



# Fuldfoder kontra separat tildeling af energirige foderrationer udfodret efter ædelyst eller restriktivt til malkekøer

*Total mixed rations versus separate feeding of concentrate rich rations fed restrictively or ad libitum to dairy cows*

Ole Aaes  
Afd. for Forsøg med Kvæg og Får

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

Statens Husdyrbrugsforsøg, oprettet 1883, er en institution under Landbrugsministeriet.

Institutionen har til formål at gennemføre forskning og forsøg og opbygge viden af betydning for erhvervsmæssigt husdyrbrug i Danmark og bidrage til en hurtig og sikker formidling af resultater til brugerne.

Der skal i forsknings- og forsøgsarbejdet lægges vægt på ressourceudnyttelse, miljø og dyrevelfærd samt husdyrprodukternes kvalitet og konkurrenceevne.

Institutionen er opdelt i fem forskningsafdelinger, et Centrallaboratorium, en Afdeling for Landbrugsdrift og et Sekretariat. Forskningsafdelingerne omfatter Afd. for Dyrefysiologi og Biokemi samt fire dyreartsorienterede afdelinger: Afd. for Forsøg med Kvæg og Får, Afd. for Forsøg med Svin og Heste, Afd. for Forsøg med Fjerkræ og Kaniner samt Afd. for Forsøg med Pelsdyr.

Abonnement på Statens Husdyrbrugsforsøgs Forskningsrapporter, Beretninger og Informationsblad kan tegnes ved direkte henvendelse til Statens Husdyrbrugsforsøg på ovenstående adresse.

**NATIONAL INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE**  
**Research Centre Foulum, P.O. Box 39, DK-8830 Tjele**  
**Tel: +45 89 99 19 00. Fax: +45 89 99 19 19**

The National Institute of Animal Science was founded in 1883 and is a governmental research institute under the Ministry of Agriculture.

The aim of the institute is to carry out research and accumulate knowledge of importance to Danish animal husbandry and to contribute to an efficient implementation of the results to the producers.

In the research great importance is attached to the utilization of resources, environment and animal welfare and to the quality and competitiveness of the agricultural products.

The National Institute of Animal Science comprises five research departments, a Central Laboratory, a Department for Farm Management and Services, and a Secretariat. The research departments comprise: Dept. for Animal Physiology and Biochemistry, Dept. for Research in Cattle and Sheep, Dept. for Research in Pigs and Horses, Dept. for Research in Poultry and Rabbits, and Dept. for Research in Fur Animals.

For subscription to reports and other publications please apply directly to the above address.

Forskningsrapport nr. 16/1993  
fra Statens Husdyrbrugsforsøg

*Report No. 16/1993*

*from the National Institute of Animal Science, Denmark*

---

Fuldfoder kontra separat tildeling af  
energirige foderrationer udfodret efter ædelyst  
eller restriktivt til malkekøer

*Total mixed rations versus separate feeding of concentrate  
rich rations fed restrictively or ad libitum to dairy cows*

With English summary and subtitles

**Ole Aaes**

**Afd. for Forsøg med Kvæg og Får**

Forskningscenter Foulum 1993

Manuskriptet afleveret december 1993

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a.s 1993



# Indholdsfortegnelse

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Sammendrag                                        | 5  |
| English summary                                   | 6  |
| 1 Baggrund og mål                                 | 7  |
| 2 Materiale og metode                             | 7  |
| 2.1 Forsøgsplan                                   | 7  |
| 2.2 Forsøgsdyr                                    | 8  |
| 2.3 Forsøgsfoder                                  | 8  |
| 2.4 Fodring                                       | 9  |
| 2.5 Registreringer og analyser                    | 10 |
| 2.5.1 Ydelseskontrol og vejninger                 | 10 |
| 2.5.2 Fodertildeling og tilbagevejninger          | 10 |
| 2.5.3 Foderanalyser                               | 10 |
| 2.6 Fordøjelighedsforsøg og vomprøver             | 10 |
| 2.7 Statistiske analyser                          | 10 |
| 2.8 Beregninger                                   | 11 |
| 3 Resultater                                      | 11 |
| 3.1 Fodersammensætning og kvalitet                | 11 |
| 3.2 Foderoptagelse                                | 12 |
| 3.3 Mælkeydelse                                   | 14 |
| 3.4 Tilvækst                                      | 15 |
| 3.5 Sundhed                                       | 15 |
| 3.6 Fordøjelighedsundersøgelser                   | 15 |
| 3.7 Fordelingen af flygtige fedtsyrer i vomvæsken | 16 |
| 4 Diskussion                                      | 17 |
| 4.1 Foderoptagelse                                | 17 |
| 4.2 Mælkeydelse                                   | 18 |
| 4.3 Tilvækst                                      | 20 |
| 4.4 Fordøjelighedsundersøgelse                    | 20 |
| 4.5 VFA-fordeling i vommen                        | 20 |
| 5 Konklusion                                      | 21 |
| Litteratur                                        | 22 |

# Contents

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| <b>Danish summary</b> .....                                 | 5  |
| <b>English summary</b> .....                                | 6  |
| <b>1 Introduction</b> .....                                 | 7  |
| <b>2 Material and methods</b> .....                         | 7  |
| 2.1 Experimental design .....                               | 7  |
| 2.2 Experimental animals .....                              | 8  |
| 2.3 Experimental feedstuffs .....                           | 8  |
| 2.4 Feeding .....                                           | 9  |
| 2.5 Registrations and analyses .....                        | 10 |
| 2.5.1 Yield control and weight control .....                | 10 |
| 2.5.2 Feed allocation and refusals .....                    | 10 |
| 2.5.3 Feed analyses .....                                   | 10 |
| 2.6 Digestibility experiments and rumen fluid samples ..... | 10 |
| 2.7 Statistical analyses .....                              | 10 |
| 2.8 Calculations .....                                      | 11 |
| <b>3 Results</b> .....                                      | 11 |
| 3.1 Composition and quality of the feeds .....              | 11 |
| 3.2 Feed intake .....                                       | 12 |
| 3.3 Milk yield .....                                        | 14 |
| 3.4 Daily weight gain .....                                 | 15 |
| 3.5 Health .....                                            | 15 |
| 3.6 Digestibility of the nutrients .....                    | 15 |
| 3.7 Volatile fatty acids in the rumen fluid .....           | 16 |
| <b>4 Discussion</b> .....                                   | 17 |
| 4.1 Feed intake .....                                       | 17 |
| 4.2 Milk yield .....                                        | 18 |
| 4.3 Daily weight gain .....                                 | 20 |
| 4.4 Digestibility .....                                     | 20 |
| 4.5 VFA .....                                               | 20 |
| <b>5 Conclusion</b> .....                                   | 21 |
| <b>References</b> .....                                     | 22 |

# Sammendrag

Fodringsprincippet betydning ved fodring med foderrationer med stor andel af letomsætteligt foder og dermed tilsvarende høje energikoncentrationer blev undersøgt i et holdforsøg med i alt 184 SDM malkekøer. Der indgik 2 fodringsprincipper, fuldfoder eller separat tildeling, og der blev fodret med 3 energikoncentrationer på hvert fodringsprincip. Yderligere 2 hold indgik på de energirigste rationer, men foderet blev tildelt restriktivt. De forskellige energikoncentrationer blev opnået ved at øge mængden af letomsættelige fodermidler, som hovedsageligt bestod af byg og roer, og sænke mængden af grovfoder, der bestod af græsensilage og bygalm. De planlagte andele af letomsætteligt foder var 62 - 70 og 78% af tørstoffet.

De første 3 uger efter kælvning blev alle køer tildelt samme foderration. Forsøgsperioden var fra 4. - 20. laktationsuge.

Foderoptagelsen var 2,4 kg tørstof større ved fodring med fuldfoder frem for separat tildeling og den steg svagt med stigende energikoncentration. De separat fodrede køer åd mindre end beregnet ud fra foderoptagelseskapaleteten. Derfor blev de opnåede andele af letomsætteligt foder på disse hold 68 - 77 og 80% af tørstoffet.

Mælkemængden var mindst på de to hold, der fik de energifattigste rationer, og der var tendens til større mælkemængde på de separatfodrede hold. Fedtprocenten var derimod meget forskellig mellem fodringsprincipperne, idet der var 1,04 %-enhed højere fedt-% på fuldfoderholdene end hos de separat fodrede. Forskellen i fedtprocent mel-

lem energikoncentrationerne var kun på ca. 0,40 %-enhed, men der var en vekselvirkning mellem fodringsprincip og energiniveau, idet fedtprocenten først faldt ved 78% letomsætteligt foder på fuldfoderholdene.

Proteinprocenten steg med stigende energiniveau og var derfor 0,11 %-enheder lavere på de separatfodrede hold end på fuldfoderholdene. EKM-ydelsen blev 3,2 kg lavere på de separatfodrede hold og den var ens på de tre energikoncentrationer.

Fodringsprincippet havde ingen betydning for tilvæksten, der var på gennemsnitlig 355 g pr. dag i forsøgsperioden. Derimod var der en forskel på over 200 g mellem laveste og højeste energikoncentration.

De to hold, der blev fodret restriktivt med den energirige ration, havde lavere ydelse i forhold til foderniveauet end de hold, der blev fodret ad libitum. Fedtprocenten var også 0,26 %-enheder lavere ved fuldfoder udfodret restriktivt på samme energikoncentration. Fordøjeligheden af organisk stof var lavere på fuldfoderholdene end på de separatfodrede hold, hvorimod cellevægsfordøjeligheden viste den modsatte tendens.

Konklusionen af forsøget er, at ved foderrationer med meget høje andele af letomsætteligt foder er der en meget stor effekt på foderoptagelsen og mælkeydelsen af at tildele foderet som fuldfoder frem for separat tildeling. Tildeling af energirige foderrationer restriktivt har ligeledes en negativ effekt på mælkeydelsen i forhold til ad libitum fodring.

**Nøgleord:** Fuldfoder, separat tildeling, restriktivt, ad libitum, foderoptagelse, mælkeydelse, tilvækst, fordøjelighed, VFA-fordeling.

# Summary

The effect of feeding method with high energy rations to dairy cows was investigated in a factorial designed experiment using two feeding methods (total mixed ration and separate feeding) and three energy concentrations in the ration (62-70 and 78% easily digestible feedstuffs on DM basis).

The total mixed ration was made by grass silage, barley straw, fodder beets, and barley based concentrate. The separate fed cows received a mixture of grass silage and barley straw in one trough and fodder beets and concentrate in another. The cows were fed the total mixed ration or roughage ad libitum.

Another two groups of cows were restrictively fed with either the mixed or separate fed ration at the high energy concentration level.

23 cows were allocated to each group according to lactation no., calving date, and live weight. Four weeks prior to and 3 weeks after calving all cows were fed the same. The yields in the standard period were used as covariates. The experimental period was from 4th to 20th week of lactation.

The feed intake was 2.4 kg DM greater when the cows were fed the total mixed ration compared to separate feeding, and it increased only slightly with increasing energy level. As the separate fed cows ate less roughage than expected from the feed intake capacity the proportion between roughage and concentrate was less than planned.

The milk yield was lower at the high energy ration, and there was a tendency to a higher milk yield at the separate fed rations. The fat content of the milk decreased with increasing energy

concentration in the rations. There was an interaction between feeding method and energy concentration because the fat content only decreased at the highest level of concentrate when the ration was fed as total mixed ration. The fat content was much lower at the separate fed rations compared to the total mixed rations (10.4 g/kg).

The protein content was increasing with increasing energy level, and it was lowest at the separate fed rations. The yield of energy corrected milk (ECM) was 3.2 kg lower at the separate fed rations and the level was the same for all three energy levels.

Restricted feeding with energy rich rations gave a lower yield than expected from the energy level, and even at the total mixed rations the fat content decreased more than at the same rations fed ad libitum.

Daily weight gain was on average 355 g and increased 200 g from the lowest to the highest energy concentration in the rations but there was no effect of feeding method.

The digestibility of organic matter was lower at the total mixed rations but there was a tendency to a higher digestibility of NDF and ADF at the total mixed rations compared to the separate fed rations. The NDF and ADF digestibility decreased with increasing energy concentration in the ration.

The conclusion of the experiment is that with rations with high amounts of easily digestible feedstuffs the feeding method had a great positive effect on feed intake and milk production when fed as total mixed rations. Feeding these rations restrictively increased the negative effects of feeding energy rich rations.

**Key words:** Total mixed rations, separate feeding, ad libitum, restrictive, dairy cows, feed intake, milk production, live weight gain, digestibility, VFA.



# 1 Baggrund og mål

Den planlagte måde at gennemføre fodringen på benævnes fodringsprincippet, og dækker f.eks. over hvorvidt der udfodres foderemner efter ædelyst eller restriktivt, og om der fodres med fuldfoder eller separat tildeling. Fuldfoder er defineret som een foderblanding, som kan dække dyrets behov for energi, næringsstoffer og fysisk struktur, men undtagen drikkevand.

Fodringsprincippet kan have betydning for foderoptagelse, produktion og foderudnyttelse pga. påvirkning af forgæringen i vommen. Således vil optagelse af store mængder hurtigt forgærbart foder sænke pH i vommen og nedsætte fordøjelsen af cellevægsstofferne, mens strukturrigt foder vil øge tyggetiden og sænke forgæringshastigheden til fordel for de cellulolytiske bakterier. Fodring med fuldfoder i forhold til separat tildeling betyder, at de letfordøjelige fodermidler indtages sammen med cellevægsrige grovfodermidler, hvilket udjævner forgæringen i vommen.

Fodring med fuldfoder i forhold til separat tildeling har i tidligere undersøgelser ikke vist sig at have den store betydning, hvis foderrationen

havde en stor andel af grovfoder (Krohn & Andersen, 1979; Gill, 1979). I takt med stigende ydelseskapa- citet uden tilhørende større foderoptagelseskapa- citet (Andersen et al., 1988) og faldende priser på tilskudsfoder, især korn, er energikon- centrationen i foderrationerne til malkekøer stigen- de, hvorfor fodringsprincippet kan få væsentlig større betydning.

Tildeling af et letfordøjeligt grovfoder efter ædelyst har ligeledes været af stor betydning (Østergaard, 1979), men med faldende pris på korn kan meget høje energikoncentrationer blive aktuelt, hvorfor det ligeledes kan blive aktuelt at fodre restriktivt for at undgå for høj foderoptagel- se i forhold til ydelseskapa- citeten.

På denne baggrund var målet at undersøge virkningen af at udfodre foderrationer som fuld- foder i forhold til separat tildeling, når der var tale om rationer med middelhøje til høje energikon- centrationer eller andele af letomsætteligt foder. Betydningen af at fodre efter ædelyst i forhold til restriktivt med sådanne rationer skulle ligeledes undersøges.

## 2 Materiale og metode

### 2.1 Forsøgsplan

Forsøget blev udført på Forskningscenter Foulum i to på hinanden følgende år som et holdforsøg med tre energikoncentrationer opnået ved at variere andelen af letomsætteligt foder fra 62 til 78 pct. af tørstoffet, kombineret med to udfodrings- principper, fuldfoder eller separat tildeling af tilskudsfoder. På disse seks hold blev der fodret efter ædelyst. I forsøget indgik desuden to hold, hvor der blev fodret restriktivt med den mest

energirige foderration, udfodret enten som fuld- foder eller separat.

Forsøgsplanen er vist i tabel 1 med angivelse af fodringsprincip og rationernes indhold af letom- sætteligt foder. Desuden er de enkelte forsøgsbe- handlinger identificeret med numre fra 1 til 8, som anvendes i de senere tabeller samt det forventede foderniveau.

I de sidste 4 uger før kælvning og de første 3 uger efter kælvning blev alle køer behandlet ens.

**Tabel 1 Forsøgsplan med identifikation af forsøgsbehandlingerne og planlagt foderniveau i FE/dag**  
*Experimental plan with identification of treatments and planned feeding level in SFU/day*

| Fodringsprincip<br><i>Feeding method</i>                                                                                         | Energi koncentration (% let omsætteligt foder)<br><i>Energi concentration (% easily digestible feeds)</i> |          |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                                                                                                                                  | 62                                                                                                        | 70       | 78       |
| Fuldfoder ad lib.<br><i>Total mixed ration ad lib.</i>                                                                           | 1 (16,5)                                                                                                  | 2 (18,5) | 3 (20,5) |
| Grovfoder ad lib.<br>Tilskudsfoder + roer, separat<br><i>Roughage ad lib.</i><br><i>Concentrate + beets, separately</i>          | 4 (16,5)                                                                                                  | 5 (18,5) | 6 (20,5) |
| Fuldfoder restriktivt<br><i>Total mixed ration, restricted</i>                                                                   |                                                                                                           |          | 7 (16,5) |
| Grovfoder restriktivt<br>Tilskudsfoder + roer, separat<br><i>Roughage, restricted</i><br><i>Concentrates + beets, separately</i> |                                                                                                           |          | 8 (16,5) |

Sidstnævnte periode er anvendt som standard-periode. Forsøgsperioden var på 17 uger fra 4. til 20. laktationsuge.

## 2.2 Forsøgsdyr

I forsøget indgik 184 SDM køer fordelt med 13 køer pr. hold i 1. år og 10 køer pr. hold i 2. år. 56 køer var i 1. laktation. Køerne var blokket efter laktationsnummer, kælvningstidspunkt og vægt, før de tilfældigt blev fordelt på de 8 forsøgshold.

## 2.3 Forsøgsfoder

Grovfoderet bestod af en blanding af 65% græs-ensilage, 27% snittet byghalm og 8% melasse på tørstofbasis. Tilskudsfoderet var sammensat som vist i tabel 2. Det blev tilstræbt at de separat fodrede køer skulle optage samme andel af let omsætteligt foder (summen af tilskudsfoder, roer og melasse) i forhold til grovfoder, som de fuldfoder fodrede køer på de tilsvarende energiniveauer. Køernes foderoptagelseskapacitet (Kristensen & Ingvarsen, 1985) og foderets teoretiske fylde blev brugt til beregning af den forventede foderoptagelse på fuldfoderholdene. Den mængde tilskudsfoder, det blev forventet at køerne på fuldfoder optog, blev tildelt de separat fodrede køer. Det betød, at 1. laktationskøerne ikke skulle tildeles samme mængde tilskudsfoder som de ældre køer, da det ville have medført et forskelligt forhold mellem grovfoder og letomsætteligt foder mellem 1. laktationskøer og ældre køer, idet de yngre køers foderoptagelseskapacitet er lavere.

**Tabel 2 Tilskudsfoderblandings sammensætning (% af tørstof)**  
*Composition of the concentrate mixture (% of DM)*

| Fodermiddel<br><i>Feedstuff</i>      | % af tørstof<br><i>% of DM</i> |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| Byg, valset<br><i>Barley, rolled</i> | 67,0                           |
| Soyaskrå<br><i>Soybean meal</i>      | 19,9                           |
| Blodmel<br><i>Bloodmeal</i>          | 1,5                            |
| Majsgluten<br><i>Corn gluten</i>     | 1,5                            |
| Melasse<br><i>Molasses</i>           | 4,5                            |
| Animalsk fedt<br><i>Animal fat</i>   | 3,7                            |
| Mineraler<br><i>Minerals</i>         | 2,0                            |

De restriktivt fodrede køer (hold 7 og 8) fik tildelt den energirigeste ration, men i mængder så energioptagelsen skulle svare til de to hold på den laveste energikoncentration i rationen (hold 1 og 4). I tabel 3 er fuldfoderblandingerne sammensætning vist og i tabel 4 den planlagte tildeling af foderemnerne på de 8 hold for 1. kalvs- henholdsvis ældre køer.

**Tabel 3 Sammensætningen af fuldfoderblandingerne (% af tørstof)**  
*Composition of the total mixed rations (% of DM)*

| Fodermiddel<br><i>Feedstuff</i>                                            | % letomsætteligt foder i fuldfoderrationen (bl. nr.)<br>% <i>easily digestible feeds (ration no.)</i> |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
|                                                                            | 62% (1)                                                                                               | 70% (2) | 78% (3) |
| Kløvergræsensilage <sup>1)</sup><br><i>Clovergrass silage<sup>1)</sup></i> | 26,4                                                                                                  | 21,5    | 15,8    |
| Byg-halm <sup>1)</sup><br><i>Barley straw<sup>1)</sup></i>                 | 11,0                                                                                                  | 9,1     | 6,4     |
| Melasse <sup>1)</sup><br><i>Molasses<sup>1)</sup></i>                      | 3,3                                                                                                   | 2,5     | 2,1     |
| Roer<br><i>Fodder beets</i>                                                | 10,4                                                                                                  | 11,1    | 12,9    |
| Tilskudsfoderblanding<br><i>Concentrate mix</i>                            | 48,9                                                                                                  | 55,8    | 62,8    |

<sup>1)</sup> Grovfoderblanding i fast forhold - *Roughage mixture at set proportions.*

**Tabel 4 Tildeling af foderemner til 1. laktations- og ældre køer (kg tørstof pr. dag) (Tallene i parentes er forventet optagelse ved ad lib. fodring)**  
*Planned feeding for first and later lactating cows (kg DM/day) (Numbers in brackets are expected feed intake)*

| Hold - ration                                       | 1                        |    | 2                        |    | 3                        |    | 4                      |    | 5                      |    | 6                      |    | 7         |    | 8        |    |
|-----------------------------------------------------|--------------------------|----|--------------------------|----|--------------------------|----|------------------------|----|------------------------|----|------------------------|----|-----------|----|----------|----|
| Laktationsnr.<br><i>Lactation no.</i>               | 1                        | >1 | 1                        | >1 | 1                        | >1 | 1                      | >1 | 1                      | >1 | 1                      | >1 | 1         | >1 | 1        | >1 |
| Fuldfoder bl. 62%<br><i>TMR</i>                     | ad lib.<br>(14,8) (18,2) |    | ad lib.<br>(16,6) (19,8) |    | ad lib.<br>(16,5) (20,2) |    | ad lib.<br>(6,0) (7,4) |    | ad lib.<br>(5,1) (6,3) |    | ad lib.<br>(3,9) (4,8) |    | 13,5 16,7 |    | 2,7 4,0  |    |
| Fuldfoder bl. 70%<br><i>TMR</i>                     |                          |    |                          |    |                          |    |                        |    |                        |    |                        |    |           |    |          |    |
| Fuldfoder bl. 78%<br><i>TMR</i>                     |                          |    |                          |    |                          |    |                        |    |                        |    |                        |    |           |    |          |    |
| Grovfoderblanding<br><i>Roughage</i>                |                          |    |                          |    |                          |    |                        |    |                        |    |                        |    |           |    | 2,1 2,1  |    |
| Roer<br><i>Fodder beets</i>                         |                          |    |                          |    |                          |    | 1,9 1,9                |    | 2,2 2,2                |    | 2,6 2,6                |    |           |    | 8,1 10,6 |    |
| Tilskudsfoderblanding<br><i>Concentrate mixture</i> |                          |    |                          |    |                          |    | 6,8 8,9                |    | 8,4 10,8               |    | 10,0 12,8              |    |           |    | 100      |    |
| Mineralbl. Type II, g<br><i>Mineral mix, g</i>      | 100                      |    | 100                      |    | 100                      |    | 100                    |    | 100                    |    | 100                    |    | 100       |    | 100      |    |

Fuldfoderet og grundfoderblandingen af ensilage, halm og lidt melasse blev blandet i en stationær blander med snegl. Blandetiden var ca. 20 minutter. Halm og græsensilage var altid de første komponenter i blanderen, og tilskudsfoder og mineraler de sidste.

## 2.4 Fodring

De sidste fire uger før kælvning blev forsøgskøerne fodret med 5 kg ts. af grovfoderblandingen (halm, græsensilage og melasse), 1,5 kg roe-tørstof og tilskudsfoder, der blev optrappet fra 1,0 til 2,5 kg tørstof før kælvning. Derudover tildeltes

100 g type III mineraler plus vitaminblanding.

Efter kælvning blev der tildelt 2,2 kg roe-tørstof og grovfoderblandingen blev tildelt efter ædelyst. Tilskudsfoderet blev optrappet fra 2,5 til 8,4 kg tørstof for 1. laktationskøer og til 10,8 kg tørstof for ældre køer. Optrapningen skete med 0,35 kg tørstof pr. dag. Efter 3. ydelseskontrollering overgik køerne til forsøgsperioden. Hvis tilskudsfoderniveauet ikke var nået, blev der fortsat med samme optrappingsniveau på de separat fodrede hold.

Ved ad lib. fodring blev der tildelt foder så foderresten udgjorde ca. 5% af det tildelte. De separat fodrede køer fik foderet fordelt i 2 foderkasser, således at grovfoderet, der blev udfodret først, blev tildelt i den ene kasse, mens roer og tilskudsfoder blev tildelt i den anden hurtigst muligt efter grovfodertildelingen.

## 2.5 Registreringer og analyser

### 2.5.1 Ydelseskontrol og vejninger

Køernes ydelse blev kontrolleret 2 på hinanden følgende dage hver uge, og mælkens sammensætning blev målt på en samleprøve fra de 2 kontrolleringsdage. Køerne blev vejlet på 3. og 4. dagen efter kælvning. Derefter blev alle køer vejlet hver anden uge. Vægtændringen blev estimeret ud fra en regressionsligning beregnet ud fra alle enkeltvejninger.

### 2.5.2 Fodertildeling og tilbagevejninger

Den daglige fodertildeling blev registreret ved hver fodring, som skete 2 gange dagligt, mens tilbagevejninger (foderrester) kun blev fjernet og registreret 1 gang dagligt. Der blev ikke foretaget analyser af tilbagevejningerne.

### 2.5.3 Foderanalyser

Hver uge blev der udtaget en prøve af tilskudsfoderblandingen. Hver 4. uge blev prøverne samlet til samleprøver, som blev analyseret for tørstof, N, fedt, træstof, sukker og LHK. Hver 3. måned blev der bestemt Ca, P, Mg og Na. Roer og halm fulgte samme procedure som for tilskudsfoderet. Dog blev der lavet en ugentlig tørstofanalyse på roerne og på græsensilagen. Ved bestemte mærker i ensilagesiloen blev der lavet samleprøver af de ugentlige prøver af ensilagen, og disse blev indsendt til analyse i lighed med de øvrige fodermidler. Af halmen og græsensilagen blev der endvidere udtaget prøver til fårefordøjelighedsbestemmelse. Der blev kun udtaget prøver af melasse

hver 4. uge. Fuldfoderblandingerne blev ikke analyseret, idet blandingsforholdet og analysen af enkeltkomponenterne blev lagt til grund for beregning af fuldfoderblandingerne kemiske sammensætning. Der blev dog lavet en ugentlig tørstofanalyse af fuldfoderblandingerne.

## 2.6 Fordøjelighedsforsøg og vomprøver

På i alt 6 køer (3 køer pr. år) fra hver hold blev der lavet fordøjelighedsundersøgelse, hvor fordøjeligheden af tørstof, aske, LHK, træstof, ADF og NDF blev målt. Kromoxyd ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) blev anvendt som markør. Der blev doseret krom i en forperiode på 7 dage før der i en 5 dages-periode blev udtaget gødningsprøver og foderprøver. I opsamlingsperioden blev tilbagevejningerne analyseret. Fordøjelighedsforsøgene blev udført tidligst 8 uger efter kælvning.

Der blev ligeledes udtaget vomprøver af 8 køer (4 køer hvert år) fra hvert hold til analyse for eddike-, propion- og smørsyre. Prøverne blev udtaget ca. 2½ time efter morgenfodringen ved hjælp af en vomsonde, der blev ført ned gennem spiserøret.

Vomprøver, gødning og foderprøver fra fordøjelighedsforsøget blev holdt nedfrosset til  $-20^\circ\text{C}$  inden behandling og analysering.

## 2.7 Statistiske analyser

De statistiske analyser er udført ved hjælp af SAS standard GLM-procedure (SAS, 1985), og resultaterne er angivet som mindste kvadraters gennemsnit.

Variansanalysen blev udført efter 2 modeller, hvor model 1 kun inddrog holdene 1-6, som udgjorde et "randomized complete block design" med faktorerne "fodringsprincip" og "energikoncentration".

$$\begin{aligned} \text{Model 1: } Y &= \mu + \text{år} + \beta + \text{Blok (år)} + F + E + F * E + e, \\ \text{hvor } Y &= \text{den undersøgte egenskab} \\ \mu &= \text{gennemsnit} \\ \text{år} &= \text{effekt af år} \\ \text{Blok} &= \text{effekt af blok} \\ \beta &= \text{effekten af standardperioden} \\ F &= \text{effekten af fodringsprincip} \\ E &= \text{effekten af energikoncentration} \\ e &= \text{restvariansen} \end{aligned}$$

I model 2 indgik hold i stedet for fodringsprincip og energikoncentration og alle 8 hold blev

inddraget. Modellerne er reduceret med ikke signifikante vekselvirkninger.

2.8 Beregninger

Energiværdien er beregnet efter Weisbjerg og Hvelplund (1993) og beregningen af AAT og PBV er sket i henhold til Madsen (1985) og Hvelplund et al. (1992). Der er anvendt standardværdier for fordøjelighed og proteinnedbrydning i

vommen (Strudsholm et al., 1993) med undtagelse af græsensilage og halm, hvor den målte fårefordøjelighed er anvendt.

Energikorrigeret mælk er beregnet efter Sjaunja et al. (1990).

Analysen af foder, gødning og vomvæske er sket efter normale metoder ved Forskningscenter Foulum (Anonym, 1992).

3 Resultater

3.1 Fodersammensætning og kvalitet

Den kemiske sammensætning og foderværdien af de anvendte grovfodermidler og tilskudsfoderblandinger er i tabel 5 vist som gennemsnit for de to år, da der ikke var nogen betydelig forskel mellem årene. Spredningerne på parametrene er ligeledes angivet. Fordøjeligheden af kløvergræsensilagen

målt på får var 76% i det første år mod 74% i andet år. Det betød at der var 0,06 foderenheder mindre pr. kg tørstof i andet år. Det blev dog opvejet lidt af halmen, der havde 0,03 foderenheder mere pr. kg tørstof i andet år i forhold til første.

Tabel 5 Kemisk sammensætning og foderværdi, gennemsnit samt spredning af de anvendte fodermidler i de to forsøgsår  
Chemical composition and calculated feeding value, average + standard deviation of the feedstuffs for the two experimental years

| Fodermiddel<br>Feedstuff                 | Tørstof, %<br>DM, % | Kemisk indhold i % af ts.<br>Chemical content in % of DM |                     |                        |              |             |              |              |              | Foderværdi pr. kg ts.<br>Feeding value per kg DM |            |            |
|------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------------------------|------------|------------|
|                                          |                     | Råprotein<br>CP                                          | Råfedt<br>Crude fat | Træstof<br>Crude fibre | LHK*<br>LHK* | Aske<br>Ash | Ca<br>Ca     | P<br>P       | Mg<br>Mg     | FE<br>SFU                                        | AAT<br>AAT | PBV<br>PBV |
| Kløvergræsensilage<br>Clovergrass silage | 26,1<br>5,6         | 15,5<br>2,2                                              | 5,0<br>1,0          | 29,4<br>3,3            | 4,1<br>2,6   | 9,2<br>1,9  | 0,66<br>0,10 | 0,33<br>0,04 | 0,15<br>0,02 | 0,82<br>0,06                                     | 66<br>4    | 30<br>23   |
| Byghalm<br>Barley straw                  | 86,8<br>2,3         | 5,2<br>0,9                                               | 2,6<br>1,0          | 45,7<br>2,9            | 2,1<br>0,9   | 4,3<br>1,7  | 0,35<br>0,04 | 0,13<br>0,01 | 0,06<br>0,02 | 0,25<br>0,01                                     | 45<br>2    | -44<br>6   |
| Roer<br>Fodder beets                     | 18,9<br>1,2         | 7,2<br>0,8                                               | -<br>-              | 6,3<br>0,7             | 55,5<br>9,6  | 8,3<br>2,1  | 0,18<br>0,04 | 0,19<br>0,02 | 0,12<br>-    | 1,00<br>0,03                                     | 89<br>2    | -81<br>8   |
| Melasse<br>Molasses                      | 74,0<br>1,6         | 13,0<br>0,4                                              | -<br>-              | -<br>-                 | 65,1<br>4,5  | 11,6<br>2,0 | 0,47<br>0,04 | 0,02<br>-    | 0,06<br>0,01 | 1,01<br>0,03                                     | 75<br>2    | 4<br>6     |
| Tilskudsfoderbl.<br>Concentrate mix      | 87,0<br>0,9         | 21,9<br>1,2                                              | 6,4<br>0,6          | 4,6<br>0,6             | 47,7<br>1,9  | 5,1<br>0,4  | 0,77<br>0,07 | 0,54<br>0,04 | 0,19<br>0,01 | 1,25<br>0,01                                     | 123<br>2   | 29<br>10   |

\* Sukker + stivelse - Sugar + starch.

### 3.2 Foderoptagelse

Den daglige optagelse af de forskellige foderkomponenter er vist i tabel 6 som et gennemsnit af de to år. Der var generelt kun små forskelle på optagelsen af de forskellige foderkomponenter i de to år. Dog optog hold 4 0,7 kg ensilagetørstof og 0,3 kg halmtørstof mindre i år 2 end år 1, hvilket betød en væsentlig højere andel af letomsætteligt

foder (70% mod 65%), da tilskudsfoder og roer blev optaget i samme mængder de to år. På hold 6 var der også en forskel, men her var det andelen af letomsætteligt foder (roer og tilskudsfoder), der var mindre, idet optagelsen af roer og tilskudsfoder var 0,9 kg ts. lavere i år 2 end i år 1, mens optagelsen af ensilage og halm var ens.

**Tabel 6** Daglig optagelse af de forskellige fodermidler (kg tørstof)  
*Daily intake of different feeds (kg DM)*

| Fodermiddel<br><i>Feedstuff</i>                                                    | Hold - Ration |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                                                                    | 1             | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| Græsensilage<br><i>Grass silage</i>                                                | 4,6           | 3,9  | 2,8  | 3,5  | 2,5  | 2,2  | 2,4  | 2,0  |
| Byghalm<br><i>Barley straw</i>                                                     | 2,0           | 1,8  | 1,2  | 1,6  | 1,1  | 1,0  | 1,0  | 0,8  |
| Roer<br><i>Fodder beets</i>                                                        | 1,9           | 2,0  | 2,3  | 1,8  | 2,0  | 1,9  | 1,9  | 1,9  |
| Melasse<br><i>Molasses</i>                                                         | 0,5           | 0,5  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,4  | 0,3  |
| Tilskudsfoder<br><i>Concentrate</i>                                                | 8,9           | 10,5 | 11,8 | 8,2  | 9,8  | 10,6 | 9,7  | 9,6  |
| Mineraler<br><i>Minerals</i>                                                       | 0,1           | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  |
| Kg tørstof i alt<br><i>Kg DM, total</i>                                            | 18,0          | 18,9 | 18,6 | 15,6 | 15,9 | 16,2 | 15,5 | 14,7 |
| % letomsætteligt foder i rationen<br><i>% easily digestible feed in the ration</i> | 63            | 70   | 78   | 68   | 77   | 80   | 78   | 81   |

Andelen af letomsætteligt foder var meget større end planlagt på de separat fodrede hold, fordi optagelsen af grovfoderkomponenterne var væsentlig lavere end forventet. Den gennemsnitlige foderoptagelseskapacitet hos køerne i forsøget var 6,15, mens den gennemsnitlige fylde i det optagne foder kun var 5,08 for de separat fodrede hold som vist i tabel 7. Tabellen viser desuden den daglige optagelse af tørstof, energi og næringsstoffer.

Tørstofoptagelsen var 2,4 kg større på fuld-foderholdene end på de separat fodrede, og optagelsen var svagt stigende ( $P=0,03$ ) med stigende energikoncentration. Der var ingen vekselvirkning mellem fodringsprincip og energiniveau. Mængden

af LHK (sukker + stivelse) steg fra 33% af tørstoffet til ca. 40%. Mængden af fordøjelige cellévægge faldt til gengæld tilsvarende fra 23% til ca. 18% på fuldfoderholdene og fra 22% til ca. 17% på de separat fodrede hold. AAT- og PBV-niveauet lå for alle rationer over normen, idet alle hold fik 95 g AAT pr. FE, mens den daglige PBV lå mellem 6 og 9 g/FE. Tyggetiden var lavere på de separat fodrede hold som følge af den mindre grovfoderoptagelse. Tyggetiderne lå fra 324 min. pr. dag op til 649 min. pr. dag. Det betød en forskel fra 20 min. pr. FE på hold 8 til 36 min. på hold 1. Hold 7 og 8, der var fodret restriktivt, havde en næringsstofsammensætning som hold 3 og 6.

**Tabel 7 Daglig optagelse af tørstof, energi og næringsstoffer (g/dag)**  
*Daily intake of DM, energi, and nutrients (g/day)*

| Hold<br><i>Ration</i>                             | Kg ts <sup>1)</sup><br><i>Kg DM</i> | FE<br><i>SFU</i> | Ford. råprotein<br><i>DCP</i> | Ford. råfedt<br><i>DEE</i> | Træstof<br><i>Crude fibre</i> | Sukker+stivelse<br><i>Sugar+starch</i> | Ford. cellevægge<br><i>Dig. cell walls</i> | AAT<br><i>AAT</i> | PBV<br><i>PBV</i> | Tyggetid min./dag<br><i>Chewing time min./day</i> | Fylde FF <sub>k</sub><br><i>Fill FF<sub>k</sub></i> |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1                                                 | 17,9 (0,3)                          | 17,8             | 2164                          | 650                        | 2788                          | 5950                                   | 4236                                       | 1691              | 152               | 649                                               | 6,55                                                |
| 2                                                 | 18,7 (0,3)                          | 19,4             | 2389                          | 712                        | 2587                          | 6731                                   | 4005                                       | 1853              | 180               | 583                                               | 6,42                                                |
| 3                                                 | 18,6 (0,3)                          | 20,1             | 2474                          | 728                        | 2071                          | 7389                                   | 3432                                       | 1919              | 183               | 443                                               | 5,71                                                |
| 4                                                 | 15,6 (0,3)                          | 15,9             | 1892                          | 587                        | 2222                          | 5458                                   | 3453                                       | 1503              | 90                | 508                                               | 5,43                                                |
| 5                                                 | 15,9 (0,3)                          | 17,0             | 2045                          | 629                        | 1839                          | 6175                                   | 2992                                       | 1614              | 110               | 399                                               | 4,97                                                |
| 6                                                 | 16,3 (0,3)                          | 17,7             | 2156                          | 657                        | 1712                          | 6510                                   | 2837                                       | 1685              | 136               | 360                                               | 4,84                                                |
| 7*                                                | 15,5 (0,3)                          | 16,7             | 2061                          | 601                        | 1735                          | 6118                                   | 2863                                       | 1595              | 156               | 371                                               | 4,77                                                |
| 8*                                                | 14,6 (0,3)                          | 16,0             | 1930                          | 588                        | 1536                          | 5944                                   | 2572                                       | 1524              | 99                | 324                                               | 4,38                                                |
| Fuldfoder - <i>TMR</i>                            | 18,4 (0,1)                          | 19,1             | 2342                          | 697                        | 2482                          | 6690                                   | 3891                                       | 1821              | 171               | 558                                               | 6,23                                                |
| Separat - <i>Separate</i>                         | 16,0 (0,1)                          | 16,9             | 2031                          | 624                        | 1924                          | 6048                                   | 3094                                       | 1601              | 112               | 422                                               | 5,08                                                |
| <i>Energikoncentration - Energy concentration</i> |                                     |                  |                               |                            |                               |                                        |                                            |                   |                   |                                                   |                                                     |
| 62                                                | 16,8 (0,2)                          | 16,9             | 2028                          | 618                        | 2505                          | 5704                                   | 3845                                       | 1598              | 121               | 578                                               | 5,99                                                |
| 70                                                | 17,3 (0,2)                          | 18,2             | 2217                          | 670                        | 2213                          | 6454                                   | 3499                                       | 1734              | 145               | 491                                               | 5,69                                                |
| 78                                                | 17,4 (0,2)                          | 18,9             | 2315                          | 693                        | 1892                          | 6950                                   | 3135                                       | 1802              | 159               | 401                                               | 5,28                                                |
| <i>P-værdier - P-values</i>                       |                                     |                  |                               |                            |                               |                                        |                                            |                   |                   |                                                   |                                                     |
| Fodringsprincip<br><i>Feeding principle</i>       | 0,0001                              |                  |                               |                            |                               |                                        |                                            |                   |                   |                                                   |                                                     |
| Energi<br><i>Energy</i>                           | 0,03                                |                  |                               |                            |                               |                                        |                                            |                   |                   |                                                   |                                                     |
| Vekselvirkning<br><i>Interaction</i>              | 0,45                                |                  |                               |                            |                               |                                        |                                            |                   |                   |                                                   |                                                     |

<sup>1)</sup> Mindste kvadraters gennemsnit og middelfejl på denne - *Least square means and SEM.*

\* Hold 7 og 8 indgår kun i model 2 og indgår derfor ikke i beregning af effekten af fodringsprincip og energikoncentration - *Rations 7 and 8 are only analyzed by model no. 2.*

### 3.3 Mælkeydelse

Mælkeydelsen og mælkens sammensætning er vist i tabel 8. Hold 7 og 8 indgik ikke i model 1. Derfor er sammenligningerne med disse hold baseret på model 2.

Mælkemængden (kg mælk/dag) var lavere på de to hold (1 og 4), der fik en ration planlagt til 62% letomsætteligt foder, og der var en tendens ( $P=0,09$ ) til højere ydelse på de separat fodrede i

forhold til fuldfoderholdene. Fedtindholdet i mælken faldt med stigende mængde letomsætteligt foder og der var en meget stor forskel mellem fodringsprincipperne, idet fedtprocenten var ca. 1 procentenhed højere på fuldfoderholdene. Der var imidlertid en signifikant vekselvirkning mellem andel af letomsættelig foder (energikonc.) og fodringsprincip.

**Tabel 8 Daglig mælkeydelse og daglig tilvækst (mindste kvadraters gennemsnit)**  
*Daily milk yield and daily weight gain (LSM)*

| Hold<br>Ration                             | Antal køer<br>No of cows | Kg mælk<br>Kg milk       | % fedt<br>% fat | % protein<br>% protein | Kg EKM<br>Kg ECM | Daglig tilvækst, g<br>Daily gain, g |
|--------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------------------|------------------|-------------------------------------|
| 1                                          | 23                       | 27,1 (0,6) <sup>1)</sup> | 4,07 (0,11)     | 3,18 (0,03)            | 27,3 (0,7)       | 235 (44)                            |
| 2                                          | 23                       | 28,9 (0,6)               | 4,09 (0,11)     | 3,24 (0,03)            | 29,1 (0,7)       | 355 (44)                            |
| 3                                          | 23                       | 28,9 (0,6)               | 3,68 (0,11)     | 3,25 (0,03)            | 27,8 (0,7)       | 434 (44)                            |
| 4                                          | 23                       | 28,6 (0,6)               | 3,21 (0,11)     | 3,02 (0,03)            | 25,3 (0,7)       | 220 (44)                            |
| 5                                          | 23                       | 29,9 (0,6)               | 2,69 (0,11)     | 3,08 (0,03)            | 24,5 (0,7)       | 417 (44)                            |
| 6                                          | 23                       | 29,1 (0,6)               | 2,83 (0,11)     | 3,21 (0,03)            | 24,8 (0,7)       | 467 (44)                            |
| 7*                                         | 23                       | 28,5 (0,7)               | 3,42 (0,11)     | 3,10 (0,04)            | 25,7 (0,7)       | 256 (48)                            |
| 8*                                         | 23                       | 27,4 (0,7)               | 2,78 (0,11)     | 3,10 (0,04)            | 22,9 (0,7)       | 362 (48)                            |
| Fuldfoder - TMR                            | 69                       | 28,3 (0,4)               | 3,95 (0,07)     | 3,22 (0,02)            | 28,0 (0,4)       | 341 (25)                            |
| Separat - Separate                         | 69                       | 29,2 (0,4)               | 2,91 (0,07)     | 3,11 (0,02)            | 24,8 (0,4)       | 368 (25)                            |
| Energikoncentration - Energy concentration |                          |                          |                 |                        |                  |                                     |
| 62                                         | 46                       | 27,9 (0,5)               | 3,64 (0,08)     | 3,10 (0,02)            | 26,3 (0,5)       | 228 (30)                            |
| 70                                         | 46                       | 29,4 (0,5)               | 3,39 (0,08)     | 3,16 (0,02)            | 26,8 (0,5)       | 386 (30)                            |
| 78                                         | 46                       | 29,0 (0,5)               | 3,26 (0,08)     | 3,23 (0,02)            | 26,3 (0,3)       | 451 (30)                            |
| P-værdier - P-values                       |                          |                          |                 |                        |                  |                                     |
| Fodringsprincip<br>Feeding principle       |                          | 0,09                     | 0,0001          | 0,0001                 | 0,0001           | 0,45                                |
| Energikonc.<br>Energy conc.                |                          | 0,05                     | 0,004           | 0,001                  | 0,68             | 0,0001                              |
| Vekselvirkning<br>Interaction              |                          | 0,60                     | 0,03            | 0,11                   | 0,17             | 0,68                                |

<sup>1)</sup> Middelfejl på mindste kvadraters gennemsnit - Standard error of least square means.

\* Hold 7 og 8 indgår kun i model 2 og indgår derfor ikke i beregning af effekter af fodringsprincip og energikoncentration - Rations 7 and 8 are only analyzed by model no. 2.

Hold 4, som fik tildelt foderet separat med laveste andel af letomsætteligt foder, havde i andet år en meget lav fedt-% i forhold til år 1 og ligeledes i forhold til det forventede, idet fedtprocenten var på 2,78 i år 2 mod 3,58 i år 1. Denne forskel kan skyldes en ændret andel af letomsættelig foder, idet grovfoderoptagelsen som nævnt var lavere i år 2.

Proteinprocenten var signifikant lavere på de separat fodrede hold, og den var stigende med stigende energikoncentration i foderet. På grund af den meget lave fedtprocent og den lidt lavere

proteinprocent ved separat fodertildeling, blev ydelsen af energikorrigeret mælk væsentligt lavere på de separat fodrede hold, mens der ingen effekt var af andelen af letomsættelig foder i rationen.

Hold 7 og 8, der var planlagt til samme foderenhedsniveau som hold 1 og 4, havde en lavere ydelse af EKM end de to sidstnævnte hold på grund af forskel i fedt- og proteinindholdet. En sammenligning af hold 7 og 8 med hold 3 og 6 viste endvidere at på samme fuldfoderration var fedtindholdet i mælken på det restriktivt fodrede hold lavere end ved fodring efter ædelyst



( $P=0,07$ ), mens den var ens, men lav på de separat fodrede. Proteinkoncentrationen i mælken var ligeledes væsentlig højere, når der var fodret efter ædelyst i forhold til restriktiv fodring med samme rationssammensætning.

### 3.4 Tilvækst

Tilvæksten steg stærkt med stigende mængder letomsætteligt foder i rationen, mens der ikke var effekt af fodringsprincippet, som vist i tabel 8. Hold 7, der fik fuldfoder restriktivt, havde samme tilvækst som hold 1 på samme foderniveau. Derimod havde hold 8 med separat, restriktiv fodertildeling væsentlig større tilvækst end hold 4.

### 3.5 Sundhed

De hyppigste sygdomme foruden mastitis var vomlammelser, diarré og ketose. Der var 19 tilfælde af ketose, men de 11 var i standardperioden, hvor alle køer blev behandlet ens. De resterende 8 tilfælde fordelte sig på 6 forskellige hold. Også med hensyn til fordøjelsesforstyrrelser

var over halvdelen af tilfældene i standardperioden og alle øvrige tilfælde var nogenlunde jævnt fordelt på alle hold med 2-4 tilfælde med undtagelse af hold 1, der ingen tilfælde havde.

### 3.6 Fordøjelighedsundersøgelser

Fordøjeligheden af rationen blev bestemt på 3 køer pr. hold pr. år. Resultaterne fra 3 køer er udeladt pga. markør-problemer. Resultaterne er vist i tabel 9. Optagelsen af organisk stof (OS) var ca. 2 kg større pr. dag på fuldfoderholdene i forhold til de separat fodrede dyr i fordøjelighedsforsøget. Især hold 5 havde en meget lav foderoptagelse. Optagelsen af NDF og ADF faldt med stigende mængde letomsættelig foder i rationen på fuldfoderholdene, mens optagelsen af de let hydrolyserbare kulhydrater (LHK), der hovedsageligt består af sukker og stivelse, steg. Det var ikke helt tilfældet på de separat fodrede dyr, idet især hold 5 havde en meget lille grovfoderoptagelse og dermed en lavere optagelse af NDF og ADF end forventet i forhold til hold 6.

**Tabel 9 Optagelse (kg/dag) og fordøjelighed af organisk stof (OS), NDF, ADF og LHK**

*Intake (kg/day) and digestibility of organic matter (OM), NDF, ADF, and easily digestible carbohydrates (LHK)*

| Hold<br>Ration                                    | Opt.OS<br>OM intake | FKOS<br>DOM              | Opt. NDF<br>NDF intake | FKNDF<br>DNDF | Opt. ADF<br>ADF intake | FKADF<br>DADF | Opt. LHK<br>LHK intake | FKLHK<br>DLHK |
|---------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| 1                                                 | 16,2                | 71,7 (1,6) <sup>1)</sup> | 5,0                    | 52,3 (3,5)    | 1,9                    | 57,1 (3,7)    | 5,8                    | 96,9 (0,3)    |
| 2                                                 | 17,1                | 68,1 (1,3)               | 4,6                    | 36,5 (2,9)    | 1,7                    | 41,1 (3,1)    | 6,7                    | 96,4 (0,3)    |
| 3                                                 | 16,8                | 71,8 (1,3)               | 4,0                    | 38,3 (2,9)    | 1,4                    | 44,5 (3,1)    | 7,3                    | 97,2 (0,3)    |
| 4                                                 | 14,9                | 70,9 (1,3)               | 4,3                    | 44,3 (2,9)    | 1,6                    | 47,7 (3,1)    | 5,5                    | 98,9 (0,3)    |
| 5                                                 | 13,9                | 75,4 (1,4)               | 3,0                    | 37,1 (3,2)    | 1,0                    | 41,8 (3,4)    | 6,3                    | 98,7 (0,3)    |
| 6                                                 | 15,2                | 71,6 (1,3)               | 3,6                    | 39,3 (2,9)    | 1,4                    | 43,3 (3,1)    | 6,4                    | 98,1 (0,3)    |
| 7*                                                | 13,7                | 70,4 (1,1)               | 3,2                    | 30,7 (2,6)    | 1,2                    | 36,3 (2,7)    | 5,9                    | 97,0 (0,2)    |
| 8*                                                | 13,5                | 74,0 (1,1)               | 2,9                    | 39,1 (2,6)    | 1,0                    | 40,3 (2,7)    | 6,1                    | 98,4 (0,2)    |
| Fuldfoder - TMR                                   | 16,7                | 70,6 (0,8)               | 4,5                    | 42,4 (1,9)    | 1,7                    | 47,6 (2,0)    | 6,6                    | 96,8 (0,18)   |
| Separat - Separate                                | 14,7                | 72,7 (0,7)               | 3,6                    | 40,2 (1,7)    | 1,3                    | 44,2 (1,8)    | 6,1                    | 98,2 (0,16)   |
| <b>Energikoncentration - Energy concentration</b> |                     |                          |                        |               |                        |               |                        |               |
| 62                                                | 15,6                | 71,3 (1,0)               | 4,7                    | 48,3 (2,3)    | 1,8                    | 52,4 (2,4)    | 5,7                    | 97,4 (0,2)    |
| 70                                                | 15,5                | 71,8 (0,9)               | 3,8                    | 36,8 (2,1)    | 1,4                    | 41,5 (2,2)    | 6,5                    | 97,6 (0,2)    |
| 78                                                | 16,0                | 71,7 (0,9)               | 3,8                    | 38,8 (2,1)    | 1,4                    | 43,9 (2,2)    | 6,9                    | 97,6 (0,2)    |
| <b>P-værdier - P-values</b>                       |                     |                          |                        |               |                        |               |                        |               |
| Fodringsprincip<br>Feeding principle              |                     | 0,07                     |                        | 0,40          |                        | 0,22          |                        | 0,001         |
| Energikoncentration<br>Energy concentration       |                     | 0,94                     |                        | 0,004         |                        | 0,01          |                        | 0,65          |
| Vekselvirkning<br>Interaction                     |                     | 0,01                     |                        | 0,31          |                        | 0,31          |                        | 0,05          |

<sup>1)</sup> Middelfejl på mindste kvadraters gennemsnit - *Standard error of least squares means.*

\* Hold 7 og 8 indgår kun i model 2 og indgår ikke i beregning af virkninger af fodringsprincip og energikoncentration - *Rations 7 and 8 are only analysed by model no. 2.*

Fordøjeligheden af OS var lavere på fuldfoderholdene end på de separat fodrede hold, mens det modsatte var tilfældet for de letopløselige cellevægsstoffer (NDF) og for de syreuopløselige cellevægsstoffer (ADF).

Fordøjeligheden af NDF og ADF faldt, når rationens energikoncentration steg fra laveste niveau, mens der ikke var forskel i fordøjeligheden på mellemste og højeste energikoncentration. Fordøjeligheden af NDF og ADF på hold 7 var lavere end på de øvrige fuldfoderhold, mens hold 8 ikke adskilte sig væsentlig fra hold 6, der fik samme energikoncentration, men grovfoder efter ædelyst.

De let hydrolyserbare kulhydrater blev fordøjet næsten fuldstændig. De omkring 200 g LHK, der fandtes i gødningen, kan i nogen udstrækning stamme fra udskilte tarmsekreter. Der var dog

signifikant bedre LHK-fordøjelse på de separat fodrede hold.

### 3.7 Fordelingen af flygtige fedtsyrer i vomvæsken

Fordelingen af de flygtige fedtsyrer i vomvæsken er vist i tabel 10. Ved stigende energikoncentration i rationen faldt eddikesyreandelen og propionsyreandelen steg signifikant. Samme tendens var der for en ændring af fodringsprincippet fra fuldfoder til separat tildeling, men det var kun stigningen i propionsyre, der var signifikant. Der var ingen vekselvirkning mellem energikoncentration og fodringsprincip for nogle af de tre flygtige fedtsyrer, og der var heller ikke nogen effekt på smørsyreandelen af de flygtige fedtsyrer af fodringsprincip eller energikoncentration.

**Tabel 10** Fordelingen af de flygtige fedtsyrer i vomvæsken (%)  
*VFA-proportion in the rumen fluid (%)*

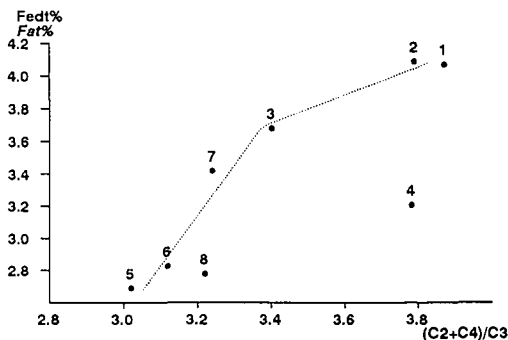
| Hold<br>Ration                             | Antal køer<br>No. of cows | Eddikesyre (C2)<br>Acetic acid | Propionsyre (C3)<br>Propionic acid | Smørsyre (C4)<br>Butyric acid | C2 + C4<br>C3 |
|--------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------|
| 1                                          | 8                         | 62,4 (1,2) <sup>1)</sup>       | 20,9 (1,2)                         | 16,3 (1,5)                    | 3,87          |
| 2                                          | 8                         | 61,6 (1,2)                     | 21,0 (1,2)                         | 17,4 (1,5)                    | 3,79          |
| 3                                          | 8                         | 59,7 (1,2)                     | 23,0 (1,2)                         | 17,4 (1,5)                    | 3,40          |
| 4                                          | 8                         | 62,8 (1,2)                     | 21,1 (1,2)                         | 16,1 (1,5)                    | 3,78          |
| 5                                          | 8                         | 59,2 (1,2)                     | 25,3 (1,2)                         | 15,5 (1,5)                    | 3,02          |
| 6                                          | 8                         | 58,4 (1,2)                     | 25,1 (1,2)                         | 16,4 (1,5)                    | 3,12          |
| 7*                                         | 8                         | 57,6 (1,1)                     | 24,0 (1,2)                         | 18,4 (1,3)                    | 3,24          |
| 8*                                         | 8                         | 57,3 (1,1)                     | 24,5 (1,2)                         | 18,2 (1,3)                    | 3,22          |
| Fuldfoder - TMR                            | 24                        | 61,2 (0,7)                     | 21,6 (0,7)                         | 17,2 (0,9)                    | 3,69          |
| Separat - Separate                         | 24                        | 60,1 (0,7)                     | 23,9 (0,7)                         | 16,0 (0,9)                    | 3,31          |
| Energikoncentration - Energy concentration |                           |                                |                                    |                               |               |
| 62                                         | 16                        | 62,6 (0,9)                     | 21,0 (0,9)                         | 16,4 (1,1)                    | 3,82          |
| 70                                         | 16                        | 60,4 (0,9)                     | 23,2 (0,9)                         | 16,4 (1,1)                    | 3,41          |
| 78                                         | 16                        | 59,0 (0,9)                     | 24,1 (0,9)                         | 16,9 (1,1)                    | 3,26          |
| P-værdier - P-values                       |                           |                                |                                    |                               |               |
| Fodringsprincip<br>Feeding principle       |                           | 0,25                           | 0,02                               | 0,34                          | 0,04          |
| Energi konc.<br>Energy conc.               |                           | 0,02                           | 0,04                               | 0,93                          | 0,04          |
| Vekselvirkning<br>Interaction              |                           | 0,54                           | 0,28                               | 0,91                          | 0,33          |

<sup>1)</sup> Middelfejl på mindste kvadraters gennemsnit - *Standard error of least squares means.*

\* Hold 7 og 8 indgår kun i model 2 og indgår ikke i beregning af virkninger af fodringsprincip og energikoncentration - *Rations 7 and 8 are only analysed by model no. 2.*

De to restriktivt fodrede hold (7 og 8) havde en høj propionsyreandel og den laveste andel af eddikesyre af alle hold. Til gengæld var smørsyreandelen den største. Det betyder, at forholdet mellem de ikke-glukogene fedtsyrer (eddikesyre og smørsyre) og de glukogene (propionsyre) var på omtrent samme niveau som for hold 5 og 6, der fik store mængder letomsætteligt foder separat tildelt. Forholdet mellem ikke-glukogene og glukogene fedtsyrer var faldende med stigende mængde letomsætteligt foder i rationen og der var også signifikant lavere forhold på de separat fodrede hold i forhold til fuldfoderholdene.

I figur 1 er forholdet mellem fedtsyrerne vist i relation til mælkens fedtindhold for de enkelte hold. Samtidig er den forventede relation mellem syreforholdet og fedtindholdet vist (Broster et al., 1979). Hold 4, der ikke følger den normale relation mellem fedt-% og syrefordeling, havde en meget forskellig fedt-% i de to forsøgsår, men forholdet mellem de flygtige fedtsyrer var fuldstændig ens for de to år.



**Fig. 1 Mælkens fedtindhold i relation til fordelingen af de flygtige fedtsyrer (eddikesyre + smørsyre)/propionsyre ((C2+C4)/C3) i vommen. Den punkterede line viser den forventede relation.**

*Fig. 1 Fat content in the milk in relation to the volatile fatty acids (acetic + butyric)/propionic ((C2+C4)/C3) in the rumen fluid. The dotted line shows the expected relation.*

## 4 Diskussion

### 4.1 Foderoptagelse

Den daglige optagelse af tørstof steg kun svagt, men dog signifikant, med stigende mængde letomsætteligt foder i rationen. Det skyldes at substitutionsforholdet mellem grovfoderet (ca. 70% græsensilage og 30% halm) og det letomsættelige foder var ca. 0,8, hvorfor tørstofoptagelsen kun steg ca. 0,2 kg ved at øge mængden af letomsætteligt foder med 1 kg tørstof. Dette substitutionsforhold var ens for de to fodringsprincipper. Kristensen og Skovborg (1990) fandt et substitutionsforhold på 0,45 i et forsøg med 3 kraftfoderniveauer til tre ensilagekvaliteter, uafhængig af ensilagefordøjeligheden. Samme niveau (0,52) fandt Thomas (1987) i et review af 27 forsøg og 43 estimater, men med en variation fra 0,06 til 1,29. Hovedparten af disse forsøg var imidlertid udført med langt mindre andel af letomsætteligt foder i rationerne end i nærværende forsøg.

Østergaard (1979) fandt at substitutionsforholdet var stigende med stigende kraftfodermængde og Sutton et al. (1987) fandt et substitutionsforhold på 0,64 ved kraftfoderniveauer fra 9 kg ts. til 12 kg ts. Disse resultater antyder, at det fundne substitutionsforhold i forsøget ligger på et niveau, der kan forventes, når der fodres med foderrationer med store mængder letomsætteligt foder.

Årsagen til det meget høje substitutionsforhold på høje kraftfoderniveauer kan være en kraftig negativ virkning af letomsættelige kulhydrater på de cellulolytiske bakteriers aktivitet. Der er dog ikke fundet forskel i substitutionsforholdet ved anvendelse af cellevægsrige kraftfodertyper i stedet for stivelsesrige (Thomas, 1987), hvilket skulle påvirke de cellulolytiske bakterier positivt. Thomas (1987) fandt i sit review ingen effekt af øget fodringsfrekvens, men da der er væsentlig forskel mellem de refererede forsøg og nærværen-

de forsøg med hensyn til niveauet af letomsætteligt foder, kan det ikke sammenlignes og bekræfter derfor ikke rigtigheden af den manglende forskel mellem fodringsprincipperne i forsøget.

Det høje substitutionsforhold mellem grovfoder og letomsætteligt foder har også betydet at forsøgskøerne på de højeste energikoncentrationer har haft væsentlig lavere optagelse af fyldeenheder end deres kapacitet (fig. 2). Til gengæld har fodringsprincippet haft stor betydning for foderoptagelsen og dermed optagelsen i relation til fylden af foderet, idet fylden for foderet på fuldfoderholdene (1-3) var 6,23 og på de separat fodrede hold (4-6) 5,08. I kg tørstof betød det en forskel på 2,4 kg mellem fodringsprincipperne, eller en forøgelse på 13% ved at udfodre foderet som fuldfoder i stedet for separat tildeling. Samme forøgelse (ca. 17%) fandt Istasse et al. (1986), men med en vekselvirkning med andelen af kraftfoder i rationen, som ikke blev fundet i nærværende forsøg. Phipps et al. (1984) fandt ligeledes 15% større foderoptagelse ved 60% kraftfoder, som dog nærmere skal sammenlignes med 70% letomsætteligt foder, da der var store mængder majsensilage i rationen. Derimod var der ingen effekt på foderoptagelsen ved kun 50% kraftfoder. Krohn og Andersen (1979) og Nocek et al. (1986) fandt da også kun meget beskeden meroptagelse på fuldfoder i forhold til separat fodrede ved en andel af letomsætteligt foder på ca. 50%. Kristensen og Hermansen (1986) fandt ligeledes samme foderoptagelse ved separat fodrede køer og køer fodret med fuldfoder, med undtagelse af køer, der fik 2 FE ekstra kraftfoder tilført. Grovfoderoptagelsen blev i det tilfælde mindsket hos de separat fodrede, hvilket medførte et forskelligt substitutionsforhold mellem fodringsprincipperne.

Når der i forsøget ikke er fundet vekselvirkning mellem energikoncentration og fodringsprincip på foderoptagelsen, skyldes det sandsynligvis at forskellen mellem de tre separat fodrede hold, fodret efter ædelyst, ikke blev så forskellig i forholdet mellem grovfoder og letomsætteligt foder. Det skyldes at hold 4, som skulle have haft en grovfoderandel på 38%, ikke åd det planlagte grovfoder, og derfor kun havde 32% grovfoder i rationen. Der var også kun beskeden stigning i foderoptagelsen ved stigende energikoncentration, men dog en stor stigning i energioptagelsen. Coppock et al. (1974) fandt ved fodring med fuldfoder heller ingen stigning i tørstofoptagelsen ved at øge kraftfoderandel fra 53 til 70%, men fra 40% til 55% var der en stigning på 2,7 kg tørstof. Tilsvarende fandt Macleod et al. (1983) kun små stigninger fra 35% kraftfoder op til 65% hos 1.

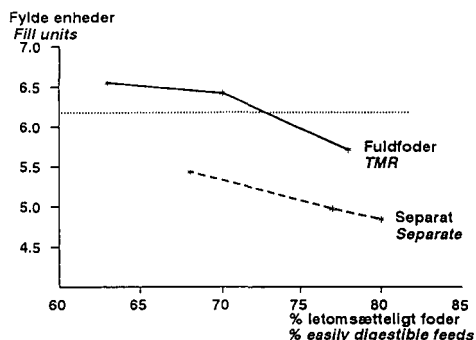


Fig. 2 Foderoptagelsen udtrykt i fyldeenheder i relation til andelen af letomsætteligt foder i rationen. Den punkterede linie viser forsøgskøernes gennemsnitlige foderoptagelseskapa-  
citet.

Fig. 2 Feed intake in fill units in relation to the amounts of easily digestible feeds. The dotted line shows the average capacity of the cows.

laktationskøer.

Når optagelsen af tørstof ikke stiger markant ved stigende kraftfoderandel hænger det sandsynligvis sammen med at niveauet af letomsætteligt foder er så højt, at der dels sker en næringsstofbet-  
tinget regulering af optagelsen, og dels at fylden af grovfoderet øges, når den cellulolytiske aktivitet falder pga. den store sukker-/stivelsesandel og medfølgende vomacidose eller lave pH. At pH sandsynligvis falder på fuldfoderrationer såvel som ved separat fodring skyldes at tyggetiden falder pr. foderenhed. På ration 3 er tyggetiden 473 min. pr. dag, hvilket svarer til 22 min. pr. FE. Det er samme niveau som ration 5 og 6 ligger på, hvilket er 11 min./FE under den anbefalede norm (Strudsholm et al., 1992). Hold 4, der ikke åd det planlagte grovfoder, har imidlertid haft den anbefalede tyggetid pr. FE.

#### 4.2 Mælkeydelse

Forskellen i ydelsen på 3,2 kg EKM mellem fodringsprincipperne er ca. det dobbelte af den forskel, der skulle forventes ud fra forskellen i energioptagelsen, som var 2,2 foderenheder (Kristensen og Skovborg, 1990), forudsat at der var fodret med velafbalancerede foderrationer med hensyn til næringsstof, struktur og tyggetid. Dette er vist i figur 3. På en ration med 65% kraftfoder fandt Istasse et al. (1986) imidlertid en forskel mellem fuldfoder og separat fodring af samme størrelse som i nærværende forsøg, mens der næsten ingen forskel var ved 40% kraftfoder.

Phipps et al. (1984) fandt ligeledes en forskel i energikorrigeret mælk ved høje andele af kraftfoder, mens der ingen forskel var ved 50% kraftfoder, hvilket også blev konstateret af Krohn og Andersen (1979) og Nocek et al. (1986). Holter et al. (1977) fandt med 61% kraftfoder + 27% majsensilage imidlertid ingen ydelsesforskel mellem fodringsprincipper, men det var til gengæld også på et forholdsvis lavt foderniveau på 14 kg tørstof.

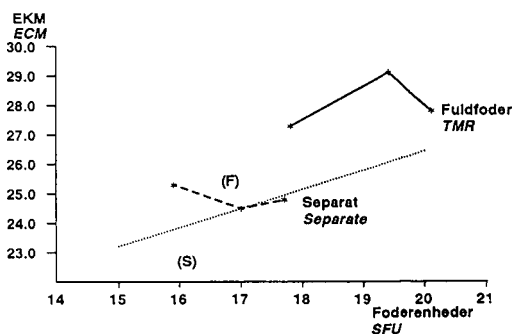
Mælkeydelsen var i forsøget 0,9 kg større på de separat fodrede hold end på fuldfoderholdene. Det var dog ikke en signifikant forskel ( $P=0,09$ ). Nocek et al. fandt samme tendens, mens Istasse et al. (1986) fandt modsatte tendenser og Phipps et al. (1984) og Holter et al. (1979) ingen forskel observerede.

Den store forskel i EKM-ydelsen mellem fodringsprincipperne og den modsatte tendens i mælkeydelsen, skyldes en gennemsnitlig forskel på 1 %-enhed i fedtindhold i mælken, og en forskel på 0,11 %-enheder i proteinprocenten. Denne forskel blev øget med stigende energikoncentration i foderet, idet der var en signifikant vekselvirkning på fedtprocenten mellem energikoncentration og fodringsprincip. Kun på 78% letomsættelig foder var der en sænkning af fedtprocenten på fuldfoderholdene, mens den på de separat fodrede var sænket i forhold til det forventede på alle holdene. I modsætning til dette fandt Macleod et al. (1983) at fedtprocenten allerede faldt 0,35 %-enheder ved en øgning af kraftfoderandelen fra 50% til 65% ved fodring med fuldfoder og Coppock et al. (1975) fandt et fald på 0,2 %-enheder ved at øge kraftfoderandelen fra 55% til 70%.

Det var forventet at hold 4 skulle have haft samme fedtprocent som hold 1, men da grovfoderoptagelsen var lavere end forventet, fik holdet samme grovfoderandel som hold 2 på fuldfoder, men alligevel med 0,9 %-enhed lavere fedtindhold i mælken.

Den markante forskel i fedtprocenten er ikke fundet af alle. Holter et al. (1977) og Istasse et al. (1986) fandt, omend ikke signifikant, den modsatte tendens med højere fedtprocent på de separat fodrede, men på generelt lavere andele af letomsætteligt foder. Phipps et al. (1984) fandt dog højere fedtprocent ved 70% kraftfoder på fuldfoderholdene end på separate fodrede.

Den højere fedtprocent på hold 6 i forhold til hold 5 kan muligvis skyldes en forskel i ædemønsteret på de 2 hold. De har stort set opnået samme foderniveau i kg tørstof, idet hold 6 ikke åd mere end 0,7 kg letomsætteligt tørstof mere end hold 5. Det betød, at der næsten var tilskudsfoder efter



**Fig. 3 EKM-ydelsen i relation til energioptagelsen (FE). Den punkterede linie viser ydelsesstigningen ved stigende energioptagelse i flg. Kristensen og Skovborg (1990). (F) og (S) viser ydelsen på de restriktivt fodrede hold på fuldfoder henholdsvis separat tildeling.**

*Fig. 3 ECM-yield in relation to energy intake. The dotted line shows the increase in yield with increasing energy intake according to Kristensen and Skovborg (1990). (F) and (S) are TMR-restricted and separate restricted.*

ædelyst, hvilket kan have udjævnet indtaget af tilskudsfoderet over døgnet til fordel for vommiljøet og fedtprocenten.

Proteinindholdet i mælken var signifikant højere på fuldfoderholdene og den steg ligeledes med stigende energikoncentration. Det er i god overensstemmelse med at proteinprocenten stiger med stigende energiniveau (Spörndly, 1989). Macleod et al., (1983) fandt da også en stigende proteinprocent ved at øge energikoncentrationen i fuldfoderationer. Phipps et al. (1984) og Nocek et al. (1986) fandt ingen signifikant forskel mellem fodringsprincip på proteinindholdet i mælken, hvorimod Istasse fandt højere proteinkoncentration på fuldfoderholdene, men havde tillige en væsentlig højere foderoptagelse på disse.

De to restriktivt fodrede hold 7 og 8, der var planlagt til samme energioptagelse som hold 1 og 4, men med energikoncentration i foderet, der svarede til hold 3 og 6, havde lavere ydelse af EKM end de hold, de skal sammenlignes med. På hold 7, der blev fodret med fuldfoder, var det især fedtprocenten, men også til dels proteinprocenten, der var lavere end på hold 1. Fedtprocenten var ligeledes lavere end på hold 3, selvom det var samme foderration, der blev tildelt. At proteinprocenten var lavere afspejler det lave foderniveau ved den restriktive fodring. Hold 8 havde samme

lave fedtprocent som hold 5 og 6, der opnåede samme andel af letomsætteligt foder i rationen, men da mælkeydelsen var væsentlig lavere end på de øvrige separat fodrede hold var EKM-ydelsen ligeledes lavere.

Phipps et al. (1984) fandt i lignende forsøg at med 50% kraftfoder tørstof + 20% majsensilage var der et fald på 0,5 %-enhed i fedt ved at udfodre fuldfoderrationen restriktivt. Ved separat tildeling var der ingen forskel, men niveauet var til gengæld meget lavt i forhold til fuldfoderholdene. I et andet forsøg med mindre mængde letomsætteligt foder var der ingen forskel i fedtprocenten.

At restriktiv fodring med grovfoder kan være problematisk er vist af De Visser et al. (1980), der øgede LHK-andelen af tørstoffet i rationen fra 13 til 27%, samtidig med at græsensilagen blev tildelt restriktivt. Konsekvensen var et stigende antal køer med fordøjelsesforstyrrelser og en faldende fedtprocent, selvom LHK-niveauet lå meget lavere end niveauerne i nærværende forsøg.

#### 4.3 Tilvækst

Selvom der var stor forskel i energioptagelsen mellem fuldfoderholdene og de separat fodrede, så var der ingen forskel i den daglige tilvækst. Det er i tråd med resultaterne af Istasse et al. (1986), der endda fandt en væsentlig større tilvækst på de separat fodrede køer, selvom de havde opnået en meget lavere foderoptagelse. Holter et al. (1977) fandt ligeledes større tilvækst p336 de separat fodrede i forhold til køer, der fik fuldfoder selv om tørstofoptagelsen var ens. De resultater viser, at der er en stor forskel i fordelingen af næringsstofferne mellem yveret og fedtdepoterne mellem de to fodringsprincipper.

Med stigende energikoncentration i foderet var der en stigende tilvækst på begge fodringsprincipper og også de restriktivt fodrede køer har haft større tilvækst end hold 1 og 4, når energioptagelsen bliver taget i betragtning.

#### 4.4 Fordøjelighedsundersøgelse

Fordøjeligheden af OS var lavere på fuldfoderholdene end på de separat fodrede hold. Da der blev fodret efter ædelyst, er optagelsen af OS og andelen af letomsætteligt foder ikke blevet ens på de to fodringsprincipper. Det betyder, at sammenligningen er vanskelig, idet foderniveauet (Kristensen & Aaes, 1989) og rationssammensætningen har betydning for fordøjeligheden af OS. Den forskel, der er tendens til ( $P=0,07$ ), skyldes sandsynligvis den øgede andel af letomsætteligt foder på de separat fodrede hold, idet fordøjeligheden af

cellevægskulhydraterne (NDF) ikke er højere på de hold, der blev fodret separat, og fordøjeligheden af ADF-fraktionen var endda 3,4 %-enheder lavere ( $P=0,22$ ). Phipps et al. (1984) fandt samme tendens med lidt lavere OS-fordøjelighed på fuldfoderholdet, men væsentlig højere ADF-fordøjelighed, når kraftfoderniveauet var højt. Istasse et al. (1986) fandt i 2 forsøg større fordøjelighed af OS med fuldfodring, mens ADF-fordøjelsen var ens. Holter et al. (1977), Krohn & Andersen (1979) og Komkris et al. (1965) fandt derimod ingen forskel på fordøjeligheden af OS på lave foderniveauer med ca. 14 kg ts.

Selv om LHK-fordøjeligheden som ventet lå meget højt på alle hold, var der en sikker forskel ( $P=0,001$ ) mellem fodringsprincipperne. Hvori denne forskel ligger vides ikke, men det kan måske skyldes en hurtigere passage af foderet på fuldfoderholdene.

Energiniiveauet havde signifikant effekt på fordøjeligheden af NDF og ADF, mens der var samme fordøjelighed af OS på de 3 energiniveauer. Denne manglende forskel i fordøjeligheden af OS skal imidlertid ses i lyset af, at der indgår større og større mængder letomsætteligt foder i rationen med stigende energikoncentration. Det betyder at den potentielle fordøjelighed stiger, hvorfor der reelt er en stigende forskel mellem den potentielle fordøjelighed og den reelle fordøjelighed med stigende energikoncentration. Denne stigende forskel kan ikke henføres til forskel i foderoptagelsen (Kristensen & Aaes, 1989), da den er på samme niveau på de tre energikoncentrationer, men må henføres til forskel i andelen af letomsætteligt foder.

Hold 7 og 8 på restriktiv fodring med 13,5 kg ts. pr. dag havde ligeledes lave fordøjeligheder af cellevægskulhydraterne, hvilket heller ikke kan skyldes foderniveauet, men må henføres til energikoncentrationen og den restriktive fodring. Det er ligeledes fundet af Phipps et al. (1984).

#### 4.5 VFA-fordeling i vommen

Der var i forsøget ikke den store forskel i syrefordelingen i vommen, og fodringsprincippet havde kun signifikant effekt på propionsyreandelen i vomvæsken, som steg 2,3 %-enheder på de separat fodrede. Denne stigning var også at forvente, idet andelen af letomsætteligt foder var større på de separat fodrede hold, men det var i modstrid med Komkris et al. (1965), der fandt lavere propionsyre- og højere eddikesyre- ved at fodre separat. Både stigningen i propionsyreandelen og faldet i eddikesyreandelen ved stigende energikoncentration var ventet (f.eks. Sutton, 1981). Broster

et al. (1979) har vist en sammenhæng mellem forholdet mellem ikke-glukogene og glukogene fedtsyrer (C2+C4)/C3 og fedtprocenten i mælken. Fig. 1 viser denne relation for nærværende forsøg. Med undtagelse af hold 4 følger de øvrige hold den sammenhæng beskrevet af Broster et al. (1979). De restriktivt fodrede hold 7 og 8 havde den laveste andel af eddikesyre og dermed også det laveste forhold mellem (C2+C4)/C3, og det er også afspejlet i fedtprocenten og tilvæksten.

## 5 Konklusion

Forsøgets resultat viser, at når der i foderrationen indgår meget store mængder af letomsætteligt foder, som tilskudsfoder, roer eller melasse, er der en meget stor effekt af at tildele fodermidlerne blandet til fuldfoder, fremfor separat tildeling. Det skyldes en væsentligt større foderoptagelse, idet separat fodrede køer på meget energirige foderrationer ikke tilnærmelsesvist kan optage foder med en fylde svarende til deres normale foderoptagelseskapacitet. Årsagen til dette er sandsynligvis en nedsat forgæringshastighed af strukturlkulhydraterne i vommen, samt en fysiologisk regulering af køernes appetit.

Effekten af fodringsprincippet på foderoptagelsen afspejler sig i ydelsen, idet det ændrede forgæringmønster hos separat fodrede dyr bevirker en meget lav fedtprocent i mælken, mens mælkemængden og til dels proteinprocenten ikke er særligt påvirket. Ved fodring med meget høje andele af letomsætteligt foder kan fodring med fuldfoder imidlertid ikke fuldt ud opretholde fedtprocenten i mælken og dermed den ønskede fordeling af næringsstofferne mellem yver og

Der er ikke umiddelbart nogen forklaring på, hvorfor hold 4 har ædt for lidt i grovfoder i forhold til kapaciteten, har haft et højt forhold mellem ikke-glukogene og glukogene fedtsyrer i vommen, men alligevel har haft en meget lav fedtprocent. Der er især bemærkelsesværdigt fordi tyggetiden har fulgt normen på ca. 32 min./FE, hvilket da også har afspejlet sig i VFA-fordelingen.

kropsvæv. Kravet til struktur (tyggetid) kan tilsyneladende sænkes ved fodring med fuldfoder efter ædelyst, men en tyggetid på 22 min./FE har dog vist sig at være for lavt for en optimal ydelse og foderoptagelse i dette forsøg.

Ved fodring med meget energirige rationer efter ædelyst opnås en stor daglig tilvækst. Forsøg på at udfodre energirige rationer restriktivt har for begge fodringsprincipper vist sig at medføre en omsætning i vommen, der ikke tilgodeser en optimal fordeling af næringsstofferne til mælk og tilvækst. Selv ved fodring med fuldfoder er det derfor vigtigt, at der fodres efter ædelyst, hvorfor energikoncentrationen i blandingen må afpasses efter energibehovet.

Diskussionen af resultaterne i relation til litteraturen viser også at ved rations sammensætninger med under 50-60% letomsætteligt foder er der ingen eller kun meget lille effekt af at udfodre rationen som en fuldfoderblanding, og at effekten af fodringsprincippet stiger med stigende andel af letomsætteligt foder i rationen.

# Litteratur

- Andersen, B.B.; Madsen, P.; Klastrup, S & Sørensen, S.E., 1988. Avlsstationerne for kødproduktion. 1986/87. 634. Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg. 88 pp.
- Anonym, 1992. Håndbog for rekvirenter af kemiske analyser. Analyseudvalget, Statens Husdyrbrugsforsøg, 71 pp.
- Broster, W.H.; Sutton, D.J. & Bines, J.A., 1979. Concentrate: forage ratios for high yielding dairy cows. In: Harasign, W. and Lewis, D. (Eds.) Recent advances in animal nutrition - 1978. Butterworths, London. Page 99.
- Coppock, C.E.; Noller, C.H. & Wolfe, S.A., 1974. Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows. J. Dairy Sci., 57:1371-1380.
- Gill, M., 1979. The principles and practice of feeding ruminants on complete diets. Grass and Forage Sci., 34:155-161.
- Holter, J.B.; Urban, W.E.; Hayes, H.H. & Davis, H.A., 1977. Utilization of diet components fed blended or separately to lactating cows. J. Dairy Sci., 60:1288-1293.
- Hvelplund, T.; Weisbjerg, M.R. & Andersen, L.S., 1992. Estimation of the true digestibility of rumen undegraded dietary protein in the small intestine of ruminants by mobile bag technique. Acta. Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci. 42:34-39.
- Istasse, L.; Reid, G.W.; Tait, C.A.G. & Ørskov, E.R., 1986. Concentrates for dairy cows: Effect of feeding method, proportion in diet, and type. Anim. Feed Sci. Technol., 15:167-182.
- Komkris, T.; Stanley, R.W. & Morita, K., 1965. Effect of feeds containing molasses fed separately and together with roughage on digestibility of rations, volatile fatty acids produced in the rumen, milk production, and milk constituents. J. Dairy Sci., 48:714-719.
- Kristensen, T. & Hermansen, J.E., 1986. Udfodringsmetodens indflydelse på mælkeydelse og tilvækst hos Jersey-køer i løsdrift. 644. Meddelelse, Statens Husdyrbrugsforsøg. 4 pp.
- Kristensen, V.F. & Ingvarsen, K.L., 1985. Variations in voluntary feed intake in cattle related to animal factors. Paper presented at 36th Annual Meeting of EAAP, Greece, September 30 - October 3. 5 pp.
- Kristensen, V.F. & Aaes, O., 1989. Foderniveaus betydning for fodereffektiviteten. I: Østergaard, V og Neimann-Sørensen, A. (red.). Grundlag for valg af avlsmål og tilhørende produktionssystem i mælkeproduktionen. 660. Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum. 10-44.
- Kristensen, V.F. & Skovborg, E.B., 1990. Betydningen af tidspunkt for 1. slæt i græs for græsudbytte og -kvalitet og for ensilageoptagelse og produktion hos malkekøer. Fællesberetning nr. 15. Statens Planteavlsforsøg, Statens Husdyrbrugsforsøg. 37 pp.
- Krohn, C.C. & Andersen, P.E., 1979. Foderrationer med roer eller byg til malkekøer tildelt separat eller som fuldfoder. 480. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 28 pp.
- Macleod, G.K.; Grieve, D.G & McMillan, I., 1983. Performance of first lactation dairy cows fed complete rations of several ratios of forage to concentrate. J. Dairy Sci., 66:1668-1674.
- Madsen, J., 1985. The basis for the proposed Nordic protein evaluation system for ruminants. The AAT-PBV system. Acta. Agric. Scand, Supp. 25:9-20.
- Nocek, J.E.; Steele, R.L. & Braund, D.G., 1986. Performance of dairy cows fed forage and grain separately versus a total mixed ration. J. Dairy Sci., 69:2140-2147.



- Phipps, R.H.; Bines, J.A.; Fulford, R.J. & Weller, R.F., 1984. Complete diets for dairy cows: a comparison between complete diets and separate ingredients. *J. Agric. Sci., Camb.*, 103:171-180.
- SAS Institute Inc., 1985. *SAS Users Guide: Statistics, Version 5 edition*. Gary, N.S. SAS Institute Inc. 956 pp.
- Sjaunja, L.O.; Baevre, L.; Junkkarinen, L.; Pedersen, J. & Setälä, J., 1990. A Nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. 27th session, ICRPMA. July 2-6, 1990. Paris, France.
- Spörndly, E. 1989. Effects of diet on milk composition and yield of dairy cows with special emphasis on milk protein content. *Swedish J. Agric. Res.* 19:99-106.
- Strudsholm, F.; Nielsen, E.S.; Madsen, J.; Foldager, J.; Hermansen, J.E.; Kristensen, V.F.; Aaes, O. & Hvelplund, T., 1992. Danske fodernormer til kvæg. Rapport nr. 18, Landsudvalget for Kvæg. 52 pp.
- Strudsholm, F.; Nielsen, E.S.; Østergaard, P.; Weisbjerg, M.R.; Kristensen, V.F.; Andersen, H.R.; Hermansen, J.E. & Møller, E., 1993. Fodermiddeltabel 1993. Sammensætning af foderværdi og fodermidler til kvæg. Rapport nr. 28. Landsudvalget for Kvæg. 56 pp.
- Sutton, D.J., 1981. Concentrate feeding and milk composition. In: Harasign, W. (eds.). *Recent advances in animal nutrition - 1981*. p. 35-48. Butterworths, London.
- Sutton, J.D.; Bines, J.A.; Morant, S.U. & Napper, D.J., 1987. A comparison of starchy and fibrous concentrates for milk production, energy utilisation and hay intake by Friesian cows. *J. Agric. Sci., Camb.*, 109:375-386.
- Thomas, C., 1987. Factors affecting substitution rates in dairy cows on silage based rations. In: Harasign, W. og Cole, D.J.A. (eds.) *"Recent advances in animal nutrition"*. Butterworths, 205-218.
- Visser, H. de & Groot, A.M. de, 1980. The influence of the starch and sugar content of concentrates on feed intake, rumen fermentation, production and composition of milk. In: Giesecke, D.; Dirksen, G. & Stangassinger, M. (eds.). *Proceedings of the IVth International Conference on production disease in farm animals*. Munich. p. 41-48.
- Weisbjerg, M.R. & Hvelplund, T., 1993. Bestemmelse af nettoenergiindhold ( $FE_k$ ) i foder til kvæg. Forskningsrapport nr. 3, Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum. 39 pp.
- Østergaard, V., 1979. Strategies for concentrate feeding to attain optimum feeding level in high yielding dairy cows. 482. Beretning, Statens Husdyrbrugsforsøg, 138 pp.





