

644

Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Iver Thysen, Troels Kristensen og
Vagn Østergaard

Efterprøvning af produktionsfunktioner for malkekoens ydelse og tilvækst

Test of response functions in optimum feeding of energy, protein and dietary fat to the dairy cow

With English summary and subtitles



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a-s 1988

F O R O R D

Malkekoens optimale fodring er central i malkekævgholdet. Siden udgivelsen af 551. beretning, "Optimale foderrationer til malkekoen...." er det fundet aktuelt under de nu herskende fodringsvilkår i praksis at efterprøve de fastlagte mælkeproduktionsmodeller anført i nævnte beretning. Disse modeller byggede på matematiske funktioner for mælkeydelsens afhængighed af dels A-blanding til forskelligt grovfoder og dels protein- og fedtindholdet i den samlede ration.

Forsøg blev derfor iværksat i følgende 9 helårsforsøgsbrug ved: Harry Bentzen, Hulebæksgaard, Hjelmsømagle, Lauge Hansen, Gl. Krogård, Saa-derup, Chr. Olesen, Juulsgård, Ronæs, Hans Jeppesen, Brounbjerggård, Ejstrupholm, Per Grusgård Andersen, Grusbakgård, Døstrup, Ejnar Kristensen, Hverregård, Løvel, Eilif Bigum, Højagergaard, Gislum, Jens Erik Jensen, Gislumgård, Års og Sigmund Bisgaard, Salling Vestergård, Salling.

Der bringes en varm tak til nævnte forsøgsværter for et værdifuldt samarbejde, og for veludført registreringsarbejde takkes forsøgsteknikerne Troels Amundsen, Henning Bjerre, Edith Buchwald (cand.agro), Ejgil Larsen og Orla Nielsen. Beretningen er reviewet af lic.agro. V. Friis Kristensen og lic.agro. Jørgen Madsen (KVL).

Forsøgsanlæg Foulum, august 1988

A. Neimann-Sørensen

Indhold, contents

Abstract, Abstract	5
Sammendrag, Summary	6
1. Indledning, Introduction	9
2. Produktionsfunktioner for mælkeydelse og tilvækst, Production functions for milk yield and gain	10
2.1 Funktionstype, Type of function	10
2.2 Mælkeydelse, Milk yield	11
2.3 Tilvækst, Gain	13
2.4 Korrektion ved ændrede forudsætninger, Correction at change of assumptions	14
3. Litteraturstudium, Study of literature	15
3.1 Mælkeydelse, Milk yield	15
3.2 Tilvækst, Gain	18
4. Egne undersøgelser, Own investigations	20
4.1 Materiale og metoder, Material and methods	20
4.2 Resultater og diskussion, Results and discussion ..	23
5. Litteratur, Literature	29
Appendiks A, Appendix A	31

Abstract: Thysen, I., Kristensen, T. & Østergaard, V. 1988. Test of response functions in optimum feeding of energy, protein and dietary fat to the dairy cow. Rep. 644, Natl. Inst. Anim. Sci., Denmark. Address: P.O.Box 39, DK-8833 Ørum Sdr1. 32 pp. (English subtitles).

In a series of Danish experiments with feeding of dairy cows, response functions have been estimated regarding the association of milk yield with inputs of energy (grain mix), protein and dietary fat. These functions have been combined into two different multivariate functions for the response of milk yield to level of energy, protein and dietary fat in the ration. The response of body weight gain to these factors was described by a function based on residual net energy after reduction for maintenance and milk yield requirements and after correction for energy level. The response functions for milk yield and body weight gain are used for maximizing income above feed costs.

The objective of the present experiment was to test the response functions with data that are representative for practical conditions. In nine commercial dairy herds (405 cows) the effect of adding 3 SFU (kg) of barley grain or beet pulp pellets to the concentrates to cows fed forage ad libitum 1-24 weeks post partum was estimated. This supplement increased the net energy level by 2.3 SFU and had negligible effects on level of protein and dietary fat.

The daily milk yield was increased by 0.65 kg 4% FCM, and body weight gain was increased by 99 g per day.

The effect on feed intake was as expected from standard feed intake relationships. The effect on milk yield differed -0.8 and 0.4 kg 4% FCM from the expected in two different response functions, and the effect on daily body weight gain was 125 g less than expected. It is concluded that the results of this experiment do not suggest an economic optimum that is significantly different from the response functions in the test, but also that further improvements of the precision of the response functions can be obtained by evidence from newer experiments concerning carbohydrates and quality of protein in the diet.

Sammendrag

I to tidligere forsøg er der fastlagt matematiske funktioner for mælkeydelsens afhængighed af den daglige mængde af A-blanding ved fodring med græsensilage efter ædelyst. Ved kombination af disse funktioner med tilsvarende funktioner for mælkeydelsens afhængighed af rationens indhold af protein og fedt er der fastlagt 2 produktionsfunktioner, som beskriver mælkeydelsen ved varierende indhold af energi, protein og fedt i foderrationer, henholdsvis græsensilagefunktionen (rationer baseret på græsensilage) og roe/græsensilagefunktionen (rationer baseret på roer og græsensilage). Tilvækstens afhængighed af foderindsatsen er beskrevet ved hjælp af energi til rest, når de teoretiske behov til vedligeholdelse og mælkeydelse er tilgodeset tillige med den aftagende foderudnyttelse ved stigende foderniveau. Tilsammen udgør produktionsfunktionerne for mælkeydelse og tilvækst grundlaget for økonomisk optimering af indsatsen af energi, protein og fedt til malkekøer.

Nærværende forsøgs formål var at fremskaffe data, som er repræsentative for praksis, til en efterprøvning af ovennævnte produktionsfunktioner. Da foderniveauet i tidligere forsøg er varieret ved hjælp af A-blanding, således at forsøgsudslaget er en kombineret virkning af energi, protein og fedt, blev forsøget tilrettelagt med henblik på at undersøge virkningen af variation i alene rationens energindhold.

Virkningen af at øge mængden af byg eller roepiller i tilskudsfoderet til malkekøer 1-24 uger efter kælvning fra 0 til 3 FE er fastlagt i 9 helårsforsøgsbesætninger; i 3 af disse var der desuden et forsøgshold med 1,5 FE byg eller roepiller. Foderniveauet blev planlagt til ca. 16,5 FE i 7 SDM-besætninger og ca. 15 FE i 2 Jersey-besætninger, idet foderrationen bestod af ca. 4,5 FE C-blanding, ca. 5 FE roer og melasse (Jersey ca. 3,5 FE), ca. 5,5 FE ad libitum-foder samt 1,5 FE byg eller roepiller. Forsøgsbehandlingerne med 0 og 3 FE byg blev opnået ved henholdsvis at reducere og øge mængden af byg eller roepiller i rationen med 1,5 FE. I forsøget indgik alle køer, som ved forsøgets begyndelse var højst 12 uger efter kælvning samt køer som kælvende i forsøgsperioden. Ialt indgik 405 køer, heraf 91 Jersey-køer.

I gennemsnit af alle 9 besætninger var virkningen af 3 FE byg eller roepiller at:

- foderoptagelsen steg med 2,3 FE; 121 g ford. råprotein og 33 g korr. råfedt pr dag,
- mælkeydelsen steg med 0,65 kg 4% mælk pr. dag, og
- tilvæksten steg med 99 g pr. dag

Den gennemsnitlige virkning i 3 besætninger af at gå fra 0 til 1,5 FE byg eller roepiller var 1,1 FE, 0,71 kg 4% mælk og 65 g tilvækst pr. dag.

Virkningen på foderoptagelsen var i overensstemmelse med det forventede ifølge fyldefunktionen.

Ved sammenligning med produktionsfunktionerne for mælkeydelsens afhængighed af energi, protein og fedt var virkningen på mælkeydelsen ved 3 FE byg eller roepiller større ($p < 0,05$) end det forventede (-0,14 kg 4% mælk) ifølge roe/græsensilagefunktionen og mindre end det forventede (1,04 kg 4% mælk) ifølge græsensilagefunktionen. Ved sammenligning med de funktioner for mælkeydelsens afhængighed af kg Ablanding, som ligger til grund for de ovennævnte produktionsfunktioner, var virkningen på mælkeydelsen i nærværende forsøg større end det forventede ifølge begge funktioner (henholdsvis -0,13 og 0,29 kg 4% mælk pr. dag).

Virkningen af 3 FE byg eller roepiller på tilvæksten var mindre ($p < 0,05$) end det forventede (224 g) beregnet ved 250 g tilvækst pr. FE til rest, når behovet til vedligeholdelse og mælkeydelse er dækket, og der er korrigeret for energiniveaet.

Energಿನiveauet var i gennemsnit 15,6 og 17,9 FE for forsøgsholdene uden og med 3 FE byg eller roepiller, dvs. henholdsvis mindre og mere end hvor der ifølge de tidligere forsøg forventes maksimal ydelse. I dette forsøg fandtes en svagt stigende ydelse (0,65 kg 4% mælk for 2,3 FE), hvilket ikke tyder på et økonomisk optimalt energiniveau, som er væsentligt forskelligt fra det, der er fastlagt på grundlag af de tidligere forsøg. Forskelle i foderrationens sammensætning og i køernes

arvelige anlæg kan være medvirkende til et ændret marginaludbytte ved stigende energitildeling.

Produktionsfunktionerne for mælkeydelsens afhængighed af energi, protein og fedt er dannet ved kombination af resultater fra flere forsøg (jf. kap. 2), og som en følge heraf er der en væsentlig forskel mellem roe/græsensilagefunktionen og græsensilagefunktionen i den forventede virkning af en forøgelse af alene energiniveauet. Resultatet af nærværende forsøg er intermediært, men dog nærmest græsensilagefunktionen. Der er siden de nævnte produktionsfunktioner blev fastlagt gennemført en række forsøg blandt andet vedrørende protein og kulhydrater i fodderationen, som yderligere kan styrke grundlaget for fastlæggelse af produktionsfunktioner for mælkeydelse.

1. INDLEDNING

I 551. beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg "Optimale foderrationer til malkekoen" (red. Vagn Østergaard & A. Neimann-Sørensen, 1983) blev der fastlagt produktionsfunktioner for mælkeydelsens og tilvækstens afhængighed af foderrationens indhold af energi, protein og fedt. Grundlaget var meget omfattende danske produktionsforsøg med malkekøer (jf. kap. 2), men da funktionerne beskriver virkningen af samspillet mellem 3 variabler ved foderrationen, kunne forsøgene kun give dækning for en del af de mulige kombinationer af variablerne. Ved at indbygge de seneste forsøgsresultater i biologisk korrekte produktionsfunktioner kunne opnås, at den nødvendige ekstrapolering af resultaterne bliver forsvarlig i forhold til den eksisterende biologiske viden.

Det er imidlertid nødvendigt til stadighed at undersøge gyldigheden af produktionsfunktionerne ved hjælp af nye og supplerende forsøgsresultater, hvilket er formålet med nærværende beretning.

I kapitel 2 beskrives som udgangspunkt fastlæggelsen af de p.t. anvendte produktionsfunktioner, hvorefter disse i kapitel 3 sammenlignes med resultater af nyere, egnede danske og udenlandske forsøg med malkekøer. I kapitel 4 beskrives et forsøg, som er planlagt til afprøvning af funktionerne. Forsøget er gennemført i Helårsforsøgsbrug under betingelser, som er sammenlignelige med de forhold, som er gældende, når funktionerne anvendes til optimering af foderrationer i praksis.

2. PRODUKTIONSFUNKTIONER FOR MÆLKEYDELSE OG TILVÆKST

I dette kapitel beskrives, hvordan produktionsfunktionerne oprindeligt blev fastlagt. Fremgangsmåden er gennemgået i detaljer af Thysen (1985), og her omtales derfor kun principperne og de problemer, som opstod i forbindelse med fastlæggelsen. Parametrene til produktionsfunktionerne er vist af Thysen (1983).

2.1 Funktionstype

Fastlæggelsen af funktionerne var et led i udviklingen af edb-systemer til optimering af foderrationer, og der er derfor valgt en funktionstype, som er velegnet til optimering samtidig med, at de biologiske sammenhænge er tilgodeset. Sammenhængene mellem foderindsats og produktion blev udtrykt ved hjælp af multivariate kvadratiske funktioner med foderrationens totale indhold af 1) FE, 2) kg fordøjeligt råprotein og 3) kg korrigeret råfedt som uafhængige variabler (faktorer). Den matematiske udformning af disse funktioner er

$$y = b_0 + b_{11}v_1 + b_{22}v_2 + b_{33}v_3 \\ + b_{11}v_1^2 + b_{22}v_2^2 + b_{33}v_3^2 \\ + b_{12}v_1v_2 + b_{13}v_1v_3 + b_{23}v_2v_3,$$

hvoraf det fremgår, at faktorerne indgår individuelt i lineære og kvadratiske led samt to og to sammen i vekselvirkningsled. Ved de beregnede værdier for funktionens parametre opnås et aftagende merudbytte ved stigende faktorindsats, hvilket er betingelsen for eksistensen af et økonomisk optimum. De afledte funktioner af 1. orden er lineære, hvilket udnyttes ved optimering ved hjælp af kvadratisk optimering (Thysen, 1985).

Den kvadratiske funktion er symmetrisk omkring den faktorkombination, som giver maksimum, hvilket for eksempel betyder, at for meget protein i forhold til det niveau, som giver maksimum, har samme negative betydning for mælkeydelserne som for lidt protein. Denne symmetri afbilder ikke præcist den biologiske virkelighed, men normalt betyder dette ingenting, fordi det sjældent er økonomisk fordelagtigt at overskride det niveau, der giver maksimum. Dog kan det under visse prisforhold blive fordelagtigt at overskride maksimumsniveauet for protein ved

meget proteinrige og fedtfattige grundrationer, såfremt fedttilskuddet følges af et proteintilskud som følge af mangel på fedtrige og proteinfattige tilskudsblandinger.

2.2 Mælkeydelse

Virkningen af indholdet af protein og vekselvirkningen mellem protein og energi er for 1-12 uger efter kælvning (u.e.k.) fastlagt på grundlag af en funktion beregnet af Krohn & Andersen (1978), som angav ydelsen i kg mælk afhængig af produktionsfoderenheder (PFE) og fordøjeligt råprotein pr. PFE i foderet. Det blev antaget, at denne funktion også kunne gælde for kg 4% mælk, når rationens tyggetid var mindst 30 min. pr. FE, og stivelsesindholdet i tilskudsfoderet ikke oversteg 400 g pr. FE. Den oprindelige funktion er transformeret fra protein pr. PFE til protein ialt. For laktationsperioden 1-24 u.e.k. er parameterværdien for vekselvirkningen mellem energi og protein fastholdt, mens parameterværdierne for de lineære og kvadratiske virkninger af protein er beregnet på grundlag af en funktion af Danfær et al. (1980).

Virkningen af rationens indhold af fedt er fastlagt på grundlag af funktioner af Østergaard et al. (1981). I disse funktioner blev indholdet af fedt udtrykt ved g korrigeret råfedt pr kg tørstof. Det betyder, at den samme mængde fedt har forskellig virkning på mælkeydelsen ved forskellige mængder tørstof i rationen, eller, med andre ord, at der er en vekselvirkning mellem fedt og tørstof.

Da tørstof ikke indgår i produktionsfunktionerne i andre sammenhænge, er denne vekselvirkning omregnet til en vekselvirkning mellem fedt og energi ved hjælp af den sammenhæng Kristensen (1983) fandt mellem tørstoffoptagelse og energikoncentration.

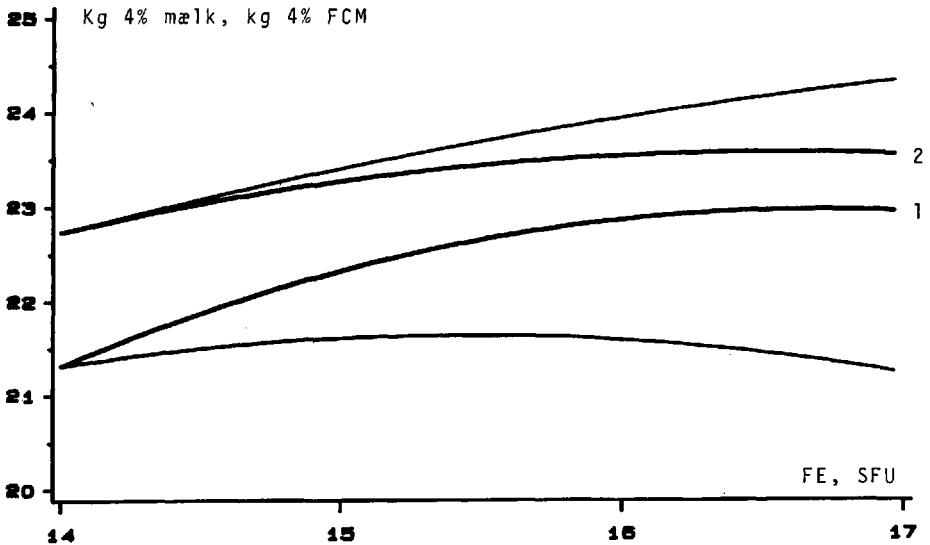
Energiniveauets betydning for mælkeydelsen er undersøgt i to danske produktionsforsøg (Østergaard, 1979 og Andersen, 1983). I begge forsøg er der givet ensilage ad libitum og forskellig mængde A-blanding uafhængig af den aktuelle mælkeydelse. Som følge af, at foderniveauet er varieret ved hjælp af A-blanding, var der en samtidig variation af energi, protein og fedt, mens der i produktionsfunktionerne er behov for at kunne beskrive virkningen af energi alene ved givet protein og

fedt. Virkningen af energi alene er derfor fastlagt ved at beregne den del af virkningen af A-blanding, der skyldes protein og fedt (ved hjælp af parameterverdierne beskrevet ovenfor), og derpå lade den resterende del være virkningen af energi alene.

A-blandingsens indhold af protein og fedt var ens i de to forsøg, men da der i forsøget af Østergaard (1979) indgik et fast basisfoder på 3,5 FE roer eller roeprodukter (melasse og roeaffald), var der en væsentlig forskel i det totale niveau af protein og fedt. Ved 16 FE i alt var der således hos Østergaard (1979) 2120 g ford. råprotein og 660 g korr. råfedt, mens der hos Andersen (1983) var 2570 g ford. råprotein og 890 g korr. råfedt. Den marginale virkning af energi alene, dvs. af en hypotetisk FE uden protein og fedt, bliver derfor forskellig i de to forsøg, som det også ses af fig. 2.1.

Figuren viser, hvor stor en del af de oprindelige funktioner, der beregnedes til at være virkningen af energi henholdsvis protein og fedt. Ved det lave niveau af protein og fedt (1) beregnedes hovedparten af forsøgsudslaget til at være en virkning af protein og fedt. Ved det høje niveau (2) måtte der ifølge protein- og fedtfunktionerne forventes en negativ virkning af yderligere stigninger, og virkningen af energi alene beregnedes derfor til at være større end forsøgsudslaget.

På grund af denne forskel mellem de to forsøg i den beregnede virkning af energi alene forekom det ikke rimeligt at kombinere dem til en fælles funktion, og det blev antaget, at forskellen mellem dem skyldes rationstypen defineret ved henholdsvis roer, græsensilage plus A-blanding og græsensilage plus A-blanding, idet rationstypen påvirker rationens karakteristika med hensyn til bl.a. indholdet af letfordøjelige kulhydrater og tyggetiden. Der blev derfor fastlagt to produktionsfunktioner for rationer baseret på henholdsvis roer og græsensilage (RG) og græsensilage (G).



Figur 2.1 Produktionsfunktioner for mælkeydelsens afhængighed af energiniveauet. 1: Østergaard (1979). 2: Andersen (1983).
— oprindelig funktion med indhold af ford. råprotein og korr. råfedt som angivet.
- - - beregnet funktion med konstant indhold af ford. råprotein og korr. råfedt svarende til det angivne ved 14 FE.

Figure 2.1 Response functions for dependency of milk yield on energy level. 1: Østergaard (1979). 2: Andersen (1983).
— original function with content of dig. crude protein and corr. crude fat as stated.
- - - estimated function with constant content of dig. crude protein and corr. crude fat as stated for 14 SFU.

2.3 Tilvækst

Tilvæksten beregnes ved hjælp af den energi, som er til rest, når de teoretiske behov for energi til vedligeholdelse og mælkeydelse er tilgodeset. I beregningen tages højde for en aftagende udnyttelse af foederets energiindhold ved stigende foderniveau, idet Danfær (1983) på

grundlag af data fra de to ovennævnte forsøg fandt, at energiindholdet i rationen skal reduceres med 11-14% for hvert multiplum af vedligeholdelsesbehovet, det overstiger 10-12 FE, for at energiindholdet er lig med energibehovet til vedligeholdelse, mælkeydelse og tilvækst ifølge gældende normer. I den følgende formel (Andersen, 1983) er korrektionen for foderniveau ansat til 10% pr. multiplum af vedligeholdelsesbehovet.

$$y_2 = 0,25 (v_1 - V - 0,4y_1 - k)$$

$$k = 0,1 v_1 (v_1 - 12)/V$$

hvor y_1 er kg 4% mælk, y_2 er kg tilvækst, v_1 er FE ialt og V er FE til vedligeholdelse.

Mælkeydelsen er i produktionsmodellen givet ved en kvadratisk funktion, og indsættes denne for y_1 i ovenstående formel, kan der også udledes en kvadratisk funktion for tilvæksten.

2.4 Korrektion ved ændrede forudsætninger

Produktionsfunktionerne er gældende for RDM- og SDM-køer med en gennemsnitlig vægt på 550 kg, et ad libitum-foder indeholdende ca. 1,4 kg tørstof pr. FE og en ydelseskapacitet i besætningen på ca. 6.500 kg 4% mælk pr. årsko. Ændrede forudsætninger med hensyn til disse forhold nødvendiggør en korrektion af funktionerne. Korrektionen medfører en forskydning af udbyttefunktionernes beliggenhed i koordinatsystemet, men ingen ændring af udbyttekurvernes form (Kristensen et al., 1984).

3. LITTERATURSTUDIUM

Der er fra litteraturen udvalgt forsøg, som er sammenlignelige med forudsætningerne for produktionsfunktionerne, dvs.

- fodring uafhængig af aktuell ydelse
- konstant kraftfoderniveau og grovfoder ad libitum eller fuldfoder,
- tilstrækkelige oplysninger til beregning af FE, ford. råprotein og korr. råfedt.

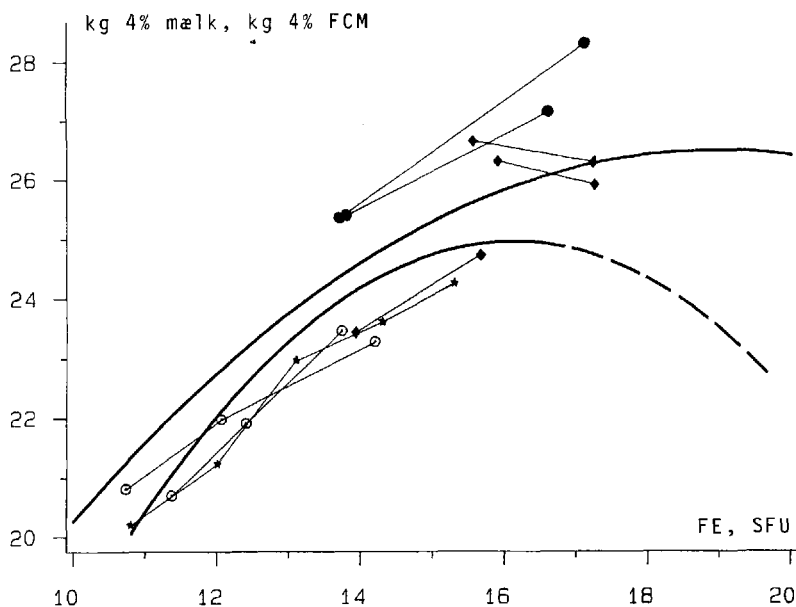
Resultaterne fra disse forsøg illustreres i figurer, som viser mælkeydelsen ved forskelligt foderniveau udtrykt i FE. Til sammenligning er der vist kurver for den forventede produktion beregnet ved de foran beskrevne produktionsfunktioner og de anvendte foderrationer. Ved beregningen af FE er anvendt de angivne oplysninger vedrørende fodermidlernes kemiske sammensætning suppleret med standardværdier fra fodermiddeltabellen (Andersen & Just, 1983).

3.1 Mælkeydelse

Græsensilage ad libitum suppleret med tilskudsfoder: I denne gruppe indgår blandt andet 3 irske forsøg med græsensilage ad libitum og tilskudsfoder i forskellige mængder i perioden fra kælving til udbinding. Den gennemsnitlige varighed af denne periode var hos Steen & Gordon (1980a,b) henholdsvis 71 og 74 dage (kælvninger i januar/februar) og hos Gordon (1984) 169 dage (kælvninger i oktober/november). Tilskudsfoderet indeholdt ca. 70% byg og majs, 20% olieskrå, 5% melasse og 5% mineraler. Det blev af Steen & Gordon (1980a) tildelt på 3 niveauer, hvert efter et konstant og et højt-lavt system; der var ikke signifikant virkning af systemet på den gennemsnitlige daglige mælkeydelse. Steen & Gordon (1980b) tildelte konstant daglig mængde tilskudsfoder på 2 niveauer sammen med græsensilage fra tidlig slæt (fortørret eller direkte ensileret) og fra sent slæt (direkte ensileret). Hos Gordon (1984) var der 5 niveauer af tilskudsfoder varierende fra 4,8 til 11,2 kg pr. dag i de første 13 uger af laktationen, hvorefter alle niveauer nedsattes med 2,4 kg.

Strategi og niveau af tilskuddet til græsensilage ad libitum er ligeledes undersøgt i en række skotske forsøg, hvoraf der er medtaget eet,

som opfyldte ovennævnte betingelser og hvori der er givet to niveauer af tilskud (Moisey & Leaver, 1985). Tilskuddet blev givet i konstant daglig mængde 3-20 u.e.k. efter 2 strategier, samme mængde til alle køer eller individuelt tilpassede mængder; der var ikke signifikant virkning af strategi. Tilskudsfoderet indeholdt 69,5% korn og mølleri-produkter, 14,5% sojaskrå, 2,5% fiskemel, 5% melasse, 3% fedt og 5,5% mineraler. Sammenhængen mellem foderniveau og mælkeydelse (kg 4% mælk) i de omtalte forsøg er vist i figur 3.1.



Figur 3.1 Mælkeydelsens afhængighed af energiniveau.

Figure 3.1 Dependency of milk yield on energy level.

- ★: Gordon, 1984; ○: Steen & Gordon, 1980a;
- ◆: Steen & Gordon, 1980b; ●: Moisey & Leaver, 1985.
- G: Græsensilagefunktion; RG: Roegræsensilagefunktion.
- G: Grass silage function; RG: Beets/grass silage function.

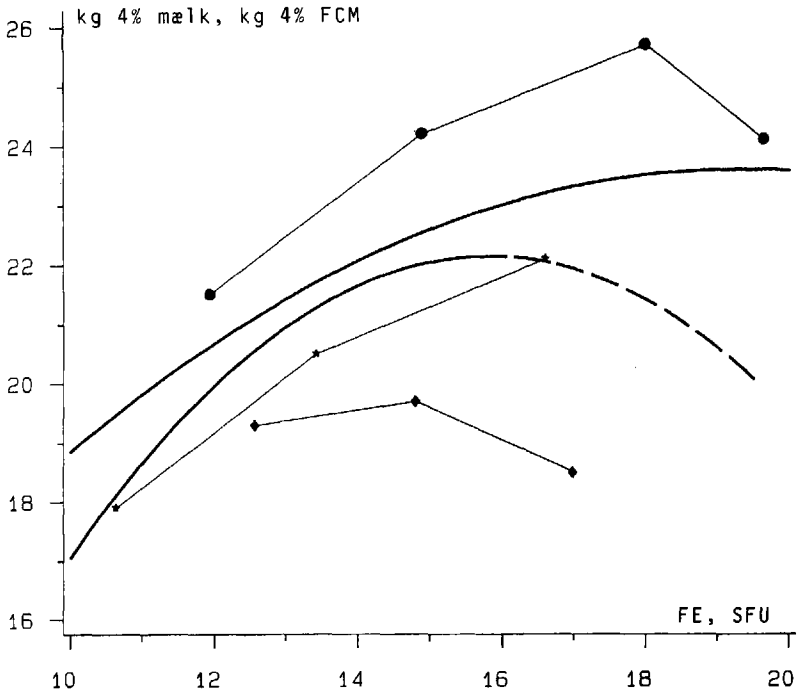
Til sammenligning er der også vist udbyttekurver for produktionsfunktionerne, idet disse er tilpasset ydelsesniveauet i de pågældende forsøg. I de 2 forsøg, som er udført på et højt energiniveau, er der mod-

stridende virkning af øget energiniveau på mælkeydelsen. I forsøget af Steen & Gordon (1980b) faldt fedtprocenten i mælken med 0,2 enheder ved øget tilskudsfoder hos de køer, som fik græsensilage af tidlig slæt, mens der ikke i andre tilfælde var nogen virkning på fedtprocenten.

Fuldfoder ad libitum: Krohn & Andersen (1981) gennemførte et forsøg med fuldfoder med 3 forskellige energikoncentrationer, som opnåedes ved ombytning af græsensilage og byghalm med byg og fodersukkerroer. I rationen indgik desuden kraftfoder og roemelasse. Forsøgsperioden var 1-24 u.e.k. I et andet dansk forsøg (Krohn et al., 1985) tildeltes fuldfoder i 4 forskellige energikoncentrationer opnået ved ombytning af græsensilage med roemelasse, som udgjorde henholdsvis 0, 16, 32 og 48% af rationens tørstof. Rationen indeholdt endvidere kraftfoder, byg og byghalm. Forsøgsperioden var 3-20 u.e.k.

Macleod et al. (1984) undersøgte vekselvirkningen mellem energi og protein til 1. kalvs køer i 3-20 u.e.k. i et faktorielt forsøg med 3 energi- og 3 proteinkoncentrationer i fuldfoder ad libitum. Variationen i energikoncentrationen opnåedes ved ombytning af majs- og græsensilage med majs, hvorved grovfoder:kraftfoder forholdene blev henholdsvis 75:25, 55:45 og 35:65. I gennemsnit indeholdt den optagne ration kun 1600 g ford. råprotein og 350 g korr. råfedt. Der blev ikke fundet vekselvirkning mellem energi- og proteinkoncentration med hensyn til ydelsen.

Resultaterne af disse 3 forsøg er vist i figur 3.2, og til sammenligning er desuden vist den forventede ydelse ifølge produktionsfunktionerne på grundlag af foderindsatsen hos Krohn et al. (1985). I forsøget af Macleod et al. (1984) faldt mælkens fedtprocent fra 3,7 til 3,6 og 2,8 ved øget energikoncentration, mens mælkemængden steg fra 20,0 til 21,1 og 22,6 kg, og det er således rationens uheldige virkning på smørfedydelsen, som medfører det aftagende udbytte af 4% mælk. Årsagen til dette må primært søges i rationens stigende indhold af majsstivelse inden for hvert af de 3 proteinniveauer. Tilsvarende aftagende ydelse fandt Krohn et al. (1985) ved højeste niveau af melasse.



Figur 3.2 Mælkeydelsens afhængighed af energiniveau.

Figure 3.2 Dependency of milk yield on energy level.

★: Krohn & Andersen, 1981; ●: Krohn et al., 1985;

◆: Macleod et al., 1984

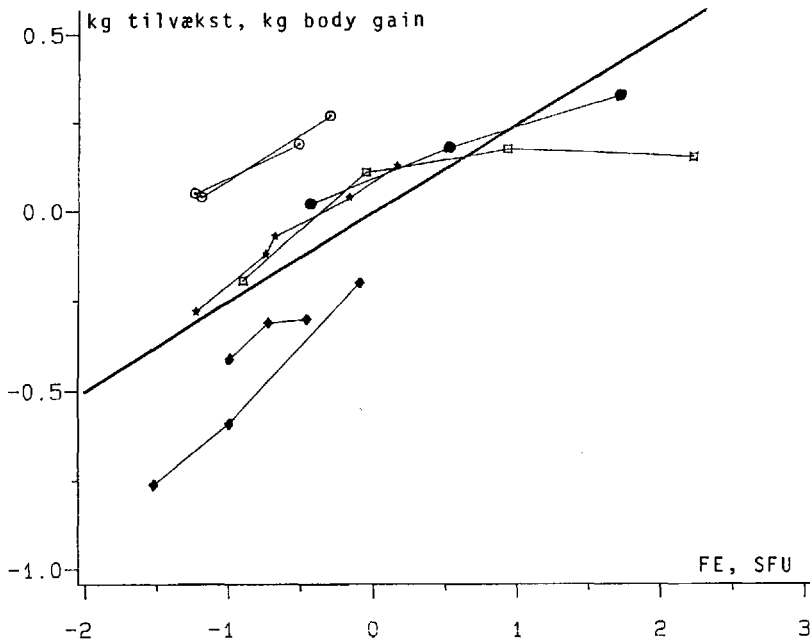
G: Græsensilagefunktion; RG: Roe/græsensilagefunktion.

G: Grass silage function; RG: Beets/grass silage function.

3.2 Tilvækst

Tilvæksten beregnes som beskrevet i afsnit 2.3 på grundlag af den energi, der er til rest, når de teoretiske behov til vedligeholdelse og mælkeydelse er tilgodeset, og når der er korrigeret for aftagende udnyttelse af energien ved stigende foderniveau. Denne beregningsmetode er undersøgt ved at plote den faktisk opnåede tilvækst mod netto-FE til rest i de af de tidligere omtalte forsøg, hvor tilvæksten er oplyst (figur 3.3). Det ønskes undersøgt, om virkningen af øget energiniveau i det enkelte forsøg er i overensstemmelse med beregningsmetoden uanset tilvækstens faktiske størrelse, hvilket vil sige, at de

linier, som forbinder energiniveauerne i forsøgene, skal ligge parallelt med en ret linje med hældningen 0,25 (kg tilvækst pr. FE ifølge norm).



Figur 3.3 Tilvækstens afhængighed af netto-FE til tilvækst.

Figure 3.3 Dependency of gain on net SFU for gain.

★: Gordon, 1984; ●: Krohn & Andersen, 1981; □: Krohn et al., 1985;
○ Moisey & Leaver, 1985; ◆: Steen & Gordon, 1980a og 1980b.

Andersen (1983) anfører, at funktionen for beregning af tilvækst gælder ved positiv tilvækst, idet funktionen blev fastlagt på grundlag af forsøg, hvor tilvæksten var positiv.

Af figur 3.3 fremgår, at der i hovedparten af forsøgene er negativ FE til rest, og at der i disse er en god ovenstemmelse mellem den fundne og den forventede virkning af stigende foderniveau. I de to danske forsøg (Andersen & Krohn, 1981; Krohn & Andersen, 1985), hvor FE til rest ligger på et relativt højt niveau, er der fundet lavere virkning på tilvæksten end forventet. I forsøget af Krohn & Andersen (1985) kan dette dog skyldes den meget store optagelse af melasse på de højeste foderniveauer.

4. EGNE UNDERSØGELSER

Med udgangspunkt i problemstillingen omtalt i kap. 1 er der gennemført et forsøg til efterprøvning af de p.t. anvendte af produktionsfunktioner. Formålet med forsøget er at fastlægge virkningen på foderoptagelse, mælkeydelse og tilvækst ved en ændring i alene energiniveauet, og at sammenligne de opnåede resultater med det forventede ifølge produktionsfunktionerne.

4.1 Materiale og metoder

Forsøget blev gennemført på 9 helårsforsøgsbrug gennem 5-11 måneder med køer i laktationsuge 1-24 i bindestalde med krybbebeskille vægge. I hver besætning blev den økonomisk optimale foderration fastlagt ud fra de aktuelle priser og foderremner på grundlag af de i kap. 2 omtalte funktioner ved kvadratisk optimering (Henneberg & Thysen, 1983; Thysen, 1983; Østergaard, 1983; Kristensen et al, 1984). Ved optimeringen blev der taget hensyn til køernes race og vægt samt besætningens forventede ydelseskapacitet.

I ad libitum-foderet indgik gårdens beholdninger af græs-, byghel-, majshelsæds- og roetopensilage, hør og ubehandlet eller NH₃-behandlet byghalm suppleret med mask og klid, når det var nødvendigt for at opnå et passende ad libitum foder (Østergaard, 1983). Udvalget af tilskuds-fodermidler blev tilrettelagt sådan, at der uanset energitilskuddet var muligheder for en foderration indeholdende ca. 2,2 kg ford. råprotein og ca. 0,7 kg korr. råfedt, hvilket bl.a. medførte at der i 2 besætninger indgik rapsfrø for at hæve fedtniveauet. Forudsætningerne for og resultaterne af optimeringen er vist i tabel 4.1.

Optimeringen blev gennemført sådan, at der i de optimale rationer indgik 1,5 FE byg eller roepiller. Forsøgsbehandlingerne blev opnået ved, at hold L (lavt foderniveau) blev tildelt 0 FE byg eller roepiller, hold M (middel foderniveau) 1,5 FE byg eller roepiller og hold H (højt foderniveau) 3,0 FE byg eller roepiller. I 6 besætninger anvendtes kun behandling L og H, og i 3 besætninger anvendtes L, M og H. Forskellen i energioptagelse mellem hold L og H forventedes at blive ca. 2 FE, mens forskellene i protein- og fedtoptagelse forventedes at blive me-

get små på grund af et lavere indhold af protein og fedt i byg og roepiller end i ad libitum foderet.

Tabel 4.1 Forsøgsbesætninger, optimale foderrationer (middelniveau) og antal forsøgskøer.

Table 4.1 Experimental herds, optimum feed rations (medium level) and number of cows

H-nr. Herd no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Besætninger, Herds									
Race, Breed	SDM	J	J	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM
Vægt, kg Weight, kg	610	440	380	580	570	570	580	570	560
Kg 4% mælk Kg 4% FCM	7500	7000	6500	6000	7000	6500	6500	7000	6000
Fodermidler, Feeds									
C-blanding Compound	4,8	5,0	4,6	4,8*	4,5*	4,0	4,7	4,0	4,5
Byg/kosetter Barley/beet pellets	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Roer og melasse Beets, molasses	5,0	3,5	3,5	5,0	5,5	5,0	4,3	5,5	5,5
Ad libitum Ad libitum	5,7	5,0	5,5	5,0	5,0	6,0	5,0	5,5	5,0
Rationer, Rations									
Energi, FE Energy, SFU	17,0	15,0	15,0	16,3	16,5	16,5	15,5	16,5	16,5
Ford.råprot., g Dig. protein, g	2630	2350	2390	1850	2060	2340	2250	2270	2330
Korr. råfedt, g Dietary fat, g	780	790	740	800	750	579	700	570	690
Antal forsøgskøer, Number of exp. cows									
Første laktation First parity	12	10	19	28	10	18	33	24	31
Øvr. laktationer Other parities	8	24	38	32	18	18	33	12	37

* inkl. 1,5 FE rapsfrø. incl. 1,5 SFU of rape seed.

Forsøget blev indledt med en forperiode på 3 uger, hvor alle køer fik ration M. I forsøget indgik alle køer som ved forperiodens start var mindre end 12 u.e.k. Køer, som kælvete i løbet af forsøgsperioden, indgik tilfældigt på de 2 (3) hold. Forsøgskøerne blev blokket efter laktationsnummer og -stadium samt ydelse i forperioden. Køerne udgik af forsøget, når den sidste ko i en blok var 24 uger efter kælvning. I alt indgik 405 køer, heraf 91 Jersey-køer.

Foderoptagelsen blev bestemt over 1 døgn 3 gange pr. 4 uger særskilt for hver forsøgsbehandling. Der blev udtaget prøver til kemiske analyser af ad libitum-foderet hveranden uge, af roer hver 4. uge og af hvert parti indkøbt foder. Foderprøverne blev analyseret efter gældende forsøgspraksis, herunder in vitro fordøjelighed af ensilagen. Rationernes indhold af energi, protein og fedt er beregnet for hvert registreringsdøgn, og gennemsnittet over forsøgsperioden er anvendt til at karakterisere besætningens foderration. Indholdet af FE i græsensilage er beregnet efter Frederiksen (1969), i helsædsensilage efter Thomsen & Henriksen (1976) og i øvrige fodermidler efter Andersen & Just (1983).

Ydelsen blev registreret hveranden uge. Køernes vægt blev registreret ved forsøgsperiodens start og afslutning. Vægten blev bestemt enten ved vejning eller måling af brystomfanget (dobbelmålinger). 1 cm forøgelse i brystomfang er ansat til 8 kg tilvækst. Sygdomstilfælde blev registreret af dyrlægen i forbindelse med behandling.

I en indledende analyse undersøgtes, om forsøgsudslaget var påvirket af besætning eller af koens laktationsstadium. I denne analyse anvendes kun køer på højt og lavt energiniveau, idet den afhængige variabel var disses ydelsesdifferens i hver blok bestående af 2 køer:

Model I: $Y = \text{gns.}$

- + G: gård
- + L: laktationsstadium ved start
- + V: varighed af forsøg
- + L x V
- + G x L
- + G x V
- + rest

L var inddelt i 3 klasser: 1-6, 7-12 og 13-15 u.e.k., og V var delt i 4 klasser: 7-12, 13-18, 19-24 og 25-30 uger.

Mælkeydelse og tilvækst blev derefter analyseret med model II:

Model II: $Y = \text{gns.}$

$$\begin{aligned} &+ b_1 \times \text{vægt eller } b_2 \times \text{brystmål} \\ &+ b_3 \times \text{ydelse i forperioden} \\ &+ \text{gård} \times \text{blok} \\ &+ \text{gård} \times \text{behandling} \\ &+ \text{rest.} \end{aligned}$$

Ved hjælp af model II blev virkningen af henholdsvis 1,5 og 3 FE byg estimeret for hver besætning. Den gennemsnitlige virkning i alle besætninger blev beregnet ved vægtning af estimerterne fra de enkelte besætninger med den tilhørende standardfejl, således at besætninger med mindst variation og størst antal køer gives størst vægt.

Den forventede virkning på ydelse og tilvækst ifølge produktionsfunktionerne blev beregnet ved at indsætte hvert holds gennemsnitlige optagelse af energi, protein og fedt i funktionerne omtalt i kap. 3. Den gennemsnitlige, forventede virkning blev beregnet ved hjælp af samme vægtning som omtalt ovenfor.

4.2 Resultater og diskussion

Forsøget blev tilrettelagt med henblik på at fremskaffe resultater, som er repræsentative for de forhold, hvorunder produktionsfunktionerne anvendes til optimering af foderrationer. De ressourcer, som var til rådighed for forsøgets gennemførelse, er derfor fordelt på sammenlignende undersøgelser i 9 besætninger over 5 til 11 måneder, hvor samtlige køer i laktationsafsnittet 1-24 uger efter kælvning er inddraget, og hvor der er foretaget de skift i foderrationens sammensætning, som forekommer i praksis. Nøjagtigheden er derved mindre end i forsøg med ensartet foder og køer fra kælvning til f. eks. 24 u.e.k., og resultaterne fra den enkelte besætning kan derfor ikke tillægges afgørende betydning. Derimod kan gennemsnittet af besætningsresultaterne og den tilhørende standardafvigelse anvendes til test af produktionsfunktionerne, hvis forsøgsbehandlingerne ikke har haft signifikant forskellig virkning i de enkelte besætninger. Dette er undersøgt

i den indledende analyse (model I), hvor forsøgsudslaget er målt som forskellen i ydelse og tilvækst mellem behandling L og H, d.v.s. udslaget ved at øge tilskudsfoderet med 3 FE byg eller roepiller.

Forskellen er beregnet for par af køer, som er så ens som praktisk muligt. I analysen er det endvidere undersøgt om parrenes laktationsstadium ved indgang i forsøget og varigheden af parrenes deltagelse i forsøget har haft indflydelse på forsøgsudslaget.

Resultaterne af denne analyse er vist i tabel 4.2, hvoraf det fremgår, at der ikke er fundet signifikante virkninger på forsøgsudslaget. Det er derfor konkluderet, at testen af produktionsfunktionerne kan foretages på grundlag af gennemsnit af de observerede og forventede forskelle mellem forsøgsbehandlingerne.

Tabel 4.2 Forsøgsudslagets afhængighed af gård, dage efter kælvning ved begyndelse og varighed af forsøget. Kg 4% mælk og g tilvækst pr. ko daglig 1-24 u.e.k.

Table 4.2 Associations between experimental effect and herd, days post partum at start of and days in experiment. Kg 4% FCM and g weight gain per cow daily 1-24 w.p.p.

Kilde Source	Frgh. D.F.	Ydelse Yield		Tilvækst Wgt. gain	
		SAK SS	P P	SAK SS	P P
G: Gaard, Herd	8	203	0,19	1416	0,80
L: Lakt. stad. ved start* Lact. stage at start	2	72	0,14	452	0,49
V: Uger i forsøg** Weeks in experiment	3	78	0,23	345	0,78
L x V	2	4	0,88	449	0,49
G x L	10	333	0,05	4805	0,14
G x V	15	237	0,58	5420	0,32
Model	42	792	0,39	12864	0,52
Rest (Error)	133	2368		41627	
Standardafvigelse (S.D.)		4,2		18	

* 1: 1-6, 2: 7-12 og 3: 13-18 u.e.k. (w.p.p.)

** 1: 7-12, 2: 13-18, 3: 19-24 og 4: 25-30 uger (weeks)

I det følgende vises og diskuteres kun resultater, som har direkte betydning for testen af produktionsfunktionerne. Supplerende oplysninger vedrørende foderoptagelse og produktion er givet i appendiks A.

Tabel 4.3 viser forskellene mellem forsøgsbehandlingerne med hensyn til optagelse af energi, protein og fedt samt observerede og forventede forskelle i produktion af 4% mælk og tilvækst. Forøgelsen af tilskudsfoderet med 3 FE byg eller roepiller (H-L) medførte i gennemsnit en stigning i energiniveauet på 2,3 FE. Ved fyldefaktorer for byg/roepiller og ad libitum-foder på henholdsvis 0,2 og 0,7 forventes en stigning på ca. 2,2 FE, og der er således god overensstemmelse mellem det fundne og det forventede. Protein- og fedtniveauet er som planlagt mindre påvirket. Ved en forøgelse på 1,5 FE byg/roepiller (M-L) er der fundet en intermediær virkning på foderoptagelsen.

Tabel 4.3 Observerede og forventede virkninger på foderoptagelse, mælkeydelse og tilvækst af tilskud af byg eller roepiller. Pr. ko daglig.

Table 4.3 Observed and expected effects on feed intake, milk yield and weight gain of supplements of barley or beet pills. Per cow daily.

	1,5 FE (N=3)				3,0 FE (N=9)			
	Observeret		Forventet		Observeret		Forventet	
	Gns.	s.e.	RG ¹	G ²	Gns.	s.e.	RG ¹	G ²
	Mean	s.e.			Mean	s.e.		
Energi, FE	1,1	0,15			2,3	0,06		
Energy, SFU								
Ford. råprot, g	49	18			121	13		
Dig. crude prot.								
Korr. råfedt, g	9	17			33	6		
Corr. crude fat								
4% mælk, kg	0,71	0,40	0,24	0,64	0,65	0,33	-0,14	1,04
4% FCM, kg								
Tilvækst, g	65	87	161 ³		99	43	224 ³	
Weight gain, g								

- 1 Roe/græsensilage-funktion Beet/grass silage function.
 2 Græsensilagefunktion Grass silage function.
 3 Rest-energi funktion Residual energy function.

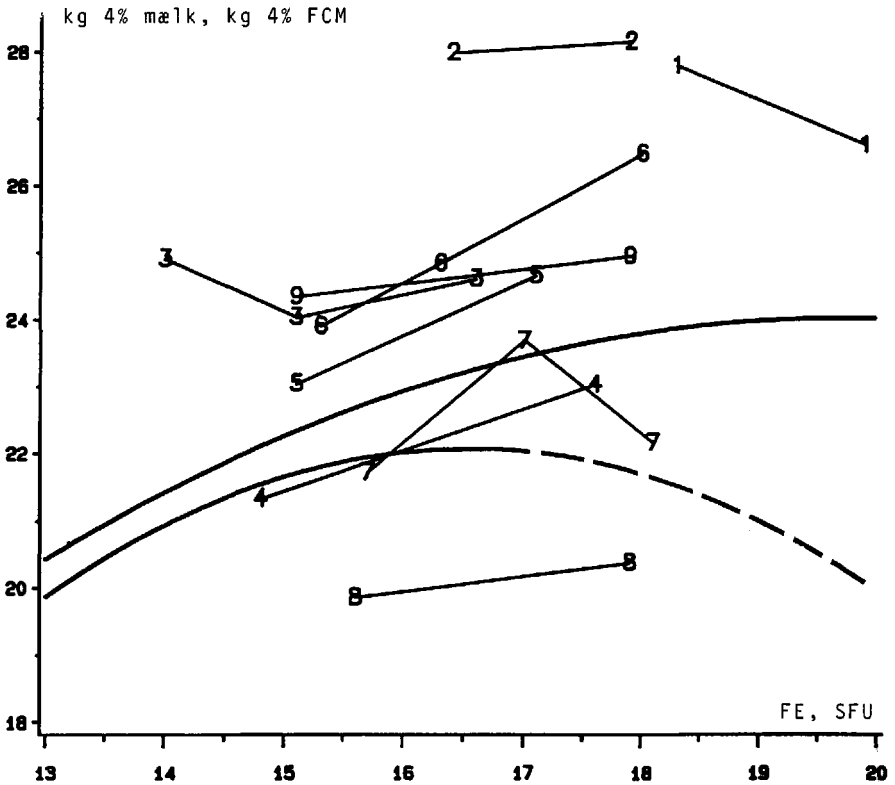
Det øgede foderniveau bevirkede, at mælkeydelsen steg med 0,71 og 0,65 kg 4% mælk ved henholdsvis 1,5 og 3,0 FE byg/roepiller. De to resultater er dog ikke direkte sammenlignelige, da der kun er 3 besætninger med behandling M. Den forventede ydelse er beregnet ved indsættelse af de enkelte forsøgsholds optagelse af energi, protein og fedt i produktionsfunktionerne beskrevet i kap. 2, hvorefter merydelsen ved forsøgsbehandlingen er beregnet for hver besætning. Den gennemsnitlige forventede merydelse ved 3,0 FE byg eller roepiller er -0,14 kg 4% mælk ved roe/græsensilage-funktionen (RG), dvs. -0,79 kg 4% mælk i forhold til forsøgsresultatet. Denne forskel er signifikant forskellig fra nul på 5% niveauet. Ved græsensilage-funktionen (G) er den forventede merydelse 1,04 kg 4% mælk, dvs. +0,39 kg 4% mælk i forhold til forsøgsresultatet.

En beregning ud fra de af Østergaard (1979) og Andersen (1983) angivne funktioner for ydelsens afhængighed af FE viser, at der i gennemsnit af de 9 besætninger kan forventes en merydelse på henholdsvis -0,13 og 0,29 kg 4% mælk, når der korrigeres for ydelseskapacitet og race. Virkningen af 3 FE byg eller roepiller ekstra i dette forsøg (0,65 kg 4% mælk) var dermed større, end der tidligere er fundet for en tilsvarende mængde A-blanding.

Fig. 4.1 viser gennemsnitsydelsen for de enkelte forsøgshold i hver besætning og kurver for den forventede ydelse ved de to produktionsfunktioner.

Køernes tilvækst steg i gennemsnit med 99 g pr. dag ved forøgelse af tilskudsfoderet med 3,0 FE byg eller roepiller (tabel 4.3). Den forventede tilvækst ved 0,25 kg tilvækst pr. netto-FE til tilvækst (beregnet ud fra aktuelt foderniveau og ydelse) var 224 g pr. dag, og der er således tale om en signifikant overvurdering ($P < 0,01$). Fig. 4.2 viser sammenhængen mellem tilvækst og netto-FE til tilvækst i de 9 forsøgsbesætninger.

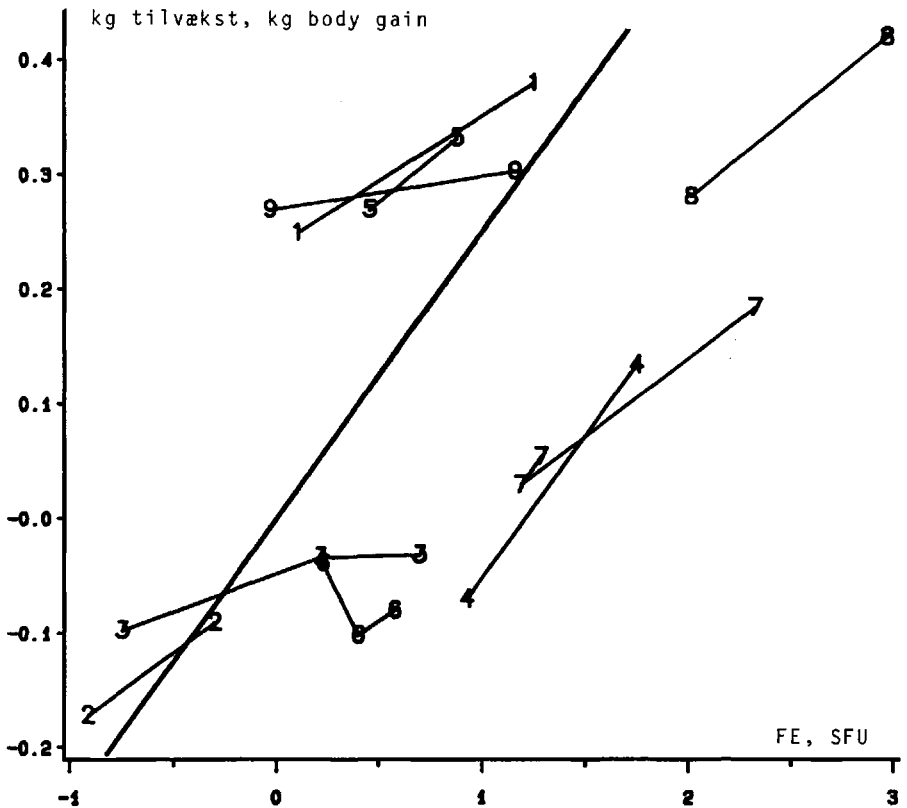
Energyniveauet var i gennemsnit 15,6 og 17,9 FE for forsøgsholdene med og uden 3 FE byg eller roepiller, dvs. henholdsvis mindre og mere end hvor der ifølge de tidligere forsøg forventes maksimal ydelse. I dette forsøg fandtes en svagt stigende ydelse (0,65 kg 4% mælk for 2,3 FE),



Figur 4.1 Mælkeydelse i forhold til energiniveau i de enkelte forsøgsbesætninger.

Figure 4.1 Milk yield in relation to energy level in the individual herds.

hvilket ikke tyder på et økonomisk optimalt energiniveau, som er væsentligt forskelligt fra det, der er fastlagt på grundlag af de tidligere forsøg. Forskelle i foderrationens sammensætning og i køernes arvelige anlæg kan være medvirkende til et ændret marginaludbytte ved stigende energitildeling.



Figur 4.2 Tilvækst i forhold til netto-FE til tilvækst i de enkelte forsøgsbesætninger.

Figure 4.2 Weight gain in relation to net SFU for gain in the individual experimental herds.

Produktionsfunktionerne for mælkeydelsens afhængighed af energi, protein og fedt er dannet ved kombination af resultater fra flere forsøg (jf. kap. 2), og som en følge heraf er der en væsentlig forskel mellem roe-/græsensilagefunktionen og græsensilagefunktionen i den forventede virkning af en forøgelse af alene energiniveauet. Resultatet af nærværende forsøg er intermediært, men dog nærmest græsensilagefunktionen. Der er, siden de nævnte produktionsfunktioner blev fastlagt, gennemført en række forsøg blandt andet vedrørende protein og kulhydrater i foderrationen, som yderligere kan styrke grundlaget for fastlæggelse af produktionsfunktioner for mælkeydelse.

7. LITTERATUR

- Andersen, P.E. 1983. Produktionsniveauets afhængighed af energioptagelsen. I: Optimale foderrationer til malkekoen (red. Vagn Østergaard & A. Neimann-Sørensen). 551. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 14.1-14.20.
- Andersen, P.E. & Just, A. 1983. Tabeller over foderstoffers sammensætning m.m. 8. udg., Det kgl. danske Landhusholdningsselskab, København, 102 pp.
- Danfær, A. 1983. Energiværdien af malkekoens foder falder med stigende foderoptagelse. Ugeskr. f. Jordbrug, 27. 515-519.
- Danfær, A., Thysen, I. & Østergaard, V. 1980. Proteinniveauets indflydelse på malkekøernes produktion. I. Mælkeydelse, tilvækst og sundhed. 492. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København, 165 pp.
- Frederiksen, J.H. 1969. Beregningen af foderværdien i græsmarksafgrøder, roer og roetop. 371. Ber. fra Statens Husdyrbrugsforsøg, København.
- Gordon, F.J. 1984. The effects of level of concentrate supplementation given with grass silage during the winter on the total lactation performance of autumn-calving dairy cows. J. Agric. Sci., Camb. 102, 163-179.
- Henneberg, U. & Thysen, I. 1983. Foderbudgettering og fastsættelse af faktor- og produktpriser. I: Optimale foderrationer til malkekoen (red. Vagn Østergaard & A. Neimann-Sørensen). 551. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 16.1-16.18.
- Kristensen, T., Kristensen, E.S., Thysen, I. & Hindhede, J. 1984. Fremgangsmåde ved økonomisk optimering af malkekoens foderration. I: Helårsforsøg med kvæg XXIV (red. Vagn Østergaard & Jens Hindhede). 571. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 66-85.
- Kristensen, V.F. 1983. Styring af foderoptagelsen ved hjælp af foderrationens sammensætning og valg af fodringsprincip. I: Optimale foderrationer til malkekoen (red. Vagn Østergaard & A. Neimann-Sørensen). 551. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 7.1-7.35.
- Krohn, C.C. & Andersen, P.E. 1978. Forskellig energi- og proteinmængde til malkekøer i tidlig laktation. 475. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 72 pp.
- Krohn, C.C. & Andersen, P.E. 1981. Fuldfoder med forskellig energikoncentration til første kalvs køer før og efter kælvning. Medd. nr. 401, Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 4 pp.
- Krohn, C.C., Andersen, P.E. & Hvelplund, T. 1985. Stigende mængde roemelasse i fuldfoder til malkekøer. Medd. nr. 568, Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 4 pp.

- Macleod, G.K., Grieve, D.G., McMillan, I. & Smith, G.C. 1984. Effect of varying protein and energy densities in complete rations fed to cows in first lactation. *J. Dairy Sci.* 67. 1421-1429.
- Moisey, F.R. & Leaver, J.D. 1985. Systems of concentrate allocation for dairy cattle. 3. A comparison of two flat-rate feeding systems at two amounts of concentrates. *Anim. Prod.* 40. 209-217.
- Steen, R.W.J. & Gordon, F.J. 1980a. The effect of level and system of concentrate allocation to January/February calving cows on total lactation performance. *Anim. Prod.* 30. 39-51.
- Steen, R.W.J. & Gordon, F.J. 1980b. The effect of type of silage and level of concentrate supplementation offered during early lactation on total lactation performance of January/February calving cows. *Anim. Prod.* 30. 341-354.
- Thomsen, K.V. & Henriksen, J. 1976. Laboratoriemetoder til vurdering af fodermidlers og foderblandingers energetiske næringsværdi til drøvtyggere. 436. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 29 pp.
- Thysen, I. 1983. Alternative fremgangsmåder ved optimering af foderrationer. I: Optimale foderrationer til malkekoen (red. Vagn Østergaard & A. Neimann-Sørensen). 551. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 17.1-17.28.
- Thysen, I. 1985. Matematiske modeller til optimering af foderrationer i kvægbesætninger. Licentiatafhandling. Husdyrbrugsinstituttet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, København. 119 pp.
- Østergaard, V. 1979. Strategies for concentrate feeding to attain optimum feeding level in high yielding dairy cows. 482. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 138 pp.
- Østergaard, V. 1983. Optimale foderrationer til malkekoen under forskellige forhold. I: Optimale foderrationer til malkekoen (red. Vagn Østergaard & A. Neimann-Sørensen). 551. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 18.1-18.49.
- Østergaard, V., Danfær, A., Daugaard, J., Hindhede, J. & Thysen, I. 1981. Foderfedtets indflydelse på malkekøernes produktion. 508. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 140 pp.
- Østergaard, V. & Neimann-Sørensen, A. 1983 (red.) Optimale foderrationer til malkekoen. Foderværdi, foderoptagelse, omsætning og produktion. 551. Ber., Statens Husdyrbrugsforsøg, København.

APPENDIKS A: HOVEDRESULTATER

Tabel A.1 Foderoptagelse. Pr. ko daglig

Table A.1 Feed intake. Per cow daily.

H-nr. (race)	Beh.	Tør- stof kg	FE	Ford. råprot. g	Korr. råfedt g	Suk- ker g	Sti- velse g	Ford. celle vægsstof g
Herd (breed)	Treat- ment	Dry matter kg	Net energy SFU	Dig. crude prot. g	Fat g	Sugar g	Starch g	Dig. cell wall mat., g
1 (SDM)	L	20,0	18,3	3027	973	4160	676	5233
	H	21,0	19,9	3031	1004	3838	2142	5118
2 (Jers.)	L	15,7	15,4	2600	805	3238	863	3996
	H	17,1	16,9	22568	758	3960	749	4669
3 (Jers.)	L	13,4	13,0	2208	802	2147	1020	3492
	M	14,2	14,1	2219	771	2685	964	3770
	H	15,8	15,6	2308	769	3326	979	4297
4 (SDM)	L	16,3	14,8	1883	859	3686	898	4889
	H	18,4	17,6	2153	925	3873	2426	4760
5 (SDM)	L	16,6	15,1	2017	841	3966	352	4727
	H	17,8	17,1	2101	859	3925	1816	4548
6 (SDM)	L	17,2	15,3	2434	514	3053	293	5735
	M	17,7	16,3	2518	541	3021	1005	5488
	H	19,3	18,0	2675	595	3064	1758	5873
7 (SDM)	L	19,4	15,7	2703	732	3273	1009	6307
	M	20,4	17,0	2755	762	3353	1744	6585
	H	21,2	18,1	2777	785	3297	2392	6343
8 (SDM)	L	17,7	15,6	2190	558	4323	315	5202
	H	19,5	17,9	2325	608	4382	1810	5214
9 (SDM)	L	16,2	15,1	2021	630	4176	990	4664
	H	18,4	17,9	2231	712	4053	2476	4912
Gns. Ave.	H-L	1,8	2,3	63	33	205	1126	165

APPENDIKS A: HOVEDRESULTATER

Tabel A.2 Mælkeproduktion og tilvækst. Mindste kvadraters gennemsnit og standardfejl, pr. ko daglig 1-24 uger efter kælvning.

Table A.2 Milk production and weight gain. Least square means and standard errors, per cow daily 1-24 weeks post partum.

H-nr. (race) Herd (breed)	Beh. Treat- ment	4% mælk 4% FCM		Mælk Milk		Smørfedt Butterfat		Protein		Tilvækst Wgt. gain	
		gns. mean	s.e. s.e.	gns. mean	s.e. s.e.	gns. mean	s.e. s.e.	gns. mean	s.e. s.e.	gns. mean	s.e. s.e.
1 (SDM)	L	27,8	0,9	28,8	0,9	1084	40	885	26	249	111
	H	26,6	0,9	27,1	0,9	1052	40	880	26	379	111
2 (Jers.)	L	28,0	0,7	21,9	0,7	1282	31	822	20	-172	85
	H	28,2	0,7	22,0	0,7	1292	31	837	20	-91	85
3 (Jers.)	L	24,9	0,7	19,9	0,7	1131	30	747	19	-98	82
	M	24,0	0,7	19,2	0,7	1092	30	729	19	-34	82
	H	24,6	0,7	19,8	0,7	1114	30	747	19	-32	82
4 (SDM)	L	21,3	0,5	22,6	0,5	820	23	701	15	-71	64
	H	23,0 ^b	0,5	24,4 ^b	0,5	885 ^b	23	772 ^c	15	133 ^b	64
5 (SDM)	L	23,1	0,7	24,1	0,7	895	34	759	22	336	94
	H	24,7	0,7	26,3 ^b	0,7	944	34	841 ^c	22	414	94
6 (SDM)	L	23,9	0,8	24,3	0,8	945	37	764	24	-49	102
	M	24,9	0,8	24,9	0,8	993	36	771	24	-128	101
	H	26,5 ^b	0,8	26,3 ^a	0,8	1063 ^b	36	828 ^a	24	-101	101
7 (SDM)	L	21,7	0,6	23,1	0,6	832	27	730	18	67	75
	M	23,7	0,6	24,7	0,6	922	27	780	18	36	75
	H	22,2	0,6	23,5	0,6	852	27	752	18	229	74
8 (SDM)	L	19,9	0,7	20,5	0,7	777	30	668	19	350	83
	H	20,4	0,7	21,3	0,7	791	30	709	19	524	83
9 (SDM)	L	24,4	0,5	25,2	0,5	951	22	806	14	336	60
	H	25,0	0,5	26,1	0,5	969	22	849 ^b	14	378	60
Gns. Ave.	H-L	0,7 ^b	0,3	0,7 ^b	0,3	27 ^a	15	37 ^c	10	98 ^b	40

Test af hypotesen L = H: ^a p ≤ 0,10 ^b p ≤ 0,05 ^c p ≤ 0,01
 Test of hypothesis L = H

634 - 644