde ca. 13% af tørstoffet (hold 1). Udtrykt i kg 4% mælk blev den højeste ydelse derfor stadig opnået af kørerne på hold 3 med 27.2 kg. Mælkens proteinprocent var upåvirket af fodringen.

#### 4.2.3. Køernes tilvækst.

Som nævnt tidligere blev køerne vejet hveranden uge. I figur 9 er vist et sæt kurver over vægtændringen hos de 4 hold.



Figur 9. Vægtændring efter kælvning (Renbæk).  
Figure 9. Change in liveweight after calving (Renbæk).

Kurveforløbet er næsten ens for alle 4 hold og i overensstemmelse med de tilsvarende kurver hos de stærkere fodrede hold i Trollesminde forsøget. Der var en tendens til større tab på hold 2 og 3, hvor mælkeydelsen var størst. Det større tab på disse 2 hold fremgår også af tabel 12, hvor den gennemsnitlige, daglige tilvækst for hele forsøgsperioden er gengivet.

Tabel 12. Gennemsnitlig legemsvægt ved kælvning og daglig tilvækst fra 1.-12. uge efter kælvning. (Renbæk).

Table 12. Average liveweight after calving and daily gain from 1st -12th week after calving. (Renbæk).

	Hold Group			
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
Vægt ved kælvning, kg Weight after calving, kg	642	623	640	616
Daglig tilvækst, g Daily gain, g	-64	-92	-101	-29

5

DISKUSSION

5.1. Energiniveauets indflydelse på mælkeproduktionen.

Vurderingen af energitildelingens virkning på mælkeproduktionen i de første 9 uger af laktationsperioden må foretages ud fra resultaterne i forsøgsserien med 172 køer (Trollesminde). Køerne fik i dette forsøg varierende mængder af energi og protein, som det er illustreret i forsøgsmodellen side 16. I den efterfølgende periode, fra 10.-20. laktationsuge, fik alle køer tildelt foder efter mælkeydelse og efter samme normer for energi og protein, hvilket skulle give mulighed for at registrere en eventuel eftervirkning af forsøgsbehandlingen i de første 9 uger.

De 172 forsøgskøer kunne som tidligere nævnt fordeles på 3 energiniveauer, 12.0, 14.3 og 16.2 ialt f.e. pr. ko daglig. Det blev hermed muligt at vurdere energieffekten, som det ses i tabel 13.

Tabel 13. Energiniveaueets indflydelse på køernes mælkeydelse i de første 9 uger efter kælvning.

Table 13. The influence of energy level on the cows' milk yield during the first 9 weeks after calving.

	Hold A Group A	Hold B Group B	Hold C Group C
Hold (Group)	1+2+3	4+5+6	7+8+9
Ialt f.e. pr. ko Total f.u. per cow	12.0 <sup>±</sup> 0.6	14.3 <sup>±</sup> 0.6	16.2 <sup>±</sup> 0.7
Produktions-f.e. Production f.u.	7.9 <sup>±</sup> 0.7	10.1 <sup>±</sup> 0.6	12.0 <sup>±</sup> 0.6
Råprotein pr. p.f.e. Crude protein per p.f.u.	168 <sup>±</sup> 29	168 <sup>±</sup> 31	166 <sup>±</sup> 19
Mælk, kg Milk, kg	25.3 <sup>±</sup> 2.5	26.0 <sup>±</sup> 2.7	27.3 <sup>±</sup> 3.8
Fedt, % Fat, %	4.40	4.22	3.93
Smørfedt, g Butterfat, g	1113 <sup>±</sup> 171	1097 <sup>±</sup> 164	1075 <sup>±</sup> 194
Protein, % Protein, %	3.24	3.29	3.34
Mælkeprotein, g Milk protein, g	820 <sup>±</sup> 85	854 <sup>±</sup> 77	914 <sup>±</sup> 111
4% mælk, kg F.C.M., kg	26.8 <sup>±</sup> 3.4	26.8 <sup>±</sup> 3.2	27.1 <sup>±</sup> 4.1
Vægt, kg Body weight, kg	565 <sup>±</sup> 56	551 <sup>±</sup> 56	565 <sup>±</sup> 53
Dgl. tilvækst, g Daily gain, g	-543 <sup>±</sup> 406	-276 <sup>±</sup> 367	-56 <sup>±</sup> 356

En forøgelse af energitildelingen på 4.2 f.e. fra gruppe A til gruppe C medførte en stigning i mælkemængden pr. ko på 2.0 kg mælk. Desuden steg mængden af mælkeprotein med 94 g; dette blev opnået ved en stigning i protein % og ved den højere mælkemængde. Hos alle køer steg proteinprocenten ca. 0.1 enhed fra niveau A til C ( $P < 0.01$ ). En tilsvarende effekt på mælkens proteinindhold er tidligere fundet i danske forsøg (Brølund Larsen et al., 1969).

Wiktorsson (1971) fandt ligeledes i langvarige forsøg over hele laktationsperioden en stigning i mælkens proteinindhold, specielt ved tildelingen 120% af normalnormerne.

Fedtprocenten reduceredes derimod stærkt med en stor energitildeling; specielt hos køerne, der tildeltes et lavt proteinniveau på hold 4, 7 og 8. Først og fremmest fordi en stor tildeling af byg til disse køer forøgede stivelsesindholdet i fodrationen. Resultatet blev derfor, at der ikke kunne konstateres nogen virkning af energitildelingen på mængden af smørfedt og 4% mælk.

Det er nævnt tidligere, at højtydende køer vil mobilisere energi fra kropsreserverne for at dække energiforbruget i den første del af laktationen. Det må derfor antages, at et ydelsesudslag ved en forøget energitildeling - når denne energitilførsel tildeles uafhængig af mælkeydelse - vil være påvirket af tidsrummet for denne større energioptagelse, dels fordi køernes kropsreserver trods alt er begrænsede, dels fordi deres fysiologiske betingede evne til at mobilisere aftager med afstanden fra kælvning.

Akinyele og Spahr (1975) fandt således en ydelsesforskel på 2.3 kg mælk i gennemsnit af de første 8 laktationsuger, når forskellen i energioptagelsen udgjorde omkring 2 f.e. Hvorimod McCoffree og Merrill (1968) i gennemsnit af de første 18 laktationsuger fandt en ydelsesforskel på 5.5 kg mælk, ligeledes med en forskel i energioptagelsen på ca. 2 f.e. De udslag, der er fundet, må derfor anses for at være blevet større, såfremt forsøgene havde strakt sig ud over de 9 laktationsuger.

En vurdering af energioptagelsens indflydelse på produktionen må derfor dels foretages ud fra et merudbytte i mælk, og dels ud fra et merudbytte i tilvækst. En vurdering af merudbyttet i tilvækst må foretages på grundlag af de muligheder og de omkostninger, der vil være, for senere i laktationen at foretage en udligning af de påførte vægttab først i laktationen.

I nærværende forsøg havde køerne på det laveste energiniveau et meget stort vægttab på 543 g daglig pr. ko i gennemsnit af de 9-10 første uger efter kælvning. Vægttabet blev reduceret signifikant til kun 56 g daglig pr. ko for køerne på det højeste energiniveau. Denne reduktion i vægttabet på 487 g daglig er i god overensstemmelse med



de tidligere omtalte forsøg (sided 10) af Broxter (1969), hvor vægttabet reduceredes med 377 g daglig pr. ko, og forskellen i mælkeydel- sen var 2.5 kg mælk mellem køer på lav og høj energimængde.

Reduktionen i vægttabet i det danske forsøg på ialt 487 g pr. ko svarer til en reduktion i vægttabet på 120 g daglig pr. ko for hver ekstra tildelt f.e. Dette er en meget afgørende faktor, når en optimering af energitildelingen i fodrationen skal foretages.

I figur 10 er vist udjævnede kurver for mælkeydel- sen på de 3 energiniveauer. De illustrerer virkningen af at variere proteinmæng- den pr. produktions-f.e. Samtidig viser de klart effekten af de 3 energiniveauer, idet såvel køernes ydelsesniveau som det marginale mælkeudbytte for en varieret proteintildeling forskydes opad ved et højere energiniveau. Samspillet mellem energi- og proteinforsyningen er således signifikant for en opnåelse af en maksimal mælkeproduk- tion.

Den statistiske behandling af forsøgsresultaterne skete ved hjælp af flere regressionsmodeller. Således blev der i først omgang benyttet en lineær regressionsligning (model 3) for at få en vurde- ring af energiniveauets indflydelse på køernes produktion af mælk, smørfedt, mælkeprotein, 4% mælk og deres daglige tilvækst. De 5 lig- ninger er samlet i hovedtabel VI.

I 2 af ligningerne blev der konstateret en signifikant påvirk- ning af både energi- og proteinniveauet. Det gælder for de 2 lignin- ger, som beskriver variationen i mælkemængde og mælkeprotein. I alle ligninger havde køernes legemsvægt en meget signifikant indflydelse på produktionen.

Køernes laktationsnr. havde derimod i disse forsøg kun en min- dre effekt, vel nok fordi forsøgsmaterialet udelukkende omfatter kø- er, der har kælvet 2 eller flere gange.

Det signifikante merudbytte pr. ekstra f.e. blev 0.59 kg mælk og 25 g mælkeprotein. Merudbyttet er derimod ikke signifikant, når det- te beregnes i ligninger for smørfedt og for ydelse i 4% mælk.

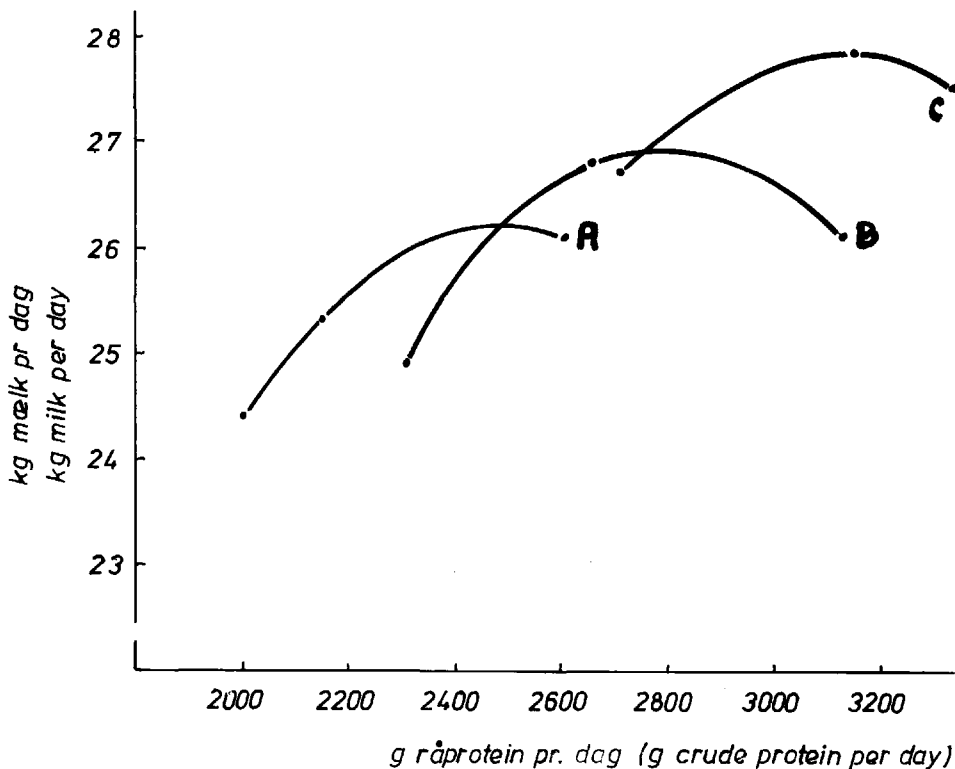


Fig. 10. Energiniveauets indflydelse på sammenhængen mellem proteinoptagelsen og mælkeydelsen (Trollesminde).

Fig. 10. The effect of energy level on the relationship between protein intake and milk production (Trollesminde).

- A = 12 f.e. (f.u.)
- B = 14 f.e. (f.u.)
- C = 16 f.e. (f.u.)

En eftervirkning senere i laktationen vil være påvirket af forskellen i energitildeling først i laktationen. Desuden vil virkningen også være afhængig af energiniveau og af fodringsprincippet, idet kraftfoderet enten kan tildeles efter køernes mælkeydelse eller efter en fast strategi, uafhængig af ydelsen. I forsøg med kvier viste Broxter (1969), at et forsøgsudslag på 2.5 kg mælk i de første 9 uger af laktationen blev reduceret til 0.8 kg mælk pr. ko daglig i 10.-18. uge efter kælvning, når forsøgsdyrene fodredes på samme niveau. I et andet forsøg af Gordon (1977) blev eftervirkningen senere i laktationen endnu mindre, og den var ikke signifikant.

I det danske forsøg med 172 køer på et varieret protein- og energiniveau (Trollesminde) blev merydelsen i eftertiden (10-20 uger efter kælvningen) 1 kg mælk. Dette udslag er 50% af selve forsøgsudslaget i forsøgstiden.

## 5.2. Proteinmængdens indflydelse på mælkeproduktionen.

### 5.2.1. Indledning.

Undersøgelserne over proteinniveauets indflydelse på køernes mælkeproduktion er som tidligere omtalt udført i begge forsøg (Trollesminde og Renbæk) og omfatter 241 malkekøer.

I forsøget med 172 køer (Trollesminde) blev energien varieret omkring 3 niveauer, 12 - 14 og 16 f.e., mens de 69 køer i forsøget på Renbæk fik tildelt mellem 14 og 15 f.e. ialt daglig pr. ko.

Dette medfører også, at de anvisninger, der kan gives for en optimal proteintildeling i den første del af laktationen (9-12 uger) vil forudsætte en energioptagelse (f.e.), som varierer inden for ovennævnte variationsområde.

### 5.2.2. Optimering af proteinniveauet.

De tidligere omtalte udelandske undersøgelser fastslår, at der er længet mindre mænde protein end energi til rådighed for mobilisering af kropsreserverne. Ud fra dette skulle der således kunne forventes en mere signifikant virkning på køernes mælkeproduktion af en stigende mængde protein i fodrationen i den tidlige del af laktationen, som kan udnyttes sammen med den mobiliserede energi.

Flere forfattere fremhæver endvidere, at når energitildelingen øges, stiger også det marginale udbytte for protein. Den totale mængde protein kan med fordel forøges (Balch, 1969, Broxter, 1975 og Gordon, 1977).

Dette kan også bekræftes ud fra resultaterne i Trollesminde-forsøget. Den tidligere omtalte figur 10 illustrerer, at der er en sammenhæng mellem energi- og proteintildeling. De 3 udjævnedede kurver for mælkeudbytter ved stigende proteintildeling forskydes opad med stigende energiniveau (A, B og C). Denne forskydning af kurverne opad mod højre er et udtryk for, at der er plads for mere protein til mælkeproduktion, når energitildelingen forøges.

I den statistiske analyse af forsøgsresultaterne er der benyttet flere multiple regressionsmodeller. I hovedtabel VI er opstillet de lineære funktioner fra forsøget med de 172 køer (Trollesminde). Af disse ligninger (model 3) fremgår, at der er en signifikant virkning af indsatsen af g fordøjeligt råprotein pr. produktions-f.e. ( $x_2$ ) på udbyttet af mælk, smørfedt, mælkeprotein og 4% mælk. Derimod kan der ikke konstateres en signifikant sammenhæng mellem proteinniveau og køernes tab i vægt. Sidstnævnte var derimod signifikant korreleret med energitildelingen, som det også er nævnt på side (29).

Såfremt en maksimering af indsatsen af protein skal kunne foretages, vil det være nødvendigt, at den multiple regressionsligning ændres (model 5), således at der indgår et kvadratled ( $x_2^2$ ) for indsatsen af protein. Dette er gjort i tabel 14. I disse ligninger er også medtaget et vekselvirkningsled ( $x_1 x_2$ ) for vurdering af samspillet mellem energi-p.f.e. og proteintildelingen (g fordøjeligt råpro-

Tabel 14. Multiple regressionsmodeller fra forsøget med forskelligt energi- og proteinniveau (Trollesminde - n = 172).

Table 14. Multiple regression models from the experiment with different energy and protein level (Trollesminde - n = 172).

Ligning for $y_1 = \text{kg m\ddot{a}lk (kg milk)}$							$R^2$ og F-v\ddot{a}rdi	
$y_1 =$	$-27.772 +$	$3.365x_1 -$	$0.07445x_1^2 +$	$0.2573x_2 -$	$0.000477x_2^2 -$	$0.00806x_1x_2 +$	$0.0217x_3$	0.26
F-v\ddot{a}rdi	3.52 <sup>a)</sup>	1.10	3.79 <sup>b)</sup>	2.07	2.32 <sup>c)</sup>	31.16 <sup>***</sup>	9.46 <sup>***</sup>	
Ligning 2 for $y_2 = \text{g sm\ddot{o}rfedt (g butterfat)}$								
$y_2 =$	$50.394 +$	$43.600x_1 -$	$4.270x_1^2 +$	$0.5183x_2 -$	$0.00198x_2^2 -$	$0.2274x_1x_2 +$	$0.1432x_3$	0.24
F-v\ddot{a}rdi	0.18	1.12	0.00	0.01	0.57	26.66 <sup>***</sup>	8.49 <sup>***</sup>	
Ligning 3 for $y_3 = \text{g m\ddot{a}lkeprotein (g milk protein)}$								
$y_3 =$	$-415.609 +$	$73.608x_1 -$	$1.271x_1^2 +$	$5.062x_2 -$	$0.00901x_2^2 -$	$0.1432x_1x_2 +$	$0.5804x_3$	0.30
F-v\ddot{a}rdi	1.80	0.34	1.57	0.79	0.78	23.86 <sup>***</sup>	12.02 <sup>***</sup>	
Ligning 4 for $y_4 = \text{kg 4\% m\ddot{a}lk (kg F.C.M.)}$								
$y_4 =$	$-10.115 +$	$1.989x_1 -$	$0.00943x_2^2 +$	$0.1090x_2 -$	$0.00219x_2^2 -$	$0.000298x_1x_2 +$	$0.02576x_3$	0.24
F-v\ddot{a}rdi	0.93	1.34	0.51	0.33	0.00	33.21 <sup>***</sup>	8.67 <sup>***</sup>	

a)  $P = 0.07$       b)  $P = 0.06$       c)  $P = 0.12$ .

tein pr. p.f.e.). Virkningen af det sidste led vil blive omtalt senere i et særskilt afsnit.

I forsøgene er optimeringen sket ved anvendelse af de benyttede regressionsmodeller i tabel 14, som indeholder et kvadratled. Ved en partiel differentiering af disse er det muligt direkte at beregne sammenhængen mellem proteintildeling og det opnåede udbytte i mælk, smørfedt, mælkeprotein og 4% mælk.

Ved partiel differentiering af den første ligning i tabel 14 med hensyn til  $x_2$  (g ford. råprotein) fås:

$$y'_1 = 0.2573 - 0.000954x_2 - 0.00806x_1.$$

Denne ligning indeholder også vekselvirkningsleddet, således at der også tages hensyn til energiniveauet  $x_1$ . En løsning af ligningen, hvor marginaludbyttet i mælk,  $y' = 0$ , udtrykker den maksimale værdi af  $x_2$ . Når energiniveauet f.eks. sættes til 10 p.f.e. fås:

$$x_2 = \frac{0.2573 - 0.0806}{0.000954} = \underline{186 \text{ g ford. råprot./p.f.e.}}$$

Maksimal mælkeydelse blev således opnået med 186 g fordøjeligt råprotein pr. produktions-f.e. ved et energiniveau på 10 p.f.e. eller 14-15 ialt-f.e.

I tabel 15 er anført tilsvarende regressionsligninger, der udtrykker de produktionsfunktionelle sammenhænge, som kan beregnes ud fra resultaterne fra forsøget på Renbæk (model 2).

Resultaterne fra proteinforsøget på Renbæk omfatter 69 køer med 2. og senere laktationer. Energiniveauet varierede mellem 9-11 p.f.e. for alle køer og var i gns. 9.92 p.f.e. I produktionsfunktionen er kun medtaget ( $x_2$ ), som forklarer virkningen af g fordøjeligt råprotein pr. p.f.e. og køernes vægt ( $x_3$ ), som også har haft en positiv virkning i dette forsøg.

Ligningen viser, at der er en positiv virkning af køernes vægt på mælkeydelsen på 0.031 kg mælk, hvilket svarer til 3.1 kg pr. 100 kg legemsvægt. Denne faktor har igen en meget stor signifikant virkning, større end hvad der er opnået for proteinet i foderrationen.

Tabel 15. Multiple regressionsmodeller fra forsøg på Renbæk (n = 69).  
 Table 15. Multiple regression models for experiment at Renbæk (n = 69).

<u>Ligning 1 for <math>y_1 = \text{kg m\ae}lk \text{ (kg milk)}</math></u>				$R^2$ og F-v\ae rdi
$y_1 =$	$-5.354$	$+ 0.1192x_2$	$- 0.000289x_2^2 + 0.03066x_3$	0.30
F-v\ae rdi	1.62	1.14	22.59***	8.27***
<u>Ligning 2 for <math>y_2 = \text{g sm\o}r\text{f}ed\text{t (g butterfat)}</math></u>				
$y_2 =$	$-507.996$	$+ 9.0602x_2$	$- 0.02639x_2^2 + 1.2196x_3$	0.20
F-v\ae rdi	9.46 <sup>a)</sup>	3.15 <sup>b)</sup>	11.78***	4.72***
<u>Ligning 3 for <math>y_3 = \text{g m\ae}lke\text{p}rotein \text{ (g milk protein)}</math></u>				
$y_3 =$	$-114.4186$	$+ 3.9181x_2$	$- 0.00891x_2^2 + 0.8228x_3$	0.33
F-v\ae rdi	2.32	1.45	21.61***	9.62***
<u>Ligning 4 for <math>y_4 = \text{kg 4\% m\ae}lk \text{ (kg F.C.M.)}</math></u>				
$y_4 =$	$-9.7476$	$+ 0.1910x_2$	$- 0.000509x_2^2 + 0.03061x_3$	0.25
F-v\ae rdi	3.08 <sup>a)</sup>	2.64 <sup>b)</sup>	16.66***	6.29***

a)  $p < 0.10$       b)  $p < 0.15$

Med en godtagelse af et signifikansniveau for protein på  $0.05 > P < 0.15$  vil der kunne foretages en beregning af den maksimale proteintildeling på grundlag af produktionsfunktionerne.

Den partielle differentiering af ligningen med hensyn til  $x_2$  viser følgende resultat for produktionen af kg 4% mælk pr. ko pr. dag:

$$y_4' = 0.1910 - 0.001018x_2.$$

Den maksimale ydelse i kg 4% mælk opnås efter denne ligning, når tildelingen af g fordøjeligt råprotein pr. p.f.e. er:

$$x_2 = \frac{0.1910}{0.001018} = 188 \text{ g ford. råprotein}$$

Dette er i god overensstemmelse med beregningerne af det maksimale proteinniveau for Trollesminde-forsøget, som er vist på side 46.

Resultaterne for alle forsøgskøer. Under et omfatter de to forsøg (Trollesminde og Renbæk) tilsammen 241 køer. Begge forsøg er gennemført i samme laktationsafsnit og efter næsten ens forsøgsplan. Maximeringen af råprotein er også ens, hvorfor det er muligt at benytte resultaterne til en fælles regressionsberegning. Regressionsligningerne er beskrevet i model 4 på side 20. De omfatter de 4 uafhængige variable: mælk ( $y_1$ ), smørfedt ( $y_2$ ), mælkeprotein ( $y_3$ ) og 4% mælk ( $y_4$ ), og de er vist i tabel 16.

Det fremgår af tabellen, at det større materiale fra de 2 forsøg viser en forbedring af funktionernes signifikansniveau. Alle de inkluderede variable havde med funktionen for g smørfedt som eneste undtagelse statistisk sikker indflydelse på de uafhængige variable y-værdier.

Effekten af energiniveauet ( $x_1$ ) har tidligere været omtalt. Der er igen en signifikant lineær indflydelse på produktionen med undtagelse af smørfedtydelsen. Koens vægt ( $x_3$ ) har også her en afgørende positiv virkning på køernes ydelse. Store køer opnår en større produktion, og årsagen hertil må være, at de har en større mobiliseringsreserve end små køer inden for samme race.



Tabel 16. Multiple regressionsmodeller for alle forsøgskøer (n = 241).

Table 16. Multiple regression models for all experimental cows (n = 241).

Ligning 1 for $y_1 = \text{kg m\ddot{a}lk (kg milk)}$					$R^2$ og F-v\ddot{a}rdi	
$y_1 =$	$3.2704 +$	$0.6763x_1 +$	$0.1465x_2 -$	$0.000388x_2^2 +$	$0.01569x_3$	0.23
F-v\ddot{a}rdi	33.31***	5.04*	4.21*	26.71***		11.00***
Ligning 2 for $y_2 = \text{g sm\ddot{o}rfedt (g butterfat)}$						
$y_2 =$	$-188.597 +$	$3.7669x_1 +$	$7.1737x_2 -$	$0.01732x_2^2 +$	$0.9338x_3$	0.16
F-v\ddot{a}rdi	0.53	3.84*	2.67 <sup>a)</sup>	30.00***		11.00***
Ligning 3 for $y_3 = \text{g m\ddot{a}lkeprotein (g milk protein)}$						
$y_3 =$	$31.611 +$	$24.426x_1 +$	$5.3167x_2 -$	$0.01406x_2^2 +$	$0.2508x_3$	0.21
F-v\ddot{a}rdi	42.62***	6.52*	5.43*	6.69**		15.92***
Ligning 4 for $y_4 = \text{kg 4\% m\ddot{a}lk (kg F.C.M.)}$						
$y_4 =$	$4.06145 +$	$0.3280x_1 +$	$0.1653x_2 -$	$0.000412x_2^2 +$	$0.02026x_3$	0.18
F-v\ddot{a}rdi	5.88*	4.82*	3.57 <sup>b)</sup>	33.39***		13.13***
a)	P = 0.10		b) P = 0.06			

Samlingen af hele materialet fra de 2 forsøg har også bevirket, at der er opnået en statistisk mere signifikant virkning på produktionen for den uafhængige variable, g fordøjeligt råprotein pr. produktionsfoderenhed; dette gælder for begge led ( $x_2$  og  $x_2^2$ ).

Ved partiel differentiering af de 4 ligninger i tabel 16 bliver det muligt at beregne de marginale indsatser af protein til mælk, smørfedt, mælkeprotein og 4% mælk. Det maksimale proteinniveau, hvor marginaludbyttet er  $\frac{dy}{dx} = 0$ , kan også udledes for de 4 differential-ligninger:

		$\frac{dy}{dx_1} = 0$
<u>Mælk:</u>	$\frac{dy_1}{dx_2} = 0.1465 - 0.000776x_2$	189
<u>Smørfedt:</u>	$\frac{dy_2}{dx_2} = 7.1737 - 0.03464x_2$	207
<u>Mælkeprotein:</u>	$\frac{dy_3}{dx_2} = 5.3167 - 0.02812x_2$	189
<u>4% mælk:</u>	$\frac{dy_4}{dx_2} = 0.1653 - 0.000824x_2$	201

Den maksimale indsats af protein i den første del af laktationen kan ifølge disse ligninger opnås ved et niveau på 190-210 g fordøjeligt råprotein pr. produktionsfoderenhed, hvilket også fremgik af figur 11, som illustrerer udbyttekurverne beregnet på grundlag af ligningerne i tabel 16. Den største signifikans blev opnået for de afhængige variable, mælk og mælkeprotein, mens beregningerne for smørfedt og 4% mælk viste mindre signifikans. Den lavere signifikans for disse 2 variable skyldes utvivlsomt de lavere fedtprocenter, som kørerne havde på enkelte af holdene i Trollesminde-forsøget.

Lægges der størst vægt på resultaterne med højeste statistiske signifikans, kan det konkluderes, at det maksimale proteinniveau i disse forsøg er opnået ved:

190 g fordøjeligt råprotein pr. p.f.e.

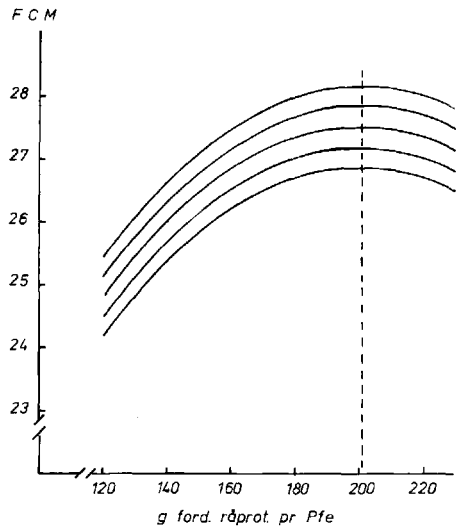
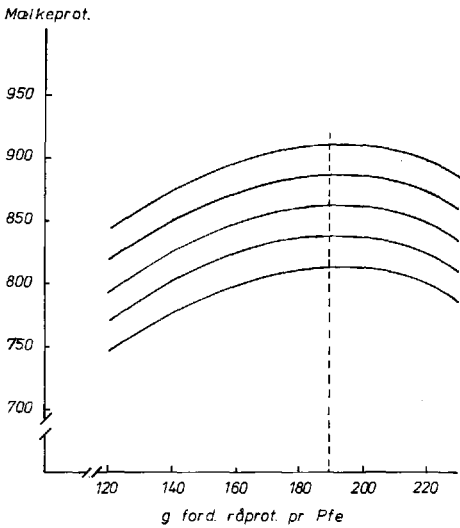
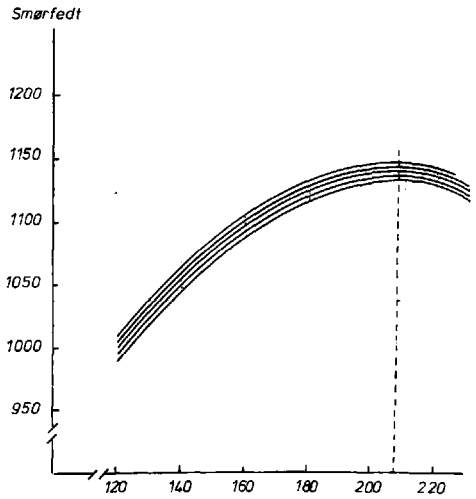
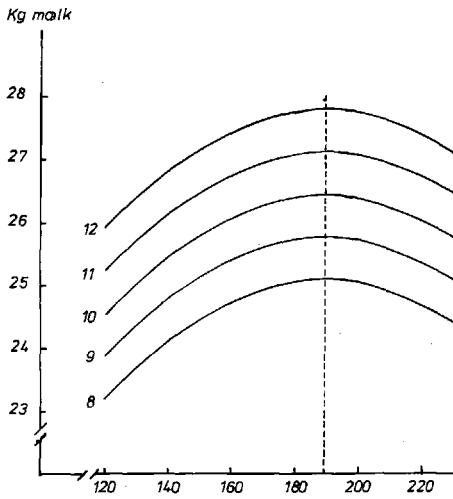


Fig. 11. Proteinindholdets indflydelse på udbyttekurverne for mælk, smørfedt, mælkeprotein og 4% mælk ved forskellig energiop-tagelse (Trollesminde + Renbæk).  
Fig. 11. The effect of protein level on production of milk, butter-fat, milk protein and FCM at different energy levels (Trollesminde + Renbæk).

Resultatet gælder for højtydende køer, som er i den første del af laktationsperioden (første 10-15 uger), og som får en energitildeling på 10-11 produktionsfoderenheder eller 15-16 ialt f.e. Under disse omstændigheder vil køerne også mobilisere energi svarende til et vægttab på 250-350 g daglig pr. ko, hvilket er en afgørende forudsætning for at udnytte det højere proteinniveau i det tilførte foder.

Dette maksimale proteinniveau på 190 g ford. råprotein pr. p.f.e. vil med en energioptagelse på 15 f.e. (10.5 p.f.e.) svare til en daglig råproteinmængde på ca. 2400 g fordøjeligt råprotein. Med en fordøjeligheds-koefficient på 70-80% for proteinet bliver det maksimale proteinbehov ca. 3000-3500 g ialt. Der er en god overensstemmelse med tidligere omtalte forsøg, der er gennemført på samme ydelsesniveau (25-30 kg mælk pr. dag), idet den største mælkeydelse i disse forsøg blev opnået ved ca. 3500 g (Gardner og Park 1973, Grieve et al. 1974).

#### Vekselvirkning mellem energi- og proteinniveau til mælkeproduktion.

Det fremgik af figur 10, at energitilførslen med foderet var af afgørende betydning for marginaludbyttet i mælk, når indsatsen af protein varieres. En øget energitildeling forskyder de marginale udbyttekurver op på et højere ydelsesniveau.

Køernes nettomobilisering ændres med stigende energitilførsel og dermed også behovet for protein til supplering af den mobiliserede energi. Derfor må en vekselvirkning mellem protein- og energitildeling formodes at have en signifikant betydning.

Teoretisk skulle dette betyde, at når der foretages en nedsættelse af energitildeling, må proteinindholdet pr. produktions-f.e. skulle sættes op.

I regressionsmodellen i tabel 14 (se side 45) er derfor medtaget et led ( $x_1x_2$ ) for vekselvirkningen mellem energi ( $x_1$ ) og protein ( $x_2$ ). En gennemgang af de 4 ligninger viser, at der kun for ligningen for mælk er opnået et nogenlunde rimeligt signifikansniveau for vekselvirkningsleddet ( $0.10 > P < 0.20$ ).

En partiel differentiering af denne ligning med hensyn til  $x_2$  (g fordøjeligt råprotein pr. p.f.e.) viser følgende funktion:

$$y_1' = 1,2563 \cdot 0.000954x_2 - 0.00806x_1.$$

En maksimering af ligningen kan foretages ved forskellige niveauer for p.f.e., som ligger inden for forsøgsområdet. Den maksimale proteinmængde ved forskellige energiniveauer og den dertil opnåede maksimale mælkeproduktion samt ændringer i køernes tilvækst er vist i tabel 17.

Table 17. Vekselvirkning mellem energi- og proteintildeling og maksimalt proteinniveau.

Table 17. Interaction between energy- and protein feeding and maximum protein level.

	Produktions-f.e.				
	F.u. for milk production				
	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0
g ford. råprotein/p.f.e.	205	196	186	177	167
g dig.crude prot./p.f.u.					
g ford. råprotein, ialt pr. dag <sup>x)</sup>	2060	2184	2280	2367	2424
g dig.crude prot., total per day					
g ford. råprotein, forskel	-	+124	+ 96	+ 87	+ 57
g dig.crude prot., difference					
<u>Mælkeydelse og tilvækst</u>					
<u>Milk yield and gain</u>					
Kg mælk pr. ko	26.0	26.5	26.9	27.3	27.5
Kg milk per cow					
g tilvækst pr. ko	-540	-420	-300	-180	- 60
g gain per cow					

x) + 420 g ford. råprotein til vedligehold.  
+ 420 g dig.crude prot. for maintenance.

Køernes mælkeydelse øges med stigende energitildeling, og tabet i vægt formindskes signifikant. Vekselvirkningen mellem energi- og proteintildelingen antyder også ved maximering af proteinmængden, at denne kan nedsættes pr. produktions-f.e., når kørerne får stigende tildeling af energi (p.f.e.). Se også figur 12.

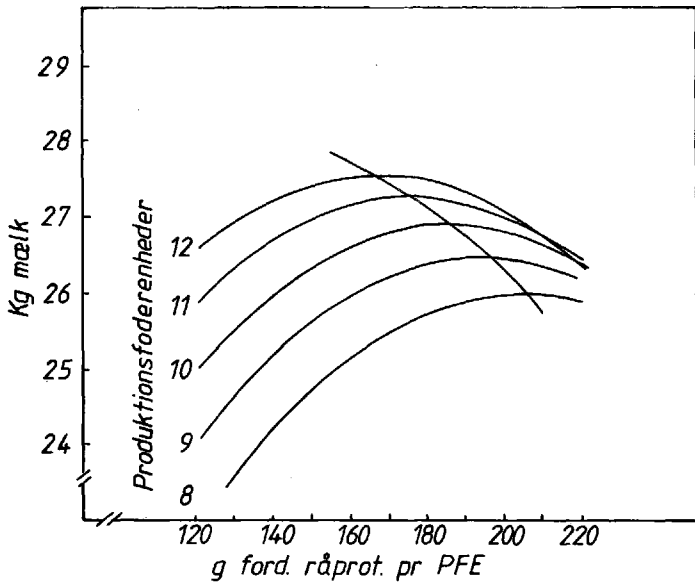


Fig. 12. Proteinindholdets indflydelse på udbyttekurverne for mælk ved forskellig energioptagelse (Trollesminde).

Fig. 12. The effect of protein level on milk production at different energy levels (Trollesminde).

Den marginale proteinmængde, udtrykt ved forskellen i den totale tildeling af g fordøjeligt råprotein pr. ko daglig, kan formindskes fra 124 til 57 g pr. ekstra f.e., hvilket må ses i sammenhæng med køernes nettomobilisering. Denne kommer til udtryk ved den negative daglige tilvækst i de første 9-10 uger efter kælving, hvor den formindskes med ca. 120 g for hver ekstra f.e., kørerne får tildelt.

En forøget energitildeling kan medvirke til, at syntesen af mikrobielt protein i vommen også forøges. Det forudsætter samtidig, at den formindskede nettomobilisering af energi også nedsætter behovet for ekstra protein. Begge faktorer vil dermed medvirke til, at proteinkoncentrationen i foderet kan nedsættes, når energitildelingen forøges.

Tidligere er det understreget, at der er en sammenhæng mellem køernes ydelsesniveau og deres vægttab først i laktationen. En forøgelse af koens potentielle ydelsesniveau lige efter kælving på 1 kg 4% mælk (se side 29) har ændret tilvæksten med -0.0585 kg eller 59 g daglig svarende til 150 g pr. foderklasse a 2.5 kg 4% mælk.

Ligningen viste også, at forøgelse af energioptagelsen på l.f.e. ændrede tilvæksten med + 0.108 kg eller 108 g daglig.

Nettomobiliseringen af energi vil formindskes ved en forøgelse af energitildelingen i foderrationen. Samtidig formindskes behovet for ekstra protein, som skal udnytte den mobiliserede energi til mælkeproduktion.

En højere ydelsespotentiale hos kørerne med deraf følgende stigende mobilisering vil derimod kræve mere protein i foderrationen ved samme energitildeling.

Derfor må disse 2 faktorer inddrages i en optimeringsmodel for tildeling af protein til mælkeproduktion. Beregningen kan også benyttes til at sammenkæde de tidligere resultater fra forsøg med protein til mælkeproduktion.

Følgende forudsætninger kan opstilles:

A. For en forskel i koens ydelsespotentiale på 2.5 kg 4% mælk, fastlagt i de første uger efter kælving, vil koens tilvækst ændres (modsat) med 150 g daglig i de første 10-12 uger efter kælving ved samme energitildeling (ialt f.e.).

Køerne vil således med et stigende ydelsespotentiale øge mobiliseringen og har dermed et tab i tilvækst. Dette forudsætter igen, at køerne er i passende huld ved kælving.

B. Med et tillæg eller fradrag på 1 f.e. til køer med samme ydelsespotentiale sker der en ændring i køernes mobilisering eller tilvækst på ca. 110 g daglig pr. ko i de første 10-12 uger efter kælving.

Dertil opnår disse køer også en merydelse på 0.68 kg mælk daglig (se tabel 16, side 49) pr. ekstra f.e. mellem 12-16 ialt f.e.

Ovennævnte 2 forudsætninger er benyttet i tabel 17 som grundlag for en optimering af proteinmængden til mælkeproduktion.

Tabellen er således principielt baseret på de signifikante resultater fra forsøgene illustrerende samspillet mellem køernes vægttab og deres ydelsespotentiale. Dette har en afgørende betydning for en forøgelse af proteinniveauet til mælkeproduktion i den første del af laktationen.

Resultaterne kan også på denne måde sammenføres med de tidligere danske forsøgsresultater vedrørende proteinoptimum til mælkeproduktion, som blev bearbejdet af V. Østergaard (1973).

En forøget proteintildeling ud over de 165 g fordøjeligt råprotein pr. produktionsfoderenhed vil være knyttet til energiniveauet i foderrationen og den ekstra energi, som den højtydende ko vil mobilisere fra kroppen i de første 10-15 uger af laktationen.



**Tabel 17.** Proteinniveau afhængig af energitildeling i foderrationen og køernes ydelsespotentiale.

**Table 17.** Protein level dependent of energy supply in the feed ration and the cows' yield potential.

Ydelses- potentiale Yield potential Kg 4% mælk Kg F.C.M.	Ialt f.e. pr. ko daglig 1. -12. uge Total f.u. per cow daily 1st-12th week							
	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	
	Prod. f.e. pr. ko daglig 1. -12. uge Prod. f.u. per cow daily 1st-12th week							
	6	7	8	9	10	11	12	
15.0 -	170	160	150					I
- 17.5	-110	0	+110					II
17.5 -	180	170	160	150				I
- 20.0	-260	-150	- 40	+ 70				II
20.0 -	190	180	170	160	150			I
- 22.5	-410	-300	-190	- 80	+ 30			II
22.5 -		190	180	170	160	150		I
- 25.0		-450	-340	-230	-120	- 10		II
25.0 -			190	180	170	160	150	I
- 27.5			-490	-380	-270	-160	- 50	II
27.5 -				190	180	170	160	I
- 30.0				-530	-420	-310	-200	II
30.0 -					190	180	170	I
- 32.5					-570	-460	-350	II
32.5 -						190	180	I
- 35.0						-610	-500	II

I) = g fordøjeligt råprotein pr. prod.f.e.  
(g dig. crude protein per prod.f.u.)

II) = vægtændring, g daglig pr. ko  
(weight change, g daily per cow)

### SAMMENDRAG OG KONKLUSION.

Fodringen af malkekøerne i den første del af laktationen er af afgørende betydning for at opnå en høj mælkeydelse.

I denne periode har køerne i særlig grad evne til at mobilisere energi og protein fra kropsreserverne. Det gælder først og fremmest energimobiliseringen og i nogen mindre grad mobilisering af protein til mælkeproduktionen.

Det er derfor naturligt at undersøge samspillet mellem energi og protein først i laktationen, når tildelingen i foderrationen varierer. En optimering af proteinet må også være påvirket af, at køerne kan mobilisere et overskud af energi.

Disse forhold er baggrunden for de 2 forsøgsserier, der er gennemført. I den ene forsøgsserie (Trollesminde-forsøgene) blev såvel energi (f.e. til mælkeproduktion) som proteinniveauet i produktionsfoderet varieret i de første 10-12 uger af laktationsperioden (g ford. råprotein pr. produktionsfoderenhed). Der indgik ialt 172 køer af R.D.M. og S.D.M. fordelt på 9 forsøgshold.

Den anden forsøgsserie (Renbæk-forsøgene) udførtes som en supplerende undersøgelse, hvor blot proteintildelingen til køerne blev varieret i samme tidsrum.

Variationen i energitildelingen kan opdeles i 3 niveauer 12.0 - 14.3 - 16.6 ialt f.e. pr. ko om dagen, som det er vist på side 16. Køerne på det højeste energiniveau havde vanskeligheder med at optage de store energimængder, hvorfor gennemsnitsniveauet reduceredes til 16.3 ialt f.e. om dagen pr. ko.

Tildelingen af protein blev indenfor hvert energiniveau varieret mellem 120 - 210 g fordøjeligt råprotein pr. p.f.e. Omtrent samme variationsområde, 130 - 220 g for proteinet var benyttet i den anden forsøgsserie, der gennemførtes på Renbæk. I dette indgik 62 køer af racen S.D.M. på 4 hold.

I begge forsøg fik køerne en fast tildeling af grovfoder. Den var 5.5 f.e. i det første forsøg og 7.5 f.e. i det andet forsøg. Variationen i energi- og proteinniveau opnåedes ved tildeling af forskellige kraftfoderblandinger. Mængden af disse øgedes i løbet af forsøgstiden uafhængig af køernes ydelse. Energieniveauets gennemsnit i forsøgstiden svarede til en mælkeydelse på 25 kg 4% mælk, og proteinniveauets gennemsnit var 165 g fordøjeligt råprotein pr. prod.f.e.

Ved opgørelsen af køernes foderoptagelse konstateredes det (se fig. 3, side 14), at denne var relativt jævnt spredt ud over det ønskede variationsområde for energi- og proteinniveau.

Bearbejdning af materialet er derfor sket med brug af normale varians- og regressionsanalyser med de 2 uafhængige variable, energi og protein. Dertil inkluderedes også i undersøgelsen virkningen af køernes vægt og af deres ydelsespotentiale, fastlagt i de første uger af laktationsperioden.

Den relativt lille grovfoderration i forsøget med varierende energi og protein medførte, at der ved et lavt protein- og højt energiniveau tildeles mere byg i kraftfoderet. Dette medvirkede til et højt stivelsesindhold i foderrationen. Følgen blev fald i mælkens fedtindhold, som især slog igennem ved 20-22% stivelse i foderets tørstof (se figur 6, side 26).

Køernes vægt viste sig at have stor indflydelse på køernes mælkeydelse først i laktationen. Der konstateredes en signifikant stigning på 3.1 kg 4% mælk pr. 100 kg legemsvægt. Større køer kan mobilisere mere energi fra kroppen til mælk end små køer.

Det fremgik klart af forsøgene, at mobiliseringen af energi først i laktationen har signifikant betydning. Forskellen i energiniveauet på 4.2 f.e. blev omtrent halveret ved, at vægttabet reduceredes fra 543 g til 56 g daglig pr. ko fra det lave og høje energiniveau. Samspillet med energitildelingen kom dermed også klart frem, idet nettomobiliseringen reduceredes med 110-120 g mindre vægttab for hver ekstra f.e., køerne tildeltes.

Den lineære regressionsanalyse viste en signifikant virkning på køernes ydelse af en stigende energi og proteintildeling til mælkeproduktionen. Virkningen af energi er i tabel 16 beregnet til 0.68 kg mælk og 0.33 kg 4% mælk pr. ekstra f.e. Udslaget i 4% mælk blev reduceret ved den negative påvirkning på mælkens fedtindhold. Det var ikke muligt at udlede et maksimalt energiniveau i den tildelte foderration, hvilket så afgjort skyldes køernes store evne til at mobilisere energi først i laktationen.

Samspelet mellem energi- og proteinniveauet er illustreret i fig. 10, side 42. Der er her en tydelig indikation for, at merudbyttekurven for protein flyttes til et højere ydelsesniveau, når energitildelingen øges.

Optimeringen af proteinmængden vil således være påvirket af både energitildelingen og af køernes ydelsespotentiale, der igen har indflydelse på køernes evne til at mobilisere energi.

Det maksimale proteinniveau er beregnet ud fra de anvendte regressionsligninger i tabel 14, 15 og 16. Konklusionen på side 50 er baseret på de signifikante resultater i tabel 16, der omfatter alle forsøgskøer. Maksimal ydelse er opnået ved et proteinniveau på 190 g råprotein pr. produktionsfoderenhed. Resultatet gælder for højtydende køer i den første del af laktationen, som tildeles 10-11 produktions f.e., og hvor køerne vil mobilisere energi fra kroppen svarende til et vægttab på 250-350 g daglig. Dette er en afgørende forudsætning for en forøgelse af proteinniveauet. Den maksimale totale mængde protein pr. dag er beregnet til 2400 g fordøjeligt råprotein pr. ko.

Vekselvirkningen mellem energi- og proteinniveau er påvirket af energitildelingen og af energimobiliseringen, hvor sidstnævnte er signifikant korreleret med køernes ydelsespotentiale. Disse 2 faktorer danner grundlag for den afsluttende tabel 17. Denne tabel sammenkæder resultaterne fra tidligere danske proteinforsøg med resultaterne fra de 2 nye forsøg.

7  
S U M M A R Y

To obtain a high milk yield of the dairy cow the feeding in early lactation is of great importance.

During this part of the lactation the cow has an ability to mobilize energy and protein from her body reserves. Several investigations have shown that it is first of all the mobilization of energy, which is important, and to a smaller degree the protein mobilization.

Therefore, it is natural to regard that an interaction mostly exists between the energy and protein supplementation from the feed ration for the dairy cow in early lactation. A possible optimization of the protein level in the feed ration should be influenced by a possible surplus of mobilized energy from the body reserves.

A large investigation has been carried out with dairy cows to examine the influence of different levels of energy and protein for milk production.

In the experiment carried out over a 4 years period 172 dairy cows in 9 group were included. The cows were Red Danish Milk breed (R.D.M.) and Black and White Danish Milk breed (S.D.M.), and the cows were in experiments in the first 10 weeks after calving.

This investigation was supplemented with a series of experiments with 62 S.D.M. cows; and there were 4 protein levels applied together with a normal level of energy in the feed rations.

The different energy levels in the first experiment were centred around 3 main levels of energy 12 - 14 - 16 Scan.f.u. (1 Scan.f.u. = 1 kg barley) daily on an average over the 10 weeks experimental period after calving.

With each level of energy 3 levels of protein were applied from 120 g to 210 g digestive crude protein per Scan.f.u. This was followed up by the other experiments with 4 levels of protein, but within the same range (130 - 220 g).

From 10 - 20 weeks after the cows were fed according to milk yield in order to discover a possible residual effect of the treatment.

In both series of experiments the cows were fed a constant basic roughage ration, approx. 6-7 kg D.M. in the first trial and 8-9 kg in the second trial. To obtain the planned variation in levels of energy protein, different concentrate mixtures were used.

To the cows on low roughage ration, a relative high proportion of barley was included to obtain high energy level and low protein level. A marked drop was seen in the milk fat percent for cows, where there was more than 20-22% starch in the feed dry matter (see figure 6, page 26).

In the next experiment it was seen that the body weight of the cow after calving has a significant influence on milk yield. This would, increased with 3.1 kg milk or F.C.M. per 100 kg body weight for cows feed, equal with the level of energy.

It is a clear fact that mobilization of energy has significant importance for dairy cows. On the low level of energy the loss of body weight was 543 g; by increasing the energy level the losses would significantly be reduced by 487 g to only 56 g daily per cow on high energy level. This means that the difference in energy input from feed (4.2 Scan.f.u.) in the experiments is nearly twice as much as what would be the real difference in energy input when adding mobilized and fed energy for milk production obtained by the dairy cows.

The marginal output of milk was 2.8 kg from cows at low to high energy levels. With a difference of 4.2 f.u. it is 0.68 kg milk per extra f.u. in the feed ration. But it was not possible to establish a maximum level of feed energy in early lactation due to the high degree of mobilization of energy from the body tissues.

Already this fact indicated an interaction between energy and protein levels, which is illustrated in the graphs in figure 10, page 42. It shows, how the marginal output of milk for increasing input of protein is raised to high levels of milk yield by feeding more energy.

From the experimental data the maximum protein level is calculated on basis of multiple regression equations, which is shown in table 14, 15 and 16. The last equation at table 16 includes all information from 241 dairy cows in both experiments.

The maximum yield was obtained with a level of 190 g digestible crude protein per f.u. for milk production, which is illustrated in figure 11, page 15. This increase in level from the recommended 165 g digestible crude protein per f.u. is for high yielding cows in the early part of lactation, which has a loss in body weight of 250-350 g daily. The interaction between a higher level of protein for milk production and the 2 important factors, feed intake and yield potential of the cow, is illustrated in table 17. The maximum levels of protein would change, as it appears from the table, with the expected milk yield of the cow and the level of energy mobilization. The last factor expressed by daily weight changes in the first 10 weeks of lactation. It is the nett mobilization of energy, which depends on the level of feed intake and yield potential of the cows measured in the first weeks of lactation, which establishes the maximum level of protein in the feed rations.

The nett mobilization is calculated from regression equation to 108 g daily gain per extra f.u. and a reduction of the daily gain of 150 g per increase of 2.5 kg F.C.M. daily in yield potential of the cows in early lactation.

L I T T E R A T U R

- Akinyele, I.O. and S.L. Spahr, 1975. Stage of lactation as a criterion for switching cows from one complete feed to another during early lactation. *J. Dairy Sci.* 58, 917-921.
- Balch, C.C., 1967. Problems in predicting the value of non-protein nitrogen as a substitute for protein in rations for farm animals. *Wed. Rev. Animal Production*, 3, 84-91.
- Bath, D.L., M. Ronning, J.H. Meyer and C.P. Lofgreen, 1965. Caloric equivalent of live weight loss of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 48, 374-380.
- Broster, W.H., V.J. Broster and T. Smith, 1969. *J. Agric. Sci. Camb.*, 72, 229-245.
- Broster, W.H., V.J. Broster, T. Smith and J.W. Siviter, 1975. *J. Agric. Sci. Camb.*, 84, 173-186.
- Broster, W.H., and G. Alderman, 1977. Nutrient requirements of the high yielding cow. *Livestock Prod. Sci.*, 4, 263-275.
- Coppock, C.E., H.F. Tyrell, W.G. Merrill and J.T. Reid, 1968. The significance of protein reserve to the lactating cows. *Proc. Cornell Nutr. Cont., Cornell Univ. Ithaca*, 86-94.
- Ekern, A., 1972. Feeding of high yielding dairy cows. I. Effect of different levels of feeding before and after calving on milk yield and composition. *Norges Landbrukshøgskole. Beretning nr. 147*, pp. 79.
- Flatt, W.P., L.A. Moore, N.W. Hooven and R.D. Plowman, 1965. Energy metabolism studies with a high producing lactating dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 48, 797 (Abstr.).
- Gardner, R.W. and R.L. Park, 1973. Protein requirements of cows fed high concentrate rations. *J. Dairy Sci.* 56, 390-395.
- Gordon, F.J., 1977. The effect of protein content on the response of lactating cows to level of concentrate feeding. *Anim. Prod.* 25, 181-191.
- Griere, D.G., G.K. Macleod and J.B. Stone, 1974. Effect of diet protein percent for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 57, 633 Abstr.
- King, J.O.L., 1968. The relationship between the conception rate and changes in body weight, yield and SNF content of milk in dairy cows. *Vet. Res.* 83, 492-494.



- Kronfeld, D.S., 1970. In physiology of digestion and metabolism in ruminants, p. 568-83. Oriel Press, Newcastle upon Tyne, England.
- Larsen, J. Brolund, B. Christiansen, H. Refsgaard Andersen og S. Klausen, 1969. Energigibehov til mælkeproduktion. Forsøgslab. Årbog, 266-276.
- McClure, T.J., 1970. An experimental study of the causes of a nutritional and lactational stress infertility of pasture-fed cows, associated with loss of body weight at about the time of mating. Res. Vet. Sci. 11, 247,254.
- McCaffree, J.D. and W.G. Merrill, 1968. Effects of feeding concentrates to maintain body weight of dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci. 51, 561-566.
- Moe, P.W. and W.P. Flatt, 1969. Use of body tissue reserves for milk production by the dairy cows. J. Dairy Sci 52, 928.
- Moe, P.W., H.F. Tyrrell and W.P. Flatt, 1971. Energetics of body tissue mobilization. J. Dairy Sci. 54, 548-553.
- Paquay, R., R. de Baere and A. Lousse, 1972. The capacity of the mature cow to loose and recover nitrogen and the significance of protein reserves. Brit. J. Nutr. 27, 27-37.
- Paquay, R., J.M. Godeau, R. de Baere and A. Lousse, 1973. The effects of the protein content of the diet on the performance of lactating cows. J. Dairy Research 40, 93-103.
- Reid, J.T., P.W. Moe and H.F. Tyrrell, 1966. Energy and protein requirements of milk production. J. Dairy Sci. 49, 215-230.
- Satter, L.D. and R.E. Roffler, 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. J. Dairy Sci. 58, 1219-1237.
- Sonderegger, H. and A. Schurch, 1977. A study of the influence of the energy and protein supply on the fertility and dairy cows. Livestock Prod. Sci. 4, 327-333.
- Sparrow, R.C., R.W. Hemken, D.R. Jacobson, F.S. Button and C.M. Enlow, 1973. Three percent on nitrogen balance, body weight change, milk production and composition of lactating cows during early lactation. J. Dairy Sci. 56, 664 (Abstr.)
- Thomas, J.W. 1971. Protein requirements of milking cows. J. Dairy Sci. 54, 1629-1636
- van Es, A.J.H., 1976. Factors influencing the efficiency of energy utilization by beef and dairy cows, In: Principles of Cattle Production. Butterworths, London, 237-254.

- van Horn, H.H., E.A. Olaloku, J.R. Flores, S.P. Marshall and K.C. Bachman, 1976. Complete rations for dairy cattle. VI. Percent protein required with soybeanmeal supplementation of low-fiber rations for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 59, 902-906.
- Wiktorsson, H., 1971. Studies on the effects of different levels of nutrition to dairy cows. Swedish J., Agric. Res. 1, 83-103.
- Østergaard, V., 1973. Malkekøernes proteinforsyning. Publ. i: Optimal proteinforsyning til kvæg. Preben E. Andersen m. fl., 11. medd. fra Landøkonomisk Forsøgslaboratorium, København.



Hovedtabel II. Fordeling af forsøgskøer inden for år og laktationsnummer. (Renbæk).

Main table II. Distribution of cows within year and number of lactation. (Renbæk).

<u>År</u> <u>Year</u>	<u>Hold</u> <u>Group</u>			
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
1972	4	4	4	3
1973	6	7	6	4
1974	5	6	6	7
<u>Ialt</u> <u>Total</u>	15	17	16	14

Laktationsnummer  
No. of lactation

2. laktation 2nd lactation	6	6	6	5
3. laktation 3rd lactation	4	5	5	5
4.-7. laktation 4th-7th lactation	5	6	5	4

Hovedtabel III. De anvendte fodermidlers kemiske sammensætning og foderværdi. (Trollesminde).

Main table III. The chemical composition and feed value of feeds. (Trollesminde).

	% tørstof % DM	I % af tørstoffet					Indhold pr. kg tørstof Content per kg DM	Indhold pr. f.e. Content per f.u.				
		In % of DM							ford.		ford.	
		råprot. crude prot.	råfedt crude fat	N-fri ekstr. N-free extracts	træstof crude fiber	aske ash			kg ford. protein	kg ford. protein	kg ford. protein	kg ford. protein
Blanding I Mixture I	86.2	23.5	8.0	58.3	5.0	5.2	0.80	195	0.93	155		
Blanding II Mixture II	88.3	44.4	8.4	33.0	7.4	6.9	0.77	381	0.87	293		
Blanding III Mixture III	84.8	13.4	7.3	72.6	4.1	2.7	0.82	100	0.97	82		
Blanding IV Mixture IV	90.6	40.6	12.9	29.1	9.6	7.9	0.75	352	0.83	266		
Blanding V Mixture V	87.6	23.6	8.7	54.2	7.2	6.3	0.84	196	0.96	165		
Græsensilage Grass silage	23.9	17.8	5.4	37.4	29.9	9.5	1.40	134	6.07	186		
Roetopens. Beet top sil.	17.2	18.6	5.0	39.6	14.9	21.8	1.37	129	8.06	177		
Fodersukker- roer Fodder sugar beets	18.3	8.2	-	79.3	6.0	6.5	1.11	41	6.10	46		
Kløvergræshø Clover grass hay	91.4	12.7	2.1	46.8	31.2	7.3	1.69	80	1.88	134		
Halm Straw	93.6	4.1	1.9	43.9	45.1	5.0	3.38	8	3.62	26		

Hovedtabel IV. Gennemsnitlig foderoptagelse af de enkelte fodermidler pr. ko dgl. i forsøgstiden (1.-9. laktationsuge). (Trollesminde).

Main table IV. Average feed consumption on the single feeds per cow daily in the experiment (1st - 9th week of lactation). (Trollesminde).

Fodermiddel (Feed)

<u>Hold (Group)</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
<u>f.e. (f.u.)</u>									
Blanding I Mixture I	2.05	1.31	2.02	3.84	3.99	3.94	5.73	6.52	5.96
Blanding II Mixture II	0.76	2.01	3.32	0.45	2.05	3.88	0.78	2.00	3.30
Blanding III Mixture III	4.02	2.71	1.40	4.44	2.79	0.94	3.95	2.74	1.43
Ensilage Silage	2.13	2.17	2.18	2.19	2.14	2.20	2.16	2.08	2.18
Fodersukkerroer Fodder sugar beets	2.90	2.93	2.92	2.93	2.90	2.89	2.90	2.87	2.89
Halm Straw	0.41	0.40	0.40	0.42	0.37	0.41	0.40	0.38	0.41

Tørstof, kg (DM, kg)

Blanding I Mixture I	1.64	1.05	1.62	3.06	3.19	3.15	4.38	9.22	4.76
Blanding II Mixture II	0.58	1.54	2.55	0.35	1.57	2.98	0.60	1.54	2.53
Blanding III Mixture III	3.30	2.23	1.16	3.65	2.29	0.78	3.25	2.26	1.18
Ensilage Silage	2.97	3.00	3.01	3.00	2.97	3.03	2.93	2.85	2.99
Fodersukkerroer Fodder sugar beets	3.22	3.25	3.23	3.26	3.20	3.21	3.22	3.17	3.21
Halm Straw	1.40	1.36	1.35	1.43	1.26	1.42	1.34	1.28	1.39

Hovedtabel V. Gennemsnitlig daglig foderoptagelse i forsøgstiden (1.-9. laktationsuge (Trollesminde)).

Main table V. Average daily feed consumption in the experiment (1st - 9th week of lactation (Trollesminde)).

<u>Hold (Group)</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>
f.e.	<u>12.30</u>	<u>11.54</u>	<u>12.24</u>	<u>14.27</u>	<u>14.24</u>	<u>14.28</u>	<u>15.90</u>	<u>16.60</u>	<u>16.18</u>
f.u.									
Tørstof, kg									
DM, "	13.12	12.43	12.91	14.75	14.49	14.56	15.92	16.32	16.07
Råprotein, g									
Crude protein, "	<u>2003</u>	<u>2155</u>	<u>2607</u>	<u>2308</u>	<u>2664</u>	<u>3127</u>	<u>2711</u>	<u>3145</u>	<u>3343</u>
Ford. råprotein, g									
Dig.crude protein, "	1457	1608	2009	1697	2039	2449	2046	2436	2618
Ford. råfedt, g									
Dig.crude fat, "	505	470	514	616	623	629	711	749	742
Træstof, g									
Crude fiber, "	1843	1837	1906	1936	1919	2017	1948	2006	2048
Råprotein i % af tørstof									
Crude protein in % of DM	<u>15.3</u>	<u>17.3</u>	<u>20.2</u>	<u>15.7</u>	<u>18.4</u>	<u>21.5</u>	<u>17.0</u>	<u>19.3</u>	<u>20.8</u>
Ford. råprotein i % af tørstof									
Dig.crude prot. in % of DM	11.1	12.9	15.5	11.5	14.0	16.8	12.9	14.9	16.3
Ford. råprotein/f.e., g									
Dig.crude prot./f.u., "	119	139	164	119	143	172	129	147	162
Ford. råprotein/p.f.e. 1) g									
Dig.crude prot./p.f.u. "	133	168	203	132	165	205	143	166	187

1) p.f.u. = f.u. for milk production.

Hovedtabel VI. Liniære multiple regressionsmodeller fra forsøget på Trollesminde (n = 172).

Main table VI. Linear multiple regression models from experiment at Trollesminde (n = 172).

					R <sup>2</sup> og F-værdi	
Ligning 1 for y <sub>1</sub> = kg mælk (kg milk)						
y <sub>1</sub> =	5.249 +	0.5898x <sub>1</sub> +	0.01915x <sub>2</sub> +	0.01986x <sub>3</sub> +	0.2570x <sub>4</sub>	0.26
F-værdi	25.49***	6.16**	23.29***	1.65		14.53***
Ligning 2 for y <sub>2</sub> = g smørfedt (g butterfat)						
y <sub>2</sub> =	159.254 +	3.011x <sub>1</sub> +	1.1998x <sub>2</sub> +	1.082x <sub>3</sub> +	8.888x <sub>4</sub>	0.23
F-værdi	0.20	20.56***	21.19***	0.60		12.69***
Ligning 3 for y <sub>3</sub> = g mælkeprotein (g milk protein)						
y <sub>3</sub> =	174.914 +	25.200x <sub>1</sub> +	0.6625x <sub>2</sub> +	0.5779x <sub>3</sub> +	0.5438x <sub>4</sub>	0.30
F-værdi	49.65***	7.88**	21.05***	0.01		18.25***
Ligning 4 for y <sub>4</sub> = kg 4% mælk (kg F.C.M.)						
y <sub>4</sub> =	4.5227 +	0.1910x <sub>1</sub> +	0.03761x <sub>2</sub> +	0.02413x <sub>3</sub> +	0.2341x <sub>4</sub>	0.25
F-værdi	2.03	18.07***	26.12***	1.04		13.58***
Ligning 5 for y <sub>5</sub> = kg daglig tilvækst (kg daily gain)						
y <sub>5</sub> =	-0.3889 +	0.09709x <sub>1</sub> -	0.00057x <sub>2</sub> +	0.001294x <sub>3</sub> +	0.01824x <sub>4</sub>	0.23
F-værdi	36.27***	0.29	5.19***	0.44		12.57***