

492. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg

Allan Danfær, Iver Thysen og
Vagn Østergaard
Afd. for forsøg med kvæg og får

Proteinniveauets indflydelse på malkekøernes produktion

The effect of the level of dietary
protein on milk production

I. Mælkeydelse, tilvækst og sundhed

I. Milk yield, liveweight gain and health

With English Summary and Subtitles



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1980

F O R O R D

Spørgsmålet om proteinforsyningens indflydelse på malkekoens ydelse har været genstand for flere undersøgelser ved afdelingen. Der har i de seneste år været interesse for at belyse forskellige proteinmængders virkning - ikke blot på mælkeydelsen, men på mælkeproduktionen i en bredere betydning, herunder specielt på koens reproduktion og sundhedstilstand.

Dette er baggrunden for nærværende undersøgelse, som er gennemført i perioden december 1976 - april 1979.

Denne beretning omhandler proteinmængdens indflydelse på mælkeydelse, tilvækst og forekomst af kliniske sygdomme, mens resultaterne vedrørende reproduktion, subkliniske yversygdomme og mælkekvalitet vil blive præsenteret i en senere beretning.

Forsøgene er udført i 4 private besætninger under Helårsforsøg med kvæg. Forsøgsværterne, som er anført nedenfor, takkes hermed for et godt samarbejde:

Gdr. Jens Jørgensen, Balleholm (H 11-3), Kattinge, 4000 Roskilde.

Forp. A. Wibholm, Vemmetofte Hovedgård (H 12-3), 4640 Fakse.

Gdr. Harry Bentzen, Hulebæksgård (H 13-3), Hjelmsømagle, 4100 Ringsted.

Gdr. Bjarne Rasmussen, Annexgård (H 14-3), Ørslev, 4760 Vordingborg.

Den omfattende dataindsamling er varetaget af forsøgsassistenterne Bent Søgaard og Jens Iver Ottosen.

Forsøgets planlægning er foretaget af sektionsleder Svend Martin Nielsen og forsøgsleder Vagn Østergaard i samarbejde med Statens Veterinære Serumlaboratorium, Ringsted, og Statens Forsøgsmejeri, Hillerød. De statistiske analyser er udført af vid.ass. Iver Thysen.

Beretningens manuskript er renskrevet af Kirsten Larsen og Ulla Steen Salado.

København, maj 1980

A. Neimann-Sørensen

INDHOLDSFORTEGNELSE

Contents

Side
Page

I.	INDLEDNING	7
	Introduction	
II.	PROTEINOMSÆTNING HOS MALKEKØER	10
	Protein metabolism in dairy cows	
	2.1. Omsætning i fordøjelseskanalen	10
	2.2. Omsætning i vævene	11
III.	LITTERATUROVERSIGT	21
	Review of literature	
	3.1. Proteinniveauets indflydelse på mælke- produktion og tilvækst	21
	3.1.1. Mælkeproduktion	21
	3.1.2. Tilvækst	26
	3.2. Proteinniveauets indflydelse på sundheds- tilstanden	28
IV.	FORSØGSPLAN, MATERIALE OG STATISTISKE METODER	35
	Experimental design, material and statistical procedures	
	4.1. Forsøgsplan	35
	4.2. Forsøgsdyr	41
	4.3. Dataregistrering	43
	4.4. Forsøgsfoder	44
	4.5. Statistiske metoder	47
V.	RESULTATER	50
	Results	
	5.1. Foderoptagelse	50
	5.2. Mælkeproduktion	55
	5.2.1. Køer i 1. laktation	55
	5.2.2. Køer i 2. og senere laktationer	62
	5.2.3. Laktationskurver	70
	5.3. Tilvækst	75
	5.4. Sundhedstilstand	75

VI.	DISKUSSION OG KONKLUSION	81
	Discussion and conclusion	
6.1.	Foderoptagelse	81
6.2.	Mælkeproduktion	83
6.3.	Tilvækst	90
6.4.	Sundhedstilstand	90
VII.	SAMMENDRAG	93
VIII.	SUMMARY	107
	LITTERATURHENVISNINGER	121
	References	
	APPENDIKS	127
	Appendix	

I INDLEDNING

Proteinniveauet i malkekøernes foder afstemmes i almindelighed på grundlag af en norm (standard), der modsvarer behovet til den given produktion. Proteinbehovet til mælkeproduktion kan på grundlag af mange forsøgsresultater fra forskellige lande angives til ca. 60 (50-70) g ford. råprotein pr. kg 4% mælk (se f.eks. oversigter af Reid et al. 1966, Broster 1972b og Krohn et al. 1979).

I visse fodringssituationer, f.eks. hvor der anvendes proteinrigt grovfoder, kan det imidlertid være vanskeligt og måske også uøkonomisk at undgå, at køerne tildeles mere protein end det, der svarer til det beregnede behov.

Det er i det seneste tiår ofte blevet fremhævet af især veterinærer, at overfodring med protein kan medføre generelt ringere sundhedstilstand, herunder specielt øget mastitisfrekvens (Klastrup 1967, Olsen 1968). Denne hypotese bygger hovedsageligt på iagttagelser fra praksis, idet spørgsmålet ikke tidligere har været undersøgt i kontrollerede forsøg her i landet.

Der er i flere udenlandske undersøgelser påvist en negativ sammenhæng mellem proteinoverskud i foderet og malkekøers frugtbarhed. Sonderegger & Schurch (1977) fandt ved at undersøge 6 besætninger, der var fodret med forskellige proteinmængder, at et overskud på 250-300 g protein i forhold til behovet medførte en forlængelse af intervallet fra kælvning til ny drægtighed (tomperioden) samt et færre antal drægtige efter 1. inseminering. Jordan & Swanson (1979) sammenlignede 3 foderrationer med henholdsvis 12,7, 16,3 og 19,3% råprotein i tørstoffet og fandt, at længden af tomperiode og antal insemineringer pr. drægtighed øgedes med stigende proteinindhold i foderet.

I et dansk forsøg med varierende energi- og proteinmængder til køer i tidlig laktation er der derimod ikke fundet nogen sammenhæng mellem proteintildeling og forskellige frugtbarhedsmål (Krohn & Andersen 1978).

Højtydende malkekøer kan i begyndelsen af laktationen ikke optage tilstrækkelig energi med foderet til at dække behovet til en stor mælkeproduktion og kan derfor kun opretholde en høj ydelse ved at udnytte frigjort energi fra kropsvæv (Flatt et al. 1969, Broster 1972a, Kronfeld 1976, Østergaard 1979). Denne frigjorte kropsenergi er sammensat hovedsagelig af fedt og i mindre grad af protein (se Krohn & Andersen 1978). Det kan derfor forventes, at der vil være underskud af protein i forhold til energi til mælkeproduktion først i laktationen, medmindre der suppleres med ekstra protein i foderet (Broster & Bines 1974).

Dette spørgsmål er undersøgt af Krohn & Andersen (1978), som fandt, at mælkeproduktionen stimuleres i perioden 1-9 uger efter kælvning ved at øge proteinindholdet i foderet indtil et niveau svarende til ca. 190 g ford. råprotein pr. produktionsfoderenhed (ca. 75 g ford. råprot. pr. kg 4% mælk).

Der synes således at opstå en konflikt i spørgsmålet om foderets proteinindhold i den første del af laktationsperioden: på den ene side et ønske om et højt proteinniveau af hensyn til en stor mælkeproduktion og på den anden side et ønske om en begrænsning af proteintildelingen af hensyn til en god sundhedstilstand og en god frugtbarhed.

En økonomisk optimering af foderets proteinindhold i forskellige laktationsafsnit forudsætter kendskab til en kvantitativ sammenhæng mellem proteinniveau, mælkeydelse og tilvækst i forskellige dele af laktationen. En sådan produktionsfunktion er vanskelig at konstruere på grundlag af eksisterende data af følgende grunde:

- 1) variationsområdet for den uafhængige variabel, proteinniveauet, er ofte lille i de enkelte forsøg
- 2) resultater fra forskellige forsøg kan sjældent puljes i en fælles funktion
- 3) der findes kun få forsøgsresultater med højtydende køer i tidlig laktation (se Miller et al. 1977).

Følgende spørgsmål kan afledes af de i det foregående omtalte forhold:

Hvorledes påvirker stigende proteinmængder i foderet malkekøernes produktionsresultat i videre betydning, d.v.s. mælkeydelse og -kvalitet, tilvækst, sundhedstilstand og reproduktionsforhold ?

Dette spørgsmål er baggrunden for, at den undersøgelse, som er omtalt i nærværende beretning, er blevet gennemført - og det har været undersøgelsens mål at give svar på spørgsmålet.

I denne beretning er kun omtalt resultater vedrørende mælkeproduktion, tilvækst og den generelle sundhedstilstand. Drægtighedsforhold, subkliniske yversygdomme og mælkekvalitet behandles i en senere beretning.

II PROTEINOMSÆTNING HOS MALKEKØER

Virkningerne af forskellige proteinmængder til lakterende køer kan vurderes ud fra teoretiske betragtninger (modeller). Med det formål at foretage en sådan vurdering vil proteinomsætningen hos malkekøer blive diskuteret i det følgende, dels kvalitativt og dels kvantitativt ved hjælp af beregningseksempler.

Figur 1 viser i hovedtræk proteinstoffernes fordøjelse, absorption og intermediære omsætning hos en lakterende ko.

2.1. Omsætning i fordøjelseskanalen

I formaverne forgæres den største del af foderproteinet, og den frigjorte mængde aminosyrer og ammoniak udgør substrater for den mikrobielle proteinsyntese. Den mængde ammoniak, der ikke forbruges af mikroberne til syntese, resorberes fra vommen og føres med portåreblodet til leveren.

Det mikrobielle protein passerer sammen med uforgæret foderprotein videre til løben og tyndtarmen, hvor der desuden tilføres en betydelig mængde endogent protein (fordøjelsesenzymer). Den fordøjelige del af proteinet hydrolyseres til aminosyrer i tyndtarmen, resorberes og transporteres af portåreblodet til leveren.

I de bageste tarmafsnit, blind- og tyktarm, foregår der ligesom i vommen en mikrobiel forgæring og proteinsyntese. De N-holdige substrater for proteinsyntesen er dels uresorberede proteiner og aminosyrer fra tyndtarmen og dels urinstof, der tilføres fra blodet. Ammoniak, der ikke forbruges til mikrobiel aminosyresyntese, resorberes og føres tilbage til leveren. Derimod sker der ingen væsentlig absorption af aminosyrer fra dette tarmafsnit.

Det kvælstof, der udskilles med gødningen, kan opdeles i 3 fraktioner: mikrobielt N, endogent N og ufordøjeligt foder-N. Mængden af mikrobielt N i gødningen afhænger af omfanget af den mikrobielle proteinsyntese i blind- og tyktarm, som igen er bestemt af den mængde forgærlig energi, der er tilstede. Fordøjeligt N beregnes som forskellen mellem N i foderet og den samlede mængde N i gødningen. Det fremgår heraf, at der ikke er nogen sammenhæng mellem mængden af fordøjeligt råprotein (g ford. N x 6,25) og den mængde aminosyrer, som resorberes fra tyndtarmen.

2.2. Omsætning i vævene.

De absorberede aminosyrer bliver som omtalt transporteret til leveren, som spiller en særdeles aktiv rolle i den intermediære omsætning af næringsstoffer. Leverens aminosyrer kan omsættes på følgende måder:

- 1) Syntese af leverproteiner. Denne proteinpulje er relativt labil, d.v.s. at en stor del af den samlede pulje pr. dag nedbrydes til aminosyrer og genopbygges til protein.
- 2) Transaminering og deaminering. Ved transaminering dannes andre aminosyrer. Ved deaminering fraspaltes ammoniak, som indbygges i urinstof. Størstedelen af det dannede urinstof transporteres til nyrerne og udskilles, men en del vil recirkulere til formaver og tarmsystem. I fordøjelseskanalen hydrolyseres urinstof til ammoniak, som kan udnyttes til mikrobiel proteinsyntese eller føres tilbage til leveren og gendannes til urinstof.
- 3) Glukoneogenese og oxidation. De ketosyrer, der dannes ved deaminering af aminosyrer, anvendes i stor udstrækning til syntese af glukose. Resten oxideres helt eller delvist.
- 4) Syntese af andre proteinstoffer, f.eks. apoproteiner til lipoproteinsyntesen og plasmaproteiner.

Resten af de tilførte aminosyrer passerer leveren og transporteres til ekstra-hepatiske væv og organer, hvor proteinsynteserne foregår. De kvantitativt vigtigste af disse væv er vist i figur 1: pankreas og tarmepitel (syntese af endogent protein), bindevæv (syntese af bindevævsprotein), muskler (syntese af muskelprotein) og mælkekirtel (syntese af mælkeprotein). Endelig må nævnes de synteser, som er nødvendige for opretholdelse af øvrige celle-, vævs- og organstrukturer (protein til vedligehold).

Det fremgår af figuren, at de store proteinpuljer i kroppen, muskel- og bindevævsprotein, er under konstant opbygning og nedbrydning, mens mælkeprotein er stabilt, hvilket vil sige, at det ikke nedbrydes igen, efter at det er dannet. Omsætningshastigheden for muskelprotein er væsentligt lavere end for leverprotein, og bindevævsprotein omsættes endnu langsommere end muskelprotein. Tarmproteiner omsættes med omtrent samme hastighed som leverens proteinstoffer.

Det er således både de labile proteinpuljer i kroppen og foderets proteinstoffer, der bidrager til dyrets samlede proteinomsætning. Dette forhold er af betydning for en vurdering af de virkninger, som kan forventes ved at ændre foderets proteinindhold.

Figur 1 og 2 viser den kvantitative proteinomsætning hos en malkeko i 2 situationer, dels normal proteintildeling sv. t. 2400 g ford. råprotein pr. dag (fig. 1) og dels proteinoverforsyning sv. t. 3000 g ford. råprotein pr. dag (fig. 2). Det er forudsat, at koen i begge tilfælde yder 30 kg 4% mælk og vejer 600 kg. Alle anførte værdier er g kvælstof pr. dag.

Beregningsgrundlag for figur 1:

Foderration: 19,0 kg tørstof, 17,7 kg org. stof, 16,5 f.e.,
2400 g ford. råprotein, 3200 g råprotein $\sim$ 510 g N.
FK råprotein = 75.

Nedbrydning af foderprotein: 65% af N i foder (Mercer & Annison 1976, Roy et al. 1977, Satter & Roffler 1975)

$$510 \cdot 0,65 = 332 \text{ g N}$$

Unedbrudt foderprotein:

$$510 - 332 = 178 \text{ g N}$$

Sand forgæring af org. stof: 65% af org.

stof i foder (Danfær 1979)

$$17,7 \cdot 0,65 = 11,5 \text{ kg}$$

Mikrobiel proteinsyntese: 26,5 g N/kg org.

stof forgæret (Thomas 1973, Danfær 1979)

$$11,5 \cdot 26,5 = 305 \text{ g N}$$

Foderprotein nedbrudt til aminosyrer og peptider:

20% af nedbrudt foderprotein (Mercer &

Annison 1976, Nolan et al. 1972)

$$332 \cdot 0,20 = 66 \text{ g N}$$

Foderprotein forgæret til NH_4^+ :

$$332 - 66 = 266 \text{ g N}$$

Aminosyrer og peptider optaget af mikrober:

$$66 \text{ g N}$$

NH_4^+ optaget af mikrober:

$$305 - 66 = 239 \text{ g N}$$

Mikrobielt protein N: 83% af total N

(Henderickx et al. 1972)

$$305 \cdot 0,83 = 253 \text{ g N}$$

Mikrobielt nukleinsyre N:

$$305 - 253 = 52 \text{ g N}$$

Absorption af unedbrudt foderprotein:

87% (Satter & Roffler 1975)

$$178 \cdot 0,87 = 155 \text{ g N}$$

Absorption af mikrobielt protein: 76%

(Satter & Roffler 1975, Smith et al. 1975)

$$253 \cdot 0,76 = 192 \text{ g N}$$

Absorption af nukleinsyrer: 85%

(Smith 1975, Armstrong et al. 1977)

$$52 \cdot 0,85 = 44 \text{ g N}$$

Tilførsel af endogent protein: 12 g N/kg

org. stof (Danfær 1979)

$$17,7 \cdot 12 = 212 \text{ g N}$$

Absorption af endogent protein: 78%

(Danfær 1979)

$$212 \cdot 0,78 = 165 \text{ g N}$$

Resorberet i alt som aminosyrer:

$$512 \text{ g N}$$

N i gødning:

$$510 \cdot 0,25 = 128 \text{ g N}$$

N i mælk:

$$30 \cdot 34/6,58 = 155 \text{ g N}$$

N i urin (urinstof N):

$$510 - (128 + 155) = 227 \text{ g N}$$

Urinstofsyntese (S) =

N i urin + urinstofrecirkulering (R)

Urinstofrecirkulering udgør 40% af
urinstofsyntese (Ford & Milligan 1970)

$S = 227 + R$, $R = 0,40 \cdot S$, $S = 378 \text{ g N}$, $R = 151 \text{ g N}$

Urinstofrecirk. til vommen: 12% af N i

foder (Satter & Roffler 1975) $510 \cdot 0,12 = 61 \text{ g N}$

Urinstofrecirk. til tarmkanalen: $151 - 61 = 90 \text{ g N}$

$^{+}\text{NH}_4$ - N i alt til urinstofsyntese i leveren: 378 g N

heraf:

resorberet nukleinsyre N: 44 g N

endogent urin N (A.R.C. 1965): 13 g N

resorberet $^{+}\text{NH}_4$: $510 + 212 + 151 - (512 + 44 + 128) = 189 \text{ g N}$

deaminering af aminosyrer til glukoneogenese:

$378 - (44 + 13 + 189) = 132 \text{ g N}$

Aminosyrer til glukoneogenese:

$132 \text{ g N} \sim 9,4 \text{ mol N} \sim 7,5 \text{ mol aminosyrer} \sim 3,8 \text{ mol glukose}$

Total glukoseomsætning ved prod. af 30 kg mælk: $12,7 \text{ mol}$

(Annison et al. 1974, Annison 1976, Elliot 1976)

Andel af glukose fra aminosyrer: $3,8 \cdot 100/12,7 = 30\%$

(se Danfær 1979)

Omsætning af leverproteiner (Lobley et al. 1978):

Pr. dag omsættes 25% af 1500 g protein: $375/6,25 = 60 \text{ g N}$

Omsætning af muskelproteiner (Lobley et al. 1978):

Pr. dag omsættes 1% af 48000 g protein: $480/6,25 = 77 \text{ g N}$

Omsætning af bindevævsproteiner:

(beregnet efter Lobley et al. 1978) 16 g N

Sammensætning af N i gødning:

Mikrobielt N: 57% af N i gødning (Mason
et al. 1977)

$128 \cdot 0,57 = 73 \text{ g N}$

Endogent N + mikrobielt N:

$1,42 \cdot \text{mikrob. N (Hogan 1975, Mason 1979)} \quad 73 \cdot 1,42 = 104 \text{ g N}$

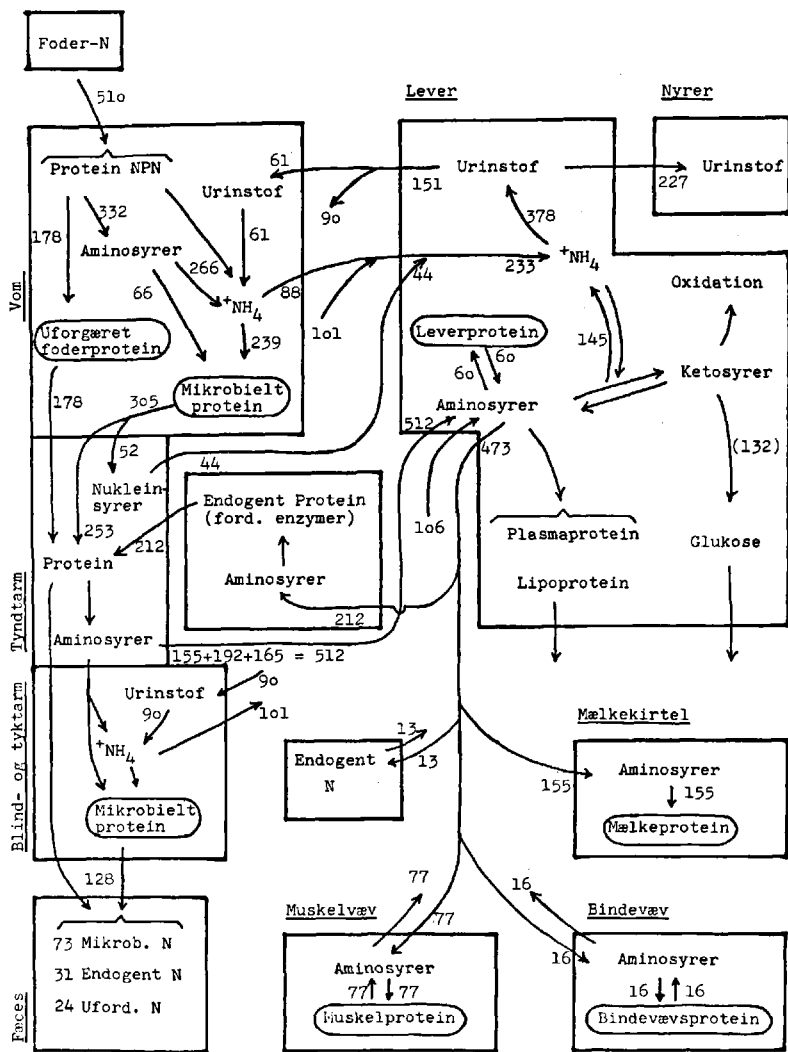


Fig. 1. Proteinomsætning (g N/dag) hos lakterende ko, der tildeles 2400 g ford. råprotein.

Fig. 1. Protein metabolism (g N daily) in a lactating cow given 2400 g dig. crude protein.

<u>Endogent N:</u>	104 - 73 = 31 g N
<u>Ufordøjet foder N:</u>	128 - 104 = 24 g N
(Smlign uresorberet foderprotein:	178 - 155 = 23 g N)

N til vedligehold = endogent N i urin + endogent N i gødning:
 13 + 31 = 44 g N ~ 275 g resorberet protein.

Beregningsgrundlag for figur 2:

Foderration: 19,0 kg tørstof, 17,7 kg org. stof, 16,5 f.e.,
 3000 g ford. råprotein, 3850 g råprotein ~ 615 g N.
 FK_{råprotein} = 78.

<u>Nedbrydning af foderprotein:</u>	65% af N i foder =	400 g N
<u>Unedbrudt foderprotein:</u>		<u>215 g N</u>
<u>Forgæring af org. stof:</u>	65% af org. stof i foder =	11,5 kg
<u>Mikrobiel proteinsyntese:</u>	26,5 g N/kg org. stof forgæret =	<u>305 g N</u>
<u>Foderprotein forgæret til $^{+}NH_4$:</u>	80% af nedbrudt foderprotein =	320 g N
<u>Aminosyrer og peptider optaget af mikrober:</u>	400 - 320 =	80 g N
<u>$^{+}NH_4$ optaget af mikrober:</u>	305 - 80 =	225 g N
<u>Mikrobielt protein N:</u>	83% af total N =	253 g N
<u>Mikrobielt nukleinsyre N:</u>		52 g N
<u>Absorption af unedbrudt foderprotein:</u>	87% =	187 g N
<u>Absorption af mikrobielt protein:</u>	76% =	192 g N
<u>Absorption af nukleinsyrer:</u>	85% =	44 g N
<u>Tilførsel af endogent protein:</u>	12 g N/kg org. stof =	212 g N
<u>Absorption af endogent protein:</u>	78% =	165 g N
<u>Resorberet i alt som aminosyrer:</u>		544 g N

<u>N i gødning:</u>	615 · 0,22 = 135 g N
<u>N i mælk:</u>	155 g N
<u>N i tilvækst (Paquay et al. 1973):</u>	15 g N
<u>N i urin:</u>	615 - (135 + 155 + 15) = 310 g N
Urinstofsyntese =	310/0,60 = 517 g N
Urinstofrecirkulering:	517 - 310 = 207 g N
<u>Urinstofrecirk. til vommen:</u> 12% af N i foder =	74 g N
<u>Urinstofrecirk. til tarmkanalen:</u>	207 - 74 = 133 g N
<u>⁺NH₄-N i alt til urinstofsyntese i leveren:</u>	517 g N
heraf:	
resorberet nukleinsyre N:	44 g N
endogent urin N:	13 g N
resorberet ⁺ NH ₄ : 615 + 212 + 207 - (544 + 44 + 135) =	311 g N
deaminering af aminosyrer til glukoneo-	
genese og oxidation:	517 - (44 + 13 + 311) = 149 g N
Aminosyrer til glukoneogenese	~ 132 g N
Aminosyrer til oxidation	~ 17 g N
<u>Omsætning til leverproteiner:</u>	60 g N
Omsætning til muskelproteiner:	
<u>Nedbrydning:</u>	77 g N
<u>Syntese:</u> Nettotilvækst (10 g) + 77 g	= 87 g N
Omsætning af bindevævsproteiner:	
<u>Nedbrydning:</u>	16 g N
<u>Syntese:</u> Nettotilvækst (5 g) + 16 g	= 21 g N
Sammensætning af N i gødning:	
<u>Mikrobielt N:</u> 57% af N i gødning	= 77 g N
<u>Endogent N:</u>	77/0,70 - 77 = 33 g N
<u>Ufordøjet foder N:</u>	135 - (77 + 33) = 25 g N
(Smlign. uresorberet foderprotein:	215 - 187 = 28 g N).

En sammenligning af de mest centrale talstørrelser i figur 1 og figur 2 vil illustrere de virkninger, som en forøget proteintildeling har på omsætningen af N-holdige stoffer hos en malkeko.

Det fremgår, at der ved at øge foderets indhold fra 2400 til 3000 g ford. råprotein pr. dag kun opnås en lille stigning i resorptionen af aminosyrer, nemlig 32 g N $\sim$ 200 g protein, som forbruges dels til oxidation og dels til tilvækst i muskel- og bindevæv. Absorptionen af $^{15}\text{NH}_4$ udviser en stigning på 122 g N, hvilket resulterer i en øget urinstofsyntese, urinstofomsætning og urinstofudskillelse.

Disse virkninger er resumeret i tabel 1, der viser, at en forøgelse af ford. råprotein på 25% resulterer i:

- 1) en stigning i resorberede aminosyrer på 6%
- 2) en stigning i urinstofsyntese, -recirkulering og -udskillelse på 37%
- 3) en forøget omsætning i ekstra-hepatiske væv på 3%.

Det kan således konkluderes ud fra en teoretisk betragtning, at en forøget proteintildeling i forhold til normalt niveau påvirker kvælstofomsætningen i fordøjelseskanaalen, i leveren og i nyrerne betydeligt, hvorimod proteinomsætningen i de øvrige væv er næsten uændret.

Tabel 1. Virkninger af forøget proteintildeling på det intermediære stofskifte hos en malkeko.

Table 1. The effects of increased protein supply on the intermediary metabolism in a lactating cow.

	Normal proteintildeling 2400 g ford. råprotein Normal protein supply 2400 g dig. crude prot.			Høj proteintildeling 3000 g ford. råprotein Excessive protein supply 3000 g dig. crude prot.		
	(rel. = 100)			(rel. = 125)		
	g N	g protein	rela- tivt	g N	g protein	rela- tivt
I foder In feed	510	3200	100	615	3850	121
Resorberede aminosyrer Absorbed amino acids	512	3200	100	544	3400	106
Urinstofsyntese Urea synthesis	378	2365	100	517	3230	137
Udskilt i urin Excreted in urine	227	1420	100	310	1940	137
Urinstof- recirkulering Urea recycling	151	945	100	207	1290	137
Forbrug i ekstra-hep. væv Utilization in extra-hep. tissues	473	2955	100	488	3050	103

III LITTERATUROVERSIGT

3.1. Proteinniveauets indflydelse på mælkeproduktion og tilvækst

Brosters (1972b) omfattende oversigt over proteinbehov til laktation indeholder forsøgsresultater publiceret indtil omkring 1970. Hovedparten af de refererede forsøg er udført med lavt- og middeldyende køer. Det blev imidlertid konkluderet på grundlag af nogle få forsøg med højtydende køer, at behovet for protein til mælkeproduktion er af samme størrelsesorden for højtydende som for lavere ydende dyr, 50-60 g ford. råprotein/kg 4% mælk (Broster 1972b).

Der er siden 1970 publiceret en lang række fodringsforsøg, der belyser virkningen af forskelligt proteinindhold i foderet på mælkeproduktion og tilvækst (Gardner & Park 1973, Paquay et al. 1973, Sparrow et al. 1973, Grieve et al. 1974, Van Horn et al. 1975, Chandler et al. 1976, Polan et al. 1976, Treacher et al. 1976, Van Horn et al. 1976, Gordon 1977, Krohn & Andersen 1978, Majdoub et al. 1978, Rémond & Journet 1978, Roffler et al. 1978, Ward & Dayton 1978, Wohlt & Clark 1978, Wohlt et al. 1978, Botts et al. 1979, Clay & Satter 1979, Edwards & Bartley 1979, Gordon 1979, Oldham et al. 1979).

Mange af disse undersøgelser er forskellige i forhold til de fleste af tidligere publicerede forsøg derved, at de er gennemført 1) med relativt højtydende dyr, 2) i begyndelsen af laktationsperioden og 3) med 3 eller flere proteinniveauer (forsøgsbehandlinger).

3.1.1. Mælkeproduktion

Hovedresultaterne af de 22 proteinforsøg er samlet i tabel A1 i Appendiks. Tabellen viser den daglige optagelse af tørstof og råprotein samt den daglige mælkeydelse pr. ko for de enkelte forsøgshold. De fleste forsøg er udført i begyndelsen, d.v.s. i den første trediedel, af laktationsperioden.

Det fremgår af tabel A1, at stigende proteinindhold i foderet generelt har en stimulerende effekt på mælkeydelsen. Der er dog betydelig variation mellem de enkelte forsøg med hensyn til, hvor stærkt proteinniveauet påvirker ydelsen - jo større tørstofoptagelse og jo højere ydelsesniveau desto større udslag for protein. I enkelte forsøg er der konstateret en nedgang i mælkeydelsen ved meget høje proteinniveauer (Krohn & Andersen 1978, Botts et al. 1979).

Virkningen på mælkens fedtindhold er varierende, men i de fleste forsøg har fedtprocenten været faldende eller først stigende og derefter faldende med stigende proteinmængder. I en del forsøg, hvor kraftfoderet udgør 60-75% af totalfoderet, og hvor proteinkoncentrationen er hævet ved ombytning af stivelse (majs, byg) med en proteinkilde (sojaskrå, bomuldsfrøskrå el. -kager), har fedtprocenten været stigende med foderets proteinindhold (Van Horn et al. 1975, Krohn & Andersen 1978, Majdoub et al. 1978, Oldham et al. 1979).

Tabel A1 viser endvidere, at ved lavt proteinindhold i foderet (ca. 10% råprotein i tørstoffet) nedsættes foderoptagelsen (Polan et al. 1976, Gordon 1977, Wohlt & Clark 1978, Wohlt et al. 1978, Botts et al. 1979, Clay & Satter 1979, Oldham et al. 1979). Årsagen er, at der ikke er tilstrækkeligt protein i foderet til at sikre en maximal forgøring i vommen. Følgen bliver derfor en langsommere omsætning af organisk stof i vommen, nedsat foderoptagelse, tendens til lavere fedtprocent og dermed betydeligt lavere produktion af 4% mælk. Majdoub et al. (1978) fandt, at tørstofoptagelsen steg fra 19,5 kg til 22,3 kg pr. ko daglig, når proteinkoncentrationen øgedes fra 12,3% til 15,4% i tørstoffet. Proteinnet havde imidlertid en meget lav opløselighed (ca. 22%), og det er derfor sandsynligt, at 12% protein i foderet i dette tilfælde var for lidt til at forsyne mikroorganismerne i vommen med den nødvendige mængde kvælstof til maximal forgøring.

Forsøgenes resultater er fremstillet grafisk i figur 3, hvor ydelsen af 4% mælk er afbildet som funktion af foderets proteinkoncentration (g råprotein/kg tørstof). Tallene på de enkelte kurver henviser til de tilsvarende referencer i tabel A1.

kg 4% mælk pr. ko
kg FCM per cow

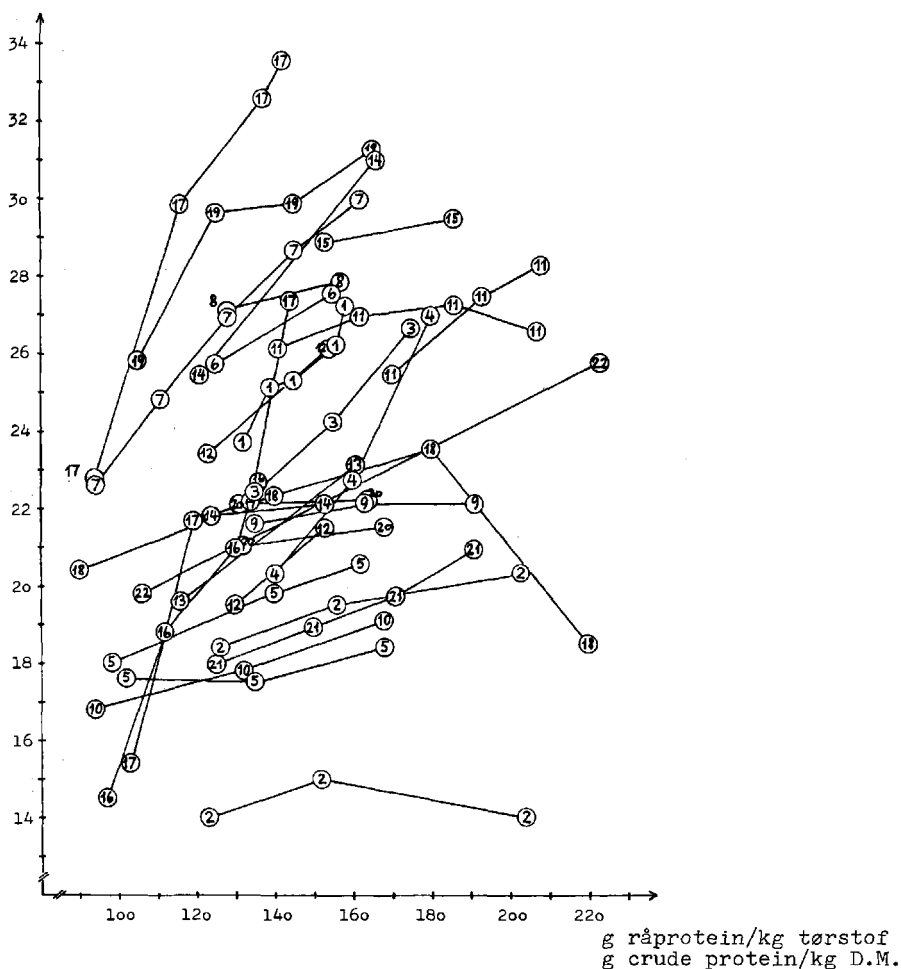


Fig. 3. Proteinkoncentrationens indflydelse på mælkeproduktionen.

Fig. 3. The effect of protein content in the diet on milk yield.

Tørstoffets energikoncentration er ikke angivet i alle de refererede undersøgelser, men de forskellige foderrationers sammensætning tyder på, at energikoncentrationen har været af samme størrelsesorden. Tørstofoptagelsen er derfor i det følgende anvendt som et udtryk for energioptagelsen.

Figur 3 viser, at mælkeydelsen øges med proteinkoncentrationen, men i forskellig grad afhængig af ydelsesniveau og proteinniveau. Kurvernes hældning er større ved høj end ved lav mælkeydelse, og hældningen er større ved lav (under 12%) end ved høj proteinkoncentration.

Det er vanskeligt at udlede mere præcise relationer mellem proteinniveau og mælkeydelse af figur 3, da der er væsentlige forskelle mellem de enkelte forsøg med hensyn til især tørstofoptagelse og ydelseshøjde, men også laktationsstadium. Resultaterne fra de forsøg, der er udført i begyndelsen af laktationen, og hvor foderoptagelsen har været ca. 20 kg tørstof, er derfor udvalgt og samlet i figur 4 (Van Horn et al. 1975, Chandler et al. 1976, Polan et al. 1976, Van Horn et al. 1976, Majdoub et al. 1978, Roffler et al. 1978, Ward & Dayton 1978, Wohlt et al. 1978, Botts et al. 1979, Clay & Satter 1979, Edwards & Bartley 1979).

Figur 4 viser sammenhængen mellem ydelse af 4% mælk og foderets proteinindhold i disse bedre sammenlignelige forsøg, og det ses, at de tendenser, som afspejledes i figur 3, her træder tydeligere frem: stejlere kurver ved højere ydelsesniveau og udfladning af kurverne ved højere proteinkoncentration.

Dette billede er yderligere forenklet og præciseret i figur 5, hvor kurverne er konstruerede på grundlag af figur 4, og som derfor viser relationer mellem proteinniveau og mælkeydelse gældende for køer i begyndelsen af laktationen med forskellig ydelseskapa-citet, men med samme tørstofoptagelse (ca. 20 kg/dag). Det bemærkes, at kurvernes maxima forskydes mod højere proteinniveau med større ydelseskapa-citet.

Krohn & Andersen (1978) konkluderede på grundlag af forsøg med varierende energi- og proteinmængder i tidlig laktation, at protein-

kg 4% mælk pr. ko
kg FCM per cow

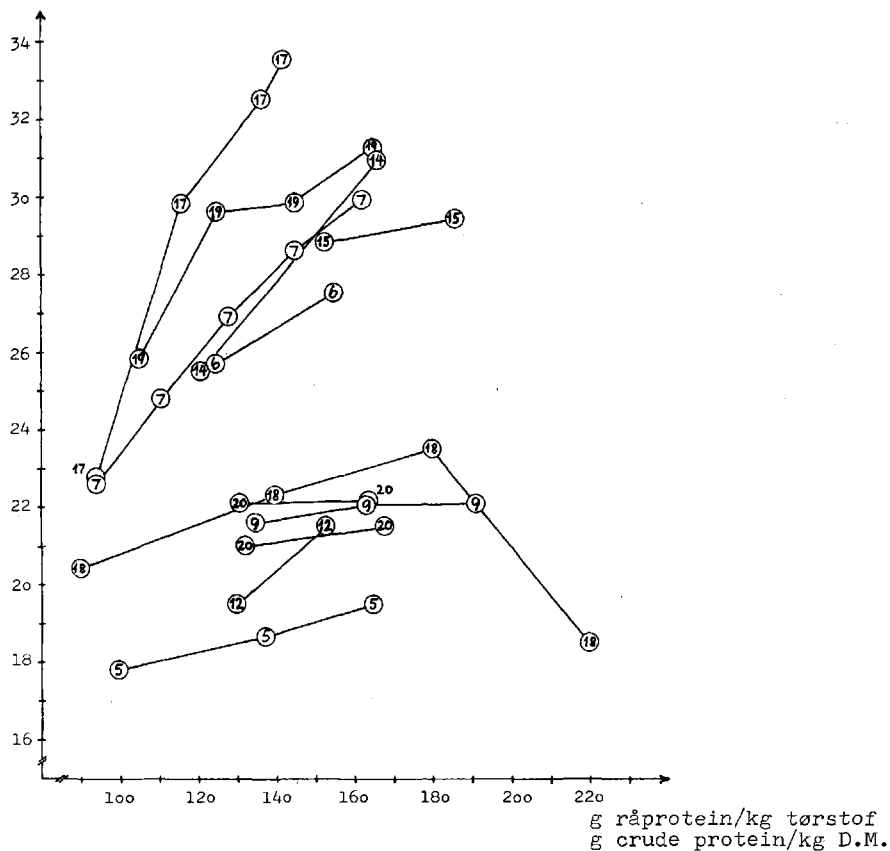


Fig. 4. Proteinkoncentrationens indflydelse på mælkeproduktionen i beg. af laktationen ved optagelse af ca. 20 kg tørstof.

Fig. 4. The effect of protein content in the diet on milk yield at the beginning of lactation. Feed intake : approxm. 20 kg D.M.

behovet til mælkeproduktion er højere pr. energienhed, jo lavere energioptagelsen er. Konklusionen af de oven for refererede forsøg er, at for en given tørstofoptagelse (energi-optagelse) og en given proteinkoncentration vil marginaludbyttet af 4% mælk ved at øge foderets proteinindhold være større hos køer med høj end hos køer med lav ydelseskapa-citet.

3.1.2. Tilvækst

Tabel A2 viser resultater fra de proteinforsøg, hvor der er foretaget målinger af køernes tilvækst og/eller N-balance.

Alle forsøg, hvor køernes vægtændring er registreret, er udført i begyndelsen af laktationen, og det fremgår, at der har været et dagligt vægttab på indtil 1 kg pr. ko. De målte N-balancer udviser en meget stor variation, fra -93 til 83 g N pr. dag. Dette svarer til et tab og en tilvækst i kroppens proteinpuljer på henholdsvis 580 og 520 g protein. En ændring i proteinbalancen af denne størrelsesorden må imidlertid betragtes som tvivlsom, da vægttabet i samme periode ikke overstiger 1000 g pr. dag.

Der er tilsyneladende en positiv sammenhæng mellem foderets proteinindhold og køernes N-balance i de enkelte forsøg. Figur 6 illustrerer denne sammenhæng for alle forsøgene under et dels for køer i begyndelsen og dels for køer i midten (Wohlt et al. 1978) af laktationsperioden. De mest ekstreme værdier i tabel A2 er udeladt. Det fremgår af figuren, at N-balancen øges med stigende proteintildeling. Kurverne har samme hældning for de 2 forskellige laktationsstadier, men niveauet er højere for køer i midtlaktation.

Figur 6 viser endvidere den gennemsnitlige daglige tilvækst som funktion af proteinniveauet. Resultaterne af Gordon (1977) er udeladt, da disse afviger væsentligt fra alle de øvrige. Køernes vægttab er størst (0,9 - 1,0 kg) ved de laveste proteinmængder (1200-1300 g råprotein) og mindskes med stigende proteintildeling indtil et niveau på ca. 2300 g råprotein. Vægtændringen stabiliseres herefter omkring -0,1 kg uafhængigt af foderets proteinindhold.

kg 4% mælk pr. ko
kg FCM per cow

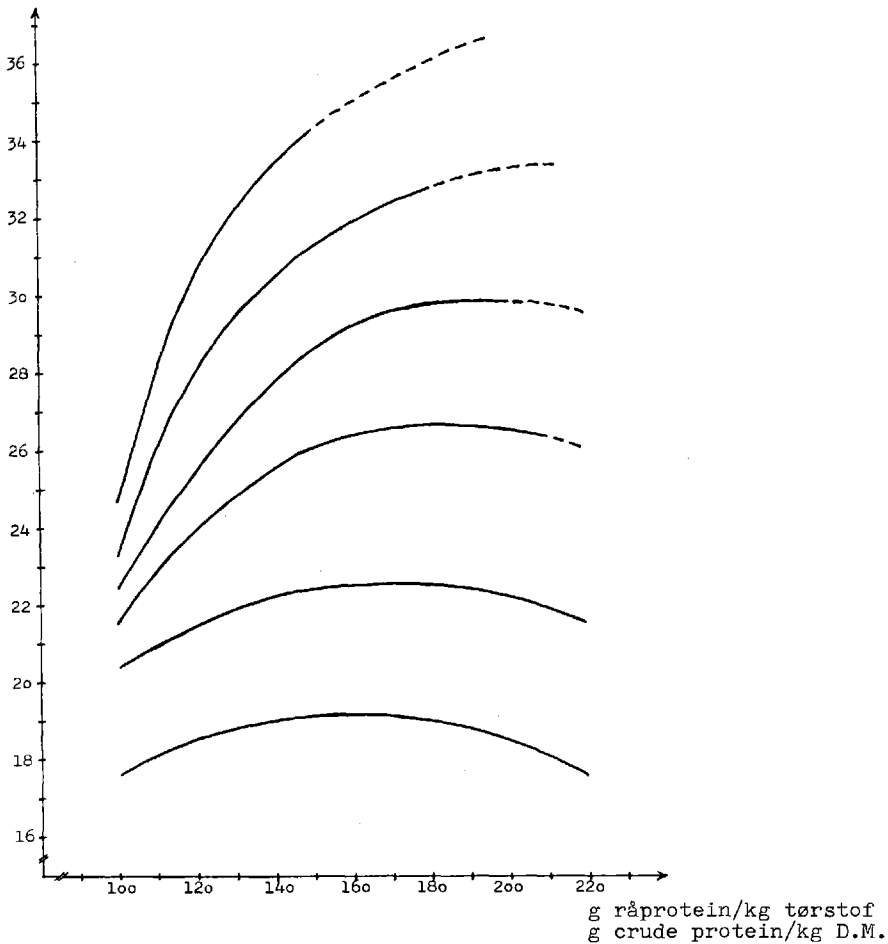


Fig. 5. Proteinkoncentrationens indflydelse på mælkeproduktionen ved forskellig ydelseskapalet. Beg. af lakt., ca. 20 kg tørstof.

Fig. 5. The effect of protein content in the diet on milk yield at different capacities for milk production. Begin. of lact., approxm. 20 kg D.M.

Denne relation mellem proteinniveau og tilvækst må vurderes i forhold til både energioptagelse og mælkeproduktion, idet tilvæksten alt andet lige må være større ved høj foderoptagelse og lav mælkeydelse. Det relativt store vægttab, der kan konstateres ved de laveste proteinmængder (under 1800 g råprotein sv.t. 10-12% i tørstof-fet), hænger sammen med en mindre tørstofoptagelse, der igen er forårsaget af det utilstrækkelige proteinindhold som tidligere omtalt. I det omfang mælkeydelsen stimuleres af øget proteinniveau, vil tilvæksten i mindre grad være stigende med proteintildelingen. Derfor påvirkes vægtændringen kun lidt af foderets proteinindhold inden for et relativt stort variationsområde.

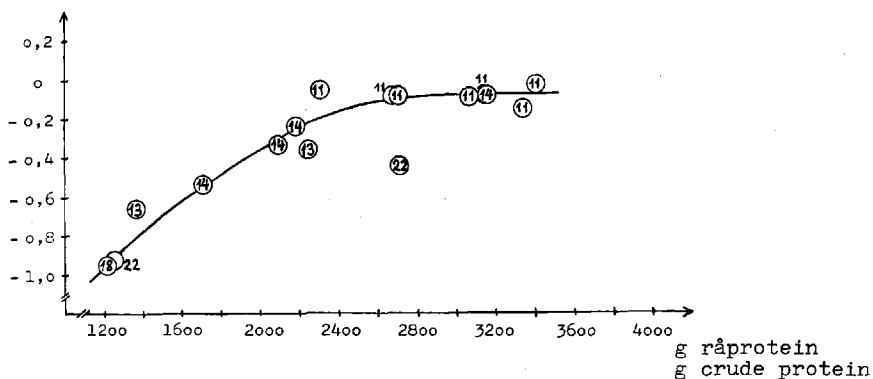
Resultaterne af de proteinforsøg, der er publiceret siden 1970, kan sammenfattes i følgende punkter:

- 1) Stigende proteinniveau i foderet øger mælkeydelsen i den første trediedel af laktationsperioden. Denne sammenhæng kan beskrives af kurver, hvis hældning er aftagende med foderets proteinkoncentration.
- 2) Proteinets stimulerende virkning på mælkeproduktionen er jo stærkere desto højere ydelseskapa-citet, køerne har. Der er følgende forskellige kurver for køer med forskellig kapacitet. Med stigende ydelseskapa-citet vil disse kurver have større hældning og maximum ved en højere proteinkoncentration (se fig. 5).
- 3) Køernes foderoptagelse nedsættes, når proteinindholdet er lavt, 10-12% i tørstoffet. Dette medfører en lavere mælkeydelse (fig. 5) og et større vægttab (fig. 6).
- 4) N-balancen øges med stigende proteintildeling (fig. 6).

3.2. Proteinniveauets indflydelse på sundhedstilstanden

Overskud af protein i foderet til malkekøer resulterer i en forøget N-omsætning i leveren (urinstofsyntese) og påvirker kun i mindre grad N-omsætningen i ekstra-hepatiske væv (se fig. 1 og 2). Det vil derfor mest sandsynligt være leverens kapacitet til at omsætte den øgede kvælstofmængde, der er bestemmende for, om overfodring med protein medfører forringet sundhedstilstand.

Vægtændring, kg/dag
Live weight change, kg/day



N-balance, g N/dag
N-balance, g N/day

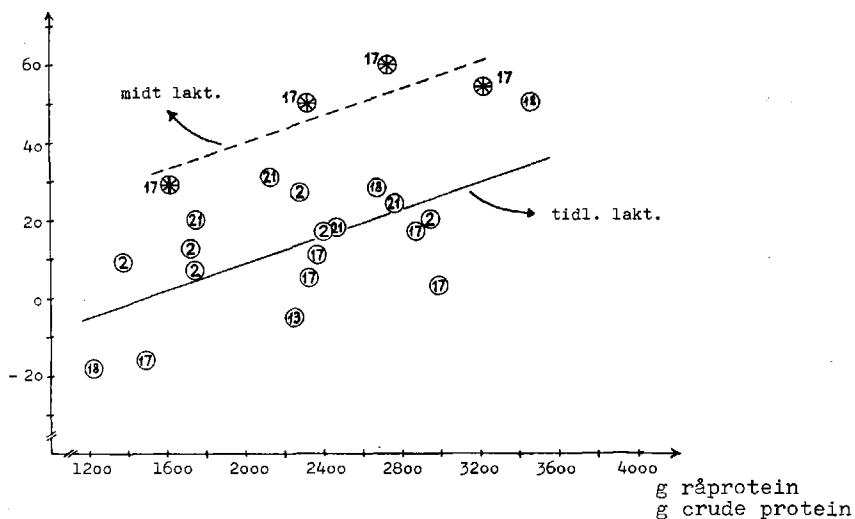


Fig. 6. Proteinmængdens indflydelse på vægtændring og N-balance hos malkekøer.

Fig. 6. The effect of protein level on live weight change and N-balance in lactating cows.

Der er især 2 situationer, hvor det kan tænkes, at leverens kapacitet ved øget kvælstoftilførsel vil være kritisk. Den ene er, hvis leveren ikke kan omdanne al ${}^+NH_4$, der resorberes fra fordøjelseskana-len, til urinstof, således at der passerer ${}^+NH_4$ fra levercellerne ud i det perifere kredsløb. Ammoniak er giftigt, da det "dræner" den Krebs'ke cyklus for α -ketoglutarat (Lehninger 1970), og en forøget koncentration i blodet til de ekstra-hepatiske væv vil derfor være skadelig. Den anden situation er, hvis en forøget N-omsætning i leveren er så belastende, at levercellerne skades. En beskadiget lever med nedsat funktion kan have mange, generelle virkninger på dyrets stofskifte og sundhedstilstand.

Aktiviteten af de 5 enzymer, der indgår i urinstofsyntesen, carbamoylfosfat synthetase, ornitin carbamoyltransferase, argininsuccinat synthetase, argininsuccinat lyase og arginase, stiger lineært med proteinoptagelse og urinstofudskillelse hos rotter (Schimke 1962, cit. e. Ratner 1973). Det hastighedsbegrænsende trin i urinstofsyntesen hos rotter er dannelsen af argininsuccinat, der katalyseres af argininsuccinat synthetase (Brown & Cohen 1960). Aktiviteten af dette enzym stiger ved kraftig nedbrydning af kropsprotein - og dermed øget tilførsel af kvælstof til leveren (McLean & Gurney 1963).

Hastigheden af processerne i urinstofsyntesen er således reguleret, og eksogen eller endogen aminosyrebelastning er den vigtigste regulerende faktor hos rotter (Schimke 1962 og 1963, cit.e. Ratner 1973).

Payne & Morris (1969) undersøgte aktiviteten af enzymer i urinstofcyklus ved forskelligt proteinindhold i foderet til får. Højt niveau, 36% råprotein, bevirkede en kraftig stigning i leverens aktivitet af ornitin carbamoyltransferase, argininsuccinat synthetase, argininsuccinat lyase og arginase i forhold til disse enzymeres aktivitet ved lavt niveau, 5% råprotein i foderet. Aktiviteten af alkalisk fosfatase, der ikke indgår i urinstofsyntesen blev ikke påvirket af højt proteinindhold.

Efter måling af leverenssymernes aktivitet fik dyrene i samme undersøgelse indgivet ca. 30 g urinstof gennem en vomfistel. Derefter

måltes koncentrationen af $^{+}\text{NH}_4$ i prøver af venøst blod udtaget indtil 200 min. efter urinstofdoseringen. Ammoniakkoncentrationen i plasma fra de 3 dyr på højt proteinniveau forblev lav og uændret, ca. 0,06 mM. De 3 andre dyr, der var fodret med en proteinfattig ration, døde med tegn på $^{+}\text{NH}_4$ -forgiftning inden for 60-180 min. efter dosering af urinstof. Ammoniakkoncentrationen i disse dyrs plasma steg eksponentielt og nåede værdier fra 2,4 til 4,1 mM, inden døden indtraf (Payne & Morris 1969).

Kwan et al. (1977) sammenlignede 4 rationer med forskelligt proteinindhold til højtydende malkekøer i begyndelsen af laktationen. Proteinkoncentrationen i ration 1, 2, 3 og 4 var henholdsvis 117, 139, 166 og 166 g råprotein pr. kg tørstof. Ration 2 og 3 indeholdt 1% urinstof i tørstoffet. Urinstofkoncentrationen i plasma var 1,44, 1,72, 3,00 og 2,84 mM for ration 1, 2, 3 og 4, medens blodets $^{+}\text{NH}_4$ -koncentration var upåvirket af proteinniveauet, 0,03 mM for alle 4 rationer.

Højtydende køer blev anvendt gennem hele laktationsperioden i et forsøg udført af Treacher et al. (1979). Forsøgets formål var at undersøge virkningen af 2 kraftfoderblandinger med samme råproteinindhold (ca. 160 g/kg tørstof), men med enten urinstof eller jordnøddeskager og fiskemel som kvælstofkilde. Der blev anvendt op til 300 g urinstof pr. ko daglig. Urinstofkoncentrationen i plasma var højere for urinstofholdet, men der fandtes ingen forskel mellem holdene i blodets indhold af ammoniak.

Fodring med store mængder urinstof til goldkøer har kunnet øge $^{+}\text{NH}_4$ -koncentrationen i blodet (Bargeloh & Thomas 1976). Den højeste mængde urinstof, der blev anvendt (ca. 500 g pr. ko) forårsagede $^{+}\text{NH}_4$ -forgiftning og dødsfald.

En forøgelse af blodets urinstofindhold ved fodring med stigende mængder protein er påvist i andre undersøgelser med malkekøer (Prewitt et al. 1971, Hewett 1975), med stude (Fenderson & Bergen 1976) og med dværggeder (Zucker & Steger 1975).

Beskadigelse af vævsceller kan måske resultere i, at enzymer, der er specifikke for det pågældende væv, findes i større mængde i blodet. Koncentrationen eller aktiviteten af leverspecifikke enzymer i plasma hos drøvtyggere har derfor været anvendt som mål for lever-skader. Treacher & Collis (1977) målte aktiviteten af ornitin carba-moyltransferase (absolut leverspecifik) i plasmaet hos 2 hold køer, der i goldperioden og indtil 14 uger efter kælvning blev fodret med en proteinmængde, som svarede til henholdsvis 75% (hold L) og 100% (hold H) af den anbefalede norm (A.R.C. 1965). Der var ingen forskel på holdene i goldperioden, men efter kælvning steg aktiviteten af enzymet stærkere hos køer på hold H end hos køer på hold L, og i resten af forsøgstiden var niveauet signifikant højere hos hold H. De 2 hold blev efter 14 ugers laktation fodret med samme mængde protein (100% af norm), og der konstateredes da et fald i enzym-aktiviteten for begge grupper.

I det tidligere omtalte forsøg af Treacher et al. (1979), hvor urin-stof sammenlignedes med protein i jordnøddekager og fiskemel, fandtes tilsvarende en stigning i plasmaets aktivitet af ornitin carba-moyltransferase 6 uger efter kælvning for begge hold. Denne stig-ning fortsatte for kontrolholdet fra 15 uger efter kælvning.

Aktivitetsforøgelsen i urinstofsyntesens enzymsystemer, der kan må-les i leverceller ved høj proteintilførsel, skyldes en stigning i enzyemmængden (Schimke 1962, cit.e. Ratner 1973). Den stigning i ak-tiviteten af leverenzymer, der tilsyneladende normalt forekommer i blodet efter kælvning - og som er størst ved højt proteinindhold i foderet - kan derfor blot være et "udslip" fra levervævet som følge af den større enzymproduktion. Treacher & Collis (1977) diskuterer dette og nævner som en anden mulig forklaring, at høj proteintil-førsel forårsager øget nedbrydning af leverceller.

Nedbrydning og opbygning (turnover) af celler og cellebestanddele er imidlertid en normal biologisk proces, og det er derfor et spørgs-mål, i hvor høj grad forekomsten af vævsspecifikke enzymer i plasma er udtryk for en patologisk tilstand. Det er mere sandsynligt, at fænomenet afspejler aktivitetsniveauet i det pågældende væv.

Zucker & Steger (1975) undersøgte virkningen på dværggeder af 2 foderrationer med henholdsvis 15 og 45% råprotein. Dyrene blev slagtet efter 4 ugers fodring, og der fandtes ingen patologiske forandringer i lever, milt og nyrer forårsaget af proteinniveauet.

Der findes kun få undersøgelser af sammenhængen mellem foderets proteinindhold og forekomsten af sygdomme hos malkekøer. Der vil i det følgende blive refereret til 4 sådanne forsøg.

Julien et al. (1977) konkluderede på grundlag af et forsøg med forskellige mængder protein til goldkøer, at proteinoverfodring i goldperioden medfører betydelige problemer for sundhedstilstanden omkring og efter kælvning. Et råproteinindhold i foderet på 15% medførte en sygdomsfrekvens på 69, mens der blandt køer, som fik 8% råprotein i foderet, kun fandtes en frekvens på 7. De observerede sygdomme var lammelser, kastning og løbedrejning.

Kwan et al. (1977) registrerede sygdomsforholdene hos højtydende køer gennem en forsøgsperiode på 12 uger tidligt i laktationen (uge 5-16). Antal køer med sygdomme (heraf antal køer med mastitis) var 12 (6), 8 (6), 10 (5) og 2 (1) ved fodring med et proteinniveau på henholdsvis 117, 139 (1% urinstof), 166 (1% urinstof) og 166 g råprotein pr. kg tørstof. Proteinniveauet havde således ingen negativ indflydelse på sundhedstilstanden.

Observationer foretaget i en malkekvægbesætning ved West Virginia University tydede på, at anvendelse af urinstof i kraftfoderet kunne disponere for øget mastitisfrekvens. Spørgsmålet blev derefter eksperimentelt belyst af Bargeloh & Thomas (1976) i et forsøg med 18 lakterende Ayrshire-køer, hvor kontrolholdet fik ca. 5 kg kraftfoder med sojaskrå som proteinkilde, og urinstofholdet fik samme mængde kraftfoder indeholdende 4% urinstof. Der konstateredes ingen signifikant forskel mellem holdene med hensyn til subklinisk mastitis (Whiteside score).

Proteinniveauets og proteinkildens indflydelse på mastitisforekomst er undersøgt af Roguinsky & Gestin (1972). 46 køer blev fordelt på

4 hold, som fodredes forskelligt fra 3 uger før kælvning og resten af laktationsperioden. To hold fik normal proteinmængde i foderet, der bestod af hø, ensilage og oliekgær (hold TT) eller ensilage og lucerne (hold TL). De 2 resterende hold blev fodret med 50% mere protein i en ration bestående af enten hø, ensilage og oliekgær (hold HT) eller ensilage og lucerne (hold HL). Antal tilfælde af klinisk mastitis ved kælvning og i løbet af laktationen var ikke signifikant forskellig for de 4 hold. Køerne på hold HL havde flere vedvarende infektioner ved forsøgets afslutning end de øvrige hold, men der var ingen forskel på hold TT og hold HT i denne henseende. Det blev derfor konkluderet, at fodring med store mængder lucerne kan øge infektionsgraden, mens proteinniveauet ikke påvirker forekomsten af mastitis.

En vurdering af proteinniveauets indflydelse på sundhedstilstanden hos malkekøer på grundlag af publicerede undersøgelser resulterer i følgende konklusion:

- 1) Leveren har stor kapacitet til at omdanne resorberet $^{+}\text{NH}_4$ til urinstof, og denne kapacitet øges yderligere ved stigende tilførsel af protein med foderet.
- 2) Fodring med store mængder protein og/eller urinstof medfører således ingen stigning af $^{+}\text{NH}_4$ -koncentrationen, men derimod en stigning af urinstofkoncentrationen i det perifere blod.
- 3) Der er ikke konstateret øget sygdomsfrekvens hos lakterende køer ved fodring med stigende proteinmængder eller med store mængder urinstof (ca. 200 g urinstof pr. ko dgl.).
- 4) Et stort proteinoverskud i foderet til goldkøer kan muligvis resultere i flere sygdomme lige efter kælvning.

IV FORSØGSPLAN, MATERIALE OG STATISTISKE METODER

4.1. Forsøgsplan

Målet med undersøgelsen har været at besvare det i kapitel I formulerede spørgsmål: "Hvorledes påvirker stigende proteinniveauer i foderet malkekoernes produktionsresultat". Heraf følger, at proteintildelingen må være den uafhængige variable i forsøget til afklaring af det formulerede problem.

De anvendte forsøgsmetoder har været holdforsøg i besætningerne på H 12-3, H 13-3 og H 14-3 og overkrydsningsforsøg (latin square) på H 11-3.

Forsøgsbehandlingen har for at opnå et meget højt proteinniveau og tilstrækkelig variation været fastlagt til følgende omtrentlige niveauer - omregnet fra totalrationen til g fordøjeligt råprotein pr. produktionsfoderenhed (p.f.e.):

P1: 140 P2: 170 P3: 200 P4: 230.

Disse niveauer er opnået ved, at forsøgsfoderet er tildelt som kraftfoder med forskelligt proteinindhold pr. f.e., men med samme mængde råfedt og mineralstoffer. De enkelte køer er uanset forsøgsbehandling tildelt det samme grundfoder inden for den enkelte besætning.

Det forenkede fodringsprincip (Østergaard 1979) er anvendt til alle køer således, at der i de første 24 uger (dog 27 uger i overkrydsningsforsøget) efter kælvning er udfodret en konstant mængde kraftfoder (f.e.), roer og lign., medens det relativt tungt fordøjelige grovfoder (ensilage, hø, mask) er tildelt efter ædelyst. Efter denne periode, der har repræsenteret den primære forsøgsperiode, er forsøgsfoderet frem til goldning blevet nedtrappet i henhold til forventet ydelse, huld og afstand fra kælvning, men på en sådan måde at de planlagte proteinniveauer har kunnet opretholdes.

I sidste halvdel af laktationen er køerne blevet fodret, således at de ved goldning har været i normalt til godt huld. Kælvekvier er fodret til en tilsvarende foderstand 6 uger før forventet kælvning.

Den forsøgsmæssige begrundelse for at anvende det forenklede fodringsprincip i stedet for f.eks. fodring efter ydelse har bl.a. været, at mælkeydelsen herved bliver et resultat af fodringen og ikke omvendt. Et andet alternativ, fodring med fuldfoder, har ikke været økonomisk eller praktisk gennemførligt.

Det anvendte forsøgsfoder har bestået af følgende to kraftfoderblandinger på H 11-3, H 12-3 og H 14-3:

X-11: Pr. kg: 1,1 f.e. á ca. 60 g ford. råprotein og 100 g råfedt.

C-12: Pr. kg: 1,2 f.e. á ca. 260 g ford. råprotein og 100 g råfedt.

X-11's procentiske sammensætning:

34,0 %	byg (dansk normalvare)
23,0 %	tørret citruskvas
17,0 %	tapiocamel
6,0 %	oliehørfrø, formalet
6,0 %	rapsfrø, formalet
6,0 %	animalsk fedt
5,0 %	fl. melasse
2,5 %	monocalciumfosfat
0,5 %	magnesiumoxyd

100,0 %

På H 13-3 er råproteinniveauet varieret ved tildeling af 1 kg hvedekliid iblandet henholdsvis 0, 125 og 250 g foderurinstof.

C-12 blandingen er leveret som en standardhandelsvare sammensat af (ca. procenttal): bomuldsfrøkager/skrå (45), soyakager/skrå (20), solsikkekager/skrå (10), raps- og hørfrø/kager/skrå (13), animalsk fedt (6) og melasse (6).

Forsøgsbehandlingens gennemførelse i de respektive besætninger, H 11-3 (overkrydsningsforsøg), H 12-3, H 13-3 og H 14-3, er anført i tabellerne 2-5, som viser den individuelt tildelte mængde af forsøgsfoder og andet kraftfoder i forperioden, forsøgsperioden og efterperioden, hvor der er fodret under hensyntagen til bl.a. ydelse. Det har kun været muligt at gennemføre alle 4 forsøgsbehandlinger på H 12-3, medens der er gennemført 3 forsøgsbehandlinger i de øvrige 3 besætninger. Forsøgsfoderet er tildelt den enkelte ko fra 2 uger før kælvning og er optrappet til planlagt niveau i løbet af 1-2 uger efter kælvning.

Grundfoderet, der er varieret mindst muligt over tiden, er tildelt efter følgende hovedplan i gns. for alle køer, f.e. pr. ko dgl: (s 41).

Table 2 Forsøgsbehandling, forsøgs- og kraftfoder, kg pr. ko dgl. Latin square forsøg.
H 11-3. Jersey.

Table 2 Treatment, experimental feeds and concentrates, kg feed per cow daily.
Exp. design. Latin square. Station H 11-3. Jersey.

Behandling i per. 1	1. laktation (Heifers)						2. og senere laktation (Cows)					
Treatment per. 1	P1		P2		P3		P1		P2		P3	
Uger e. kælvn. Weeks post partum	X-11	C-12	X-11	C-12	X-11	C-12	X-11	C-12	X-11	C-12	X-11	C-12
Forperiode Pre-exp. period	2,9	2,0	1,5	3,3	-	4,6	3,6	2,1	1,8	3,8	-	5,4
Periode 1: Uge (week) 8-13	2,9	2,0	1,5	3,3	-	4,6	3,6	2,1	1,8	3,8	-	5,4
Uge (week) 14	2,2	2,7	0,7	4,0	1,5	3,3	2,7	3,0	0,9	4,6	1,8	3,8
Periode 2: Uge (week) 15-20	1,5	3,3	-	4,6	2,9	2,0	1,8	3,8	-	5,4	3,6	2,1
Uge (week) 21	0,7	4,0	1,5	3,3	2,2	2,7	0,9	4,6	1,8	3,8	2,7	3,0
Periode 3: Uge (week) 22-27	-	4,6	2,9	2,0	1,5	3,3	-	5,4	3,6	2,1	1,8	3,8
After-periode, fodring efter kg 4%:												
Post-exp.per., feeding acc. to kg FCM:												
22,6-25,0	-	4,6	3,6	1,3	1,8	2,9	-	4,6	3,6	1,3	1,8	2,9
20,1-22,5	-	4,2	3,3	1,2	1,6	2,7	-	4,2	3,3	1,2	1,6	2,7
17,6-20,0	-	3,8	2,9	1,1	1,5	2,4	-	3,8	2,9	1,1	1,5	2,4
15,1-17,5	-	3,2	2,5	0,8	1,3	2,0	-	3,2	2,5	0,8	1,3	2,0
12,6-15,0	-	2,6	2,2	0,6	1,1	1,6	-	2,6	2,2	0,6	1,1	1,6
10,1-12,5	-	2,0	1,8	0,3	0,9	1,2	-	2,0	1,8	0,3	0,9	1,2

Tabel 3 Forsøgsbehandling, forsøgs- og kraftfoder, kg pr. ko dgl.
H 12-3. SDM/RDM.

Table 3 Treatment, experimental feeds and concentrates, kg feed per cow daily. H 12-3. SDM/RDM.

Lakt. nr. Parity	Laktationsuge og foderklasse, kg 4% Weeks of lactation and yield class, kg FCM						
Forsøgsbeh. Treatment	Lakt.- uger Weeks	22,6- 25,0	20,1- 22,5	17,6- 20,0	15,1- 17,5	12,6- 15,0	10,1- 12,5
Foder Feed	0-24						

1. lakt. (Heifers)

P1: X-11, mixture	3,6	3,6	3,1	2,7	2,3	1,8	1,4
C-12, mixture	1,7	1,7	1,3	1,0	0,7	0,3	0
P2: X-11, mixture	2,5	2,5	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9
C-12, mixture	2,8	2,8	2,3	1,8	1,3	0,9	0,4
P3: X-11, mixture	1,2	1,2	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5
C-12, mixture	3,9	3,9	3,3	2,7	2,1	1,4	0,8
P4: X-11, mixture	0	0	0	0	0	0	0
C-12, mixture	5,0	5,0	4,3	3,5	2,8	2,0	1,3

2. og sen. lakt.

(Cows)

P1: X-11, mixture	4,5	3,3	2,8	2,4	2,1	1,3	0,5
C-12, mixture	0	1,2	0,8	0,5	0	0	0
Sojaskrå (soyabean meal)	0,8	0	0	0	0	0	0
P2: X-11, mixture	3,0	1,8	1,5	1,3	1,0	0,7	0,5
C-12, mixture	1,4	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0
Sojaskrå (soyabean meal)	0,8	0	0	0	0	0	0
P3: X-11, mixture	1,5	0,5	0,4	0,3	0	0	0
C-12, mixture	2,8	3,8	3,1	2,4	1,9	1,2	0,4
Sojaskrå (soyabean meal)	0,8	0	0	0	0	0	0
P4: X-11, mixture	0	0	0	0	0	0	0
C-12, mixture	4,2	4,2	3,4	2,7	1,9	1,2	0,4
Sojaskrå (soyabean meal)	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

Tabel 4 Forsøgsbehandling, forsøgs- og kraftfoder, kg pr. ko dgl.
H 13-3. SDM.

Table 4 Treatment, experimental feeds and concentrates, kg feed per cow daily. H 13-3. SDM.

Lakt. nr. Parity	<u>Laktationsuge og foderklasse, kg 4%</u> Weeks of lactation and yield class, kg FCM						
Forsøgsbeh. Treatment	Lakt.- uger						
Foder Feed	Weeks	22,6- 0-24	20,1- 25,0	17,6- 20,0	15,1- 17,5	12,6- 15,0	10,1- 12,5

1. lakt. (Heifers)

P2: Bl. 1, mixt. 1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
C-12, mixture	3,8	3,6	3,0	2,4	1,8	1,4	1,0
P3: Bl. 2, mixt. 2	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
C-12, mixture	3,8	3,6	3,0	2,4	1,8	1,4	1,0
P4: Bl. 3, mixt. 3	1,1	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,6
C-12, mixture	3,8	3,6	3,0	2,4	1,8	1,4	1,0

2. og sen. lakt.
(Cows)

P2: Bl. 1, mixt. 1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
C-12, mixture	4,3	3,5	3,0	2,4	1,8	1,4	1,0
P3: Bl. 2, mixt. 2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
C-12, mixture	4,3	3,5	3,0	2,4	1,8	1,4	1,0
P4: Bl. 3, mixt. 3	1,3	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,6
C-12, mixture	4,3	3,5	3,0	2,4	1,8	1,4	1,0

Tabel 5 Forsøgsbehandling, forsøgs- og kraftfoder, kg pr. ko dgl.
H 14-3. Jersey.

Table 5 Treatment, experimental feeds and concentrates, kg feed per cow daily. H 14-3. Jersey.

Lakt. nr. Parity	Laktationsuge og foderklasse, kg 4% Weeks of lactation and yield class, kg FCM						
Forsøgsbeh. Treatment	Lakt.- uger						
Foder Feed	Weeks 0-24	22,6- 25,0	20,1- 22,5	17,6- 20,0	15,1- 17,5	12,6- 15,0	10,1- 12,5

1. lakt. (Heifers)

P2: X-11, mixture	2,9	3,6	3,3	2,9	2,5	1,8	0,9
C-12, mixture	2,3	1,7	1,2	0,7	0,2	0	0
Grønmix (grass mix)	1	1	1	1	1	1	1
P3: X-11, mixture	1,5	1,8	1,6	1,5	1,3	0,9	0,5
C-12, mixture	3,6	3,3	2,7	2,0	1,3	0,8	0,4
Grønmix (grass mix)	1	1	1	1	1	1	1
P4: X-11, mixture	0	0	0	0	0	0	0
C-12, mixture	4,9	5,0	4,2	3,4	2,5	1,7	0,8
Grønmix (grass mix)	1	1	1	1	1	1	1

2. og sen. lakt.
(Cows)

P2: X-11, mixture	3,6	3,6	3,3	2,9	2,5	1,8	0,9
C-12, mixture	2,5	1,7	1,2	0,7	0,2	0	0
P3: X-11, mixture	1,8	1,8	1,6	1,5	1,3	0,9	0,5
C-12, mixture	4,2	3,3	2,7	2,0	1,3	0,8	0,4
P4: X-11, mixture	0	0	0	0	0	0	0
C-12, mixture	5,8	5,0	4,2	3,4	2,5	1,7	0,8

F.e. pr. ko dgl. Gård	H 11-3 (J)	H 12-3	H 13-3	H 14-3 (J)
Letfordøjeligt foder (roer, affald, melasse etc.)	4-5	5-6	5-6	3-4
Tungere ford. foder, ad lib. (ensilage, hø, mask etc.)	3-4	3-4	4-5	4-5

Foderrationen er iøvrigt afbalanceret ved mineralstof- og vitamin-tilskud.

Forsøgsfoder og de fleste øvrige fodermidler er tildelt 2 gange daglig og hurtigst muligt efter hinanden.

Nedtrapning af forsøgs/kraftfoder efter 24 (27) uger efter kælvning er foretaget med højest 0,5 f.e. pr. uge.

4.2. Forsøgsdyr

For at opnå et tilstrækkeligt stort forsøgsmateriale er det blevet planlagt at inddrage i alt 400 laktationer. Disses fordeling på forsøgsbehandling, besætning, race og laktationsnummer er anført i tabel 6, hvor også forsøgskøernes gennemsnitlige vægt efter kælvning er anført.

Årsagen til, at der er et betydeligt antal ufuldstændige laktationer, er primært, at der af hensyn til bl.a. mastitisundersøgelserne ved forsøgets start er medtaget køer, der havde kælvet og derfor ikke har opnået mindst 12 ydelseskontrolleringer foretaget med 2 ugers mellemrum inden for de første 24 uger efter kælvning. Dernæst er der nogle køer, der ikke har opfyldt den nedre grænse for ydelse og derfor er udskiftet efter følgende regel:

Raske køer er udgået af forsøg, når ydelsen, kg 4% mælk daglig, har ligget under nedenstående niveauer i 3 på hinanden følgende kontrolleringer efter 3. kontrollering efter kælvning svarende til, at maximumydelse er nået:

	<u>1. kalvs</u>	<u>Øvrige</u>
Inden for 1-24 uger efter kælvning:	14.0	16.0

Tabel 6 Antal laktationer i forsøgsbehandlingerne på de respektive gårde og forsøgsdyrenes vægt efter kælvning.

Table 6 Numbers of lactations on the different treatments and stations. Live weight of experimental animals post partum.

Behandling Treatment	P1	P2	P3	P4	Alle All
<u>Station:</u>					
H 11-3 (Jersey)					
1. laktation (Heifers)	(36)	(36)	(36)	-	36
2. og sen. lakt.(Cows)	(74)	(74)	(74)	-	74
H 12-3 (S/R,dual purp.)					
1. laktation (Heifers)	19	18	17	18	72
2. og sen. lakt.(Cows)	16	21	22	16	75
H 13-3 (S,dual purp.)					
1. laktation (Heifers)	-	11	12	16	39
2. og sen. lakt.(Cows)	-	12	11	12	35
H 14-3 (Jersey)					
1. laktation (Heifers)	-	7	11	6	24
2. og sen. lakt.(Cows)	-	18	13	21	52
Ialt (total number of lactations finishing the exp. per.)					407

Ufuldstændige laktationer (primært for mastitis undersøgelser)
Incomplete lactations (primary for mastitis investigations)

H 11-3	-	-	-	-	56
H 12-3	33	34	30	39	136
H 13-3	-	19	21	12	52
H 14-3	-	27	26	26	79

Vægt efter kælvning, kg
Live weight post partum, kg

H 12-3					
1. laktation (Heifers)	493	506	482	484	491
2. og sen. lakt.(Cows)	586	602	583	571	586
H 13-3					
1. laktation (Heifers)	-	534	551	547	545
2. og sen. lakt.(Cows)	-	625	626	607	619
H 14-3					
1. laktation (Heifers)	-	321	314	313	316
2. og sen. lakt.(Cows)	-	394	401	381	390

Herved er der afgået 0, 52, 2 og 5 køer på henholdsvis H 11-3, H 12-3, H 13-3 og H 14-3. De 52 køer på H 12-3 har været jævnt fordelt på de 4 forsøgshold.

Syge køer udgået af forsøg, når de selv efter effektiv behandling fortsat lider under alvorlig sygdom. Hvis der ikke kunne konstateres kalv ved afslutning af 36 uger efter kælvning (d.v.s. løbning senest i 28. uge), er koen udsat.

Som forsøgsdyr er medtaget alle dyr, der ikke havde produktions- eller forsøgsmæssige fejl.

Ved start af forsøget er egnede forsøgsdyr indsat på de respektive forsøgsbehandlinger under hensyn til laktationsnummer (1. kalvs hhv. øvrige køer), kælvningstidspunkt, yversundhed og ydelse. Senere er nye forsøgsdyr indsat efter samme princip 2 uger før forventet kælvning. Malkning og pasning iøvrigt er tilstræbt hensigtsmæssig og ensartet for holdene inden for hver besætning. Goldning er foretaget senest 6 uger før forventet kælvning.

Sygdomsbehandling, herunder behandling af akut klinisk samt subklinisk smitsom (B-streptokokker) mastitis er foretaget straks efter, at sygdommen er konstateret. Køer med subklinisk mastitis er behandlet i forbindelse med goldning.

4.3. Dataregistrering

Optagelsen af de enkelte fodermidler er hvert 14. døgn registreret ved en stikprøve over ét døgn omfattende alle køer inden for den enkelte forsøgsbehandling (se afsnit 5.1.). Foderprøver til bestemmelse af foderværdi og -kvalitet af de enkelte fodermidler er udtaget systematisk gennem hele forsøgsperioden og analyseret på Afd. for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi.

Mælkeydelsen er registreret for den enkelte ko hvert 14. døgn ved en stikprøve over ét døgn med undtagelse af kørerne i latin square-forsøget på H 11-3, hvor der er kontrolleret over ét døgn hver uge. Mælke-

prøverne er analyseret for fedt- og proteinindhold på Mejeribrugets Centrallaboratorium i Ringsted.

Mælke kvalitet (fedtsyretil m.m.) er bestemt af Statens Forsøgsmejeri på prøver udtaget ved aftenmalkningen i forbindelse med ydelseskontrol. Celletal er bestemt af Statens Veterinære Serumlaboratorium (SVS) i Ringsted på prøver udtaget ved morgenmalkningen.

Kirtelprøver til bakteriologisk undersøgelse og celletælling er udtaget én gang hver 4. uge af alle lakterende forsøgsdyr og er undersøgt af SVS.

Der er foretaget løbende registreringer af kælvningsforløb, brunst, inseminering og sygdomme. Der er tillige foretaget undersøgelser af mælkens progesteronindhold.

Tilvækst eller vægtændringer er registreret ved dobbeltmålinger af det enkelte dyr lige efter kælvning, i 12. og 24. laktationsuge samt ved goldning. På H 11-3 dog i 6., 13., 20. og 27. uge i stedet for 12. og 24. I tilslutning til målingerne er der givet huld karakter (skala 1-5) og foretaget en brugsmæssig vurdering.

4.4. Forsøgsfoder

Tabel 7 viser forsøgsfoderets tørstofindhold og tørstoffets procentiske indhold af råprotein, råfedt, træstof og aske udtrykt dels som gennemsnit for hele forsøgsperioden og dels ved den fundne variationsbredde.

Den beregnede, gennemsnitlige foderværdi af forsøgsfoderet er anført i tabel 8. Foderværdien er fastlagt på grundlag af den kemiske sammensætning og principperne for den skandinaviske foderenheds beregning (Andersen & Just 1975). Råproteinets fordøjelighed i blandingerne C-12 og X-11 er beregnet som angivet af Thomsen (1979). Værditalle for C-12 bl. og X-11 bl. er beregnet til at være henholdsvis 95 og 91.

Tabel 7 Forsøgsfoderets kemiske sammensætning.

Table 7 Chemical composition of exp. feed.

		Procent af tørstof Per cent in D.M.									
% tørstof % D.M.		Råprotein Cr. prot.		Råfedt Crude fat		Træstof Cr. fibre		Aske Ashes			
Gns.	Var.	Gns.	Var.	Gns.	Var.	Gns.	Var.	Gns.	Var.	Gns.	Var.
Av.	Var.	Av.	Var.	Av.	Var.	Av.	Var.	Av.	Var.	Av.	Var.
<u>H 11-3</u>											
X-11 bl.	88	86-	13,9	9,9-	10,6	8,0-	9,3	7,0-	5,8	5,1-	
X-11 mix.		91		21,9		15,1		11,6		6,8	
C-12 bl.	90	88-	36,4	31,9-	10,8	7,0-	11,5	9,5-	6,6	6,3-	
C-12 mix.		94		39,7		14,9		13,6		6,9	
<u>H 12-3</u>											
X-11 bl.	88	86-	13,6	9,7-	10,3	7,1-	8,7	7,3-	6,0	4,9-	
X-11 mix.		90		18,1		14,9		9,7		7,3	
C-12 bl.	90	89-	36,5	33,4-	10,6	8,4-	10,4	-	7,1	6,6-	
C-12 mix.		92		39,0		16,2				7,4	
<u>H 13-3</u>											
Hvedeklid	87	87-	17,4	17,0-	4,0	3,7-	12,9	12,4-	5,9	5,7-	
Wheat bran		88		18,4		4,4		13,3		6,2	
Urinstof	99	99-	281	275-							
Urea		100		287							
C-12 bl.	90	88-	36,4	32,5-	11,5	6,8-	10,4	10,1-	6,6	6,4-	
C-12 mix.		92		42,1		15,4		10,7		6,9	
<u>H 14-3</u>											
X-11 bl.	88	87-	13,7	11,3-	11,3	8,2-	9,0	7,1-	7,3	-	
X-11 mix.		89		16,5		14,8		10,6			
C-12 bl.	90	87-	35,8	34,3-	12,4	10,3-	13,9	13,1-	6,4	5,7-	
C-12 mix.		93		39,3		14,4		14,8		7,1	

Tabel 8 Forsøgsfoderets beregnede foderværdi.
Table 8 Calculated nutritive value of exp. feed.

		Foder,kg Feed, kg	F.e. F.u.	Ford.råprot.,g Dig.cr.prot.,g	Råfedt,g Cr.fat,g
<u>H 11-3</u>					
X-11 bl.	1)	1,00	1,06	88	94
X-11 mix.	2)	0,95	1,00	83	88
C-12 bl.	1)	1,00	1,14	277	97
C-12 mix.	2)	0,87	1,00	242	84
<u>H 12-3</u>					
X-11 bl.	1)	1,00	1,05	85	91
X-11 mix.	2)	0,95	1,00	81	87
C-12 bl.	1)	1,00	1,15	280	96
C-12 mix.	2)	0,86	1,00	243	83
<u>H 13-3</u>					
Bland. 1	1)	1,00	0,79	122	35
Mix. 1	2)	1,27	1,00	154	44
Bland. 2	1)	1,00	0,70	419	31
Mix. 2	2)	1,43	1,00	596	44
Bland. 3	1)	1,00	0,63	656	28
Mix. 3	2)	1,58	1,00	1039	44
C-12 bl.	1)	1,00	1,17	279	104
C-12 mix.	2)	0,85	1,00	239	89
<u>H 14-3</u>					
X-11 bl.	1)	1,00	1,05	86	100
X-11 mix.	2)	0,96	1,00	83	95
C-12 bl.	1)	1,00	1,17	274	112
C-12 mix.	2)	0,86	1,00	235	96

1) Pr. kg foder
Per kg feed

2) Pr. f.e.
Per f.u.

Bland. 1, 2 og 3 (H 13-3): Hvedekliid iblandet 0, 11 og 20% urinstof
 Mix. 1, 2 and 3 (H 13-3): Wheat bran with 0, 11 and 20% urea

4.5. Statistiske metoder

4.5.1. Mælkeydelse i overkrydsningsforsøget

Mælkeydelsen Y (kg mælk, g smørfedt, g protein og kg 4% mælk pr. ko daglig) er beregnet som gennemsnittet af 6 kontrolleringer i hver forsøgsperiode.

Følgende model er anvendt i den statistiske analyse:

$$(1) \quad Y_{ijk} = I + KO_i + PER_j + BEH_k + e_{ijk}$$

hvor I = intercept

KO_i = effekten af den i 'te ko

PER_j = effekten af den j 'te periode

BEH_k = effekten af den k 'te behandling

e_{ijk} = rest.

Signifikansen af behandlingseffekten er beregnet ved en F-test af variansen mellem behandlinger mod restvariansen.

4.5.2. Mælkeydelse i holdforsøgene

Mælkeydelsen er beskrevet ved følgende variable:

Y_4 = gns. dagsydelse (kg 4% mælk) i laktationens første 4 uger (2 kontrolleringer).

Y_{12} = gns. dagsydelse (kg 4% mælk) i laktationens første 12 uger (6 kontrolleringer).

Y_{24} = gns. dagsydelse (kg 4% mælk) i laktationens første 24 uger (12 kontrolleringer).

Desuden er der over laktationens første 12 og 24 uger beregnet gennemsnitlig dagsydelse af kg mælk, g smørfedt og g protein.

Følgende model er anvendt i den statistiske analyse:

$$(2) \quad Y_{ij} = I + VGT_{ij} \cdot b + BEH_j + e_{ij}$$

hvor I = intercept

VGT_{ij} = vægten ved kælvning af den i 'te ko på den j 'te
behandling

b = regressionskoefficienten

BEH_j = effekten af den j 'te behandling

e_{ij} = rest.

Signifikansen af behandlingseffekten er beregnet ved en F-test af
variansen mellem behandlinger mod restvariansen.

4.5.3. Mælkeydelsen som funktion af proteintildelingen

Mælkeydelsen er søgt udtrykt som en krumlinet funktion af protein-
tildelingen ved følgende modeller:

$$(3) \quad Y = I + X \cdot b_1 + X^2 \cdot b_2 + e_{ij}$$

$$(4) \quad Y_{ij} = I + G\ddot{A}RD_j + X_{ij} \cdot b_1 + X_{ij}^2 \cdot b_2 + e_{ij}$$

hvor Y_{ij} = gennemsnitsydelsen ved den i 'te behandling på den
 j 'te gård

I = intercept

$G\ddot{A}RD_j$ = effekten af den j 'te gård

X_{ij} = proteintildelingen ved den i 'te behandling på den
 j 'te gård

b_1, b_2 = regressionskoefficienter

e_{ij} = rest.

4.5.4. Sygdomme i holdforsøgene

Ud fra registreringerne af dyrlægebehandlinger er der for hvert hold be-
regnet dels antal køer med og dels antal behandlinger for de enkelte
sygdomme. Denne opgørelse er foretaget for alle køer uanset afgangstid-
punkt og over henholdsvis de første 12, de første 24 uger efter kælv-
ning samt over hele laktationen.

Signifikansen af behandlingseffekten er beregnet ved χ^2 -test, hvor det fundne antal dyr/behandlinger er sammenlignet med det forventede antal dyr/behandlinger under nulhypotesen: ingen effekt af behandlingen.

V RESULTATER

5.1. Foderoptagelse

Tabel A3 viser den registrerede optagelse af grundfoder i de 4 forsøgsbesætninger. De anførte mængder af tørstof, råprotein, råfedt, trøstof, f.e. og ford. råprotein repræsenterer et gennemsnit for hele forsøgsperioden.

Det fremgår af tabellen, at grundfoderrationen har været sammensat forskelligt på de 4 forsøgsgårde. Tørstoffets kemiske sammensætning og fordeling på 4 fodermiddelgrupper er vist i tabel 9. De fire fodermiddelgrupper er: 1) roer o. lign. (lavpct. kraftfoder, roer, roeaffald, melasse, kosetter), 2) mask, pektinaffald (mask, pektinaffald, citruskvas), 3) ensilage o. lign. (ensilage, friske grønafrøder, kunsttørret foder) og 4) stråfoder (hø, halm).

Roer o. lign. har udgjort 30-50%, mask og pektinaffald 0-40%, ensilage o. lign. 20-45% og stråfoder 1-15% af grundfoderet. Proteinniveauet har været lavest på H 11-3, 137 g råprotein/kg tørstof (50% roefoder) og højest på H 12-3, 170 g/kg tørstof. Det proteinrige grundfoder til denne besætning er især en følge af, at mask har udgjort en stor andel (3,5 kg tørstof pr. ko dgl.). Tørstoffets fedtindhold har p.g.a. det store roefoder været lavt på H 11-3, 20 g/kg, men højere på de øvrige gårde - og af samme størrelsesorden, 32-36 g/kg. Den gns. trøstofkoncentration i grundfoderet har kun varieret fra 172 til 175 g/kg tørstof mellem H 11-3, H 12-3 og H 13-3, men har været væsentligt højere, 203 g/kg, på H 14-3 som følge af betydelig anvendelse af stråfoder (bl.a. kemisk behandlet halm).

Der har på de enkelte gårde været uundgåelige variationer i grundfoderets sammensætning og dermed dets proteinindhold i løbet af forsøgsperioden. Disse variationer i grundfoderets sammensætning har i de fleste tilfælde ikke været større, end det normalt må forventes i praksis bl.a. som følge af sæsonmæssige foderændringer. På H 12-3 har grundfoderets proteinindhold imidlertid været væsentligt højere end planlagt i 3 kortere perioder (á ca. 6 uger) p.g.a. ekstra stor til-

deling af mask. Da dyrene er indsat løbende på de respektive forsøgsbehandlinger kan disse perioder ikke udskilles af forsøget og er derfor inkluderet i den samlede opgørelse af foderforbruget.

En sammenligning af de registrerede mængder grundfoder på H 12-3 og H 14-3 (tabel A3) viser, at der ikke er væsentlig forskel på foderoptagelsen mellem de enkelte forsøgsbehandlinger. Forskelligt protein-niveau - inden for forsøgets variationsområde - i den totale foderation påvirker således tilsyneladende ikke optagelsen af grundfoder.

Den totale daglige foderoptagelse (grundfoder + forsøgsfoder) pr. ko for hver forsøgsbehandling i de 4 besætninger er anført i tabellerne A4-A-11. Mængderne gælder for de første 24 uger efter kælvning, d.v.s. den periode af laktationen, hvor kraftfoderet (forsøgsfoderet) er tildelt med konstant mængde hver dag.

H 14-3 er den eneste besætning, hvor grundfoderoptagelsen er registreret for hvert forsøgshold 0-24 uger efter kælvning (tabel A3). Foderforbruget for alle øvrige køer, d.v.s. fra 24 uger efter kælvning, er også registreret, således at hele besætningens optagelse af grundfoder kan bestemmes. Den daglige grundfoderoptagelse 0-24 uger efter kælvning for køer i 1. laktation og for ældre køer er beregnet til henholdsvis 101% og 105% af hele besætningens gennemsnitlige, daglige optagelse.

Disse korrektionsfaktorer fra H 14-3 (Jersey) er anvendt til at beregne grundfoderoptagelsen 0-24 uger efter kælvning på H 11-3 (Jersey) ud fra den registrerede mængde til hele besætningen. Det forudsættes, at foderoptagelsen har været ens ved alle 3 forsøgsbehandlinger (tabellerne A4 og A5).

Optagelsen af grundfoder på H 12-3 er registreret for hver forsøgsbehandling, men ikke særskilt til køer i 1. laktation og ældre køer (tabel A3). Østergaard (1979) har fundet, at den totale foderoptagelse for 1. kalvs køer (tunge racer) 0-24 uger efter kælvning udgør 96% af ældre køers, når der gives samme kraftfodermængde til alle køer. Grundfoderoptagelsen for henholdsvis unge og ældre køer på hver forsøgsbehandling er beregnet med udgangspunkt i totalfoderets fordeling

Tabel 9 Grundfoderets størrelse og sammensætning til forsøgs-
besætningerne. Pr. ko dgl. i gns. af forsøgsperioden.

Table 9 The basal ration and its composition for the exp. herds.
Daily av. per cow in the exp. period.

Fodermiddel	Tørstof D.M.		Råprotein Crude protein	Råfedt Crude fat	Træstof Crude fibre
Feed	kg	%	g	g	g
<u>H 11-3</u>					
Roer o.lign Beets etc.	4,6	49	495	3	355
Mask, pektinaff. Brewers grain, pectin pulp	0	0	0	0	0
Ensilage o.lign. Silage etc.	3,9	41	690	165	924
Stråfoder Hay, straw	0,9	10	93	21	334
Ialt Total	9,4	100	1278	189	1613
Pr. kg tørstof Per kg D.M.			137	20	172
<u>H 12-3</u>					
Roer o.lign.	3,9	32	465	1	297
Mask, pektinaff.	4,6	38	1129	285	931
Ensilage o.lign.	2,6	21	413	97	439
Stråfoder	1,1	9	66	22	454
Ialt	12,2	100	2073	405	2121
Pr. kg tørstof			170	33	174

forts.
to be contin.

Tabel 9 - fortsat
Table 9 - continued

Fodermiddel	Tørstof D.M.		Råprotein Crude protein	Råfedt Crude fat	Træstof Crude fibre
Feed	kg	%	g	g	g
<u>H 13-3</u>					
Roer o.lign	4,2	38	512	3	256
Mask, pektinaff.	1,8	17	380	157	511
Ensilage o.lign.	4,8	44	700	185	1103
Stråfoder	0,1	1	14	2	38
Ialt	10,9	100	1606	347	1908
Pr. kg tørstof			147	32	175

<u>H 14-3</u>					
Roer o.lign.	2,7	29	377	22	333
Mask, pektinaff.	1,7	18	386	142	465
Ensilage o.lign	3,6	38	671	154	512
Stråfoder	1,4	15	66	23	605
Ialt	9,4	100	1500	341	1915
Pr. kg tørstof			159	36	203

mellem 1. kalvs (96%) og ældre (100%), den registrerede mængde grundfoder, kraftfodermængden til de 2 aldersgrupper samt andelen af køer i 1. laktation (tabellerne A6 og A7).

På H 13-3 er grundfoderet registreret for hele besætningen ligesom på H 11-3. Kraftfodermængden har imidlertid været forskellig til køer i 1. laktation (5,1 f.e.) og køer i senere laktationer (5,8 f.e.). På grundlag heraf og Østergaards (1979) data kan beregnes, at den totale foderoptagelse for 1. kalvs køer vil være 92% af ældre køers. Grundfoderoptagelsen for henholdsvis unge og ældre køer (tabellerne A8 og A9) er herefter bestemt på tilsvarende måde som på H 12-3.

De anførte kraftfodermængder til de respektive forsøgshold er lig med det planlagte, da der ikke har været konstateret væsentlige afvigelser i forhold til forsøgsplanen m.h.t. de tildelte og fortærede mængder kraftfoder i løbet af forsøgsperioden.

Proteinkoncentrationen i det samlede foder er anført for hver forsøgsbehandling på de enkelte gårde i tabellerne A4-A11, udtrykt dels som g råprotein/kg tørstof og dels som g ford. råprotein/prod. f.e. Beregningen af g protein/p.f.e. er foretaget på grundlag af køernes vægt lige efter kælvning og den registrerede tilvækst 0-24 uger efter kælvning (se afsnit 5.3.).

Det fremgår af tabellerne, at tørstoffets råproteinindhold har varieret en del inden for samme forsøgsbehandling mellem de enkelte besætninger (gns. af 1. lakt. og ældre): 166-178, 186-200, 207-220 og 226-239 g/kg for henholdsvis P1, P2, P3 og P4.

Proteinniveauet på de 4 forsøgsbehandlinger er planlagt til at være henholdsvis 140, 170, 200 og 230 g ford. råprotein/p.f.e. (se afsnit 4.1.). De tilsvarende opnåede niveauer har været flg. (gns. af 1. lakt. og ældre):

	P1	P2	P3	P4
	(140)	(170)	(200)	(230)
H 11-3	141	167	193	
H 12-3	159	177	203	228
H 13-3		191	230	257
H 14-3		161	192	212

Foderets proteinindhold har således været i god overensstemmelse med det planlagte på H 11-3 og på H 12-3 (hold P2, P3 og P4), men er blevet højere end planlagt på H 12-3 (hold P1) og på H 13-3 - og lavere på H 14-3.

5.2. Mælkeproduktion

Proteinniveauets indflydelse på køernes mælkeproduktion er analyseret ved hjælp af de modeller, (1) og (2), der er beskrevet i afsnit 4.5. dels for overkrydsningsforsøget (H 11-3) og dels for holdforsøgene (H 12-3, H 13-3 og H 14-3). Tabellerne 10-17 viser de opnåede produktionsresultater angivet som kg mælk, g mælkefedt, g mælkeprotein og kg 4% mælk pr. ko dgl. dels for de første 12 og dels for de første 24 uger af laktationsperioden (8.-27. uge på H 11-3). Resultaterne, som er korrigerede gennemsnit (least squares means) for de enkelte forsøgsbehandlinger, vil i det følgende blive behandlet for 1. kalvs køer og ældre køer hver for sig.

5.2.1. Køer i 1. laktation

Ydelsesresultaterne for 1. kalvs køer på de 4 gårde er anført i tabellerne 10-13.

På H 11-3 (tabel 10) er der fundet en signifikant virkning ($P = 0,03$) af foderets proteinindhold på ydelsen af 4% mælk fra 8. til og med 27. uge efter kælvning. Både behandling P1 (21,2 kg) og P2 (21,3 kg) har resulteret i en signifikant ($P \leq 0,05$) højere ydelse end P3 (20,5 kg). Standardafvigelsen på materialet er 1,3 kg 4% mælk.

Analysen på H 12-3 (tabel 11) viser, at produktionen af 4% mælk har været signifikant lavere ($P \leq 0,01$) på hold P2 end på de øvrige hold - både i de første 12 og i de første 24 uger efter kælvning. Den generelle holdeffekt er nær ved signifikansgrænsen på 5% ($P = 0,06$), og standardafvigelsen er ca. 2 kg 4% mælk.

Proteinniveauet har ikke påvirket mælkeydelsen signifikant på H 13-3 (tabel 12). Standardafvigelsen for 4% mælker relativt stor, 2,5 kg, og den tilsvarende P-værdi er 0,6.

Tabel 10 Mælkeydelse pr. ko dgl., gns. af forsøgsperioden.
H 11-3, 1. laktation.

Table 10 Daily milk yield per cow, av. of exp. period.
H 11-3, heifers.

Uger e. kælvs. Weeks post partum	Be- handl. Treat- ment	Antal køer No. of cows	Mælk Milk kg	Mælkefedt Milk fat g	Mælke- protein Milk protein g	4% mælk FCM kg
8-27	P1	36	14,9	1015 ^{x)}	576	21,2 ^{x)}
	P2		15,0	1020 ^{x)}	582	21,3 ^{x)}
	P3		14,6	978	572	20,5
	Stand.afv., s		0,81	70	31	1,28
	Stand.dev., s					
	P-værdi		0,15	0,03	0,38	0,03
	P-value					

^{x)} Sign. forsk. fra behandl. P3 (P $\leq$ 0,05)
Sign. diff. from treatm. P3 (P $\leq$ 0,05)

Det er ligeledes fundet på H 14-3, at holdeffekten ikke er signifikant forskellig fra nul (tabel 13), hverken 0-12 (P = 0,45) eller 0-24 uger efter kælvsning (P = 0,41). Standardafvigelsen er på trods af det lille antal dyr i analysen mindre end på H 13-3, ca. 2 kg 4% mælk.

Forsøgets uafhængige, variable parameter er proteinindholdet i kraftfoderet, mens mælkeydelsen er en afhængig, variabel parameter. Den opnåede mælkeydelse i laktationens første 24 uger (kg 4% mælk pr. ko dgl.) er derfor afbildet som funktion af kraftfoderets proteinindhold (g ford. råprotein pr. f.e.) i figur 7. Ved en afbildning af de tilsvarende funktioner 0-12 uger efter kælvsning (for holdforsøgene) ses det samme billede, ydelsesniveauet er blot højere.

De produktionsfunktioner, der evt. kan opstilles på grundlag af forsøgets resultater, bliver mere generelt anvendelige, hvis de baseres

Tabel 11 Mælkeydelse pr. ko dgl., gns. af forsøgsperioden.
H 12-3, 1. laktation.

Table 11 Daily milk yield per cow, av. of exp. period.
H 12-3, heifers.

Uger e. kæl.v. Weeks post partum	Hold Group	Antal køer No. of cows	Mælk Milk kg	Mælkefedt Milk fat g	Mælke- protein Milk protein g	4% mælk FCM kg
0-12	P1	19	19,3	755	605	19,0
	P2	18	17,9 ^{x)}	713 ^{x)}	586 ^{x)}	17,9 ^{xx)}
	P3	17	19,2	741	615	18,8
	P4	18	19,8	797	644	19,9
	Stand.afv., s Stand.dev., s		2,43	95	73	2,18
	P-værdi P-value		0,13	0,07	0,13	0,06
0-24	P1	19	19,0	716	597	18,3
	P2	18	17,7	681 ^{xx)}	581 ^{x)}	17,3 ^{xx)}
	P3	17	18,7	704 ^{x)}	602	18,0
	P4	18	19,4	763	635	19,2
	Stand.afv., s		2,61	82	78	2,06
	P-værdi		0,27	0,03	0,23	0,06

x) Sign. forsk. fra hold P4 ($P \leq 0,05$)

Sign. diff. from group P4 ($P \leq 0,05$)

xx) do. ($P \leq 0,01$)

Tabel 12 Mælkeydelse pr. ko dgl., gns. af forsøgsperioden.
H 13-3, 1. laktation.

Table 12 Daily milk yield per cow, av. of exp. period.
H 13-3, heifers.

Uger e. kæl.v. Weeks post partum	Hold Group	Antal køer No. of cows	Mælk Milk kg	Mælkefedt Milk fat g	Mælke- protein Milk protein g	4% mælk FCM kg
0-12	P2	11	21,7	839	694	21,3
	P3	12	23,1	869	729	22,3
	P4	16	22,2	883	692	22,1
	Stand.afv., s Stand.dev., s		2,50	114	77	2,53
	P-værdi P-value		0,41	0,62	0,40	0,60
0-24	P2	11	21,0	824	679	20,7
	P3	12	22,4	855	723	21,8
	P4	16	21,2	845	679	21,2
	Stand.afv., s		2,54	107	77	2,45
	P-værdi		0,35	0,78	0,27	0,59

på den kvantitative sammenhæng mellem det samlede foders proteinindhold og mælkeydelsen. Fig. 8 viser derfor den daglige mælkeproduktion, kg 4% mælk pr. ko, sat i relation til totalfoderets proteinkoncentration, g råprotein pr. kg tørstof, i de første 24 uger efter kælving.

Det fremgår af figur 8, at resultaterne for køer i 1. laktation er modstridende, idet overkrydsningsforsøget (H 11-3) har vist en svagt stigende og derefter faldende ydelse, mens holdforsøgene generelt har vist en stigende ydelse med øget proteinniveau. Behandlingseffekten har kun været signifikant i overkrydsningsforsøget (se tabel 10), og resultatet herfra er derfor anvendt i en kurvelineær regressionsanalyse efter model (3), der er beskrevet i afsnit 4.5.

Tabel 13 Mælkeydelse pr. ko dgl., gns. af forsøgsperioden.
H 14-3, 1. laktation.

Table 13 Daily milk yield per cow, av. of exp. period.
H 14-3, heifers.

Uger e. kælv. Weeks post partum	Hold Group	Antal køer No. of cows	Mælk Milk kg	Mælkefedt Milk fat g	Mælke- protein Milk protein g	4% mælk FCM kg
o-12	P2	7	15,1	832	522	18,5
	P3	11	16,0	852	560	19,2
	P4	6	15,9	917	557	20,1
	Stand.afv., s		2,06	104	69	2,26
	Stand.dev., s					
	P-værdi		0,62	0,33	0,52	0,45
	P-value					
o-24	P2	7	14,6	827	512	18,2
	P3	11	15,7	868	549	19,3
	P4	6	15,2	903	523	19,6
	Stand.afv., s		1,99	86	62	1,95
	P-værdi		0,54	0,31	0,44	0,41

Analysen har givet flg. funktioner, hvor $y = \text{kg } 4\% \text{ mælk pr. ko dgl., gns. af perioden } 8-27 \text{ uger efter kælvning, } x_1 = \text{g råprotein pr. kg tørstof og } x_2 = \text{g ford. råprotein pr. prod. f.e.:}$

$$(1) \quad y = -14,366 + 0,401x_1 - 0,001125x_1^2$$

$$(2) \quad y = 3,474 + 0,224x_2 - 0,000699x_2^2.$$

De respektive funktioners maximum findes ved differentiering med hensyn til x :

kg 4% mælk pr. ko
kg FCM per cow

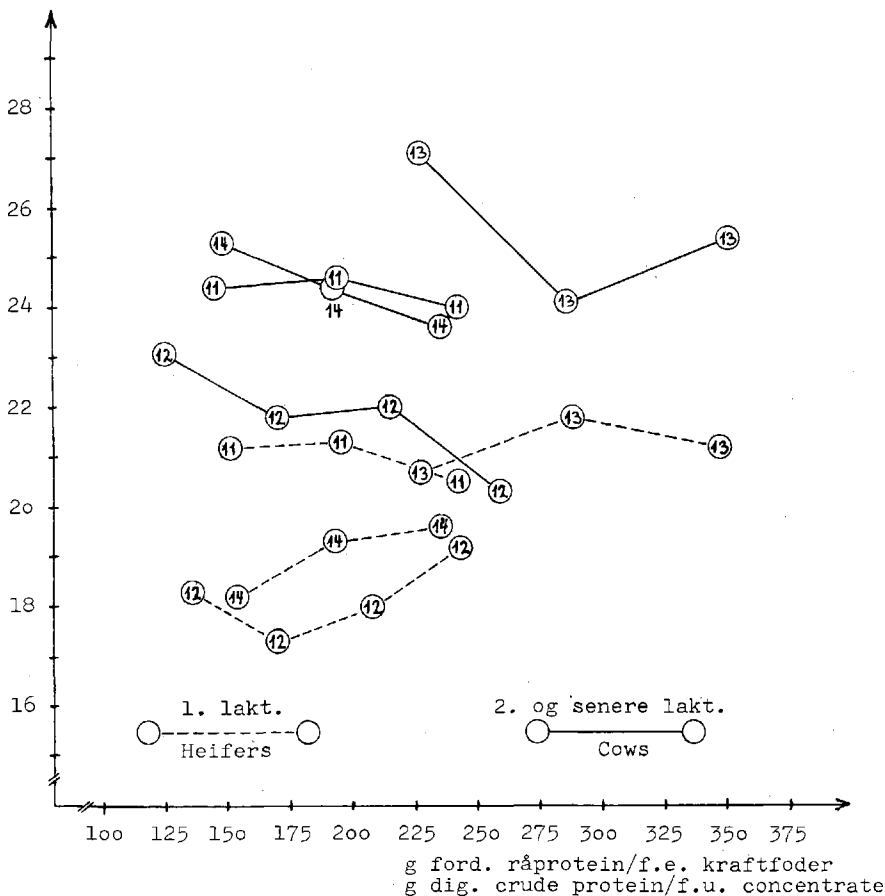


Fig. 7. Virkningen af kraftfoderets proteinindhold på mælkeproduktionen 0-24 uger efter kælvning. Forskellige grundrationer (se tabel 9).

Fig. 7. The effect of protein content of the concentrate on daily milk yield 0-24 weeks post partum. Different basal rations (see table 9).

kg 4% mælk pr. ko
kg FCM per cow

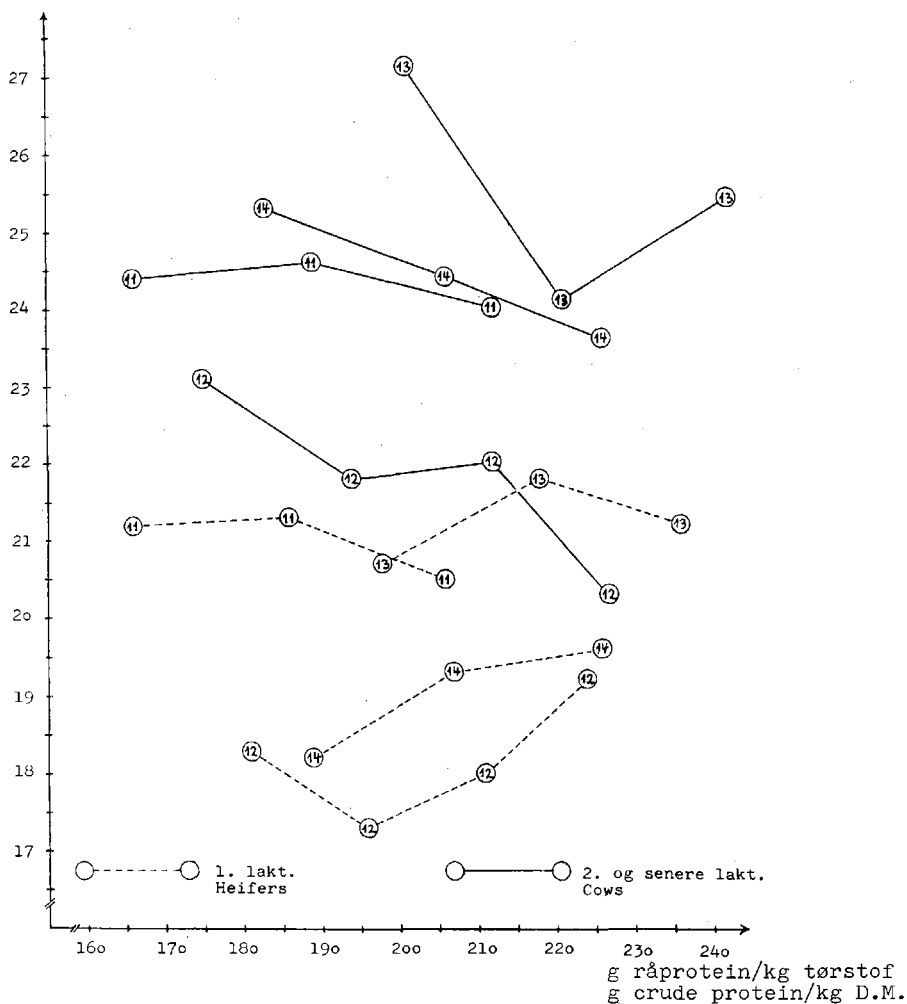


Fig. 8. Gns. dgl. mælkeydelse ved forskellig proteintildeling o-24 uger efter kælvning i de 4 forsøgsbesætninger.

Fig. 8. Daily milk yield at different protein contents in the diet o-24 weeks post partum in the 4 experim. herds.

$$(1) \frac{dy}{dx_1} = 0,401 - 0,00225x_1$$

$$\frac{dy}{dx_1} = 0 \Rightarrow \underline{x_1 = 178 \text{ g råprotein/kg tørstof}}$$

$$(2) \frac{dy}{dx_2} = 0,224 - 0,00139x_2$$

$$\frac{dy}{dx_2} = 0 \Rightarrow \underline{x_2 = 160 \text{ g ford. råprotein/p.f.e.}}$$

Funktionen (1), $y = f(x_1)$, er vist grafisk i figur 9.

5.2.2. Køer i 2. og senere laktationer

Tabellerne 14-17 viser mælkeydelsen, der er opnået af køer i 2. og senere laktationer.

Proteinniveauet har haft signifikant indflydelse ($P = 0,02$) på produktionen af 4% mælk 8-27 uger efter kælvning på H 11-3 (tabel 14). Behandling P2 har medført højere ydelse (24,6 kg 4% mælk) end P3 (24,0 kg), og forskellen er signifikant ($P \leq 0,01$). Standardafvigelsen er 1,3 kg.

Hold P1 har ydet mere 4% mælk ($P \leq 0,05$) end hold P4 på H 12-3 både 0-12 og 0-24 uger efter kælvning (tabel 15). Den generelle holdeffekt er imidlertid ikke signifikant forskellig fra nul, idet standardafvigelsen og P-værdien er henholdsvis 3,9 kg 4% mælk og 0,22 (0-12 uger e.k.) og 3,1 kg og 0,10 (0-24 uger e.k.).

På H 13-3 og H 14-3 er der ikke fundet nogen signifikant holdeffekt på mælkeydelsen (tabel 16 og 17). Hold P2 på H 13-3 har ydet 3 kg 4% mælk mere pr. ko dgl. end hold P3 og 1,7 kg mere end hold P4, men spredningen har været meget stor, ca. 4 kg 4% mælk, og forskellene er ikke signifikante. På H 14-3 har stigende proteinniveau medført faldende mælkeydelse, men der er ikke signifikant forskel på de enkelte hold.

Resultaterne er fremstillet grafisk i figur 8, der viser mælke-

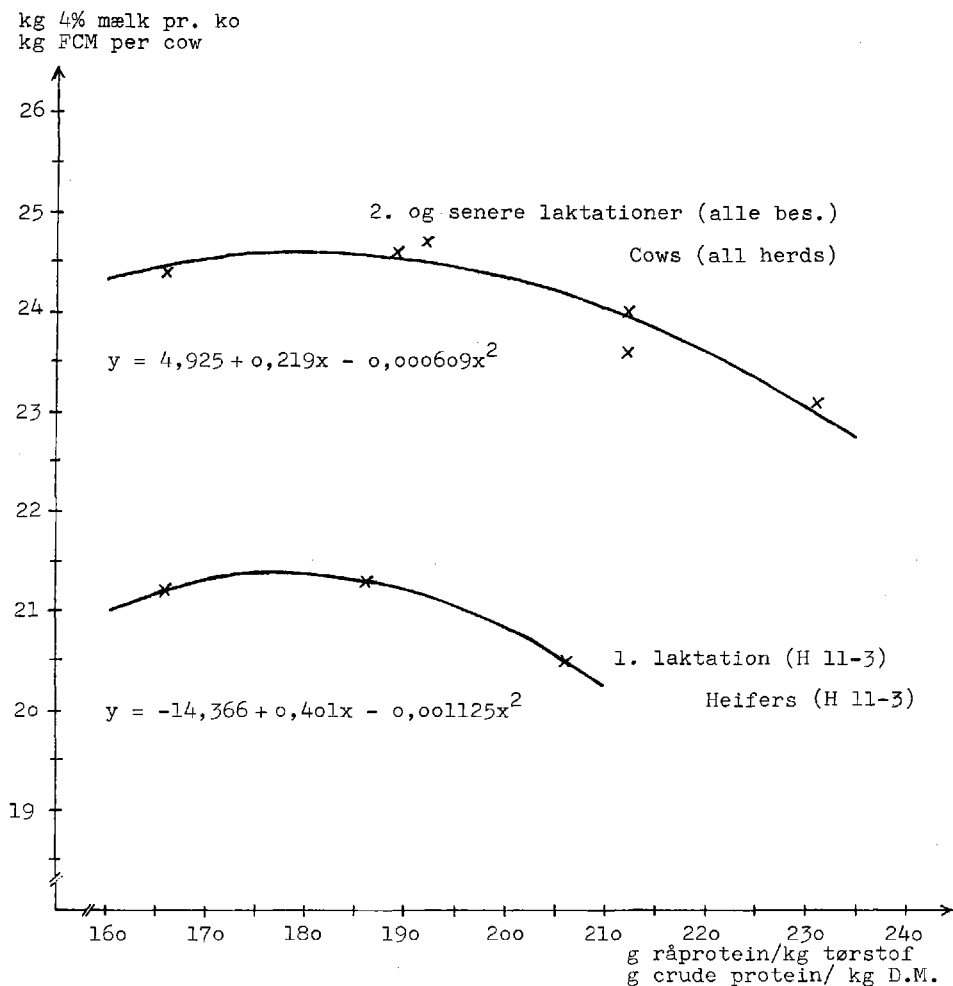


Fig. 9. Proteinkoncentrationens indflydelse på mælkeproduktionen 0-24 uger efter kælvning.

Fig. 9. The effect of protein content in the diet on daily milk yield 0-24 weeks post partum.

Tabel 14 Mælkeydelse pr. ko dgl., gns. af forsøgsperioden.
H 11-3, 2. og senere laktationer.

Table 14 Daily milk yield per cow, av. of exp. period.
H 11-3, cows.

Uger e. kælvs. Weeks post partum	Be- handl. Treat- ment	Antal køer No. of cows	Mælk Milk kg	Mælkefedt Milk fat g	Mælke- protein Milk protein g	4% mælk FCM kg
8-27	P1	74	17,9	1149 ^{x)}	689	24,4
	P2		18,1	1155 ^{xx)}	701	24,6 ^{xx)}
	P3		17,8	1124	689	24,0
	Stand.afv., s Stand.dev., s		1,05	67	40	1,31
	P-værdi P-value		0,16	0,01	0,13	0,02

^{x)} Sign. forsk. fra behandl. P3 (P $\leq$ 0,05)
Sign. diff. from treatm. P3 (P $\leq$ 0,05)

^{xx)} do. (P $\leq$ 0,01)

ydelsen på de 4 gårde som funktion af foderets proteinindhold, g rå-protein pr. kg tørstof, 0-24 uger efter kælvsning. De tilsvarende funktioner for de første 12 uger af laktationen har samme forløb.

Der er forskel på ydelsesniveauet i de 4 besætninger, men kurvernes forløb har samme tendens - faldende ydelse med stigende protein-niveau.

Det er ligesom for 1. kalvs køernes vedkommende kun overkrydsnings-forsøget, der har resulteret i en signifikant behandlingseffekt (tabel 14), mens P-værdierne for de enkelte holdforsøg varierer fra 0,10 til 0,18 (tabel 15, 16 og 17).

Tabel 15 Mælkeydelse pr. ko dgl., gns. af forsøgsperioden.
H 12-3, 2. og senere laktationer.

Table 15 Daily milk yield per cow, av. of exp. period.
H 12-3, cows.

Uger e. kæl.v. Weeks post partum	Hold Group	Antal køer No. of cows	Mælk Milk kg	Mælkefedt Milk fat g	Mælke- protein Milk protein g	4% mælk FCM kg
0-12	P1	16	25,7	1007	819	25,4 ^{x)}
	P2	21	24,6	925	781	23,7
	P3	22	24,5	943	815	23,9
	P4	16	22,9	891	757	22,5
	Stand.afv., s Stand.dev., s		4,02	175	116	3,87
	P-værdi P-value		0,27	0,29	0,35	0,22
0-24	P1	16	24,0 ^{x)}	898 ^{x)}	772 ^{x)}	23,1 ^{x)}
	P2	21	22,7	844	733	21,8
	P3	22	22,3	874	745	22,0
	P4	16	20,7	803	688	20,3
	Stand.afv., s		3,55	133	101	3,14
	P-værdi		0,07	0,20	0,13	0,10

x) Sign. forsk. fra hold P4 ($P \leq 0,05$)
Sign.diff. from group P4 ($P \leq 0,05$)

Tabel 16 Mælkeydelse pr. ko dgl., gns af forsøgsperioden.
H 13-3, 2. og senere laktationer.

Table 16 Daily milk yield per cow, av. of exp. period.
H 13-3, cows.

Uger e. kæl.v. Weeks post partum	Hold Group	Antal køer No of. cows	Mælk Milk kg	Mælkefedt Milk fat g	Mælke- protein Milk protein	4% mælk FCM kg
0-12	P2	12	29,0	1177	934	29,2
	P3	11	26,3	1068	862	26,5
	P4	12	27,7	1098	856	27,5
	Stand.afv., s Stand.dev., s		4,55	166	127	4,10
	P-værdi P-value		0,38	0,28	0,27	0,29
0-24	P2	12	27,2	1083	878	27,1
	P3	11	24,0	967	793	24,1
	P4	12	25,7	1006	815	25,4
	Stand.afv., s		4,36	149	119	3,86
	P-værdi		0,23	0,18	0,21	0,18

Tabel 18 viser holdforsøgenes resultater (kg 4% mælk pr. ko dgl.) behandlet i én model, som foruden køvægt og behandling også tager hensyn til gårdeffekt samt vekselvirkning mellem gård og behandling. Det fremgår af tabellen, at ydelsen er faldende fra hold P2 til P4, og at holdeffekten er signifikant ($P = 0,02$) for perioden 0-24 uger efter kælving. Vekselvirkningen gård/behandling er ikke signifikant forskellig fra nul ($P = 0,59$ 0-12 uger e.k. og $P = 0,30$ 0-24 uger e.k.).

Tabel 17 Mælkeydelse pr. ko dgl., gns. af forsøgsperioden.
H 14-3, 2. og senere laktationer.

Table 17 Daily milk yield per cow, av. of exp. period.
H 14-3, cows.

Uger e. kæl.v. Weeks post partum	Hold Group	Antal køer No. of cows	Mælk Milk kg	Mælkefedt Milk fat g	Mælke- protein Milk protein g	4% mælk FCM kg
0-12	P2	18	21,0	1236	722	26,9
	P3	13	20,5	1223	745	26,5
	P4	21	19,9	1185	734	25,7
	Stand.afv., s		2,59	144	100	2,95
	Stand.dev., s					
	P-værdi		0,48	0,53	0,81	0,46
	P-value					
0-24	P2	18	19,9	1154	699	25,3
	P3	13	18,9	1122	692	24,4
	P4	21	18,3	1086	690	23,6
	Stand.afv., s		2,54	122	97	2,66
	P-værdi		0,16	0,24	0,96	0,17

De fundne resultater for køer i 2. og senere laktationer er analyseret ved en kurvelineær regressionsmodel som tidligere beskrevet. Der er foretaget flg. analyser (y = kg 4% mælk pr. ko dgl., gns. af 24 uger efter kælving, x_1 = g råprotein pr. kg tørstof og x_2 = g ford. råprotein/prod. f.e.):

Tabel 18 Mælkeydelse (kg 4% mælk) pr. ko dgl., gns. af forsøgsperioden.
H 12-3, H 13-3 og H 14-3. 2. og senere laktationer.

Table 18 Daily milk yield (kg FCM) per cow, av. of exp. period.
Pooled results for H 12-3, H 13-3 and H 14-3. Cows.

Uger efter kælvn. Weeks post partum	Hold Group			Stand.afv. Stand.dev.	P-værdi P-value
	P2	P3	P4	s	
0 - 12	26,6	25,7	25,2	3,64	0,09
0 - 24	24,7	23,6	23,1	3,17	0,02

A. Resultatet fra overkrydsningsforsøget er anvendt alene (jfr. køer i 1. laktation). Model (3):

$$(1) \quad y = -0,767 + 0,277x_1 - 0,000756x_1^2$$

$$\frac{dy}{dx_1} = 0 \Rightarrow \underline{x_1 = 183 \text{ g råprotein/kg tørstof}}$$

$$(2) \quad y = 10,462 + 0,181x_2 - 0,000575x_2^2$$

$$\frac{dy}{dx_2} = 0 \Rightarrow \underline{x_2 = 157 \text{ g ford. råprotein/p.f.e.}}$$

- B. Resultaterne fra alle 4 besætninger er anvendt i en vægtet analyse. De enkelte behandlingsgennemsnit er ikke bestemt med samme sikkerhed på hver gård som følge af forskellige forsøgsmetoder og holdstørrelser. Funktionerne er derfor fastlagt ved en regressionsanalyse, hvor behandlingsgns. er vægtede med den sikkerhed, hvormed de er bestemt. Standardafvigelsen, s_j , er anvendt som mål for sikkerheden. Vægtningen indebærer, at der i stedet for den sædvanlige minimering af $\sum e_{ij}^2$ sker en minimering af $\sum \frac{e_{ij}^2}{s_{ij}^2}$, hvor s_{ij} betegner standardafvigelsen på gennemsnittet for den i'te behandling på den j'te gård. Model (4):

$$(1) \quad y = 6,636 + 0,208x_1 - 0,000588x_1^2$$

$$\frac{dy}{dx_1} = 0 \Rightarrow \quad x_1 = \underline{177 \text{ g råprotein/kg tørstof}}$$

$$(2) \quad y = 21,204 + 0,056x_2 - 0,000210x_2^2$$

$$\frac{dy}{dx_2} = 0 \Rightarrow \quad x_2 = \underline{134 \text{ g ford. råprotein/p.f.e.}}$$

- C. I analysen under B er der ikke taget hensyn til, at køernes vægt er forskellig mellem de 4 besætninger. Standardafvigelsen, s_j , har været mindst i de 2 Jersey-besætninger, H 11-3 og H 14-3, og resultaterne fra disse gårde med lavere kovægt er derfor blevet relativt fremtrædende i analysen. Der er af denne grund suppleret med en analyse, hvor resultaterne fra H 11-3 er anvendt sammen med de puljede resultater fra holdforsøgene, der er korrigeret for forskellig kovægt (tabel 18). Model (3):

$$(1) \quad y = 4,925 + 0,219x_1 - 0,000609x_1^2$$

$$\frac{dy}{dx_1} = 0 \Rightarrow \quad x_1 = \underline{180 \text{ g råprotein/kg tørstof}}$$

$$(2) \quad y = 17,153 + 0,096x_2 - 0,000313x_2^2$$

$$\frac{dy}{dx_2} = 0 \Rightarrow \quad x_2 = \underline{154 \text{ g ford. råprotein/p.f.e.}}$$

Funktionerne, $y = f(x_1)$, bliver meget nær ens ved de 3 analyser og har et gennemsnitligt maximum ved 180 g råprotein pr. kg tørstof. De fundne maxima for funktionerne, $y = f(x_2)$, varierer fra 134 til 157 g ford. råprotein pr. prod. f.e.

Den grafiske fremstilling af $y = f(x_1)$ beregnet ved den sidstnævnte analyse (C) er vist i figur 9.

5.2.3. Laktationskurver

Figurerne 10-13 viser mælkeproduktionens forløb i holdforsøgene indtil 24 uger efter kælvning.

Det gælder for køer i 1. laktation på alle 3 gårde, at forsøgsholdene inden for samme besætning har haft forskellig begyndelsesydelse. Hold P2 adskiller sig fra de øvrige forsøgshold på H 12-3 ved en væsentlig lavere ydelse (ca. 3 kg 4% mælk mindre pr. ko dgl.) lige efter kælvning (fig. 10). På H 13-3 er det ligeledes hold P2, der har haft den mindste begyndelsesydelse (fig. 12). Den største forskel mellem holdene i starten af laktationen er fundet på H 14-3, hvor hold P4 har produceret ca. 4 kg 4% mælk mere pr. ko daglig end P2 og P3 (fig. 13).

De forsøgshold, der er startet svagest, er i alle 3 besætninger nået op på ca. samme niveau som de øvrige hold 4-6 uger efter kælvning.

De ældre køer har præsteret samme ydelse lige efter kælvning på alle forsøgshold inden for den enkelte besætning. I løbet af ca. 4 uger (ved 2. ydelsesregistrering) har de holdforskelle, som kan iagttages igennem hele perioden indtil 24 uger efter kælvning, manifesteret sig. De hold, der på denne måde adskiller sig fra de øvrige i samme besætning, er P1 og P4 på H 12-3 (fig. 11), P2 på H 13-3 (fig. 12) og P4 på H 14-3 (fig. 13).

Der er udført endnu en analyse på materialet fra holdforsøgene for at belyse, om ændringer i foderets proteinindhold har haft samme effekt på mælkeproduktionen hos køer med forskellig begyndelsesydelse.

Spørgsmålet er undersøgt ved en variansanalyse efter en model, der tager hensyn til effekt af kovægt, effekt af begyndelsesydelse (gns.

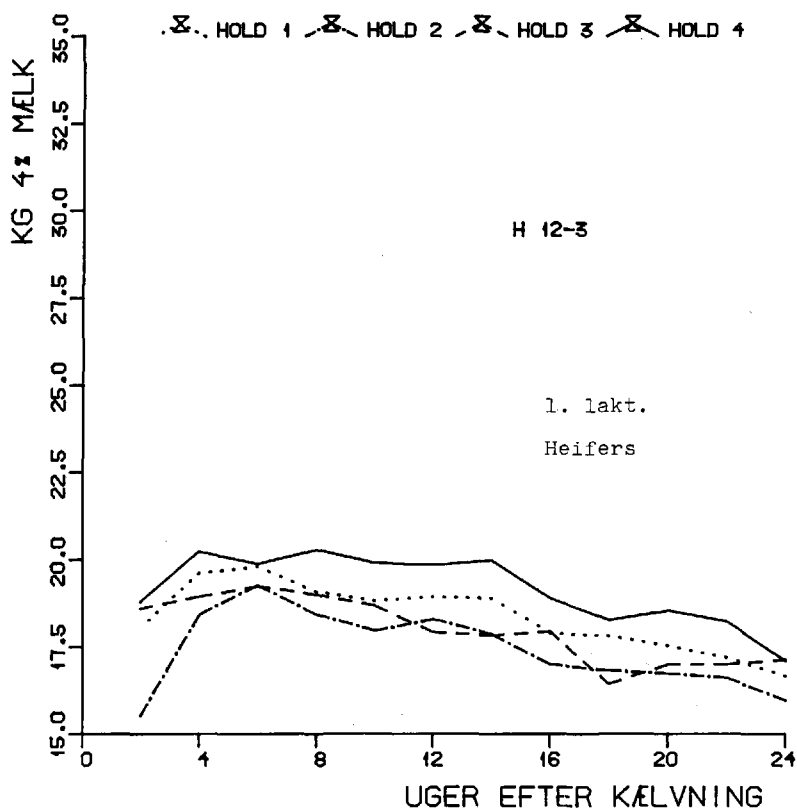


Fig. 10. Forsøgsholdenes laktationskurver 0-24 uger efter kælvning. H 12-3, 1. lakt.

Fig. 10. Lactation curves (kg FCM) of the exp. groups 0-24 weeks post partum. H 12-3, heifers.

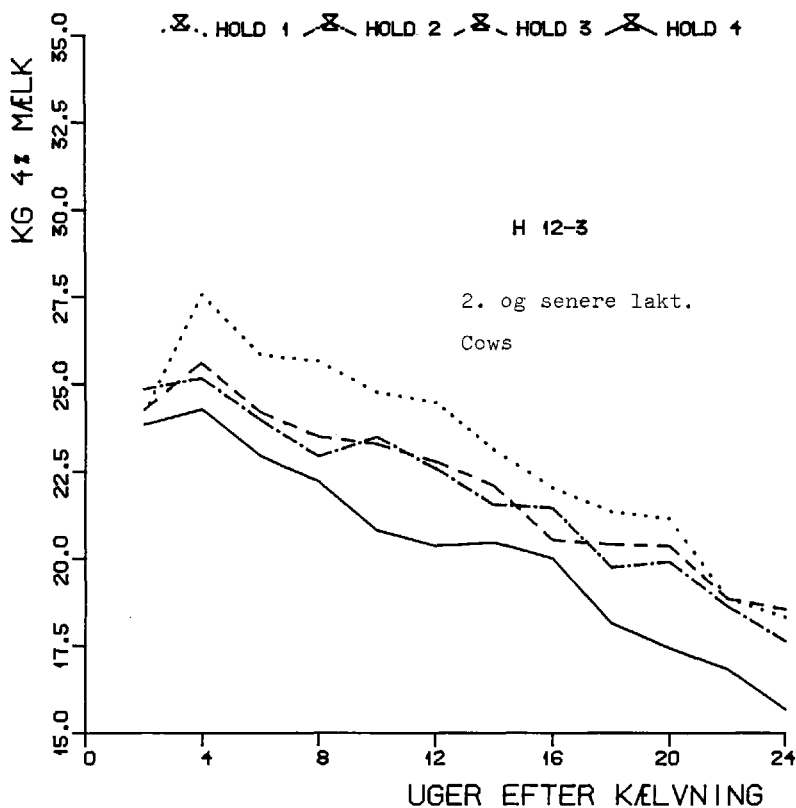


Fig. 11. Forsøgsholdenes laktationskurver 0-24 uger efter kælvning. H 12-3, 2. og senere lakt.

Fig. 11. Lactation curves (kg FCM) of the exp. groups 0-24 weeks post partum. H 12-3, cows.

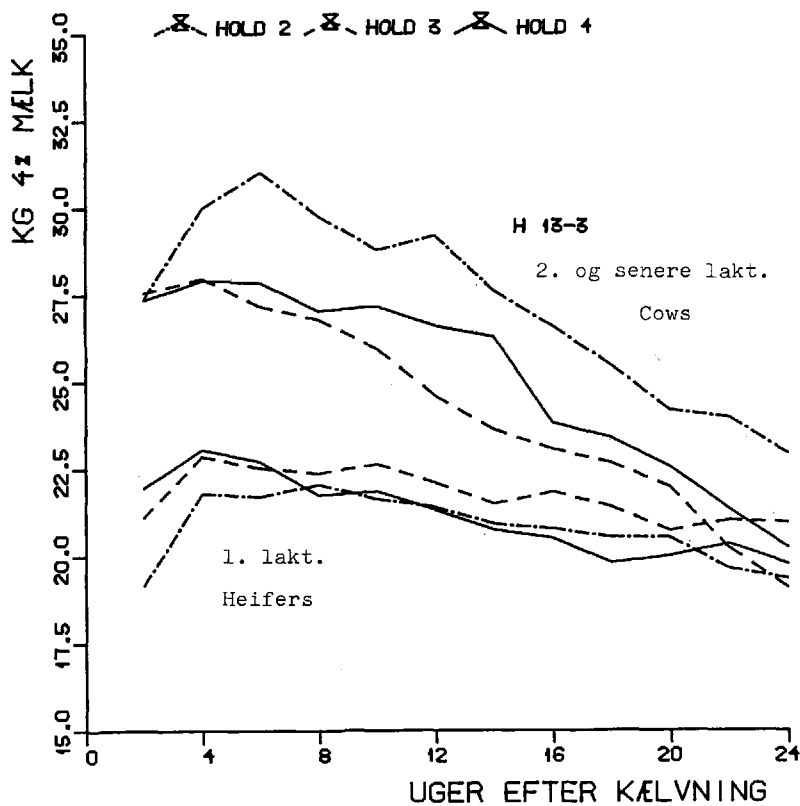


Fig. 12. Forsøgsholdenes laktationskurver 0-24 uger efter kælvning. H 13-3.

Fig. 12. Lactation curves (kg FCM) of the exp. groups 0-24 weeks post partum. H 13-3.

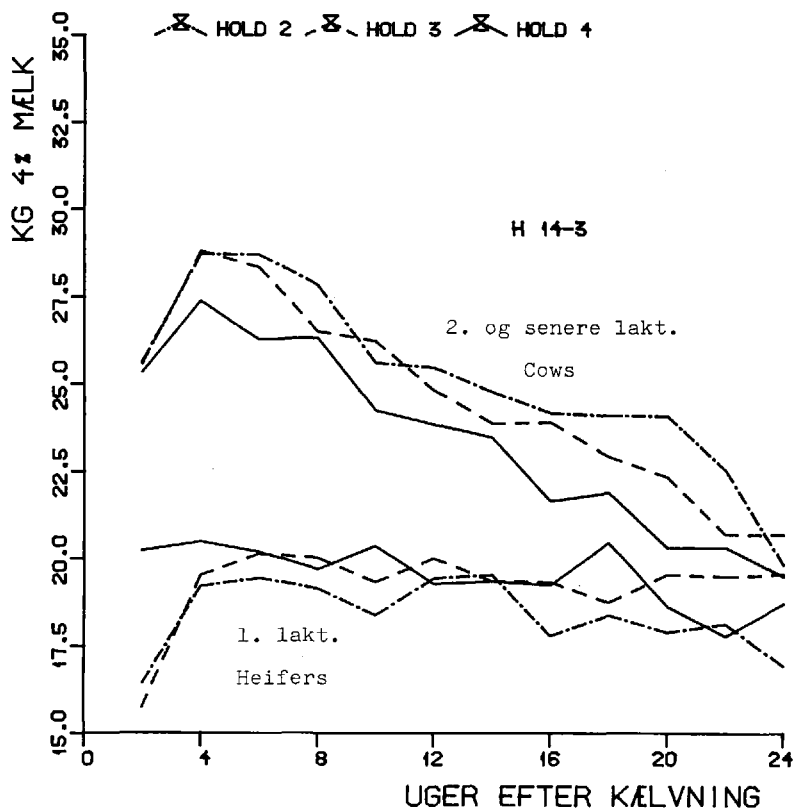


Fig. 13. Forsøgsholdenes laktationskurver 0-24 uger efter kælvning. H 14-3.

Fig. 13. Lactation curves (kg FCM) of the exp. groups 0-24 weeks post partum. H 14-3.

af de 2 første ydelsesregistreringer), holdeffekt samt vekselvirkning mellem begyndelsesydelse og hold. Analysen er foretaget dels for perioden 0-12 og dels for perioden 0-24 uger efter kælvning - både for 1. kalvs og ældre køer.

Det er ved denne analyse fundet, at vekselvirkningen begyndelsesydelse/hold ikke i noget tilfælde har været signifikant forskellig fra nul. Der kan således ikke i disse holdforsøg påvises en forskellig virkning af proteinniveauet hos køer med en høj og hos køer med en lavere produktion i begyndelsen af laktationen.

5.3. Tilvækst

Køernes registrerede vægtændringer i holdforsøgene er anført i tabel 19. Værdierne er beregnet på grundlag af målinger af brystomfanget (1 cm = 8 kg ved brystomf. $\geq$ 160 cm, 1 cm = 5,8 kg ved brystomf. $<$ 160 cm) og er angivet som g tilvækst pr. ko daglig i gennemsnit af henholdsvis de første 12 og de første 24 uger af laktationen - dels for køer i 1. og dels for køer i 2. og senere laktationer.

De største vægttab er konstateret 0-12 uger efter kælvning på H 12-3 for 1. kalvs køer og på H 14-3 for ældre køer. De højeste tilvækster er opnået 0-24 uger efter kælvning af køer i 1. laktation på H 13-3 og af køer i 2. og senere laktationer på H 12-3. Bemærk de store standardafvigelser.

Det er ikke i noget tilfælde fundet, at proteinniveauet har påvirket tilvæksten signifikant. Der er tendens til, at tilvæksten har været stigende med stigende proteinmængde for køer i 1. laktation 0-24 uger efter kælvning på H 12-3 og på H 14-3. Den modsatte tendens kan iagttages på H 13-3 for 1. kalvs og på H 12-3 for ældre køer. Hold P3 (ældre køer) på H 13-3 har haft meget større tilvækst - og samtidig væsentlig lavere mælkeydelse (se tabel 16) - end både hold P2 og P4.

5.4. Sundhedstilstand

Køernes sundhedstilstand i forsøgsperioden er som omtalt i afsnit 4.5. registreret på grundlag af de foretagne dyrlægebehandlinger. Resultaterne, som kun omfatter holdforsøgene, er præsenteret i tabellerne

Tabel 19 Vægtændring, g pr. ko dgl. Gns. af forsøgsperioden.
Table 19 Daily live weight change, g per cow. Av. of exp. period.

Laktations nr. Parity		1 Heifers		2. og senere Cows	
		0-12	0-24	0-12	0-24
Uger efter kælvn. Weeks post partum	Hold Group	Antal køer No. of cows		Antal køer No. of cows	
H 12-3	P1	13	-198	40	11 128 379
	P2	15	-259	72	14 -196 138
	P3	14	-167	184	14 33 100
	P4	13	-122	272	10 -89 136
	s		431	336	578 336
	P		0,87	0,30	0,54 0,19
H 13-3	P2	3	120	362	5 -40 1
	P3	8	103	217	6 131 263
	P4	8	-118	147	5 -165 79
	s		413	222	427 247
	P		0,52	0,40	0,53 0,24
H 14-3	P2	4	-67	57	7 -407 -145
	P3	7	3	117	3 -318 13
	P4	4	-24	139	11 -399 -150
	s		298	156	397 219
	P		0,94	0,75	0,94 0,51

s = Stand. afv.
Stand. dev.

P = P-værdi
P-value

Al2-Al7. De konstaterede og behandlede sygdomme er inddelt i 5 hovedgrupper: 1) sygdomme i klove og lemmer, 2) sygdomme i malkeorganer, 3) kælvnings- og reproduktionssygdomme, 4) infektionssygdomme (ekskl. betændelse i klove, lemmer og yver) og 5) fordøjelses- og stofskiftesygdomme. Forekomst af sygdomme inden for de enkelte grupper samt sygdomme i alt er for hvert forsøgshold angivet pr. 100 køer, dels som antal behandlede køer og dels som antal behandlinger. Opgørelsen er foretaget for 3 laktationsperioder, 0-12, 0-24 uger efter kælvning samt hele laktationen.

Tabel Al2 og Al3 viser sygeligheden blandt køer i henholdsvis 1. og senere laktationer på H 12-3. Sygdomme i malkeorganerne har været den dominerende lidelse på alle forsøgshold, mens der især hos 1. kalvs køerne har været relativ lille hyppighed af de øvrige sygdomme.

Frekvensen af yversygdomme på H 13-3 har været væsentlig lavere end på H 12-3 både blandt 1. kalvs (tabel Al4) og blandt ældre køer (tabel Al5). Derimod er der konstateret et betydeligt antal tilfælde vedrørende kælvning og reproduktion, og denne sygdomskategori har haft næsten samme omfang som yver- og pattelidelser hos køer i 1. laktation.

På H 14-3 har 1. kalvs køerne - især hold P2 og P4 - haft relativt mange behandlinger pr. ko af yversygdomme (tabel Al6). Hyppigheden af disse sygdomme har været meget lav blandt de ældre køer (lavere end blandt 1. kalvs - i modsætning til de øvrige besætninger), mens der har været mange tilfælde af fordøjelses- og stofskiftesygdomme (tabel Al7).

Resultaterne af sygdomsopgørelsen for hele laktationsperioden er resumeret i tabel 20, der viser forekomsten af klinisk mastitis (den vigtigste enkelt diagnose inden for sygdomme i malkeorganer) samt sygdomme i alt. Sygdomsfrekvensen er angivet dels ved antal behandlede køer og dels ved antal behandlinger - i begge tilfælde pr. 100 køer - for alle forsøgshold i de 3 besætninger.

Proteinniveauets indflydelse på køernes sundhedstilstand er undersøgt ved en statistisk analyse (χ^2 -test) af resultaterne i tabel 20. Udgangspunktet for analysen har som omtalt i afsnit 4.5. været nul-hypotesen, d.v.s. at der er forventet lige stor sygdomsforekomst på alle forsøgs-

hold. Det forventede antal henholdsvis behandlede køer og behandlinger, F_i , er derfor beregnet som $n_i \cdot \sum f_i / \sum n_i$, hvor n_i = antal køer i alt på det i'te hold, og f_i = observeret antal behandlede køer/behandlinger på det i'te hold.

De fremkomne χ^2 -værdier er anført i tabel 20. Værdierne er i de fleste tilfælde ikke signifikant forskellige fra nul, hvilket vil sige, at nul-hypotesen ikke kan forkastes. Der forekommer dog nogle undtagelser herfra, som vil blive omtalt i det følgende.

Der har været forskel ($P \leq 0,05$) på de enkelte forsøgshold med hensyn til behandlinger af sygdomme i alt på H 12-3 (1. laktation). Det er hold P1, d.v.s. den laveste proteintildeling, der især afviger fra nul-hypotesen ved, at der på dette hold har været væsentligt flere behandlinger end forventet. Det fremgår af tabel A12, at det er sygdomme i yver og patter, der især har været fremtrædende.

For ældre køer i samme besætning kan der konstateres en signifikant holdeffekt ($P \leq 0,01$) på antal behandlinger af klinisk mastitis og sygdomme i alt. Hold P2 og P4 bidrager mest til χ^2 ved henholdsvis et større og et mindre antal behandlinger end forventet.

Forsøgsholdene på H 13-3 (1. laktation) har været signifikant forskellige med hensyn til antal køer behandlet for ($P \leq 0,01$) og antal behandlinger af ($P \leq 0,01$) sygdomme i alt. Hold P2 afviger fra de 2 andre hold ved en større forekomst af yversygdomme (især mastitis og patte-tråd) samt kælvnings- og reproduktionssygdomme (tilbageholdt efterbyrd, hormonbehandling).

Der er fundet signifikante holdforskelle på H 14-3 både for 1. kalvs og ældre køer. Hold P3 adskiller sig fra de øvrige i 1. laktation ved et mindre antal behandlinger af klinisk mastitis ($P \leq 0,05$) og sygdomme i alt ($P \leq 0,01$). Blandt køer i 2. og senere laktationer er det især hold P2, der afviger fra det forventede ved at have færre, mens hold P3 har haft flere behandlinger af sygdomme i alt ($P \leq 0,05$).

Resultaterne på H 14-3 er således forskellige i de 2 aldersgrupper og en χ^2 -test viser, at der ikke er signifikant holdeffekt, når alle køerne behandles som én gruppe.

Tabel 2o Forekomst pr. 100 køer af klinisk mastitis samt sygdomme i alt ved forskelligt proteinindhold i foderet.
Hele laktationsperioden.

Table 2o Incidence of clinical mastitis and total diseases (cases per 100 cows) at different protein contents in the diet.
Total lactation period.

Hold Group	1. laktation Heifers				2. og senere laktationer Cows			
	Klin. mastitis Clin. mastitis		Sygdomme i alt Total diseases		Klin. mastitis Clin. mastitis		Sygdomme i alt Total diseases	
	1)	2)	1)	2)	1)	2)	1)	2)
<u>H 12-3</u>								
P1	72,0	124,0	140,0	220,0	46,9	125,0	121,9	212,5
P2	45,8	91,7	87,5	133,3	61,5	215,4	148,7	307,7
P3	28,6	66,7	114,3	176,2	47,2	155,6	152,8	280,6
P4	43,3	76,7	93,3	126,6	39,4	109,1	109,1	190,9
χ^2	1,98	5,08	3,98	8,98 ^{x)}	1,91	15,6 ^{xx)}	3,45	12,9 ^{xx)}
<u>H 13-3</u>								
P2	38,9	50,0	211,1	272,2	56,3	125,0	156,3	225,0
P3	17,4	39,1	87,0	121,7	42,9	100,0	178,6	257,1
P4	23,5	29,4	105,8	123,5	37,5	118,8	131,3	218,7
χ^2	1,86	0,94	13,1 ^{xx)}	16,5 ^{xxx)}	0,65	0,44	1,09	0,52
<u>H 14-3</u>								
P2	77,8	200,0	233,3	388,8	33,3	66,7	107,4	144,4
P3	45,4	63,6	127,3	145,5	48,2	114,8	148,1	259,3
P4	75,0	212,5	150,0	300,0	36,7	83,3	126,7	210,0
χ^2	1,00	9,05 ^{x)}	3,53	11,4 ^{xx)}	0,83	3,67	1,76	8,75 ^{x)}

1) Antal køer behandlet
No. of cows treated

2) Antal behandlinger
No. of treatments

x) $P \leq 0,05$

xx) $P \leq 0,01$

xxx) $P \leq 0,001$

Der er foretaget yderligere χ^2 -analyser for at undersøge, inden for hvilke sygdomsgrupper hold P2 og P3 (ældre køer) har haft henholdsvis færre og flere behandlinger. De hyppigste lidelser har været yversygdomme samt fordøjelses- og stofskiftesygdomme, men der kan ikke påvises signifikante holdforskelle på disse 2 kategorier - hverken til sammen eller hver for sig.

Hold P3 har i forhold til det forventede (og i forhold til P2) haft flere tilfælde af yversygdomme (især mastitis, pattetråd og tørre kirtler). På hold P4 er der konstateret flere tilfælde af fordøjelses- og stofskiftesygdomme (især kælvningsfeber, diarré og nedsat ædelyst). Men som nævnt er ingen af disse holdforskelle signifikante.

VI DISKUSSION OG KONKLUSION

6.1. Foderoptagelse

Køernes optagelse af grundfoder er på H 12-3 og på H 14-3 registreret for hver forsøgsbehandling (proteinniveau), mens grundfoderoptagelsen kun er registreret for den samlede besætning på H 11-3 og H 13-3.

Der er ikke konstateret forskelle i den daglige grundfoderoptagelse (tabel A3) mellem de enkelte forsøgshold på H 12-3 (9,9 - 10,0 f.e. og ca. 1400 g ford. råprotein pr. ko) eller på H 14-3 (7,4 - 7,5 f.e. og ca. 1020 g ford. råprotein pr. ko for 1. laktation, og 7,7 - 7,8 f.e. og ca. 1020 g ford. råprotein pr. ko for 2. og senere laktationer).

Det er i andre undersøgelser fundet, at foderoptagelsen begrænses, når foderets proteinindhold sænkes til 100-120 g råprotein pr. kg tørstof (Polan et al. 1976, Gordon 1977, Roffler et al. 1978, Wohlt & Clark 1978, Wohlt et al. 1978, Botts et al. 1979, Clay & Satter 1979, Oldham et al. 1979).

Grundfoderets råproteinindhold på H 12-3 og H 14-3 har imidlertid været væsentligt højere, henholdsvis ca. 170 og ca. 160 g pr. kg tørstof, og proteinniveauet i grundfoder + forsøgsfoder har varieret mellem de enkelte hold fra ca. 180 til ca. 225 g pr. kg tørstof. Det kan derfor heller ikke forventes, at forsøgsbehandlingen skulle have medført forskelle i foderoptagelsen.

De enkelte forsøgsholds grundfoderoptagelse på H 11-3, H 12-3 (opdeling til 1. kalvs og ældre) og H 13-3 er beregnet dels på grundlag af relationer mellem unge og ældre køers foderoptagelse 0-24 uger efter kælvning (Østergaard 1979) og dels ud fra den forudsætning, at foderoptagelsen har været ens inden for samme laktationsnr. uanset forsøgsbehandling.

Der har i løbet af forsøgsperioden været uundgåelige variationer i grundfoderets sammensætning og dermed dets proteinindhold inden for de enkelte besætninger. Disse variationer har i langt overvejende grad været af en størrelsesorden, som normalt forekommer i praksis og som derfor har kunnet forventes, men på H 12-3 er proteinniveauet i 3 perioder á ca. 6 uger blevet betydeligt højere end planlagt på grund af ekstra stor masktildeling.

Forsøgsfoderet er blevet udfodret med faste kg-mængder gennem hele forsøget. De variationer, der er forekommet over tiden med hensyn til tildelt energi og protein i forsøgsfoderet, skyldes derfor afvigelser i foderværdi (blandingernes sammensætning) i forhold til det planlagte. Tørstofindholdet i blandingerne har været temmelig konstant, ca. 90%, men der har været for store variationer i X-11 blandingerne råproteinindhold (10-22% i tørstof) samt i både X-11 og C-12 blandingerne indhold af råfedt (7-16% i tørstof) (tabel 7).

Det fremgår således, at foderoptagelsen og dermed den tildelte mængde energi og protein 0-24 uger efter kælvning ved hver forsøgsbehandling er delvis beregnet, og at der i kortere perioder kan være forekommet væsentlige variationer i det samlede foders proteinindhold - og dermed afvigelser fra det planlagte. Dette må tages i betragtning ved vurdering af de kvantitative sammenhænge mellem foderets proteinindhold og mælkeydelsen.

De planlagte proteinniveauer på de 4 forsøgsbehandlinger, P1 - P4, er ca. 140, 170, 200 og 230 g ford. råprotein pr. prod. f.e. De tilsvarende, opnåede niveauer beregnet på grundlag af de registrerede kovægte og tilvækster indtil 24 uger efter kælvning (tabellerne A4 - A11) har været i god overensstemmelse med de planlagte på H 11-3 og på H 12-3 (hold P2, P3 og P4), men er blevet højere end planlagt på H 12-3 (hold P1) og på H 13-3 - og lavere på H 14-3. Beregning af proteinniveauet på de enkelte forsøgsbehandlinger ud fra det planlagte foder til vedligehold og tilvækst viser samme billede - specielt at de tildelte proteinmængder på H 13-3 er blevet betydeligt større end planlagt, men at den planlagte forskel mellem holdene er opretholdt.

6.2. Mælkeproduktion

Overkrydsningsforsøget (H 11-3) har vist en signifikant behandlings-effekt på produktionen af 4% mælk, både for køer i 1. ($P = 0,03$) og i senere laktationer ($P = 0,02$), men de fundne forskelle er små (tabel 10 og 14). Behandling P2 har i begge tilfælde resulteret i den højeste ydelse, således at der med stigende proteinniveau først opnås en lille stigning og dernæst et fald i mælkeydelsen (fig. 7 og 8).

I holdforsøgene er der ikke fundet generelle holdeffekter signifikant forskellige fra nul (tabellerne 11-13 og 15-17), men enkelte hold på H 12-3 har været signifikant forskellige fra hinanden. Mælkeydelsen har vist en stigende tendens med stigende proteinmængde i 1. laktation, mens øget proteintildeling har medført faldende ydelse i senere laktationer (fig. 7 og 8).

Holdforsøgenes resultater for 1. kalvs køer (specielt på H 12-3 og H 14-3) er i direkte modstrid med resultatet af overkrydsningsforsøget. Roffler et al. (1978) har fundet en lille stigning i mælkeydelsen i 1. laktation (fra 21,8 til 22,1 kg 4% mælk pr. ko) ved at øge proteinniveauet fra 12,4 til 15,3% i tørstoffet. Der har således været tale om lavere proteinnivauer end på nogle af forsøgsbehandlingerne i nærværende undersøgelse. I 2 andre forsøg med 1. kalvs køer er der konstateret betydelig større effekt af stigende proteinkoncentration i foderet (Gordon & McMurray 1979, Oldham et al. 1979). Gordon & McMurray (1979) undersøgte 6 proteinnivauer (fra 15 til 25% råprotein i tørstoffet) og fandt, at mælkeydelsen var stigende til og med 22% råprotein og derefter faldende, når proteinindholdet øgedes yderligere til 25%. Oldham et al. (1979) sammenlignede 2 rationer (bestående af 3,6 kg hø og 10,8 kg kraftfoder) med henholdsvis 10,6 og 22,4% råprotein i tørstoffet og fandt en stigning i ydelsen på ca. 6 kg 4% mælk pr. ko (fra 19,8 til 25,7 kg) ved den højeste proteintildeling. Forsøget dækkede et meget stort variationsområde i proteinniveau, men da der kun var 2 forsøgshold, er det vanskeligt at sammenholde med nærværende proteinforsøg. De her refererede undersøgelser er alle gennemført i tidlig laktation, d.v.s. i de første 10-12 uger efter kælvning, og holdstørrelserne har varieret fra 6-7 (Gordon & McMurray 1979, 6 hold) til 8 (Oldham et al. 1979, 2 hold) og 12-13 køer (Roffler et al. 1978, 2 hold).

Resultaterne fra H 12-3, H 13-3 og H 14-3 er i højere grad end resultatet fra H 11-3 i overensstemmelse med, hvad der er fundet af Gordon & McMurray (1979). Endirekte sammenligning til dette forsøg er imidlertid også vanskelig, da det er gennemført i en kortere og tidligere periode af laktationen, og da fodringen har været noget anderledes (græsensilage ad lib. som eneste grundfodermiddel).

I diskussionen af de resultater, som er opnået i 1. laktation, må der lægges størst vægt på overkrydsningsforsøget (H 11-3) af flg. grunde:

- 1) der er fundet signifikant behandlingseffekt på H 11-3 (tabel 10)
- 2) der er få dyr pr. hold, især på H 13-3 og H 14-3 (tabel 12 og 13)
- 3) der er væsentlig forskel på de enkelte holds begyndelsssydelse inden for samme besætning (fig. 10, 12 og 13).

Den kvantitative sammenhæng mellem foderets proteinindhold og mælkeydelsen (kg 4% mælk pr. ko dgl.) er beskrevet som en kurvelineær funktion dels for køer i 1. laktation og dels for køer i 2. og senere laktationer. Foderets proteinkoncentration er udtrykt enten som g råprotein pr. kg tørstof (x_1) eller som g ford. råprotein pr. prod. f.e. (x_2). Af de oven for nævnte grunde er det kun resultaterne fra overkrydsningsforsøget, der er anvendt til beregning af funktionerne for 1. kalvs køer.

Regressionsanalyserne viser, at mælkeydelsen (y) kan beskrives som en kurvelineær funktion af g ford. råprotein pr. prod. f.e. (x_2) med maksimum ved $x_2 = 160$ for 1. laktation og ved $x_2 = 157, 134$ eller 154 for 2. og senere laktationer afhængig af, hvordan resultaterne fra de enkelte forsøg puljes.

Krohn og Andersen (1978) anfører, at det proteinniveau (g ford. råprotein pr. prod. f.e.), der giver højeste ydelse, afhænger både af køernes ydelseskapacitet og af den optagne mængde energi. Ydelses- og energiniveau for de ældre køer i nærværende forsøg har været henholdsvis 25 kg 4% mælk og 10-11 prod. f.e. pr. ko dgl. Ved disse forudsæt-

ninger angives niveauet for max. ydelse til 150-160 g ford. råprotein pr. prod. f.e. (Krohn & Andersen 1978). Ved sammenligning med de her fundne niveauer for max. ydelse (134-157) bør bemærkes, at Krohn og Andersens (1978) beregninger er baseret på de første 12 uger af laktationen, hvor der regnes med et vægttab på indtil 120 g pr. ko dgl. Proteiniveauet for max. ydelse 0-24 uger efter kælvning, hvor der normalt er tale om en nettotilvækst (tabel 19), må formodes, at være lavere end de oven for anførte 150-160 g.

De foretagne analyser giver ikke noget entydigt svar på ved hvilken proteinkoncentration (udtrykt ved x_2), der opnås den største mælkeproduktion. Ford. råprotein pr. prod. f.e. er imidlertid ikke et velegnet mål for foderets proteinkoncentration, da det er beregnet på grundlag af andre, beregnede udtryk som f.e. og ford. råprotein samt et ikke eksakt kendt energi- og proteinbehov til vedligehold og tilvækst.

Råprotein pr. kg tørstof er derimod en parameter, som kan udtrykkes ved entydigt målelige størrelser, og er derfor et bedre mål for proteinkoncentrationen. De foretagne analyser viser, at når mælkeydelsen beskrives som funktion af g råprotein pr. kg tørstof (x_1), findes den maximale ydelse ved næsten samme værdi af x_1 , ca. 180 g, både for 1. og for senere laktationer og uanset, hvilken analyse der benyttes for de ældre køer. Figur 9 viser funktionerne,

$$y = -14,366 + 0,401x_1 - 0,001125x_1^2 \quad (1. \text{ laktation}) \quad \text{og}$$

$$y = 4,925 + 0,219x_1 - 0,000609x_1^2 \quad (2. \text{ og senere laktationer}).$$

P-værdierne for regressionskoefficienterne i sidstnævnte funktion er mindre end 0,10.

Foderoptagelsen og dermed foderets proteinkoncentration på de enkelte forsøgsbehandlinger er som omtalt i afsnit 6.1. bestemt med nogen usikkerhed. De fundne relationer mellem proteinniveau og mælkeydelse må derfor også vurderes i forhold til, hvad der er beskrevet i litteraturen.

Van Horn et al. (1979) har på grundlag af bl.a. omfattende forsøg med varierende proteinkoncentration i fuldfoder beregnet en kvantitativ sammenhæng mellem råproteinindhold i tørstof og mælkeydelse. Denne sammenhæng svarer meget nøje til den funktion, som er fundet for ældre køer i dette forsøg (fig. 9).

De kurver, som er vist i figur 5, er udledt på grundlag af proteinforsøg publiceret efter 1970 (kap. III) og illustrerer proteinniveaets indflydelse på mælkeproduktionen ved forskellig ydelseskapa- citet. Disse kurver er i figur 14 placeret sammen med funktionen, $y = f(x_1)$, som gælder for 2. og senere laktationer - og det fremgår, at der er meget god overensstemmelse mellem forløbet af den fundne og de refererede kurver.

Resultaterne af de proteinforsøg, der er publiceret i det seneste tiår, bekræfter således, hvad der er fundet i nærværende undersøgelse - i hvert fald for køer i 2. og senere laktationer.

Figur 5 viser, at der hos køer med stor ydelseskapa- citet kan forventes et større udslag for øget proteintildeling - især ved lavt proteinniveau - end hos køer med mindre kapa- citet. Dette forhold er ikke bekræftet i dette forsøg, idet der ikke er fundet signifikant vekselvirkning mellem proteinniveau (hold) og begyndelsesydelse, hvor begyndelsesydelsen (de 2 første kontrolleringer) er taget som et udtryk for kapa- citeten. Årsagen er formentlig, at forsøget ikke har belyst de lave proteinniveauer, hvor effekten må forventes at være størst.

Det er vanskeligt at give en fuldstændig forklaring på, hvorfor mælkeydelsen begynder at falde, når foderets proteinindhold øges ud over et vist niveau. Det er beskrevet i kap. II, hvorledes urinstofsyntese, -omsætning og -udskillelse stiger stærkt, når proteintildelingen for- øges. Dette er vist i mange undersøgelser, hvor der er fundet en ret- lineær sammenhæng mellem proteinmængden i foderet og blodets urin- stofkoncentration (se f.eks. Gordon & McMurray 1979).

Urinstofsyntese og urinstofudskillelse er energikrævende processer og kan derfor, hvis de får et stort omfang, medføre, at der bliver min- dre energi til rådighed for mælkesyntesen. Det er fundet af Martin

kg 4% mælk pr. ko
kg FCM per cow

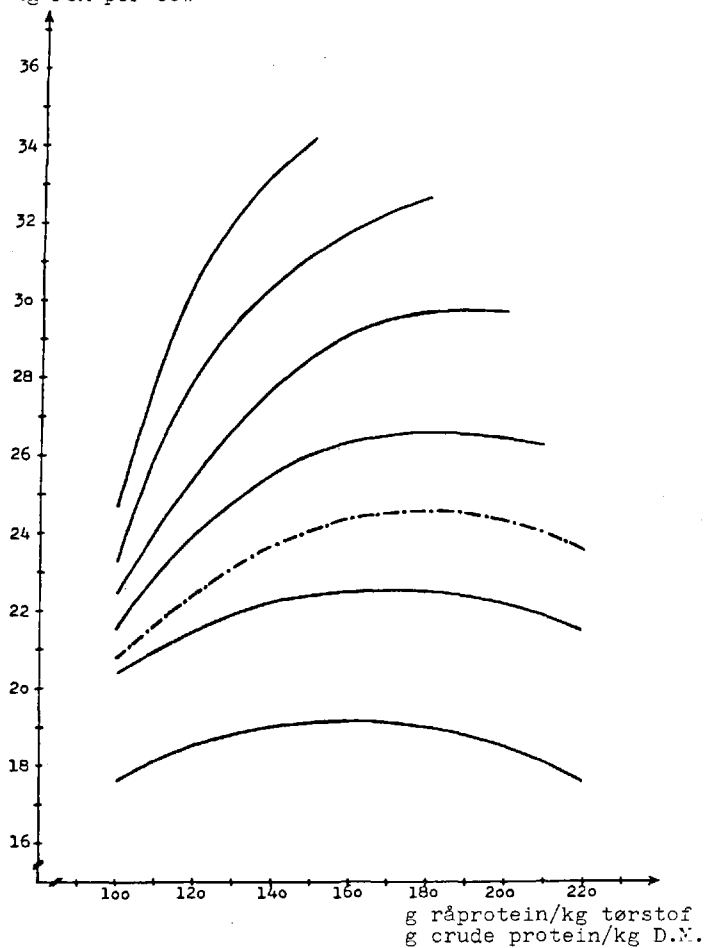


Fig. 14. Proteinkoncentrationens indflydelse på mælkeproduktion. Resultater fra publicerede forsøg ————, resultater fra nærværende forsøg (2. og senere lakt.) - - - - -.

Fig. 14. The effect of protein content in the diet on daily milk yield. Results from published experiments ————, results from present experiment (cows) - - - - -.

& Blaxter (1965), at den ekstra varmeproduktion ved urinstofsyntese og urinstofudskillelse udgør henholdsvis 15,9 og 5,9 kJ pr. g N udskilt i urinen. Indtil 40% af det syntetiserede urinstof kan recirkulere til fordøjelseskanaalen og nedbrydes til $^+NH_4$, hvorefter det igen resorberes til leveren (Ford & Milligan 1970). Med disse forudsætninger kan det beregnes, at absorption af 160 g N $\sim$ 1000 g råprotein ud over behovet til mælkeproduktion og andre livsytringer medfører en forøget varmeproduktion på ca. 5200 kJ. Denne varmeproduktion svarer til, at der oxideres 3,4 mol propionat (den primære energikilde i leveren), hvilket igen betyder et forbrug af netto energi (kemisk arbejde) på 3300 kJ eller 0,4 - 0,5 "f.e.".

Buttery & Boorman (1976) citerer undersøgelser, der tyder på et endnu højere energiforbrug ved urinstofsyntesen, og det må herudover tages i betragtning, at der kan være tale om et energiforbrug ved den mikrobielle proteinnedbrydning i vommen, samt at forbruget af propionat til oxidation i leveren kan medføre substratmangel til glukosedannelse og dermed nedsat mælkeproduktion.

Der er således flere forhold, der tyder på, at energitabet ved omsætning og udskillelse af overskudsprotein er større end de teoretisk beregnede 0,4 - 0,5 "f.e." pr. 1000 g ford. råprotein. En forøgelse af foderets råproteinindhold fra 180 til 230 g pr. kg tørstof vil iflg. funktionen for ældre køer i figur 9 betyde en nedgang i ydelsen på 1,5 kg 4% mælk (fra 24,6 til 23,1 kg), hvilket svarer til 0,6 f.e. Hvis tørstofoptagelsen på dette ydelsesniveau er 16 kg pr. ko, bliver forøgelsen 740 g ford. råprotein, og det ekstra energiforbrug altså $0,6/0,740 = 0,8$ f.e. pr. 1000 g ford. råprotein.

Nærværende forsøg har belyst virkningen af foderets proteinindhold, når dette varieres opefter fra omtrent det niveau, som giver maximal mælkeydelse (i hvert fald for køer i 2. og senere laktationer) - mens lavere proteinniveauer ikke har været inddraget. Det skønnes derfor ikke rimeligt at præsentere produktionsfunktioner til brug for økonomisk optimering af proteintildelingen på grundlag af resultaterne fra denne undersøgelse alene.

Proteinniveauets indflydelse på mælkeproduktionen kan på baggrund af resultaterne fra denne og andre undersøgelser sammenfattes i følgende konklusioner:

- 1) Der er opnået højere mælkeydelse (4% mælk) 0-24 uger efter kælvning ved at anvende kraftfoderblandinger med mindre proteinindhold end C-12 bl. til grundfoderrationer, der indeholder 110-140 g ford. råprotein pr. f.e.

Når der anvendes C-12 bl. til et grundfoder med 115 g ford. råprotein pr. f.e., er der ikke opnået højere mælkeydelse ved et yderligere N-tilskud i form af urinstof.

- 2) Den daglige mælkeproduktion pr. ko (gns. af de første 24 uger efter kælvning) kan beskrives som en kurvelineær funktion af protein-koncentrationen i den totale foderration, hvor den maximale ydelse opnås ved ca. 180 g råprotein pr. kg tørstof. Dette gælder ved et foder- og ydelsesniveau på henholdsvis ca. 15 kg tørstof (sv. t. ca. 10 prod. f.e.) og 22 kg 4% mælk for 1. laktation samt henholdsvis ca. 16 kg tørstof (sv. t. ca. 11 prod. f.e.) og 25 kg 4% mælk for 2. og senere laktationer.

- 3) De fundne resultater for køer i 2. og senere laktationer bekræftes af en lang række proteinforsøg, der er publiceret siden 1970. Resultaterne for køer i 1. laktation er mindre entydige. De fører dog til samme konklusion, som gælder for de ældre køer, når der kun lægges vægt på overkrydsningsforsøget, der har vist signifikant behandlingseffekt.

- 4) Den vigtigste årsag til, at mælkeydelsen er faldende ved de højeste proteinniveauer, er sandsynligvis et øget energibehov til overskudsproteinets omsætning og udskillelse.

Dette energitab er beregnet til 0,8 f.e. pr. 1000 g ford. råprotein tilført ud over behovet til mælkeproduktion, tilvækst og vedligehold.

- 5) Det er nødvendigt at gennemføre supplerende undersøgelser, der belyser lavere proteinniveauers indflydelse på mælkeproduktionen, for at kunne opstille produktionsfunktioner til brug for en økonomisk optimering af malkekøernes proteintildeling.

6.3. Tilvækst

Foderets proteinindhold har ikke påvirket køernes tilvækst signifikant inden for laktationens første 24 uger (tabel 19). Dette resultat må vurderes på baggrund af det beskedne antal dyr (især på H 13-3 og H 14-3), der har kunnet medtages i analysen - men resultatet er ikke overraskende, når det sammenholdes med, hvad der kan findes i litteraturen. Proteintildelingen på de enkelte forsøgsbehandlinger har varieret fra 2300 til 4000 g råprotein pr. ko dgl., og inden for dette variationsområde kan der ikke forventes større udslag i den daglige tilvækst (fig. 6).

Optagelse af betydelige mængder overskudsprotein kan som omtalt i afsnit 6.2. medføre, at der bliver mindre energi til rådighed for produktion og dermed evt. også mindre tilvækst. En sådan tendens har ikke kunnet iagttages i denne undersøgelse.

Forsøgets resultat kan sammenfattes på følgende måde:

- 1) Der er ikke fundet signifikante forskelle i tilvækst ved tildeling af forskellige proteinmængder (2300-4000 g råprotein pr. ko dgl.) indtil 24 uger efter kælvning, men materialet (175 køer) har været meget begrænset og standardafvigelserne meget store.
- 2) Der kan derfor ikke drages en klar konklusion vedrørende proteinniveauets indflydelse på køernes tilvækst, men resultatet er ikke i modstrid med, hvad der er fundet i en række andre undersøgelser.

6.4. Sundhedstilstand

Proteinniveauets indflydelse på køernes kliniske sygdomsforhold er belyst i holdforsøgene H 12-3, H 13-3 og H 14-3.

De registrerede sygdomstilfælde i hele laktationsperioden er angivet

pr. 100 køer - dels som antal behandlede køer og dels som antal behandlinger. Forekomsten af klinisk mastitis samt sygdomme i alt er analyseret ved χ^2 -test ud fra nul-hypotesen, d.v.s. at der er forventet lige mange sygdomstilfælde på hvert forsøgshold inden for besætning og laktationsnr. (tabel 20).

Der er foretaget 24 χ^2 -analyser på materialet, og der er ikke konstateret signifikante forskelle i sygdomsfrekvens forårsaget af forsøgsbehandlingen på nær enkelte undtagelser:

Hold P1 (H 12-3, 1. lakt.) og hold P2 (H 12-3, 2. og senere lakt. og H 13-3, 1. lakt.) - altså lavt og normalt proteinniveau - adskiller sig ved, at der har været flere sygdomstilfælde end forventet ifølge nul-hypotesen. På H 14-3 har hold P2 (2. og senere lakt.) imidlertid haft færre behandlinger, men ikke færre behandlede køer end forventet. Det er i intet tilfælde fundet, at behandling P4 (højeste proteinniveau) har resulteret i signifikant større sygdomsfrekvens end de øvrige behandlinger.

Resultaterne viser generelt, at køernes sundhedstilstand ikke påvirkes i negativ retning selv ved meget højt proteinindhold i foderet. Dette er i overensstemmelse med de konklusioner, der kan drages på grundlag af teoretiske overvejelser samt resultaterne af andre undersøgelser (se kap. II og afsn. 3.2).

Den vigtigste årsag til, at der ikke kan konstateres øget sygdomsfrekvens med stigende proteinniveau, er formentlig, at køerne er i besiddelse af en meget udtalt evne til at tilpasse sig ændringer i næringsstofforsyningen. Denne tilpasning er bl.a. medvirkende til, at selv meget store proteinmængder i foderet ikke belaster dyrenes modstandskraft over for sygdomme.

Dette er også konkluderet af Perkins (1957), der i et langvarigt forsøg med malkekøer sammenlignede foderrationer med ekstremt lavt og ekstremt højt proteinindhold. De køer, der indgik i forsøget, forblev på samme forsøgsbehandling gennem adskillige laktationer. De ekstreme foderrationer påvirkede mælkeydelse og tilvækst, men dyrenes sundhedstilstand var normal.

Tilpasningen til forøget proteintilførsel sker for en stor del på enzymniveau i levercellerne, således at organismen ikke udsættes for en $^{+}\text{NH}_4$ -forgiftning (Payne & Morris 1969, Kwan et al. 1977, Treacher et al. 1979). En sådan tilpasning er ikke særegen for drøvtyggere (Schimke 1962 og 1963, cit. e. Ratner 1973, Mc Lean & Gurney 1963).

Proteinoverfodring i goldperioden kan medføre forringet sundhedstilstand omkring og lige efter kælvning (Julien et al. 1977). Der er på H 14-3 registreret flere behandlinger af kælvningsfeber blandt de ældre køer på hold P4. Denne iagttagelse kan imidlertid næppe tillægges større betydning i relation til resultaterne af Julien et al. (1977), da der i senlaktationen og i goldperioden ikke har været så store forskelle i proteintildelingen fra hold P2 til hold P4.

Det er muligt, at proteinoverfodring kan have skadelig virkning, hvis malkekøer samtidigt udsættes for andre, belastende miljø- eller fodringsmæssige faktorer (Klastrup 1967, Roguinsky & Gestin 1972). Dette kan især blive alvorligt, hvis proteinmængden forøges så hurtigt (fra dag til dag), at dyrene ikke får mulighed for at tilpasse sig ændringen (Payne & Morris 1969).

Nærværende undersøgelses resultater vedrørende proteinniveauets indflydelse på malkekøernes sundhedstilstand kan konkluderes i flg. punkter:

- 1) Der er ikke konstateret øget sygdomsfrekvens med stigende protein- eller urinstofttildeling inden for forsøgets variationsområde (165-240 g råprotein/kg tørstof).
- 2) Malkekøer har muligheder for en effektiv tilpasning af den intermediære omsætning til store ændringer i proteintilførslen.
- 3) Goldkøer bør ikke overfodres med protein.
- 4) Der har sandsynligvis været tale om andre årsagsfaktorer end foderets proteinindhold i forbindelse med de observationer fra praksis, som har antydnet en sammenhæng mellem proteinoverfodring og mastitisforekomst.

VII SAMMENDRAG

Kap. I. Indledning

Nærværende undersøgelse er blevet gennemført med det formål at belyse indflydelsen af foderets proteinindhold på nogle betydende aspekter af malkekøernes produktion.

Iagttagelser især fra praksis har antydnet en sammenhæng mellem proteinoverskud i foderet til malkekøer og øget forekomst af sygdomme, specielt mastitis.

Flere udenlandske undersøgelser har påvist, at stigende proteinmængder kan medføre forringet frugtbarhed, f.eks. udtrykt ved et større antal insemineringer pr. drægtighed og en længere tomperiode.

Højtydende køer udnytter frigjort energi - hovedsagelig fra kroppens fedtdepoter - til mælkeproduktion i begyndelsen af laktationsperioden. Det er sandsynligt, at foderets proteinindhold er begrænsende for mælkeydelsen i denne periode.

En økonomisk optimering af foderets proteinindhold forudsætter kendskab til en kvantitativ sammenhæng mellem proteinniveau, mælkeydelse og tilvækst - evt. i forskellige laktationsafsnit.

Disse forhold danner baggrund for forsøgsspørgsmålet, som det har været undersøgelsens formål at besvare - og som kan formuleres på følgende måde:

Hvorledes påvirker stigende proteinmængder i foderet malkekøernes produktionsresultat i videre betydning, d.v.s. mælkeydelse og -kvalitet, tilvækst, sundhedstilstand og reproduktionsforhold ?

I denne beretning er kun omtalt resultater vedrørende mælkeproduktion, tilvækst og den generelle sundhedstilstand. Drægtighedsforhold, subkliniske yversygdomme og mælkekvalitet behandles i en senere beretning.

Kap. II. Proteinomsætning hos malkekøer

Virkningerne af forskelligt proteinindhold i foderet til lakterende køer er i dette kapitel diskuteret på grundlag af teoretiske modeller (fig. 1 og 2).

Malkekoens reaktion på ændringer i proteinforsyningen vurderes normalt i relation til foderets indhold af fordøjeligt råprotein. En gennemgang af de N-holdige stoffers omsætning i fordøjelseskanaalen og i de øvrige væv viser 2 forhold af betydning for en sådan vurdering:

- 1) der er ingen direkte sammenhæng mellem mængden af ford. råprotein i foderet og den mængde aminosyrer, der resorberes
- 2) den samlede proteinomsætning i dyret udgøres dels af protein fra foderet og dels af nedbrudt protein fra kroppens labile proteinpuljer - det endogene bidrag er af næsten samme størrelsesorden som det eksogene.

Det er vist ved hjælp af beregningseksempler, at en forøgelse af foderets indhold af ford. råprotein på 25% (fra 2400 til 3000 g dgl.) medfører en stigning i mængden af resorberede aminosyrer på 6%, en stigning i urinstofsyntese, -recirkulering og -udskillelse på 37% samt en forøget omsætning i ekstra-hepatiske væv på kun 3% (tabel 1).

Konklusion:

En forøget proteintildeling i forhold til normalt niveau til malkekøer påvirker kvælstofomsætningen i fordøjelseskanaal, lever og nyrer betydeligt, mens proteinomsætningen i de øvrige væv er næsten uændret.

Kap. III. Litteraturoversigt

Proteinniveauets indflydelse på mælkeproduktion og tilvækst

Der er siden 1970 publiceret adskillige forsøg, der belyser virkningen af forskelligt proteinindhold i foderet på mælkeydelse og tilvækst.

Flere af disse undersøgelser adskiller sig fra tidligere forsøg der ved, at de er gennemført 1) med relativt højtydende dyr, 2) i begyndelsen af laktationsperioden og 3) med 3 eller flere proteinniveauer.

Hovedresultaterne af 22 publicerede proteinforsøg viser, at stigende proteinmængder generelt stimulerer mælkeydelsen - men i forskellig grad afhængig af laktationsstadium, tørstofoptagelse og ydelsesniveau (tabel A1).

De refererede undersøgelser viser endvidere, at foderoptagelsen begrænses ved lavt proteinindhold (10-12% råprotein i tørstoffet). Dette skyldes, at forgæringshastigheden i vommen nedsættes som følge af mangel på N til mikroberne.

På grundlag af resultaterne fra de proteinforsøg, der er gennemført i den første trediedel af laktationsperioden, og hvor tørstofoptagelsen har været ca. 20 kg pr. ko dgl., er udledt et sæt kurver, som er vist i figur 5. Kurverne, som er krumlinede, illustrerer sammenhængen mellem proteinniveau og mælkeydelse for køer med forskellig ydelseskapacitet. Det fremgår, at proteinets stimulerende virkning på mælkeproduktionen er aftagende med stigende proteinniveau. Med stigende ydelseskapacitet opnås den maksimale ydelse ved højere proteinkoncentration i foderet.

Resultater fra de proteinforsøg, hvor der er foretaget målinger af køernes tilvækst og/eller N-balance, er samlet i tabel A2 og vist grafisk i figur 6.

Køernes vægttab i begyndelsen af laktationen er størst (0,9 - 1,0 kg pr. ko dgl.) ved de laveste proteinmængder (1200-1300 g råprotein) og mindskes med stigende proteintildeling indtil et niveau på ca. 2300 g råprotein. Vægttabet stabiliseres herefter omkring 0,1 kg dgl. uafhængigt af foderets proteinindhold.

N-balancen stiger lineært med proteinmængden i foderet både for køer i begyndelsen og i midten af laktationsperioden. Kurverne har samme hældning for de 2 laktationsstadier, men niveauet er højere for køer i midtlaktation.

Konklusioner:

- 1) Stigende proteinniveau i foderet øger mælkeydelsen i den første trediedel af laktationsperioden. Denne sammenhæng kan beskrives af kurver, hvis hældning er aftagende med foderets proteinkoncentration.
- 2) Proteinets stimulerende virkning på mælkeproduktionen er jo stærkere desto højere ydelseskapaletet, køerne har. Der er følgelig forskellige kurver for køer med forskellig kapaletet. Med stigende ydelseskapaletet vil disse kurver have større hældning samt maksimum ved en højere proteinkoncentration (fig. 5).
- 3) Køernes foderoptagelse nedsættes, når proteinindholdet er lavt, 10-12% af tørstoffet. Dette medfører en lavere mælkeydelse (fig. 5) og et større vægttab (fig. 6).
- 4) N-balancen øges med stigende proteintildeling (fig. 6).

Proteinniveauets indflydelse på sundhedstilstanden

De refererede undersøgelser, som vedrører proteinmængdens indflydelse på køernes sundhedstilstand, kan deles i 2 grupper. Den ene slags undersøgelser beskæftiger sig med virkningerne på cellulært niveau - den anden slags belyser forekomsten af kliniske og subkliniske sygdomme.

Tildeling af store mængder protein øger især N-omsætningen i leveren (fig. 1 og 2), og dette organs funktion kan derfor være afgørende for, om dyrene skades ved proteinoverfodring.

Det er vist både hos rotter og drøvtyggere (får), at levercellernes kapaletet til urinstofdannelse - og dermed afgiftning - stiger ved øget proteintilførsel. Dette er årsagen til, at der selv ved fodring med store mængder protein og/eller urinstof ikke sker en forøgelse af $^{+}\text{NH}_4$ -koncentrationen i det perifere blod - men derimod en stigning i urinstofkoncentrationen.

Der er ikke i undersøgelser med lakterende køer fundet nogen sammenhæng mellem foderets proteinindhold og forekomsten af sygdomme, herunder mastitis.

Et forsøg med varierende mængder protein til goldkøer har vist, at kraftig proteinoverfodring i goldperioden kan medføre en betydelig forøgelse af sygdomsfrekvensen omkring og efter kælvning.

Konklusioner:

- 1) Leveren har stor kapacitet til at omdanne resorberet $^{+}\text{NH}_4$ til urinstof, og denne kapacitet øges yderligere ved stigende tilførsel af protein med foderet.
- 2) Fodring med store mængder protein og/eller urinstof medfører således ingen stigning af $^{+}\text{NH}_4$ -koncentrationen, men derimod en stigning af urinstofkoncentrationen i det perifere blod.
- 3) Der er ikke konstateret øget sygdomsfrekvens hos lakterende køer ved fodring med stigende proteinmængder eller med store mængder urinstof.
- 4) Et stort proteinoverskud i foderet til goldkøer kan muligvis resultere i flere sygdomme lige efter kælvning.

Kap. IV. Forsøgsplan, materiale og statistiske metoder

Undersøgelsen er gennemført i 4 privatejede forsøgsbesætninger, H 11-3 (Jersey), H 12-3 (SDM/RDM), H 13-3 (SDM) og H 14-3 (Jersey), i tidsrummet december 1976 - april 1979.

Der har i løbet af forsøgsperioden været inddraget ca. 400 laktationer med mindst 12 ydelsesregistreringer inden for de første 24 uger efter kælvning (tabel 6).

Forsøgsbehandlingen har bestået i at variere proteinniveauet i

totalfoderet gennem tildeling af kraftfoderblandinger med forskelligt proteinindhold til det samme grundfoder inden for den enkelte besætning. De planlagte proteinniveauer (forsøgsbehandlinger) har været følgende, g ford. råprotein pr. prod. f.e.:

P1: 140

P2: 170

P3: 200

P4: 230

De anvendte forsøgsmetoder har været holdforsøg i besætningerne H 12-3 (beh. P1, P2, P3 og P4), H 13-3 (beh. P2, P3 og P4) og H 14-3 (beh. P2, P3 og P4) samt overkrydsningsforsøg (latin square) i besætning H 11-3 (beh. P1, P2 og P3).

Forsøgsfoderet, som er tildelt med konstant daglig mængde inden for besætning og laktationsnr. de første 24 uger efter kælvning, har været sammensat af C-12 bl. (260 g ford. råprotein/f.e.) og X-11 bl. (60 g ford. råprotein/f.e.) i forskellige forhold (H 11-3, H 12-3 og H 14-3) eller af C-12 bl. og hvedeklid iblandet forskellige mængder urinstof (H 13-3). Forsøgsbehandlingen i de enkelte besætninger er vist i tabellerne 2-5.

Forsøgsfoderets kemiske sammensætning og beregnede foderværdi er vist i tabel 7 og 8.

Registrering af foderoptagelsen er foretaget hver 14. dag i den enkelte besætning ved stikprøver, hver omfattende ét døgn.

Mælkeydelsen er registreret for den enkelte ko hvert 14. døgn i holdforsøgene og hvert 7. døgn i overkrydsningsforsøget. Prøver af mælken er analyseret for fedt- og proteinindhold. Der er desuden foretaget bestemmelser af mælkens celletal, kimtal og fedtsyretilstand samt progesteronindhold.

Køernes vægtændringer er registreret ved regelmæssige målinger af brystomfanget.

Der er foretaget løbende registreringer af reproduktionsforhold og forekomst af sygdomme.

Den statistiske behandling af resultaterne vedrørende mælkeydelse er foretaget ved hjælp af variansanalyser efter de beskrevne modeller, (1) for overkrydsningsforsøget og (2) for holdforsøgene. Signifikansen af behandlingseffekten er beregnet ved en F-test.

Mælkeydelsen er udtrykt som en funktion af proteinniveauet ved kurvelineære regressionsmodeller, (3) og (4).

Forekomsten af sygdomme i holdforsøgene er opgjort på grundlag af foretagne dyrlægebehandlinger. Signifikansen af holdeffekten er beregnet ved en χ^2 -test ud fra nulhypotesen: ingen effekt af forsøgsbehandlingen.

Kap. V. Resultater

Foderoptagelse

Grundfoderets størrelse og sammensætning til de 4 forsøgsbesætninger er vist i tabel 9.

Der er ikke fundet forskel på grundfoderoptagelsen mellem de enkelte forsøgsbehandlinger på H 12-3 og H 14-3, hvor grundfoderet er registreret særskilt til hvert forsøgshold (tabel A3).

Den totale daglige foderoptagelse (grundfoder + forsøgsfoder) pr. ko for hver forsøgsbehandling i de 4 besætninger er anført i tabellerne A4-A11. Mængderne gælder for de første 24 uger efter kælvning.

Grundfoderoptagelsen på H 11-3, H 12-3 og H 13-3 for henholdsvis køer i 1. og senere laktationer er beregnet på grundlag af relationer mellem 1. kalvs og ældre køers foderoptagelse 0-24 uger efter kælvning. På H 14-3 er grundfoderet registreret særskilt til de 2 laktationsgrupper.

De anførte kraftfodermængder til de respektive forsøgshold er lig med det planlagte (tabel 2-5).

Mælkeproduktion

Tabellerne 10-17 viser den opnåede mælkeydelse som korrigerede gennemsnit (least squares means) for de enkelte forsøgsbehandlinger.

Der er fundet signifikant behandlingseffekt i overkrydsningsforsøget på H 11-3, både for køer i 1. laktation ($P = 0,03$, tabel 10) og for ældre køer ($P = 0,02$, tabel 14). I begge tilfælde har behandling P2 resulteret i den højeste og P3 i den laveste ydelse.

Den generelle holdeffekt har ikke været signifikant forskellig fra nul i holdforsøgene H 12-3, H 13-3 og H 14-3. Hold P2 (1. kalvs køer) og hold P1 (ældre køer) på H 12-3 har imidlertid adskilt sig signifikant fra de øvrige hold ved en henholdsvis lavere ($P \neq 0,01$, tabel 11) og højere ($P \neq 0,05$, tabel 15) ydelse.

Den daglige mælkeproduktion (kg 4% mælk pr. ko) 0-24 uger efter kælvning er vist grafisk i figur 8 som funktion af foderets proteinkoncentration (g råprotein/kg tørstof).

Overkrydsningsforsøget og holdforsøgene har vist modstridende resultater for køer i 1. laktation, idet der på H 11-3 har været en svagt stigende og derefter faldende ydelse, mens holdforsøgene generelt har vist en stigende ydelse med øget proteinniveau. Resultaterne for de ældre køer er i bedre overensstemmelse med hinanden i de 4 besætninger - ydelsesniveauet er forskelligt, men kurvernes forløb har samme tendens: faldende ydelse med stigende proteinniveau.

Proteintildelingens indflydelse på mælkeproduktionen 0-24 uger efter kælvning er yderligere analyseret ved hjælp af kurvelineære regressionsmodeller, hvor mælkeydelsen, y (kg 4% mælk pr. ko dgl.), beskrives som en funktion af foderets proteinkoncentration, x_1 (g råprotein/kg tørstof) eller x_2 (g ford. råprotein/prod. f.e.).

Ved analysen, der omfatter køer i 1. laktation, er kun anvendt resultaterne fra overkrydsningsforsøget, hvor der er fundet signifikant behandlingseffekt. Der er fundet følgende funktioner:

$$y = f(x_1) = -14,366 + 0,401 x_1 - 0,001125 x_1^2 \text{ (max. ved } x_1 = 178)$$

$$y = f(x_2) = 3,474 + 0,224 x_2 - 0,000699 x_2^2 \text{ (max. ved } x_2 = 160)$$

Resultaterne opnået af køer i 2. og senere laktationer fra alle 4 besætninger er puljede i én analyse, som har givet følgende funktioner:

$$y = f(x_1) = 4,925 + 0,219 x_1 - 0,000609 x_1^2 \text{ (max. ved } x_1 = 180)$$

$$y = f(x_2) = 17,153 + 0,096 x_2 - 0,000313 x_2^2 \text{ (max. ved } x_2 = 154)$$

Funktionerne, $y = f(x_1)$, gældende for de 2 laktationsgrupper er vist grafisk i figur 9.

Laktationskurver for de første 24 uger efter kælvning er vist i figurerne 10-13 for de enkelte forsøgshold på H 12-3, H 13-3 og H 14-3. Mælkeydelsen ved laktationens begyndelse har været forskellig mellem forsøgsholdene inden for samme besætning for 1. kalvs køernes vedkommende, men har været ens for de ældre køer.

Tilvækst

Køernes vægtændringer i holdforsøgene henholdsvis 0-12 og 0-24 uger efter kælvning er anført i tabel 19. Det er ikke i noget tilfælde fundet, at forskelligt proteinniveau har påvirket tilvæksten signifikant.

Sundhedstilstand

Opgørelsen af køernes sundhedstilstand, som er foretaget på grundlag af de registrerede dyrlægebehandlinger, omfatter kun holdforsøgene. De forekomne sygdomstilfælde er inddelt i 5 hovedgrupper og vist i tabellerne A12-A17 for de enkelte forsøgshold. Sygdomsfrekvensen er angivet pr. 100 køer, dels som antal behandlede køer og dels som antal behandlinger.

Den statistiske analyse af proteinniveauets indflydelse på sundhedstilstanden er udført ved χ^2 -tests på de resultater, der er samlet i

tabel 20, og som omfatter klinisk mastitis og sygdomme i alt gennem hele laktationsperioden.

Nul-hypotesen, d.v.s. lige stor forventet sygdomsfrekvens på alle forsøgshold, har været analysens udgangspunkt og er blevet bekræftet bortset fra følgende undtagelser:

Hold P1 (1. laktation) på H 12-3 har haft flere behandlinger af sygdomme i alt end forventet. Hold P2 og hold P4 (2. og senere laktationer) har haft henholdsvis flere og færre behandlinger af klinisk mastitis og sygdomme i alt end forventet.

På H 13-3 afviger hold P2 (1. laktation) i forhold til det forventede med hensyn til sygdomme i alt, idet der på dette hold har været flere behandlede køer og flere behandlinger.

Hold P3 (1. laktation) på H 14-3 har haft færre behandlinger af klinisk mastitis og sygdomme i alt. Hold P2 og hold P3 (2. og senere laktationer) har haft henholdsvis færre og flere behandlinger af sygdomme i alt end forventet. De enkelte sygdomsgruppers fordeling på holdene viser, at P3 har haft relativt flere tilfælde af yversygdomme, og at P4 har haft relativt flere fordøjelses- og stofskiftesygdomme. χ^2 -analyser viser imidlertid, at disse holdforskelle ikke er signifikante.

Kap. VI. Diskussion og konklusion

Foderoptagelse

Det er fundet i adskillige undersøgelser, at foderoptagelsen begrænses, når foderets råproteinindhold sænkes til 100-120 g pr. kg tørstof.

Der er i nærværende forsøg ikke konstateret forskelle i grundfoderoptagelse som følge af forskellig proteintildeling. Årsagen hertil er formentlig, at proteinniveauet har været væsentligt højere end det, der nedsætter foderoptagelsen.

Ved en vurdering af de kvantitative sammenhænge mellem foderets proteinindhold og mælkeydelsen må det tages i betragtning,

- 1) at foderoptagelsen og dermed den tildelte mængde energi og protein o-24 uger efter kælvning for den enkelte forsøgsbehandling i nogle tilfælde er delvist beregnet for grundrationen (dog ubetydelig usikkerhed), og
- 2) at der i kortere perioder kan være forekommet væsentlige variationer i det samlede foders proteinindhold - og dermed afvigelser fra det planlagte.

Mælkeproduktion

De resultater, der er opnået for køer i 1. laktation ved overkrydsningsforsøget og ved holdforsøgene, er i modstrid med hinanden. Resultater fra andre undersøgelser med 1. kalvs køer viser heller ikke særlig god overensstemmelse og er vanskelige at sammenligne med dette forsøg.

Til støtte for en konklusion må der imidlertid lægges størst vægt på overkrydsningsforsøget (H 11-3) med følgende begrundelser:

- 1) der er fundet signifikant behandlingseffekt på H 11-3 (tabel 10)
- 2) der er få dyr pr. hold, især på H 13-3 og H 14-3 (tabel 12 og 13)
- 3) der er væsentlig forskel på de enkelte holds begyndelsesydelse inden for samme besætning (fig. 10, 12 og 13).

Når mælkeydelsen (y) beskrives som en kurvelineær funktion af g ford. råprotein pr. prod. f.e. (x_2), fås forskellige funktionsmaxima for køer i 2. og senere laktationer afhængig af, hvordan resultaterne fra de enkelte forsøg puljes.

Råprotein pr. kg tørstof er i modsætning til ford. råprotein pr. prod. f.e. et eksakt mål for foderets proteinkoncentration. Analyserne viser, at når mælkeydelsen beskrives som en funktion af g råprotein pr. kg tørstof (x_1), findes den maksimale ydelse ved næsten samme værdi af x_1 , ca. 180 g, både for 1. og senere laktationer og uanset, hvilke analyser der benyttes for de ældre køer.

Resultater fra en lang række proteinforsøg, der er publiceret i det seneste tiår, bekræfter de i denne undersøgelse (ca. 400 laktationer) fundne relationer mellem proteinniveau og mælkeydelse (fig. 14).

Den væsentligste årsag til, at mælkeproduktionen begynder at falde, når foderets proteinindhold øges ud over et vist niveau, er formentlig et stigende energiforbrug til urinstofsyntese og -udskillelse (se kap. II). Det kan beregnes, at absorption af 1000 g protein ud over behovet til produktion og vedligehold medfører et ekstra forbrug af netto energi på 3300 kJ sv. t. 0,4 - 0,5 "f.e.".

Der kan imidlertid være tale om andre former for energitab i forbindelse med proteinoverfodring. Hvis det ekstra energiforbrug beregnes på grundlag af den nedgang i mælkeydelsen ved stigende proteintilførsel, som er vist i figur 9 for de ældre køer, bliver resultatet 0,8 f.e. pr. 1000 g ford. råprotein i overskud.

Konklusioner:

1) Den daglige mælkeydelse pr. ko (gns. af de første 24 uger efter kælvning) kan beskrives som en kurvelineær funktion af protein-koncentrationen i den totale foderration, hvor den maksimale ydelse opnås ved ca. 180 g råprotein pr. kg tørstof. Dette gælder ved et foder- og ydelsesniveau på henholdsvis ca. 15 kg tørstof (sv. t. ca. 10 prod. f.e.) og 22 kg 4% mælk for 1. laktation samt henholdsvis ca. 16 kg tørstof (sv. t. ca. 11 prod. f.e.) og 25 kg 4% mælk for 2. og senere laktationer.

2) De fundne resultater for køer i 2. og senere laktationer bekræftes i meget høj grad af en lang række proteinforsøg, der er publiceret siden 1970.

Resultaterne for køer i 1. laktation er mindre entydige. De fører dog til samme konklusion, som gælder for ældre køer, når der kun lægges vægt på overkrydsningsforsøget, der har vist signifikant behandlingseffekt.

- 3) Den vigtigste årsag til, at mælkeydelsen er faldende ved de højeste proteinniveauer, er sandsynligvis et øget energibehov til overskudsproteinets omsætning og udskillelse.

Dette energitab er beregnet til 0,8 f.e. pr. 1000 g ford. råprotein tilført ud over behovet til mælkeproduktion, tilvækst og vedligehold.

- 4) Det er nødvendigt at gennemføre supplerende undersøgelser, der belyser lavere proteinniveaues indflydelse på mælkeproduktionen, for at kunne opstille produktionsfunktioner til brug for en økonomisk optimering af mælkekøernes proteintildeling.

Tilvækst

Proteinmængden til de enkelte forsøgsbehandlinger på H 12-3, H 13-3 og H 14-3 har varieret fra 2300 til 4000 g råprotein pr. ko daglig. Inden for dette variationsområde kan der ikke forventes større udslag i den daglige tilvækst (fig. 6).

Konklusioner:

- 1) Der er ikke fundet signifikante forskelle i tilvækst ved tildeling af forskellige proteinmængder (2300-4000 g råprotein pr. ko dgl.) indtil 24 uger efter kælvning, men materialet (175 køer) har været meget begrænset og standardafvigelserne meget store.
- 2) Der kan derfor ikke drages en klar konklusion vedrørende proteinniveauets indflydelse på køernes tilvækst, men resultatet er ikke i modstrid med, hvad der er fundet i en række andre undersøgelser.

Sundhedstilstand

Resultaterne viser generelt, at køernes sundhedstilstand ikke forringes selv ved meget højt proteinindhold i foderet. Dette er i overensstemmelse med de konklusioner, der kan drages på grundlag af teoretiske overvejelser samt resultaterne af andre undersøgelser (kap. II og III).

Den vigtigste årsag til, at der ikke kan konstateres øget sygdomsfrekvens med stigende proteinniveau, er formentlig kørnes udtalte evne til at tilpasse sig ændringer i næringsstofforsyningen. Tilpasningen til forøget proteintilførsel sker for en stor del på enzymniveau i levercellerne, således at organismen ikke udsættes for en $^{+}\text{NH}_4$ -forgiftning.

Konklusioner:

- 1) Der er ikke konstateret øget sygdomsfrekvens med stigende protein- eller urinstoftildeling inden for forsøgets variationsområde (165-240 g råprotein/kg tørstof).
- 2) Malkekøer har muligheder for en effektiv tilpasning af den intermediære omsætning til store ændringer i proteintilførslen.
- 3) Goldkøer bør ikke overfodres med protein.
- 4) Der har sandsynligvis været tale om andre årsagsfaktorer end foderets proteinindhold i forbindelse med de observationer fra praksis, som har antydnet en sammenhæng mellem proteinoverfodring og mastitisforekomst.

VIII SUMMARY

Chapter I. Introduction

The present experiment has been performed to examine the effect of the protein content of the diet on some important aspects of milk production.

Observations made in dairy herds in practice have suggested that there is a relationship between excessive protein supply and increased incidence of diseases, especially mastitis.

Several investigations have shown that increased protein feeding can result in a reduced fertility, e.g. an increased number of services per conception and a longer period of days open.

High-yielding dairy cows utilize energy released mainly from adipose tissues for milk production at the beginning of lactation. It is likely that the protein content of the diet is limiting milk yield in this period.

To be able to find the optimum protein content of the feed (from an economic point of view) requires a knowledge of the quantitative relationship between protein level, milk yield and liveweight gain - perhaps in different phases of the lactational period.

These relationships form the background for the following question:

How does the protein content of the diet affect the production and performance of dairy cows?

The aspects of production and performance considered are: milk yield and quality, liveweight gain, health and reproduction.

This report deals with the results concerning milk production, liveweight gain and general health. Fertility, subclinical mastitis and milk quality are presented in a later report.

Chapter II. Protein metabolism in dairy cows

In this chapter the effects of different dietary protein supply for lactating cows are discussed on the basis of theoretical models (figures 1 and 2).

The reaction of the dairy cow to changes in protein supply is normally related to the content of digestible crude protein in the diet. A review of the metabolism of N-compounds in the digestive tract and in the body tissues shows two important aspects in this respect:

- 1) there is no direct relationship between the amount of dig. crude protein in the feed and the amount of amino acids absorbed
- 2) the animal's total protein metabolism is made up partly of protein from the feed and partly of degraded protein from the protein pools in the body - the endogenous contribution is almost of the same magnitude as the exogenous.

It has been shown by calculations that a 25% increase in the dig. crude protein of the diet (from 2400 to 3000 g per day) results in a 6% increase in the amount of absorbed amino acids, a 37% increase in urea synthesis, urea recycling and urea excretion and only a 3% increase in the metabolism of the extra-hepatic tissues (table 1).

Conclusion:

An increased protein supply for dairy cows above the normal level affects the N-metabolism in the digestive tract, liver and kidneys considerably, whereas the protein metabolism in other tissues is almost unchanged.

Chapter III. Review of literature

The influence of protein level on milk production and liveweight gain

Since 1970 many experiments investigating the effect of different protein levels on milk yield and liveweight gain have been published. Several of these trials are different from those performed earlier in that they have been carried out 1) with relatively high-yielding animals, 2) at the beginning of the lactation and 3) with 3 or more protein levels.

The main results from 22 published protein trials show that increasing amounts of protein in the diet generally stimulate the milk yield. However the degree of stimulation depends on stage of lactation, dry matter intake and milk production capacity of the animal (table A1).

Some of the experiments show that the feed intake is limited at low levels of protein (10-12% crude protein in dry matter). The reason is that the rate of fermentation in the rumen decreases as a result of shortage of N for the microbes.

Figure 5 shows a set of curves based upon the results from those protein trials which were carried out in the first 3-4 months of lactation and in which the dry matter intake was about 20 kg per cow daily. The curves, which are curvilinear, illustrate the relationship between protein level and milk yield in cows with different milk production capacities. The stimulating effect of protein on milk production decreases as the protein level increases. In cows with a high milk production capacity, the maximum yield is attained at higher levels of protein in the diet.

Results from those trials where the liveweight gain and/or N-balance of the cows have been measured are listed in table A2 and shown graphically in figure 6.

At the beginning of lactation the liveweight loss of the cows is largest (0.9-1.0 kg per cow daily) at the lowest amounts of protein (1200-1300 g crude protein). Liveweight loss decreases with increased protein supply until approx. 2300 g crude protein. Thereafter the liveweight loss is stabilized around 0.1 kg daily independent of the amount of protein.

The N-balance increases linearly with the amount of protein in the feed in the beginning as well as in the middle of the lactational period. The curves shown for the 2 stages of lactation have the same slope, but the level is higher in mid lactation.

Conclusions:

- 1) The milk yield increases with the protein content of the feed during the first 3-4 months of lactation. This relation can be described with curves, the slopes of which are decreasing with the protein concentration of the diet.
- 2) The stimulating effect of the protein on milk production increases as the milk production capacity of the cows becomes larger. Therefore there exist different curves for cows of different capacity. With increasing yielding capacity, these curves will have larger slopes - and reach a maximum at a higher protein concentration (figure 5).
- 3) The feed intake is reduced when the protein content of the diet is low, 10-12% in dry matter. This results in a lower milk yield (figure 5) and a larger weight loss (figure 6).
- 4) The N-balance increases with increased protein supply (figure 6).

The influence of protein level on health

Experiments concerning the influence of the amount of dietary protein on the health of cows can be divided into 2 groups: experiments dealing with the effects at the cellular level - and experiments in which the incidence on clinical and subclinical diseases is examined.

Excessive supply of protein increases particularly the N-metabolism in the liver (figures 1 and 2). The function of this organ can therefore be of vital importance as to whether the animals are adversely affected by protein overfeeding.

It has been shown in rats as well as in ruminants (sheep) that the capacity of liver cells for urea synthesis - and thereby intoxication - rises with increasing protein supply. As a result, large amounts of dietary protein and/or urea do not increase the concentration of ammonia - but increase the concentration of urea in the peripheral blood.

A relationship between the protein content of the feed and the incidence of diseases, including mastitis, has not been found in trials with lactating cows.

An experiment in which varying amounts of protein were fed to dry cows has shown, that excessive protein feeding in the dry period can cause a considerable increase in the frequency of diseases around parturition.

Conclusions:

- 1) The liver possesses a large capacity for converting absorbed ammonia into urea. This capacity rises furthermore with increasing dietary protein supply.
- 2) Feeding large amounts of protein and/or urea causes no increase in the ammonia concentration, but leads to an increase in the urea concentration of the peripheral blood.
- 3) Increased frequency of diseases when feeding lactating cows with increasing amounts of protein and/or urea has not been demonstrated.
- 4) Feeding a large excess of protein to dry cows can possibly result in a higher incidence of disease around parturition.

Chapter IV. Experimental design, material and statistical procedures

The present experiment has been carried out in 4 private herds, H 11-3 (Jersey), H 12-3 (Friesian/Red Danish), H 13-3 (Friesian) and H 14-3 (Jersey), in the period from December 1976 to April 1979.

About 400 lactations, each with at least 12 recordings of milk yield within the first 24 weeks postpartum, have been used in the experiment (table 6).

The experimental treatment consisted of varying the protein level of the diet. This was achieved by giving concentrates with different protein contents to the same basal ration within the herd. The planned protein levels (treatments) were as follows, g dig. crude protein per prod. f.u. (one f.u. equals the net energy of 1,0 kg barley. Further definition is given by Østergaard (1979), page 15):

P1: 140

P2: 170

P3: 200

P4: 230

The experimental designs were group experiments in the herds H 12-3 (treatm. P1, P2, P3 and P4), H 13-3 (treatm. P2, P3 and P4) and H 14-3 (treatm. P2, P3 and P4) and a latin square experiment in the herd H 11-3 (treatm. P1, P2 and P3).

The experimental feed, which was given in constant daily amounts within herd and parity the first 24 weeks after parturition, was composed of C-12 mixture (260 g dig. crude protein/f.u.) and X-11 mixture (60 g dig. crude protein/f.u.) in different proportions (in H 11-3, H 12-3 and H 14-3) or C-12 mixture and wheat bran mixed with different amounts of urea (in H 13-3). The experimental treatments in the 4 herds are shown in tables 2-5.

The chemical composition and the calculated nutritive value of the experimental feeds are shown in tables 7 and 8.

The feed intake was measured by sampling over 24 hours every 14 days in the individual herd.

The daily milk yield was recorded for each cow every 14 days in the group experiments and every 7 days in the latin square experiment. Analyses were done in milk samples to determine the content of fat, protein, free fatty acids, somatic cells, microorganisms and progesterone.

The liveweight changes of the cows were determined by regular measurements of the chest girth.

Recording of the reproductive performance and the incidence of diseases was done throughout the experimental period.

In the statistical analysis of the milk production data, analyses of variance were used according to the models described, (1) for the latin square experiment and (2) for the group experiments. The significance of the effect of treatment was estimated by F-test.

The milk yield was expressed as a function of the protein level by means of models of curvilinear regression, (3) and (4).

The incidence of diseases in the group experiments was based upon the number of veterinary treatments. The significance of the effect of group was estimated by chi-square analysis according to the null hypothesis: no effect of experimental treatment.

Chapter V. Results

Feed intake

The basal rations and their composition for the 4 experimental herds are shown in table 9.

The intake of the basal ration was not different between treatments in H 12-3 and H 14-3 in which the intake was measured separately for each experimental group (table A3).

The total daily feed intake per cow (basal ration + experimental feed) for each treatment in the 4 herds is shown in tables A4-A11. The amounts are valid for the first 24 weeks postpartum.

In H 11-3, H 12-3 and H 13-3 the intake of the basal ration by heifers and cows was calculated based on the relationship between the feed intake of heifers and cows 0-24 weeks postpartum. The intake of the basal ration was recorded separately for the 2 parities in H 14-3.

The amounts of concentrates (experimental feeds) consumed did not deviate significantly from the amounts presented in the feeding plans (tables 2-5).

Milk production

Tables 10-17 show the milk yield (least squares means) obtained by the individual treatments.

A significant effect of treatment was found in the latin square experiment (H 11-3) for both heifers ($P = 0.03$, table 10) and cows ($P = 0.02$, table 14). In both cases, treatment P2 resulted in the highest and P3 in the lowest milk yield.

The general effect of group was not significantly different from zero in the group experiments H 12-3, H 13-3 and H 14-3. However group P2 (heifers) and group P1 (cows) in H 12-3 differed significantly from the other groups by having a lower ($P \leq 0.01$, table 11) and a higher ($P \leq 0.05$, table 15) milk yield, respectively.

The daily milk production (kg FCM per cow) 0-24 weeks postpartum is shown graphically in figure 8 as a function of the protein concentration of the diet (g crude protein/kg dry matter).

The latin square and the group experiments gave contradictory results for heifers. In H 11-3, the milk yield increased slightly and then decreased while in the group experiments an increasing yield with rising protein level was generally obtained. The results for the cows were in better agreement - the milk production capacity was different in the 4 herds, but the trends of the curves were the same: decreasing yield with increasing protein concentration.

The effect of dietary protein supply on milk production 0-24 weeks postpartum was further analysed by means of curvilinear regression models, in which the milk yield, y (kg FCM per cow daily), was described as a function of the protein concentration of the diet, x_1 (g crude protein/kg dry matter) or x_2 (g dig. crude protein/prod. f.u.).

Only the results from the latin square experiment with significant treatment effect were used in the analysis of the data from heifers. The following functions were found:

$$y = f(x_1) = -14.366 + 0.401 x_1 - 0.001125 x_1^2 \text{ (max. at } x_1 = 178)$$

$$y = f(x_2) = 3.474 + 0.224 x_2 - 0.000699 x_2^2 \text{ (max. at } x_2 = 160).$$

The results obtained from cows in all 4 herds were pooled in one analysis which gave the functions below:

$$y = f(x_1) = 4.925 + 0.219 x_1 - 0.000609 x_1^2 \text{ (max. at } x_1 = 180)$$

$$y = f(x_2) = 17.153 + 0.096 x_2 - 0.000313 x_2^2 \text{ (max. at } x_2 = 154).$$

The functions, $y = f(x_1)$, valid for the 2 parities are shown graphically in figure 9.

Lactation curves for the first 24 weeks postpartum are shown in figures 10-13 for the individual experimental groups in H 12-3, H 13-3 and H 14-3. The milk yield at the beginning of lactation was different between groups within the same herd for heifers, but was alike for the cows.

Liveweight gain

The liveweight changes 0-12 and 0-24 weeks postpartum are shown in table 19 (group experiments only). The protein level did not affect the liveweight gain significantly.

Health

The investigation concerning the health of the cows was based upon the recorded veterinary treatments. Only results from the group experiments were included. The different diseases occurring were divided into 5 classes which are shown in tables A12-A17 for the individual experimental groups. The frequency of disease is given per 100 cows, both as number of treated cows and as number of treatments.

The statistical analysis (chi-square test) of the influence of dietary protein level on health was performed on basis of the data summarized in table 20 comprising clinical mastitis and total diseases throughout the lactational period.

The null hypothesis, i.e. the frequency of disease is expected to be equal in all experimental groups, was confirmed with the following exceptions:

There were more treatments for total diseases than expected in group P1 (heifers) in H 12-3. Group P2 had more and group P4 (cows) fewer treatments for clinical mastitis and total diseases than expected.

Group P2 (heifers) in H 13-3 deviated from the null hypothesis with respect to total diseases. There were more treated animals and more treatments than expected.

There were fewer treatments for clinical mastitis and total diseases in group P3 (heifers) in H 14-3. Group P2 had fewer and group P3 (cows) more treatments for total diseases than expected. The distribution of the individual classes of disease among the experimental groups shows that there was relatively more diseases in udder and teats in P3, and more cases of indigestion and metabolic diseases in P4. However, chi-square analyses showed that these differences were not significant.

Chapter VI. Discussion and conclusion

Feed intake

In several investigations it was found that the feed intake was limited, when the crude protein content of the diet decreased to 100-120 g per kg dry matter.

In the present experiment no differences in the intake of basal ration as a result of different protein supply was ascertained. The reason for this is probably, that the protein level was substantially higher than that, which reduces the feed intake.

In an evaluation of the quantitative relationships between the protein content of the diet and the milk yield, the following must be considered:

- 1) the feed intake, that is the amount of energy and protein given 0-24 weeks postpartum to each experimental treatment is partly calculated in some cases for the basal ration.
- 2) in shorter periods there were considerable, unplanned variations in the protein content of the total feed.

Milk production

The results obtained from heifers in the latin square and in the group experiments are inconsistent with each other. Results from other trials with heifers do not show any particularly good agreement either and are difficult to compare with those obtained from this experiment.

However, in forming a conclusion most importance must be attached to the latin square experiment (H 11-3) because of the following points:

- 1) a significant effect of treatment was established only in H 11-3 (table 10),
- 2) there were relatively few animals per group, especially in H 13-3 and H 14-3 (tables 12 and 13),
- 3) the initial milk yields of the individual groups within the same herd were different (figures 10, 12 and 13).

In describing the milk yield (y) as a curvilinear function of g dig. crude protein per prod. f.e. (x_2), different maximum y -values for cows were obtained depending on how the data from the individual trials were pooled.

In contrast to dig. crude protein per prod. f.u., crude protein per kg dry matter is an exact measure of the protein concentration of the feed. The analyses showed that when the milk yield was described as a function of g crude protein per kg dry matter (x_1), the maximum yield was obtained at almost the same value of x_1 , about 180 g, for both parities and independent of how the data for cows were analysed.

The results from many protein trials published since 1970 confirm the relations between protein level and milk yield found in this experiment to a great extent (figure 14).

The most important reason for a reduction in milk production when the protein content of the diet is increased beyond a certain level is probably an increased energy need for urea synthesis and urea excretion (see chapter II). It can be calculated that absorption of 1000 g protein in excess of the requirement for production and maintenance results in the usage of an additional amount of 3300 kJ net energy (chemical work) corresponding to 0.4 - 0.5 "f.u.".

It is possible, however, that there are other pathways of energy losses when excess protein is fed. If the extra energy need is calculated on the basis of the decrease in milk yield shown in figure 9 for cows, the result will be 0.8 f.u. per 1000 g dig. crude protein in excess of the requirement.

Conclusions:

- 1) The daily milk yield per cow (av. of 24 weeks postpartum) can be described as a curvilinear function of the protein concentration in the total diet. The maximum yield is obtained at about 180 g crude protein per kg dry matter. This is valid for heifers and cows having feed intakes and milk productions of 15 kg dry matter (10 prod. f.u.) and 22 kg FCM - and 16 kg dry matter (11 prod. f.u.) and 25 kg FCM, respectively.
- 2) The results found for cows agree to results from many protein trials published since 1970 to a very great extent. The results for heifers are less consistent. However, the same conclusion as for the cows can be drawn, when only the latin square experiment which has shown a significant effect of treatment is considered.
- 3) The main reason for a decreasing milk yield at the highest protein levels is probably an increased energy need for metabolism and excretion of the surplus protein. This energy loss is calculated to be 0.8 f.u. per 1000 g dig. crude protein in excess of

the requirement for milk production, liveweight gain and maintenance.

- 4) In order to optimize the protein supply for dairy cows from an economic point of view response curves are needed. Therefore, further research on the influence of lower protein levels on milk production has to be done.

Liveweight gain

The amount of protein in the individual treatments in H 12-3, H 13-3, and H 14-3 varied from 2300 to 4000 g crude protein per cow daily. Within this range, no significant effect on daily gain can be expected (figure 6).

Conclusions:

- 1) No significant effects on liveweight gain are obtained 0-24 weeks postpartum when different amounts of protein are given (2300-4000 g crude protein per cow daily) - (but the number of animals was small (175) and the standard deviation large (table 19)).
- 2) Since the number of animals was small, a clear conclusion as regards to the influence of dietary protein level on liveweight gain cannot be made. However, the results are not in conflict with those found in several other experiments.

Health

In general the results show that the health of the cows did not deteriorate even at very high protein contents of the diet. This is in accordance with the conclusions which can be made on the basis of theoretical considerations and the results from other investigations (chapters II and III).

The most important explanation to the fact that the frequency of diseases does not increase at higher protein levels, is probably the

marked ability of the cows to adapt to changes in the nutrient supply. The adaptation to increased protein supply takes place mainly in the liver cells at the enzymatic level, so that the body is not exposed to toxic amounts of ammonia.

Conclusions:

- 1) In the present experiment, it has not been ascertained that the frequency of diseases increases with increasing dietary amounts of protein or urea to dairy cows.
- 2) Lactating cows have possibilities of an effective metabolic adaptation to large changes in the protein supply.
- 3) Dry cows should not be fed too heavily with protein.
- 4) In connection with the observations from practice - which have indicated a relationship between protein overfeeding and occurrence of mastitis - it is most likely that factors other than the protein content of the diet have been involved.

Litteraturhenvisninger

- Andersen, P.E. & Just, A. 1975. Tabeller over fodermidlers sammensætning m.m. Det kgl. danske Landhusholdn.selsk., Kbh. 48 pp.
- Annison, E.F. 1976. Energy Utilization in the Body. I: Principles of Cattle Production. (Ed. H. Swan and W.H. Broster). Butterworths, London. 169-199.
- Annison, E.F., Bickerstaffe, R. & Linzell, J.L. 1974. Glucose and fatty acid metabolism in cows producing milk of low fat content. J. agric. Sci., Camb. 82: 87-95.
- A.R.C. 1965. The Nutrient Requirements of Farm Livestock. No. 2, Ruminants. Agric. Res. Council, London. 264 pp.
- Armstrong, D.G., Savage, G.P. & Harrison, D.G. 1977. Digestion of Nitrogenous Substances Entering the Small Intestine with particular Reference to Amino Acids in Ruminant Livestock. I: Protein Metabolism and Nutrition. Centre for Agric. Publ. and Document., Wageningen. 55-60.
- Bargeloh, J.F. & Thomas, R.O. 1976. Relationship of Mastitis and Urea in Rations As Measured by Certain Milk and Blood Constituents. W. Virg. Agric. Forest. 6 (3): 5-7, 17.
- Botts, R.L., Hemken, R.W. & Bull, L.S. 1979. Protein Reserves in the Lactating Dairy Cow. J. Dairy Sci. 62: 433-440.
- Broster, W.H. 1972a. Effect on Milk Yield of the Cow of the Level of Feeding during Lactation. Dairy Sci. Abstr. 34: 265-288.
- Broster, W.H. 1972b. Protein requirements of cows for lactation. I: Handbuch der Tierernährung, 2. band. (Ed. W. Lenkeit and K. Breirem). Paul Parey, Hamburg und Berlin. 292-322.
- Broster, W.H. & Bines, J.A. 1974. Meeting the Protein Requirements of the Dairy Cow. Proc. Br. Soc. An. Prod. 3: 59-67.
- Brown, G.W., jun. & Cohen, P.P. 1960. Comparative Biochemistry of Urea Synthesis. 3. Activities of urea-cycle enzymes in various higher and lower vertebrates. Biochem. J. 75: 82-91.
- Buttery, P.J. & Boorman, K.N. 1976. The Energetic Efficiency of Amino Acid Metabolism. I: Protein Metabolism and Nutrition. (Ed. D.J.A. Cole m.fl.). Butterworths, London. 197-206.
- Chandler, P.T., Brown, C.A., Johnston, Jr., R.P., Macleod, G.K., McCarthy, R.D., Moss, B.R., Rakes, A.H. & Satter, L.D. 1976. Protein and Methionine Hydroxy Analog for Lactating Cows. J. Dairy Sci. 59: 1897-1909.
- Clay, A.D. & Satter, L.D. 1979. Milk production response to dietary protein and methionine hydroxy analog. J. Dairy Sci. 62, suppl. 1: 75-76.

- Danfær, A. 1979. Quantitative Protein and Energy Metabolism in a high-yielding Dairy Cow. 44 pp. I: Protein Utilization in Farm Animals, Vol. II. Inst. An. Sci., The Royal Vet. and Agric. Univ., Copenhagen.
- Edwards, J.S. & Bartley, E.E. 1979. Soybean Meal or Starea for Microbial Protein Synthesis or Milk Production with Rations Above Thirteen Percent Natural Protein. J. Dairy Sci. 62: 732-739.
- Elliot, J.M. 1976. The Glucose Economy of the Lactating Dairy Cow. Proc. 1976. Cornell Nutr. Conference Feed Manufact.: 59-66.
- Fenderson, C.L. & Bergen, W.G. 1976. Effect of Excess Dietary Protein on Feed Intake and Nitrogen Metabolism in Steers. J. An. Sci. 42: 1323-1330.
- Flatt, W.P., Moe, P.W., Munson, A.W. & Cooper, T. 1969. Energy Utilization by High Producing Dairy Cows. II. Summary of Energy Balance Experiments with Lactating Holstein Cows. I: Energy Metabolism of Farm Animals. (Ed. K.L. Blaxter, J. Kielanowski and G. Thorbek). Oriel Press, Newcastle upon Tyne. 235-249.
- Ford, A.L. & Milligan, L.P. 1970. Tracer Studies of Urea Recycling in Sheep. Can. J. Anim. Sci. 50: 129-135.
- Gardner, R.W. & Park, R.L. 1973. Protein Requirements of Cows Fed High Concentrate Rations. J. Dairy Sci. 56: 390-394.
- 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.
- Gordon, F.J. 1979. The Effect of Protein Content of the Supplement for Dairy Cows with Access ad libitum to High Digestibility, Wilted Grass Silage. Anim. Prod. 28: 183-189.
- Gordon, F.J. & McMurray, C.H. 1979. The Optimum Level of Protein in the Supplement for Dairy Cows with Access to Grass Silage. Anim. Prod. 29: 283-291.
- Grieve, D.G., Macleod, G.K. & Stone, J.B. 1974. Effect of diet protein percent for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 57: 633.
- Henderickx, H.K., Demeyer, D.I. & Van Nevel, C.J. 1972. Problems in Estimating Microbial Protein Synthesis in the Rumen. I: Tracer Studies on Non-Protein Nitrogen for Ruminants. IAEA, Vienna. 57-68.
- Hewett, C. 1975. Om betydelsen av blodprofilsvariationer i mjölkko-besättningar. Sv. Veterinärtidn. 27: 663-670.
- Hogan, J.P. 1975. Quantitative Aspects of Nitrogen Utilization in Ruminants. J. Dairy Sci. 58: 1164-1177.
- Jordan, E.R. & Swanson, L.V. 1979. Effect of Crude Protein on Reproductive Efficiency, Serum Total Protein, and Albumin in the High-Producing Dairy Cow. J. Dairy Sci. 62: 58-63.

- Julien, W.E., Conrad, H.R. & Redman, D.R. 1977. Influence of Dietary Protein on Susceptibility to Alert Downer Syndrome. *J. Dairy Sci.* 60: 210-215.
- Klastrup, N.O. 1967. *God Mælk Sunde Køer. Mejeriteknisk Bogforlag, Kbh.* 223 pp.
- Krohn, C.C. & Andersen, P.E. 1978. Forskellig energi- og proteinmængde til malkekøer i tidlig laktation. Beretn. 475. Statens Husdyrbr.fors., Kbh. 72 pp.
- Krohn, C.C., Foldager, J. & Andersen, H.R. 1979. Protein Recommendations for Ruminants. 13 pp. I: Protein Utilization in Farm Animals, Vol. II. Inst. An. Sci., The Royal Vet. and Agric. Univ., Copenhagen.
- Kronfeld, D.S. 1976. The Potential Importance of the Proportions of Glucogenic, Lipogenic and Aminogenic Nutrients in Regard to the Health and Productivity of Dairy Cows. *Adv. An. Physiol. and An. Nutr.* 7: 5-26.
- Kwan, K., Coppock, C.E., Lake, G.B., Fettman, M.J., Chase, L.E. & McDowell, R.E. 1977. Use of Urea by Early Postpartum Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 60: 1706-1724.
- Lehninger, A.L. 1970. *Biochemistry.* Worth Publishers, Inc., New York. 833 pp.
- Lobley, G.E., Reeds, P.J. & Pennie, K. 1978. Protein synthesis in cattle. *Proc. Nutr. Soc.* 37: 96A.
- Majdoub, A., Lane, G.T. & Aitchison, T.E. 1978. Milk Production Response to Nitrogen Solubility in Dairy Rations. *J. Dairy Sci.* 61: 59-65.
- Martin, A.K. & Blaxter, K.L. 1965. The Energy Cost of Urea Synthesis in Sheep. I: Energy Metabolism. (Ed. K.L. Blaxter). Academic Press, London. 83-90.
- Mason, V.C. 1979. The quantitative importance of bacterial residues in the non-dietary faecal nitrogen of sheep. 2. Estimates of bacterial nitrogen in faecal material from 47 digestibility trials. *Z. Tierphysiol. Tierernährg. u. Futtermittelkde.* 41: 140-149.
- Mason, V.C., Narang, M.P., Ononwu, J.C. & Kessank, P. 1977. The Relationship between Nitrogen Metabolism in the Hind-Gut and Nitrogen Excretion. I: Protein Metabolism and Nutrition. Centre for Agric. Publ. and Document., Wageningen. 61-63.
- McLean, P. & Gurney, M.W. 1963. Effect of Adrenalectomy and of Growth Hormone on Enzymes Concerned with Urea Synthesis in Rat Liver. *Biochem. J.* 87: 96-104.

- Mercer, J.R. & Annison, E.F. 1976. Utilization of Nitrogen in Ruminants. I: Protein Metabolism and Nutrition. (Ed. D.J.A. Cole m.fl.). Butterworths, London. 397-416.
- Miller, E.L., Balch, C.C., Ørskov, E.R., Roy, J.H.B. & Smith, R.H. 1977. Comparison of Calculated N Requirements for Ruminants with the Results of Practical Feeding Trials. I: Protein Metabolism and Nutrition. Centre for Agric. Publ. and Document., Wageningen. 137-141.
- Nolan, J.V., Norton, W.B. & Leng, R.A. 1972. Dynamic Aspects of Nitrogen Metabolism in Sheep. I: Tracer Studies on Non-Protein Nitrogen for Ruminants. IAEA, Vienna. 13-24.
- Oldham, J.D., Broster, W.H., Napper, D.J. & Siviter, J.W. 1979. The effect of low-protein ration on milk yield and plasma metabolites in Friesian heifers during early lactation. Br. J. Nutr. 42: 149-162.
- Olsen, S.J. 1968. Fodringsbetinget mastitis. Nord. Vet.-Med. 20: 562-575.
- Paquay, R., Godeau, J.M., De Baere, R. & Lousse, A. 1973. The effects of the protein content of the diet on the performance of lactating cows. J. Dairy Res. 40: 93-103.
- Payne, E. & Morris, J.G. 1969. The Effect of Protein Content of the Diet on the Rate of Urea Formation in Sheep Liver. Biochem. J. 113: 659-662.
- Perkins, A.E. 1957. The Effect of Rations Excessively High and Extremely Low in Protein Content on Dairy Cows. Ohio Agr. Exp. Sta. Bull. 799. 3-22.
- Polan, C.E., Miller, C.N. & McGilliard, M.L. 1976. Variable Dietary Protein and Urea for Intake and Production in Holstein Cows. J. Dairy Sci. 59: 1910-1914.
- Prewitt, L.R., Kertz, A.F., Lane, A.G., Campbell, J.R. & Weinman, D.E. 1971. Effect of Dietary Protein on Blood, Urine, and Milk Composition. Am. J. Vet. Res. 32: 393-397.
- Ratner, S. 1973. Enzymes of Arginine and Urea Synthesis. Adv. in Enzymology 32: 1-90.
- Reid, J.T., Moe, P.W. & Tyrrell, H.F. 1966. Energy and Protein Requirements of Milk Production. J. Dairy Sci. 49: 215-223.
- Rémond, B. & Journet, M. 1978. Effet du niveau d'apport azoté à des vaches au début de la lactation sur la production laitière et l'utilisation de l'azote. Ann. Zootech. 27: 139-158.
- Roffler, R.E., Satter, L.D., Hardie, A.R. & Tyler, W.J. 1978. Influence of Dietary Protein Concentration on Milk Production by Dairy Cattle during Early Lactation. J. Dairy Sci. 61: 1422-1428.

- Roguinsky, M. & Gestin, J. 1972. Influence Sur Les Mammites De L'Alimentation Hyperazotée Avec Tourteaux Ou Luzerne. Ann. Rech. vétér. 3: 633-650.
- Roy, J.H.B., Balch, C.C., Miller, E.L., Ørskov, E.R. & Smith, R.H. 1977. Calculation of the N-Requirement for Ruminants from Nitrogen Metabolism Studies. I: Protein Metabolism and Nutrition. Centre for Agric. Publ. and Document., Wageningen. 126-129.
- Satter, L.D. & Roffler, R.E. 1975. Nitrogen Requirement and Utilization in Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 58: 1219-1237.
- Smith, R.H. 1975. Nitrogen Metabolism in the Rumen and the Composition and Nutritive Value of Nitrogen Compounds Entering the Duodenum. I: Digestion and Metabolism in the Ruminant. (Ed. I.W. McDonald and A.C.I. Warner). New England Univ., Armidale. 399-415.
- Smith, R.H., Salter, D.N., Sutton, J.D. & McAllan, A.B. 1975. Synthesis and Digestion of Microbial Nitrogen Compounds and VFA Production by the Bovine. I: Tracer Studies on Non-Protein Nitrogen for Ruminants II. IAEA, Vienna. 81-93.
- Sonderegger, H. & Schurch, A. 1977. A Study of the Influence of the Energy and Protein Supply on the Fertility of Dairy Cows. Livest. Prod. Sci. 4: 327-333.
- Sparrow, R.C., Hemken, R.W., Jacobson, D.R., Button, F.S. & Enlow, C.M. 1973. Three protein percents on nitrogen balance, body weight change, milk production and composition of lactating cows during early lactation. J. Dairy Sci. 56: 664.
- Thomas, P.C. 1973. Microbial protein synthesis. Proc. Nutr. Soc. 32: 85-91.
- Thomsen, K.V. 1979. Angivelse og beregning af fordøjeligt råprotein til kvæg og får. Medd. 269. Statens Husdyrbr. fors., Kbh. 4 pp.
- Treacher, R.J. & Collis, K.A. 1977. The effect of protein intake on the activities of liver specific enzymes in the plasma of dairy cows. Res. Vet. Sci. 22: 101-104.
- Treacher, R.J., Little, W., Collis, K.A. & Stark, A.J. 1976. The influence of dietary protein intake on milk production and blood composition of high-yielding dairy cows. J. Dairy Res. 43: 357-369.
- Treacher, R.J., Stark, A.J. & Collis, K.A. 1979. The health and performance of cows fed large amounts of urea. J. Dairy Res. 46: 1-14.
- Van Horn, H.H., Marshall, S.P., Wilcox, C.J., Randel, P.F. & Wing, J.M. 1975. Complete Rations for Dairy Cattle. III. Evaluation of Protein Percent and Quality, and Citrus Pulp-Corn Substitutions. J. Dairy Sci. 58: 1101-1108.

- Van Horn, H.H., Olaloku, E.A., Flores, J.R., Marshall, S.P. & Bachman, K.C. 1976. Complete Rations for Dairy Cattle. VI. Percent Protein Required with Soybean Meal Supplementation of Low-Fiber Rations for Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci. 59: 902-906.
- Van Horn, H.H., Zometa, C.A., Wilcox, C.J., Marshall, S.P. & Harris, B., jun. 1979. Complete Rations for Dairy Cattle. VIII. Effect of Percent and Source of Protein on Milk Yield and Ration Digestibility. J. Dairy Sci. 62: 1086-1093.
- Ward, G. & Dayton, A.D. 1978. Protein Supplementation of an Alfalfa Hay-Sorghum Grain Ration for Cows in Early Lactation. J. Dairy Sci. 61: 1579-1581.
- Wohlt, J.E. & Clark, J.H. 1978. Nutritional Value of Urea Versus Preformed Protein for Ruminants. I. Lactation of Dairy Cows Fed Corn Based Diets Containing Supplemental Nitrogen from Urea and/or Soybean Meal. J. Dairy Sci. 61: 902-915.
- Wohlt, J.E., Clark, J.H. & Blaisdell, F.S. 1978. Nutritional Value of Urea Versus Preformed Protein for Ruminants. II. Nitrogen Utilization by Dairy Cows Fed Corn Based Diets Containing Supplemental Nitrogen from Urea and/or Soybean Meal. J. Dairy Sci. 61: 916-931.
- Zucker, H. & Steger, A. 1975. Exzessiv hohe Proteinzufuhr bei Wiederkäuern - Orientierende Untersuchungen an Zwergziegen. Wien. tierärztl. Mschr. 62: 338-341.
- Østergaard, V. 1979. Strategies for concentrate feeding to attain optimum feeding level in high yielding dairy cows. Beretn. 482. Statens Husdyrbr.fors., Kbh. 144 pp.

A P P E N D I K S

Tabel A1 Hovedresultater af proteinforsøg publiceret efter 1970.
 Table A1 Main results from experiments published since 1970.

Pr. ko dgl. Per cow daily					Lakt. stadium Stage of lact.	Reference
Tørstof D.M. kg	Råprot. Cr.prot. g	Mælk Milk kg	Fedt Fat %	4% mælk FCM kg		
20,9	2763	26,9	3,21	23,7	hele lakt. total lact.	Gardner & Park 1973 (1)
20,9	3021	28,3	3,29	25,3		
20,9	3255	29,9	3,18	26,2		
22,2	3092	27,2	3,49	25,1		
22,2	3513	29,7	3,42	27,1		
13,9	1745	21,1	3,15	18,4		Paquay et al. 1973 (2)
14,6	2280	22,4	3,14	19,5		
14,5	2948	22,4	3,37	20,3		
11,2	1377	16,4	3,04	14,0		
11,4	1727	17,2	3,14	15,0		
11,7	2395	16,4	3,03	14,0		
	135 ^{x)}	25,4	3,2	22,4	beg.	Sparrow et al. 1973 (3)
	155 ^{x)}	27,0	3,3	24,2		
	175 ^{x)}	28,8	3,5	26,6		
18,0	2520	23,4	3,13	20,3	beg.	Grieve et al. 1974 (4)
19,0	3040	26,0	3,16	22,7		
19,8	3564	28,9	3,55	26,9		
19,4	1901	17,6	4,16	18,0	beg.	Van Horn et al. 1975 (5)
20,0	2800	18,5	4,46	19,8		
20,8	3370	18,8	4,62	20,6		
20,2	2060	19,1	3,48	17,6		
19,9	2687	19,7	3,26	17,5		
19,9	3343	19,9	3,49	18,4		

forts.
to be contin.

Tabel A1 - fortsat

Table A1 - continued

Pr. ko dgl. Per. cow daily					Lakt. stadium Stage of lact.	Reference
Tørstof D.M. kg	Råprot. Cr.prot. g	Mælk Milk kg	Fedt Fat %	4% mælk FCM kg		
18,2	2275	28,8	3,30	25,7	beg.	Chandler et al. 1976 (6)
18,3	2837	29,0	3,68	27,5		
18,7	1756	22,6			beg., midt	Polan et al. 1976 (7)
19,7	2183	24,8				
20,0	2560	26,9			beg., mid	
19,5	2823	28,6				
18,8	3049	29,9				
14,8	1900	26,5	4,15	27,1	beg.	Treacher et al. 1976 (8)
14,8	2330	27,4	4,09	27,8		
21,4	2880	25,1	3,06	21,6	beg.	Van Horn et al. 1976 (9)
19,7	3205	25,6	3,08	22,1		
20,4	3893	25,9	3,01	22,1		
14,5	1373	17,8	3,63	16,8	beg.	Gordon 1977 (10)
15,6	2064	19,1	3,55	17,8		
15,7	2645	20,5	3,54	19,1		
16,4	2309	24,8	4,34	26,1	beg.	Krohn & Andersen 1978 (11)
16,6	2683	25,5	4,38	26,9		
16,6	3075	26,3	4,23	27,2		
16,5	3410	25,7	4,20	26,5		
15,9	2711	26,7	3,68	25,4		
16,3	3145	27,8	3,92	27,4		
16,1	3343	27,5	4,19	28,2		

forts.
to be contin.

Tabel A1 - fortsat
Table A1 - continued

Pr. ko dgl. Per cow daily					Lakt. stadium Stage of lact.	Reference
Tørstof D.M. kg	Råprot. Cr.prot. g	Mælk Milk kg	Fedt Fat %	4% mælk FCM kg		
20,6	2686	21,5	3,38	19,5	beg.	Majdoub et al. 1978 (12)
20,0	3074	22,8	3,61	21,5		
19,5	2386	24,6	3,67	23,4		
22,3	3425	27,7	3,61	26,1		
11,8	1368	20,6	3,68	19,6	beg.	Rémond & Journet 1978 (13)
14,0	2248	24,1	3,72	23,1		
13,8 ^{xx)}	1711	21,6	4,1	21,8	beg.	Roffler et al. 1978 (14)
14,3 ^{xx)}	2188	21,9	4,1	22,1		
17,4	2104	26,6	3,7	25,4		
19,0	3158	32,6	3,7	30,9		
18,8	2870	29,9	3,76	28,8	beg.	Ward & Dayton 1978 (15)
18,7	3470	31,0	3,66	29,4		
14,6	1427	16,1	3,41	14,6	hele lakt.	Wohlt & Clark 1978 (16)
17,7	1979	21,3	3,38	19,0		
17,8	1986	19,5	3,76	18,6		
18,7	2431	22,2	3,71	21,0	total lact.	
19,3	2625	25,4	3,38	22,7		

forts.
to be contin.

Tabel A1 - fortsat

Table A1 - continued

Pr. ko dgl. Per cow daily					Lakt. stadium Stage of lact.	Reference
Tørstof D.M. kg	Råprot. Cr.prot. g	Mælk Milk kg	Fedt Fat %	4% mælk FCM kg		
15,9	1490	25,2	3,37	22,8	beg.	Wohlt et al. 1978
20,1	2330	34,6	2,93	28,8		
20,4	2370	33,6	3,47	30,8		
20,9	2870	33,7	3,77	32,5		
21,1	2990	39,9	2,90	33,5		
15,8	1620	17,4	3,23	15,4	midt mid	(17)
20,0	2380	26,7	2,95	22,4		
19,4	2320	23,3	3,38	20,9		
20,4	2730	22,7	3,87	22,2		
22,4	3220	32,0	3,02	27,3		
13,6	1224	21,6	3,64	20,4	beg.	Botts et al. 1979
19,1	2674	23,2	3,74	22,3		
19,2	3456	26,1	3,34	23,5		
18,6	4092	20,8	3,26	18,5		
						(18)
19,1	2006	28,3	3,41	25,8	beg.	Clay & Satter 1979
20,9	2613	32,4	3,42	29,6		
21,2	3074	32,7	3,40	29,8		
22,1	3647	34,8	3,31	31,2		
						(19)
22,3	2914	22,8	3,8	22,1	beg.	Edwards & Bartley 1979
22,9	3747	23,6	3,6	22,2		
21,2	2783	20,7	4,1	21,0		
21,0	3521	21,5	4,0	21,5		
						(20)

forts.
to be contin.

Tabel A1 - fortsat

Table A1 - continued

Pr. ko dgl. Per cow daily					Lakt. stadium Stage of lact.	Reference
Tørstof D.M. kg	Råprot. Cr.prot. g	Mælk Milk kg	Fedt Fat %	4% mælk FCM kg		
14,0	1754	18,0	3,99	18,0	beg.	Gordon 1979 (21)
14,2	2126	19,3	3,86	18,9		
14,5	2473	20,4	3,77	19,7		
14,5	2758	21,7	3,76	20,9		
11,8 ^{xx)}	1256	20,9	3,66	19,8	beg.	Oldham et al. 1979 (22)
12,1 ^{xx)}	2713	24,4	4,35	25,7		

x) g råprotein/kg tørstof
g crude protein/kg dry matter

xx) køer i 1. laktation
heifers

Tabel A2 Tilvækst og N-balance i proteinforsøg publiceret efter 1970.

Table A2 Live weight gain and N-balance in experiments published since 1970.

Pr. ko dgl. Per cow daily					Reference
Tørstof D.M. kg	Råprot. Cr.prot. g	4% mælk FCM kg	Vægt- ændring Live w. change kg	N-balance N-balance g	
13,9	1745	18,4		7	Paquay et al. 1973 (2)
14,6	2280	19,5		27	
14,5	2948	20,3		20	
11,2	1377	14,0		9	
11,4	1727	15,0		13	
11,7	2395	14,0		17	
	135 ^{x)}	22,4	-0,04	-37	Sparrow et al. 1973 (3)
	155 ^{x)}	24,2	-0,06	6	
	175 ^{x)}	26,6	-0,11	31	
14,5	1373	16,8	-0,05		Gordon 1977 (10)
15,6	2064	17,8	-0,08		
15,7	2645	19,1	0,18		
16,4	2309	26,1	-0,06		Krohn & Andersen 1978 (11)
16,6	2683	26,9	-0,09		
16,6	3075	27,2	-0,10		
16,5	3410	26,5	-0,03		
15,9	2711	25,4	-0,09		
16,3	3145	27,4	-0,10		
16,1	3343	28,2	-0,16		
20,6	2685	19,5		-35	Majdoub et al. 1978 (12)
20,0	3074	21,5		62	
11,8	1368	19,6	-0,66	-93	Remond & Journet 1978 (13)
14,0	2248	23,1	-0,36	- 5	

forts.
to be contin.

Tabel A2 - fortsat
Table A2 - continued

Pr. ko dgl. Per cow daily					Reference
Tørstof D.M. kg	Råprot. Cr. prot. g	4% mælk FCM kg	Vægt- ændring Live w. change kg	N-balance N-balance g	
13,8 ^{xx})	1711	21,8	-0,54		Roffler et al. 1978 (14)
14,3 ^{xx})	2188	22,1	-0,24		
17,4	2104	25,4	-0,34		
19,0	3158	30,9	-0,09		
15,9	1490	22,8		-16	Wohlt et al. 1978 (17)
20,1	2330	28,8		5	
20,4	2370	30,8		11	
20,9	2870	32,5		17	
21,1	2990	33,5		3	
15,8	1620	15,4		29	
19,4	2320	20,9		50	
20,4	2730	22,2		60	
22,4	3220	27,3		54	
13,6	1224	20,4	-0,95	-18	Botts et al. 1979 (18)
19,1	2674	22,3		28	
19,2	3456	23,5		50	
18,6	4092	18,5		83	
14,0	1754	18,0		20	Gordon 1979 (21)
14,2	2126	18,9		31	
14,5	2473	19,7		18	
14,5	2758	20,9		24	
11,8 ^{xx})	1256	19,8	-0,92		Oldham et al. 1979 (22)
12,1 ^{xx})	2713	25,7	-0,45		

x) g råprotein/kg tørstof
g crude protein/kg dry matter

xx) køer i l. laktation
heifers

Tabel A3 Registreret optagelse af grundfoder, gns. pr. ko dgl. i forsøgsperioden.

Table A3 Measured intake of basal ration, daily av. per cow in the exp. period.

Gård ^{x)} Station	Hold Group	Lakt. nr. Parity	Tørstof D.M. kg	Råprot. Crude protein g	Råfedt Crude fat g	Træstof Crude fibre g	F.e. F.u.	Ford. råprot. Dig.cr. protein g
H 11-3			9,4	1278	189	1613	7,9	866
	P1		12,0	2028	400	2058	9,9	1367
	P2		12,1	2067	404	2074	10,0	1396
H 12-3	P3		12,3	2114	410	2141	10,0	1426
	P4		12,2	2084	404	2212	9,9	1401
H 13-3			10,9	1606	347	1908	9,3	1064
	P2		9,2	1521	298	1787	7,5	1025
	P3	1.	9,2	1515	292	1773	7,4	1021
	P4	Heifers	9,2	1496	303	1786	7,4	1003
H 14-3	P2		10,0	1567	370	2066	7,7	1014
	P3	2. og sen.	9,9	1576	375	2064	7,7	1022
	P4	Cows	10,1	1591	383	2082	7,8	1029

x) Grundfoderopt. er reg. for hele lakt. per. på H 11-3, H 12-3 og H 13-3, og for 0-24 uger e. kælvning på H 14-3.

Intake of basal ration measured during total lact. period in H 11-3, H 12-3 and H 13-3, and during 0-24 weeks postpartum in H 14-3.

Tabel A4 Total foderoptagelse pr. ko dgl., 0-24 uger efter kælvning.
Gns. af forsøgsperioden. H 11-3, 1. laktation.

Table A4 Total daily feed intake per cow, 0-24 weeks postpartum.
Av. of exp. period. H 11-3, heifers.

Foder Feed	Tørstof D.M. kg	Råprot. Crude protein g	Råfedt Crude fat g	Træstof Crude fibre g	F.e. F.u.	Ford. råprot. Dig.cr. protein g
Grundfoder Basal ration	9,4	1291	191	1629	7,9	875
<u>Behandling (treatment): P1</u>						
Forsøgsfoder Exp. feed	4,4	1010	464	446	5,4	809
Foder ialt Total feed	13,8	2301	665	2075	13,3	1684
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		166	47	150	0,96	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						145
<u>Behandling (treatment): P2</u>						
Forsøgsfoder Exp. feed	4,3	1263	459	465	5,4	1046
Foder ialt Total feed	13,7	2554	650	2094	13,3	1921
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		186	47	152	0,97	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						169
<u>Behandling (treatment): P3</u>						
Forsøgsfoder Exp. feed	4,1	1503	445	476	5,3	1274
Foder ialt Total feed	13,5	2794	636	2105	13,2	2149
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		206	47	155	0,97	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						195

Tabel A5 Total foderoptagelse pr. ko dgl., 0-24 uger efter kælvning.
Gns. af forsøgsperioden. H 11-3, 2. og senere laktationer.

Table A5 Total daily feed intake per cow, 0-24 weeks postpartum.
Av. of exp. period. H 11-3, cows.

Foder Feed	Tørstof D.M. kg	Råprot. Crude protein g	Råfedt Crude fat g	Træstof Crude fibre g	F.e. F.u.	Ford. råprot. Dig.cr. protein g
Grundfoder Basal ration	9,8	1342	199	1693	8,3	909
<u>Behandling (treatment): P1</u>						
Forsøgsfoder Exp. feed	5,1	1129	540	514	6,2	898
Foder ialt Total feed	14,9	2471	739	2207	14,5	1807
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		166	46	148	0,97	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						137
<u>Behandling (treatment): P2</u>						
Forsøgsfoder Exp. feed	5,0	1463	535	542	6,2	1211
Foder ialt Total feed	14,8	2805	734	2235	14,5	2120
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		189	49	151	0,98	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						164
<u>Behandling (treatment): P3</u>						
Forsøgsfoder Exp. feed	4,9	1764	522	559	6,2	1496
Foder ialt Total feed	14,7	3106	721	2252	14,5	2405
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		212	49	153	0,99	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						190

Tabel A6 Total foderoptagelse pr. ko dgl., 0-24 uger efter kælvning.
Gns. af forsøgsperioden. H 12-3, 1. laktation.

Table A6 Total daily feed intake per cow, 0-24 weeks postpartum.
Av. of exp. period. H 12-3, heifers.

Foder Feed	Tørstof D.M. kg	Råprot. Crude protein g	Råfedt Crude fat g	Træstof Crude fibre g	F.e. F.u.	Ford. råprot. Dig.cr. protein g
<u>Hold (group): P1</u>						
Grundfoder Basal ration	11,6	1962	387	1991	9,5	1322
Forsøgsfoder Exp. feed	4,7	994	492	435	5,8	782
Foder ialt Total feed	16,3	2956	879	2426	15,3	2104
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		181	54	149	0,94	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						156
<u>Hold (group): P2</u>						
Grundfoder Basal ration	11,7	1982	388	1988	9,6	1339
Forsøgsfoder Exp. feed	4,7	1225	497	454	5,8	997
Foder ialt Total feed	16,4	3207	885	2442	15,4	2336
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		196	54	149	0,94	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						176

forts.
to be contin.

Tabel A6 - fortsat
Table A6 - continued

H 12-3 1. lakt.
Heifers

Foder	Tørstof	Råprot.	Råfedt	Træstof	F.e.	Ford.
Feed	D.M.	Crude	Crude	Crude	F.u.	råprot.
	kg	protein	fat	fibre		Dig.cr.
		g	g	g		protein
						g

Hold (group): P3

Grundfoder	11,9	2042	396	2069	9,6	1378
Basal ration						
Forsøgsfoder	4,6	1433	484	458	5,8	1195
Exp. feed						
Foder i alt	16,5	3475	880	2527	15,4	2573
Total feed						
Pr. kg tørstof		211	53	154	0,94	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						203
Per prod. f.u.						

Hold (group): P4

Grundfoder	11,9	2028	393	2153	9,6	1363
Basal ration						
Forsøgsfoder	4,5	1652	479	469	5,8	1401
Exp. feed						
Foder i alt	16,4	3680	872	2622	15,4	2764
Total feed						
Pr. kg tørstof		224	53	160	0,93	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						229
Per prod. f.u.						

Tabel A7 Total foderoptagelse pr. ko dgl., 0-24 uger efter kælvning.
Gns. af forsøgsperioden. H 12-3, 2. og senere laktationer.

Table A7 Total daily feed intake per cow, 0-24 weeks postpartum.
Av. of exp. period. H 12-3, cows.

Foder	Tørstof	Råprot.	Råfedt	Træstof	F.e.	Ford.
Feed	D.M.	Crude	Crude	Crude	F.u.	Dig.cr.
	kg	protein	fat	fibre		protein
		g	g	g		g

Hold (group): P1

Grundfoder	12,4	2097	414	2128	10,3	1413
Basal ration						
Forsøgsfoder	4,7	894	418	391	5,7	719
Exp. feed						
Foder i alt	17,1	2991	832	2519	16,0	2132
Total feed						
Pr. kg tørstof		175	49	147	0,93	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						161
Per prod. f.u.						

Hold (group): P2

Grundfoder	12,4	2132	417	2138	10,2	1440
Basal ration						
Forsøgsfoder	4,7	1177	415	406	5,8	983
Exp. feed						
Foder i alt	17,1	3309	832	2544	16,0	2423
Total feed						
Pr. kg tørstof		194	49	149	0,94	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						178
Per prod. f.u.						

forts.
to be contin.

Tabel A7 - fortsat

Table A7 - continued

H 12-3 2. og sen. lakt.
Cows

Foder	Tørstof	Råprot.	Råfedt	Træstof	F.e.	Ford.
Feed	D.M.	Crude	Crude	Crude	F.u.	dig.cr.
	kg	protein	fat	fibre		protein
		g	g	g		g

Hold (group): P3

Grundfoder	12,6	2167	421	2195	10,3	1462
Basal ration						
Forsøgsfoder	4,5	1459	413	422	5,8	1248
Exp. feed						
Foder i alt	17,1	3626	834	2617	16,1	2710
Total feed						
Pr. kg tørstof		212	49	153	0,94	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						202
Per prod. f.u.						

Hold (group): P4

Grundfoder	12,6	2147	416	2279	10,2	1443
Basal ration						
Forsøgsfoder	4,5	1742	410	439	5,8	1513
Exp. feed						
Foder i alt	17,1	3889	826	2718	16,0	2956
Total feed						
Pr. kg tørstof		227	48	159	0,94	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						227
Per prod. f.u.						

Tabel A8 Total foderoptagelse pr. ko dgl., 0-24 uger efter kælvning.
Gns. af forsøgsperioden. H 13-3, 1. laktation.

Table A8 Total daily feed intake per cow, 0-24 weeks postpartum.
Av. of exp. period. H 13-3, heifers.

Foder Feed	Tørstof D.M. kg	Råprot. Crude protein g	Råfedt Crude fat g	Træstof Crude fibre g	F.e. F.u.	Ford. råprot. Dig.cr. protein g
Grundfoder Basal ration	10,7	1570	339	1866	9,1	1041
<u>Hold (group): P2</u>						
Forsøgsfoder Exp. feed	4,2	1389	427	458	5,1	1171
Foder i alt Total feed	14,9	2959	766	2324	14,2	2212
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		198	51	156	0,96	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						199
<u>Hold (group): P3</u>						
Forsøgsfoder Exp. feed	4,3	1698	427	457	5,1	1481
Foder i alt Total feed	15,0	3268	766	2323	14,2	2522
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		218	51	155	0,95	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						228
<u>Hold (group): P4</u>						
Forsøgsfoder Exp. feed	4,4	2000	427	456	5,1	1784
Foder i alt Total feed	15,1	3570	766	2322	14,2	2825
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		236	51	154	0,94	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						256

Tabel A9 Total foderoptagelse pr. ko dgl., 0-24 uger efter kælvning.
Gns. af forsøgsperioden. H 13-3, 2. og senere laktationer.

Table A9 Total daily feed intake per cow, 0-24 weeks postpartum.
Av. of exp. period. H 13-3, cows.

Foder	Tørstof	Råprot.	Råfedt	Træstof	F.e.	Ford.
Feed	D.M.	Crude	Crude	Crude	F.u.	råprot.
	kg	protein	fat	fibre		Dig.cr.
		g	g	g		protein
Grundfoder	11,2	1653	357	1964	9,6	1096
Basal ration						

Hold (group): P2

Forsøgsfoder	4,8	1569	483	516	5,8	1324
Exp. feed						
Foder i alt	16,0	3222	840	2480	15,4	2420
Total feed						
Pr. kg tørstof		201	52	155	0,96	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						183
Per prod. f.u.						

Hold (group): P3

Forsøgsfoder	4,9	1907	482	514	5,8	1662
Exp. feed						
Foder i alt	16,1	3560	839	2478	15,4	2758
Total feed						
Pr. kg tørstof		221	52	154	0,95	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						232
Per prod. f.u.						

Hold (group): P4

Forsøgsfoder	5,1	2302	484	520	5,8	2055
Exp. feed						
Foder i alt	16,3	3955	841	2484	15,4	3151
Total feed						
Pr. kg tørstof		242	52	152	0,95	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						258
Per prod. f.u.						

Tabel Alo Total foderoptagelse pr. ko dgl., 0-24 uger efter kælvning.
Gns. af forsøgsperioden. H 14-3, 1. laktation.

Table Alo Total daily feed intake per cow, 0-24 weeks postpartum.
Av. of exp. period. H 14-3, heifers.

Foder Feed	Tørstof D.M. kg	Råprot. Crude protein g	Råfedt Crude fat g	Træstof Crude fibre g	F.e. F.u.	Ford. råprot. Dig.cr. protein g
<u>Hold (group): P2</u>						
Grundfoder	9,2	1521	298	1787	7,5	1025
Basal ration						
Forsøgsfoder	4,7	1096	547	519	5,7	880
Exp. feed						
Foder i alt	13,9	2617	845	2306	13,2	1905
Total feed						
Pr. kg tørstof		189	61	166	0,95	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						167
Per prod. f.u.						
<u>Hold (group): P3</u>						
Grundfoder	9,2	1515	292	1773	7,4	1021
Basal ration						
Forsøgsfoder	4,6	1346	554	572	5,8	1115
Exp. feed						
Foder i alt	13,8	2861	846	2345	13,2	2136
Total feed						
Pr. kg tørstof		207	61	170	0,96	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						196
Per prod. f.u.						
<u>Hold (group): P4</u>						
Grundfoder	9,2	1496	303	1786	7,4	1003
Basal ration						
Forsøgsfoder	4,4	1585	550	617	5,7	1341
Exp. feed						
Foder i alt	13,6	3081	853	2403	13,1	2344
Total feed						
Pr. kg tørstof		226	63	176	0,96	
Per kg D.M.						
Pr. prod. f.e.						220
Per prod. f.u.						

Tabel All Total foderoptagelse pr. ko dgl., 0-24 uger efter kælvning.
Gns. af forsøgsperioden. H 14-3, 2. og senere laktationer.

Table All Total daily feed intake per cow, 0-24 weeks postpartum.
Av. of exp. period. H 14-3, cows.

Foder Feed	Tørstof D.M. kg	Råprot. Crude protein g	Råfedt Crude fat g	Trøstof Crude fibre g	F.e. F.u.	Ford. råprot. Dig.cr. protein g
<u>Hold (group): P2</u>						
Grundfoder Basal ration	10,0	1567	370	2066	7,7	1014
Forsøgsfoder Exp. feed	5,4	1246	640	600	6,7	995
Foder i alt Total feed	15,4	2813	1010	2660	14,4	2009
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		183	66	173	0,94	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						154
<u>Hold (group): P3</u>						
Grundfoder Basal ration	9,9	1576	375	2064	7,7	1022
Forsøgsfoder Exp. feed	5,4	1578	651	671	6,8	1305
Foder i alt Total feed	15,3	3154	1026	2735	14,5	2327
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		206	67	178	0,94	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						187
<u>Hold (group): P4</u>						
Grundfoder Basal ration	10,1	1591	383	2082	7,8	1029
Forsøgsfoder Exp. feed	5,2	1876	652	730	6,8	1587
Foder i alt Total feed	15,3	3467	1035	2812	14,6	2616
Pr. kg tørstof Per kg D.M.		226	68	183	0,95	
Pr. prod. f.e. Per prod. f.u.						204

Tabel A12 Sygdomsforekomst pr. 100 køer ved forskelligt proteinindhold i foderet. Hele forsøgsperioden.
H 12-3, 1. laktation.

Table A12 Incidence of diseases (cases per 100 cows) at different protein contents in the diet. Total exp. period.
H 12-3, heifers.

Hold: P1
Group

Antal køer i alt: 25
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kalvn. weeks post p.		0-24 uger e. kalvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	4,0	4,0	12,0	16,0	16,0	28,0
Yver, patter Udder, teats	24,0	44,0	48,0	92,0	112,0	180,0
Kalvning, reprod. Calving, reprod.	4,0	4,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Infektioner Infections	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alle sygdomme Total	36,0	56,0	72,0	120,0	140,0	220,0

forts.
to be contin.

Tabel A12 - fortsat
Table A12 - continued

H 12-3 1. lakt.
 Heifers

Hold: P2
 Group

Antal køer i alt: 24
 Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	0,0	0,0	8,3	8,3	12,5	12,5
Yver, patter Udder, teats	37,5	50,0	50,0	79,2	66,7	112,5
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	4,2	4,2	8,3	8,3	8,3	8,3
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alle sygdomme Total	41,7	54,2	66,6	95,8	87,5	133,3

forts.
 to be contin.

Tabel A12 - fortsat
Table A12 - continued

H 12-3 1. lakt.
 Heifers

Hold: P3
 Group

Antal køer i alt: 21
 Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	14,3	14,3	19,0	19,0	23,8	28,6
Yver, patter Udder, teats	33,3	38,1	47,7	81,0	76,2	119,0
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	14,3
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	4,8	14,3	4,8	14,3	4,8	14,3
Alle sygdomme Total	61,9	76,2	81,0	123,8	114,3	176,2

forts.
 to be contin.

Tabel A12 - fortsat

Tabel A12 - continued

H 12-3 1. lakt.
Heifers

Hold: P4
Group

Antal køer i alt: 30
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Yver, patter Udder, teats	26,7	40,1	53,4	80,0	76,7	110,0
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	3,3	3,3	10,0	10,0	10,0	10,0
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Alle sygdomme Total	36,6	50,0	70,0	96,6	93,3	126,6

Tabel A13 Sygdomsforekomst pr. 100 køer ved forskelligt proteinindhold i foderet. Hele forsøgsperioden.
H 12-3, 2. og senere laktationer.

Table A13 Incidence of diseases (cases per 100 cows) at different protein contents in the diet. Total exp. period.
H 12-3, cows.

Hold: P1
Group

Antal køer i alt: 32
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Yver, patter Udder, teats	46,9	87,5	56,3	112,5	78,2	168,8
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0
Alle sygdomme Total	90,6	131,2	100,0	156,2	121,9	212,5

forts.
to be contin.

Tabel A13- fortsat

Table A13- continued

H 12-3 2. og sen. lakt.
Cows

Hold: P2
Group

Antal køer i alt: 39
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	12,8	12,8	17,9	17,9	20,5	20,5
Yver, patter Udder, teats	35,9	74,4	74,4	177,0	100,0	253,9
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	12,8	15,4	15,4	17,9	15,4	17,9
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	7,7	10,2	12,8	15,4	12,8	15,4
Alle sygdomme Total	69,2	112,8	120,5	228,2	148,7	307,7

forts.
to be contin.

Tabel A13- fortsat
Table A13- continued

H 12-3 2. og sen. lakt.
Cows

Hold: P3
Group

Antal køer i alt: 36
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	2,8	2,8	11,1	19,4	16,7	27,8
Yver, pletter Udder, teats	44,5	91,7	61,1	144,5	94,5	208,4
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	11,1	11,1	16,7	16,7	19,4	19,4
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	5,5	5,5	11,1	11,1	22,2	25,0
Alle sygdomme Total	63,9	111,1	100,0	191,7	152,8	280,6

forts.
to be contin.

Tabel A 13- fortsat
Table A 13- continued

H 12-3 2. og sen. lakt.
Cows

Hold: P4
Group

Antal køer i alt: 33
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	6,1	6,1	9,1	12,1	9,1	12,1
Yver, patter Udder, teats	33,3	66,6	36,3	90,9	54,6	124,2
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	15,2	15,2	15,2	15,2	21,2	21,2
Infektioner Infections	3,0	6,1	3,0	6,1	3,0	6,1
Ford., stofskifte Indig., metabolic	15,2	21,2	15,2	21,2	21,2	27,3
Alle sygdomme Total	72,8	115,2	78,8	145,5	109,1	190,9

Tabel A 14 Sygdomsforekomst pr. 100 køer ved forskelligt proteinindhold i foderet. Hele forsøgsperioden.
H 13-3, 1. laktation.

Table A 14 Incidence of diseases (cases per 100 cows) at different protein contents in the diet. Total exp. period.
H 13-3, heifers.

Hold: P2
Group

Antal køer i alt: 18
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	0,0	0,0	11,1	11,1	11,1	11,1
Yver, patter Udder, teats	27,8	38,9	50,0	61,0	94,4	111,1
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	61,0	61,0	77,7	83,3	83,3	105,5
Infektioner Infections	5,6	27,8	5,6	27,8	5,6	27,8
Ford., stofskifte Indig., metabolic	5,6	5,6	5,6	5,6	16,7	16,7
Alle sygdomme Total	100,0	133,3	150,0	188,8	211,1	272,2

forts.
to be contin.

Tabel A 14 - fortsat
Table A 14 - continued

H 13-3 1. lakt.
Heifers

Hold: P3
Group

Antal køer i alt: 23
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	0,0	0,0	8,7	8,7	8,7	8,7
Yver, patter Udder, teats	17,4	30,4	30,4	52,2	43,5	65,2
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	17,4	26,1	26,1	34,8	30,5	43,5
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	0,0	0,0	4,3	4,3	4,3	4,3
Alle sygdomme Total	34,8	56,5	69,5	100,0	87,0	121,7

forts.
to be contin.

Tabel A 14- fortsat
Table A 14- continued

H 13-3 1. lakt.
 Heifers

Hold: P4
 Group

Antal køer i alt: 17
 Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yver, patter Udder, teats	17,6	17,6	29,4	29,4	52,9	58,8
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	23,5	23,5	29,4	35,3	52,9	64,7
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Alle sygdomme Total	41,1	41,1	58,8	64,7	105,8	123,5

Tabel A15 Sygdomsforekomst pr. 100 køer ved forskelligt proteinindhold i foderet. Hele forsøgsperioden.

H 13-3, 2. og senere laktationer.

Table A15 Incidence of diseases (cases per 100 cows) at different protein contents in the diet. Total exp. period.

H 13-3, cows.

Hold: P2
Group

Antal køer i alt: 16
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	0,0	0,0	6,3	6,3	6,3	6,3
Yver, patter Udder, teats	25,0	43,7	37,5	87,5	75,0	143,7
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	31,3	31,3	43,7	43,7	68,7	68,7
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
Alle sygdomme Total	62,6	81,3	93,8	143,8	156,3	225,0

forts.
to be contin.

Tabel A15- fortsat

Table A15- continued

H 13-3 2. og sen. lakt.
Cows

Hold: P3
Group

Antal køer i alt: 14
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	14,3	14,3	21,4	21,4	28,6	35,7
Yver, pletter Udder, teats	50,0	107,2	71,5	128,6	78,6	135,7
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	42,9	50,0	50,0	64,3	64,3	78,6
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Alle sygdomme Total	114,3	178,6	150,0	221,4	178,6	257,1

forts.
to be contin.

Tabel A15- fortsat

Table A15- continued

H 13-3 2. og sen. lakt.
Cows

Hold: P4
Group

Antal køer i alt: 16
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	6,3	6,3	6,3	6,3	12,5	12,5
Yver, patter Udder, teats	25,0	62,5	43,7	118,8	68,8	150,0
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	25,0	31,2	25,0	31,2	25,0	31,2
Infektioner Infections	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Ford., stofskifte Indig., metabolic	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Alle sygdomme Total	81,3	125,0	100,0	181,3	131,3	218,7

Tabel A16 Sygdomsforekomst pr. 100 køer ved forskelligt proteinindhold i foderet. Hele forsøgsperioden.
H 14-3, 1. laktation.

Table A16 Incidence of diseases (cases per 100 cows) at different protein contents in the diet. Total exp. period.
H 14-3, heifers.

Hold: P2
Group

Antal køer i alt: 9
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	22,2	22,2	22,2	22,2	44,4	44,4
Yver, patter Udder, teats	44,4	155,6	44,4	155,6	111,2	233,4
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	22,2
Infektioner Infections	0,0	0,0	22,2	33,3	33,3	44,4
Ford., stofskifte Indig., metabolic	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	44,4
Alle sygdomme Total	66,6	177,8	88,8	211,1	233,3	388,8

forts.
to be contin.

Tabel A16- fortsat

Table A16- continued

H 14-3 1. lakt.
Heifers

Hold: P3
Group

Antal køer i alt: 11
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	9,1	9,1	9,1	9,1	18,2	18,2
Yver, patter Udder, teats	18,2	18,2	36,4	45,4	63,6	81,8
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1
Infektioner Infections	0,0	0,0	9,1	9,1	18,2	18,2
Ford., stofskifte Indig., metabolic	0,0	0,0	9,1	9,1	18,2	18,2
Alle sygdomme Total	36,4	36,4	72,8	81,8	127,3	145,5

forts.
to be contin.

Tabel A16- fortsat
Table A16- continued

H 14-3 1. lakt.
Heifers

Hold: P4
Group

Antal køer i alt: 8
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Yver, patter Udder, teats	100,0	150,0	100,0	237,5	100,0	237,5
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	12,5	25,0	12,5	25,0	25,0	37,5
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	0,0	0,0	12,5	12,5	12,5	12,5
Alle sygdomme Total	125,0	187,5	137,5	287,5	150,0	300,0

Tabel A17 Sygdomsforekomst pr. 100 køer ved forskelligt proteinindhold i foderet. Hele forsøgsperioden.
H 14-3, 2. og senere laktationer.

Table A17 Incidence of diseases (cases per 100 cows) at different protein contents in the diet. Total exp. period.
H 14-3, cows.

Hold: P2
Group

Antal køer i alt: 27
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Yver, pletter Udder, teats	33,3	48,2	48,2	81,5	59,3	96,3
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	3,7	3,7	3,7	3,7	7,4	7,4
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ford., stofskifte Indig., metabolic	25,9	25,9	33,3	33,3	37,0	37,0
Alle sygdomme Total	66,6	81,5	88,9	122,2	107,4	144,4

forts.
to be contin.

Tabel A17 - fortsat

Table A17 - continued

H 14-3 2. og sen. lakt.
Cows

Hold: P3
Group

Antal køer i alt: 27
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	11,1	29,6	11,1	29,6	11,1	29,6
Yver, patter Udder, teats	33,3	66,7	48,2	107,4	85,2	159,3
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	7,4	7,4	11,1	11,1	11,1	11,1
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	3,7	3,7
Ford., stofskifte Indig., metabolic	25,9	37,0	37,0	48,2	37,0	55,6
Alle sygdomme Total	77,7	140,7	107,4	196,3	148,1	259,3

forts.
to be contin.

Tabel A17- fortsat

Table A17- continued

H 14-3 2. og sen. lakt.
Cows

Hold: P4
Group

Antal køer i alt: 30
Total no. of cows

Sygdomskategori Art of disease	0-12 uger e. kælvn. weeks post p.		0-24 uger e. kælvn. weeks post p.		Hele laktationen Total lactation	
	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.	Antal køer No. of cows	Antal behand. No. of treatm.
Klove, lemmer Hoofs, legs	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Yver, patter Udder, teats	33,3	53,3	63,3	96,7	73,4	120,0
Kælvning, reprod. Calving, reprod.	0,0	0,0	3,3	3,3	3,3	3,3
Infektioner Infections	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	6,7
Ford., stofskifte Indig., metabolic	26,7	40,0	36,7	53,3	43,3	80,0
Alle sygdomme Total	60,0	93,3	103,3	153,3	126,7	210,0