

Betydning af proteinniveau og grovfoderets fordøjelighed for mælkeydelsen og N-udnyttelsen hos malkekøer

Lene Alstrup, Martin Riis Weisbjerg og Peter Lund, Aarhus Universitet, Foulum

Sammendrag

Ved reduceret proteintildeling vil der ske en reduceret udskillelse af kvælstof (N) i gødning og især i urin, og dermed vil risikoen for uønskede effekter af N på det omgivende miljø reduceres. I kvægbruget er malkekøerne ansvarlige for størstedelen af forbruget af foder og N. For at kunne optimere foderrationer mht. indsats og afkast, er det derfor afgørende at vide, hvor langt vi kan gå ned i proteinindhold i rationerne til malkekøer, og hvad reduktionen i givet fald vil "koste" i produktion. Det er pt. forholdsvis dyrt at fodre med protein, så der er også en klar økonomisk fordel i at reducere proteintildelingen.

Indlægget vil dels indeholde en gennemgang af forskellige forsøg med varierende proteintildeling og derudfra opridse hvad niveauet af protein bør være for at opretholde ydelsen. Derudover vil der være en gennemgang af et aktuelt forsøg, hvor det blev undersøgt om malkekøers følsomhed overfor reduceret proteinindhold afhænger af grovfoderets fordøjelighed. I forsøget blev der fodret med to niveauer af protein kombineret med to niveauer af fordøjelighed af grovfoderet. Lav fordøjelighed af grovfoder reducerede foderoptagelse og mælkeydelse. Underforsyning med protein havde den samme negative effekt på mælkeydelse for både højt og lavt fordøjeligt grovfoder.

Indledning

Når man ser på proteintildeling til malkekøer, er det vigtigt at inkludere effekterne af både under- og overforsyning.

Hvis der sker en underforsyning med vomnedbrydeligt protein (PBV), vil der ses en effekt på omsætningen i vommen, hvilket vil give udslag i en reduceret fordøjelighed i vommen. Den reducerede fordøjelighed vil påvirke foderoptagelsen negativt, og det er fundet, at effekten på foderoptagelsen øges jo lavere PBV bliver (Weisbjerg et al., 2010).

Et øget proteinindhold er i litteraturen ofte forbundet med et øget tørstofoptag men hvad, der er de egentlige mekanismer bag, er endnu ikke definitivt afklarede (M'hamed et al., 2000). Én forklaring kan være, at det øgede protein påvirker den mikrobielle forgæring og fordøjelighed, og på den måde stiller mere protein til rådighed for mælkesyntesen. Når potentialet for mælkeydelse stiger, vil energibehovet stige, og det kan så indirekte påvirke foderoptagelsen (Faverdin et al., 2003). Der er dog også forsøg, der ikke har kunnet påvise nogen direkte sammenhæng mellem behovet for energi til mælkesyntese og påvirkningen af foderoptagelsen (M'hamed et al., 2000). En anden forklaring på den øgede foderoptagelse kan være, at når proteinniveauet ændres, så vil der også ske en ændring i aminosyrebalancen, og dette kan påvirke hele omsætningen i dyret og dets ydelse. Udover den direkte effekt af niveauet af protein, vil en øget proteintildeling ofte medføre en reduktion i foderrationens indhold af let omsættelige kulhydrater (særligt stivelse). Effekten af øget protein skyldes derved ikke nødvendigvis kun selve proteinniveauet.

Når der fodres med et øget niveau af protein vil der være en lavere udnyttelse af proteinet, da der er et indtag af N over behov (Walker et al., 2005). Processen med at få det overskydende protein omdannet til urea er energikrævende. Set i en miljømæssig sammenhæng er

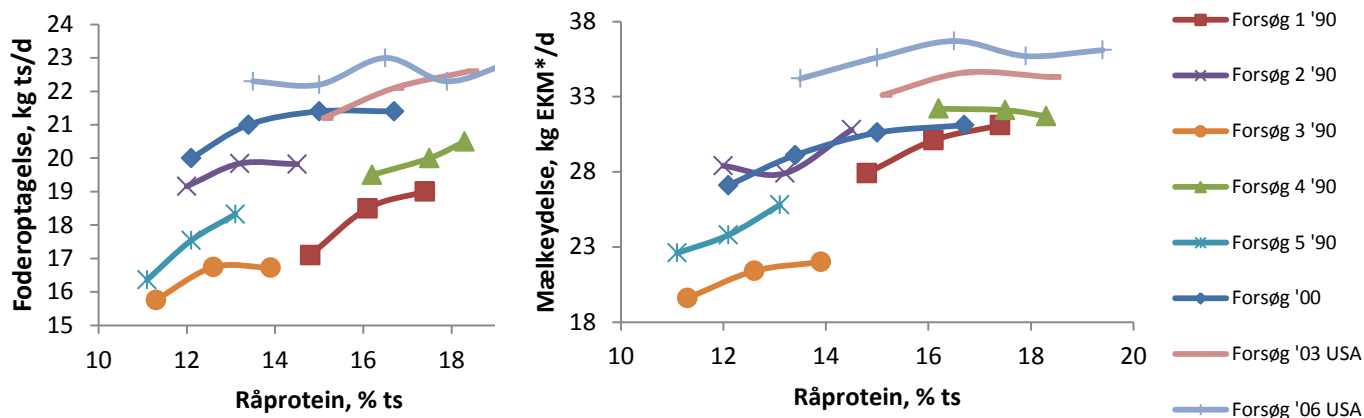
det meget relevant at få reduceret tildelingen af protein, og dermed reducere N tabet (Nielsen et al., 2003), især via reduceret N i urinen (Walker et al., 2005).

Forsøg med varierende proteintildeling

Der er mange variable at tage hensyn til, når koens proteinbehov skal kvantificeres. Derudover kan protein defineres på mange forskellige måder.

Danske anbefalinger for PBV i rationen bygger hovedsageligt på ældre produktionsforsøg, og er derfor delvist baseret på andre typer af grovfoder (f.eks. helsæd), og grovfoder med lavere fordøjelighed, end hvad der anvendes i dag. Disse ældre produktionsforsøg viste, at en reduceret tildeling af protein til under anbefaling havde en stor negativ effekt på foderoptagelsen. I de 5 forskellige forsøg fra 90'erne blev der fodret med rationer med et indhold af råprotein/kg tørstof varierende mellem 11,1 % og 18,3 % (Kristensen, 1997). I nyere forsøg er det fundet, at reduktionen i foderoptagelse, ved reduceret proteintildeling, var mindre end forventet ud fra de ældre forsøg. Forsøg på Foulum, AU fra 2010 havde til formål at vise effekten af reduceret proteintildeling på foderoptagelse og mælkeydelse (Weisbjerg et al., 2010). I forsøget blev der fodret med 4 forskellige niveauer af protein: 12,1 %, 13,4 %, 15,0 % og 16,7 % råprotein/kg tørstof. Forsøget viste, at reduceret tildeling af protein reducerede foderoptagelsen og mælkeproduktion, set i forhold til det højeste niveau af protein. Med undtagelse af udnyttelsen af N var der dog ikke (signifikant) forskel mellem de to høje niveauer på 15,0 % og 16,7 % råprotein. Forklaringen, på at proteinniveauet påvirker foderoptagelsen mindre end tidligere, kan skyldes, at grovfoderet i dag har en højere fordøjelighed, og at køernes foderoptagelse og mælkeproduktion dermed er mindre følsom overfor rationernes proteinniveau.

Nyere forsøg fra USA viser den samme tendens. Olmos Colmenero og Broderick (2006) undersøgte effekten af 5 forskellige niveauer af råprotein (13,5 %, 15,0 %, 16,5 %, 17,9 % og 19,4 % råprotein). Ydelsen steg med proteinniveau indtil en maksimal ydelse (målt som FKM (fedt korrigeret mælk)) ved 16,5 % råprotein. Fodring med niveauer over 16,5 % havde en negativ effekt på produktionen. I et andet forsøg af Broderick (2003) blev der fodret med 3 forskellige niveauer af protein (kombineret med 3 niveauer af energi); 15,1 %, 16,7 % og 18,4 % råprotein/kg tørstof. Her så man en stigning i foderoptag samt mælkeydelse fra 15,1 % til 16,7 %, mens yderligere tilførsel af protein ikke havde nogen effekt på produktionen. I figur 2 er der lavet en opsamling på effekten af stigende tildeling af råprotein på foderoptagelse og mælkeydelse, ud fra de otte omtalte forsøg.



Figur 2. Effekten af stigende tildeling af råprotein på foderoptagelse og mælkeydelse (*mælkeydelsen fra USA er opgjort som kg fedt korrigeret mælk (FKM))

Det ses af figuren at forsøgene fra 90'erne gav udslag i en mere kraftig nedgang i foderoptagelsen end de nyere forsøg, visualiseret i en mere stejl kurve. Endvidere ses det af figuren, at der er et produktionsmæssigt optimum omkring de 16-17 % råprotein/kg tørstof. Hvis der fodres med et højere niveau er der ligefrem en risiko for, at ydelsen går ned.

Hypotesen for det aktuelle forsøg var, at reduceret proteinforsyning under normen er mest alvorligt, når grovfoderets fordøjelighed er lav, baseret på observationerne fra de tidligere forsøg. Derfor forventes det, at nedgangen i foderoptagelse og ydelse, som følge af reduceret proteintildeling, vil være mindst ved den bedste grovfoderkvalitet med den højeste fordøjelighed.

Forsøgsbeskrivelse

Køer og rationer

Forsøget blev gennemført på Kvægbrugets Forsøgscenter i foråret 2011 med 48 lakterende SDM-DH køer. Køerne var blokket efter laktation (1. og ældre) og dage fra kælvning. Forsøget blev gennemført som et 4 × 4 romerkvadrat med fire 21-dages perioder og en 2 × 2 faktorial opsætning af behandlinger. Der var fri adgang til vand og køerne blev malket i robot med automatisk registrering af mælkeydelse.

Grundfoder (Mixed Ration, MR) blev tildelt i Insentec kasser og på den måde blev foderoptagelsen registreret automatisk. MR blev tildelt efter ædelyst og desuden blev køerne tilbudt op til 3 kg kraftfoder i malkerobotten.

Behandlingerne var arrangeret med 2 fordøjeligheder af grovfoderdelen og 2 proteinniveauer:

- 1) høj fordøjelighed og høj protein (HFK-HP)
- 2) høj fordøjelighed og lav protein (HFK-LP)
- 3) lav fordøjelighed og høj protein (LFK-HP)
- 4) lav fordøjelighed og lav protein (LFK-LP)

HFK bestod af 1. slæt kløvergræsensilage 2010 + majsensilage 2008. LFK bestod af 2. slæt kløvergræsensilage 2010 + majsensilage 2010. Kløverandel i kløvergræsensilager blev ikke målt ved slæt, men var højere i 1. slæt end 2. slæt baseret på observationer på andre tidspunkter. I tabel 1 ses næringsstofindholdet af de 4 ensilager.

Tabel 1. Næringsstofindhold i ensilager

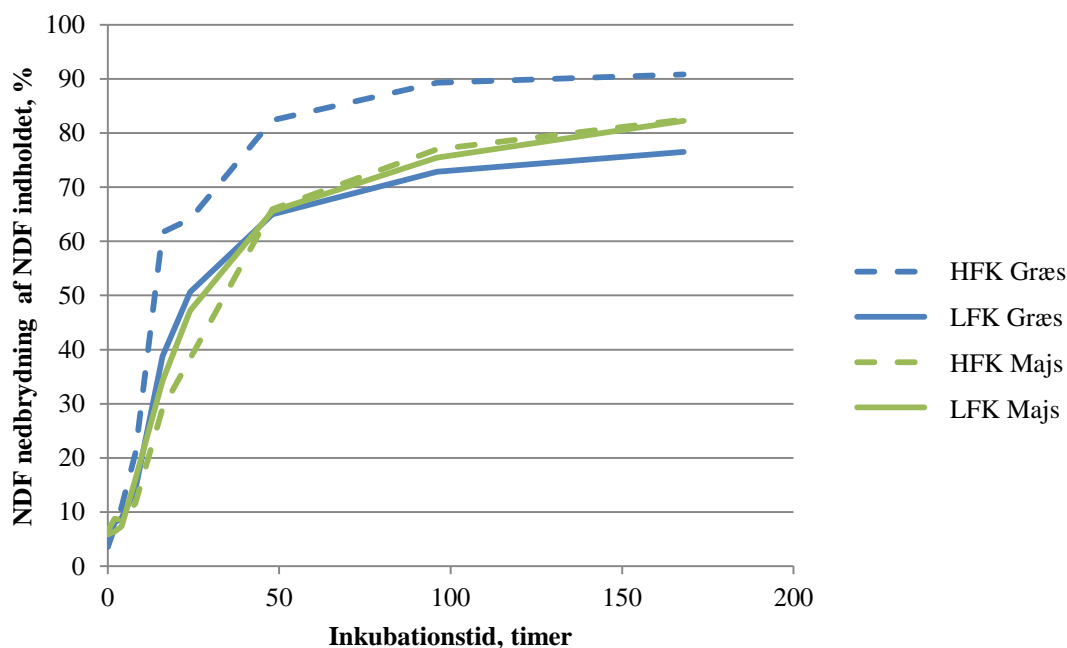
	HFK Græs	LFK Græs	HFK Majs	LFK Majs
Råprotein, % TS	16,2	14,8	8,1	10,1
In vitro Fordøjelighed, OS ¹	80,2	64,8	74,8	68,7
NDF, % TS	35,8	50,0	37,3	50,9
Stivelse, % TS	-	-	28,3	13,4
Kg TS / FE ¹	1,06	1,49	1,09	1,28
NEL, MJ/kg TS ²	6,58	5,57	6,65	5,99

¹ Beregnet (VOS)

² Værdi fra NorFor

Alle rationer bestod af 55 % grovfoder (55 % majsensilage og 45 % kløvergræsensilage) og 45 % kraftfoder på tørstofbasis af totalration. Rationerne var reguleret med urea for at udligne protein-indholdet (pr. kg tørstof) mellem de to grovfoder kvaliteter.

I figur 3 er NDF nedbrydningsprofilerne for de 4 ensilager vist (Primdal, 2011). Det ses at det højt fordøjelige græs har den største andel af nedbrydeligt NDF, mens det lavt fordøjelige græs ligger på niveau med majsensilagerne. Det ses også at forskellen mellem de to majsensilager ikke ligger i tilgængeligheden af NDF, men på indholdet af NDF.



Figur 3. NDF nedbrydningsprofiler for de 4 anvendte ensilager (Primdal, 2011)

De anvendte behandlinger er vist i tabel 2, hvor det ses at proteinniveauet i LP behandlinger lå på 13,9-14,0 % og i HP behandlinger på 15,7-16,0 % af tørstof. De to proteinniveauer blev opnået ved at ombytte sojaskrå og rapskager med roepiller og byg. NDF indholdet (% af tørstof) var 32 for HFK og 40 for LFK. Beregnet fordøjelighed af organisk stof for HFK rationer lå på 80 %, og LFK rationer på 75 %.

Tabel 2. Rationernes næringsstofindhold for de 4 behandlinger

	HFK – HP	HFK – LP	LFK – HP	LFK – LP
Råprotein, % TS	15,7	13,9	16,0	14,0
AAT, g/MJ ¹	13,4	12,1	13,6	12,6
PBV, g/kg TS ¹	23	13	15	2
Fordøjelighed, OS	79,8	79,8	74,7	74,7
NDF, % TS	31,7	32,0	39,3	39,9
Fyldeværdi ¹	7,16	7,20	7,15	7,18
Kg TS / FE ²	1,00	1,00	1,16	1,17
NEL, MJ/kg TS ¹	6,49	6,48	6,01	5,98

¹Værdi fra NorFor baseret på forventet gns. TS optag

²Beregnet

Resultater

Foderoptagelse

I tabel 3 ses effekten af proteinniveau og fordøjelighed på foderoptagelsen.

Tabel 3. Foderoptagelse for de 4 behandlinger

	HFK – HP	HFK - LP	LFK – HP	LFK - LP	P-værdi		
					FK	P	FK × P
Kraftfoder, kg TS/d	2,2	2,2	2,3	2,4	< 0,0001	< 0,3	0,9
Grundbl., kg TS/d	22,7	21,7	20,2	19,6	< 0,0001	< 0,0001	0,2
Total ration							
Kg TS/d	24,9	23,9	22,5	21,9	< 0,0001	< 0,0001	0,2
Energi, FE/d	24,3	23,2	19,8	19,1	< 0,0001	< 0,0001	0,1
Protein, kg/d	4,0	3,4	3,6	3,1	< 0,0001	< 0,0001	0,04

Resultaterne viser, at både fordøjelighed og proteinniveau har en effekt på foderoptagelsen. Køernes totale foderoptagelse var 2,2 kg TS højere på rationerne med høj fordøjelighed af grovfoderet sammenlignet med lav, mens høj proteintildeling øgede den total foderoptagelse med 0,7 kg TS sammenlignet med lav.

Mælkeydelse og -sammensætning

Tabel 4 viser effekten af proteinniveau og fordøjelighed på mælkeydelsen samt mælkens sammensætning.

Tabel 4. Mælkeydelse og -sammensætning for de 4 behandlinger

	HFK – HP	HFK - LP	LFK – HP	LFK - LP	P-værdi		
					FK	P	FK × P
Ydelse, kg EKM/d	34,8	33,5	32,9	31,9	< 0,0001	0,0003	0,8
Fedt, %	4,10	4,13	4,24	4,29	< 0,0001	0,09	0,7
Protein, %	3,63	3,62	3,57	3,55	< 0,0001	0,09	0,7
Laktose, %	4,84	4,86	4,81	4,80	< 0,0001	0,9	0,1
Protein:fedt	0,89	0,88	0,85	0,83	< 0,0001	0,01	0,7
Malkefrekvens robot ¹	2,27	2,23	2,31	2,34	0,05	0,9	0,5
N-udnyttelse ²	0,30	0,35	0,32	0,35	0,0035	< 0,0001	0,07

¹Beregnet som total antal malkninger (inkl. ukomplette) pr. dag

²Beregnet som $N_{mælk}/N_{optag}$

Effekterne på foderoptagelse afspejlede sig også i mælkeydelsen, således gav høj fordøjelighed +1,7 kg EKM/dag og højt proteinniveau +1,2 kg EKM/dag.

Fedtprocenten i mælken faldt med øget fordøjelighed af grovfoderet, mens proteinprocenten steg med øget fordøjelighed. Proteinindholdet i rationen havde ingen effekt på proteinindholdet i mælken. Højere fordøjelighed gav en lavere malkefrekvens i robotten, hvilket også afspejlede i et lavere kraftfoderoptag. Et lavere proteinindhold gav en højere udnyttelse af N.

Diskussion

Forskellen i NDF fordøjelighed af grovfoderdelen mellem LFK og HFK var på 9 procentpoint (med hhv. 59,9 % og 68,8 %). Effekten af fordøjelighed på mælkeydelsen var således lidt mindre end set i tidligere studier, der viste, at en stigning på ét procentpoint i grovfoderets NDF fordøjeligheder resulterede i en stigning på 0,25 kg EKM (Lehmann et al., 2010).

Der var ingen signifikant vekselvirkning mellem grovfoder fordøjelighed og proteinniveau. Forventningen om, at kørerne var mindre følsomme overfor lav proteintildeling ved en højere fordøjelighed af grovfoderet holdt derfor ikke stik. Forsøget viste, at med de variationer i proteinniveau og fordøjelighed, der blev anvendt i dette forsøg, havde fordøjeligheden af foderet større betydning end proteinniveauet for kørernes foderoptagelse og produktion.

Konklusion

Forsøget viste:

- Grovfoderets fordøjelighed havde stor betydning for foderoptagelse og mælkeproduktion
- Der er det samme krav til proteinniveau uanset grovfoderets fordøjelighed

Referencer

- Broderick, G. A. 2003. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:1370-1381.
- Faverdin, P., D. M'hamed, og R. Vérité. 2003. Effects of metabolizable protein on intake and milk production of dairy cows independent of effects of ruminal digestion. *Anim. Sci.* 76:137-146.
- Kristensen, V. F. 1997. Optimal proteinforsyning. Side 46-55 i *Malkekørernes ernæring*. Aktuell forskning vedrørende protein- og kulhydratomsætningen. Intern rapport nr. 88.
- Lehmann, J. O., R. Thøgersen, og M. R. Weisbjerg. 2010. Øget NDF fordøjelighed i grovfoderet øger mælkeproduktionen, [Online] KvægInfo - 2073. Tilgængelig på internettet:

<http://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Foder/Grovfoder/Sider/2073.aspx>.

M'hamed, D., P. Favardin, og R. Vérité. 2000. Effect of duodenal perfusion of protein on the intake of dairy cows with or without incomplete milking. *Ann. Zootech.* 49:487-496.

Madsen, J., L. Misciattelli, V. F. Kristensen og T. Hvelplund. 2003. Malkekoens energiforsyning og produktion. Side 113-132 i *Kvægets ernæring og fysiologi*. Bind 2 – Fodring og produktion. DJF rapport Husdyrbrug nr. 54. F. Strudsholm and K. Sejrsen, ed. Danmarks Jordbrugsforskning. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.

Nielsen, N. M., T. Kristensen, P. Nørgaard, og H. Hansen. 2003. The effect of low protein supplementation to dairy cows grazing clover grass during half of the day. *Livest. Prod. Sci.* 81:293–306.

Olmos Colmenero, J. J., og G. A. Broderick. 2006. Effect of Dietary Crude Protein Concentration on Milk Production and Nitrogen Utilization in Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 89:1704–1712.

Primdal, L. 2011. Betydning af NDF indhold og fordøjelighed i grovfoder, samt betydning af proteinniveau for foderoptag og mælkeydelse hos malkekøer. Bachelorprojekt.

Walker, N. D., C. J. Newbold, og R. J. Wallace. 2005. Nitrogen metabolism in the rumen. Side 71-115 i *Nitrogen and phosphorus nutrition of cattle. Reducing the environmental impact of cattle operations*. E. Pfeffer and A. Hristov, ed. CABI Publishing. CAB International. Wallingford. UK.

Weisbjerg, M. R., N. B. Kristensen, T. Hvelplund, P. Lund, og P. Løvendahl. 2010. Malkekoens produktion ved reduceret kvælstoftildeling. Side 17-29 i *Malkekoens biologiske potentialer for reduceret udskillelse af fosfor, kvælstof og metan*. NB Kristensen, ed. Intern rapport. Husdyrbrug nr. 22, maj 2010. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.