

Juni 2001

DJF rapport

Nr. 51 • Markbrug



Karen Søegaard, Peter Lund,
Finn Vinther, Søren O. Petersen & Ole Aes

Afgræsning med malkekøer

Betydningen af kløveriblanding, PBV- og AAT-niveau i kraftfoder, slæt/afgræsning, ammoniakfordampning og N_2 -fiksering for udbytter og N-balancer

Afgræsning med malkekøer

Betydningen af kløveriblanding, PBV- og AAT-niveau i kraftfoder, slæt/afgræsning, ammoniakfordampning og N₂-fiksering for udbytter og N-balancer

Karen Søgaard, Finn Vinther & Søren O. Petersen
Afdeling for Plantevækst og Jord
Postboks 50
DK-8830 Tjele

Peter Lund
Afdeling for Husdyrernæring og Fysiologi
Postboks 50
DK-8830 Tjele

Ole Aaes
Landskontoret for Kvæg
Landbrugets Rådgivningscenter
Udkærvej 15, Skejby
DK-8200 Århus N.

DJF rapport Markbrug nr. 51 • 2001

Udgivelse: Danmarks JordbrugsForskning Tlf. 89 99 19 00
Forskningscenter Foulum Fax 89 99 19 19
Postboks 50
8830 Tjele

Løssalg: t.o.m. 50 sider 50,- kr.
(incl. moms) t.o.m. 100 sider 75,- kr.
over 100 sider 100,- kr.

Abonnement: Afhænger af antallet af tilsendte rapporter,
men svarer til 75% af løssalgsprisen.

Indholdsfortegnelse	side
Resumé	5
Summary	7
Indledning	9
Materialer og metoder	10
1 Forsøgsbehandlinger	10
2 Målinger	13
2.1 Afgrøde.....	13
2.2 Mælkeydelse og græsoptagelse	15
2.3 Biologisk N ₂ -fiksering.....	16
2.4 Ammoniakfordampning	18
2.5 Jord.....	19
2.6 N-balancer	19
Resultater og diskussion	20
1 Slæt/afgræsningskombinationer	20
1.1 Slætudbytte og kvalitet.....	20
1.2 Vækst efter slæt i storfolden.....	22
1.3 Konklusion	23
2 Planteproduktion i storfolde	24
2.1 Foldene generelt	24
2.2 PBV-niveau	26
2.3 Afgrødetype.....	32
2.4 Konklusion	34
3 Afgrødekvalitet i storfolde	35
3.1 Kvalitet generelt mellem buskene	35
3.2 PBV-niveau	36
3.3 Afgrødetype.....	38
3.4 Konklusion	45
4 Tilskudsfoder og græsoptagelse	46
4.1 Tilskudsfoderets sammensætning samt AAT og PBV værdi.....	46
4.2 Græsoptagelse	47
4.3 Konklusion	48
5 Mælkeproduktion og tilvækst.....	49
5.1 Afgrøde.....	51
5.2 PBV	53
5.3 AAT.....	54
5.4 Vekselvirkning mellem AAT og PBV	56
5.5 Tilvækst.....	59
5.6 Konklusion	59
6 N ₂ -fiksering	60
6.1 Biologisk N ₂ -fiksering i ugræsset kløvergræs.....	60
6.2 Effekter af urin og gødning på N ₂ -fiksering.....	64
6.3 Biologisk N ₂ -fiksering i afgræsset kløvergræs.....	67
6.4 Konklusion	69

7	Ammoniakfordampning	70
7.1	Ammoniaktab fra gødning og urin	70
7.2	Sammensætningen af urin	71
7.3	Omsætning af urea i marken	71
7.4	Effekt af nedbør på ammoniaktab fra urin	73
7.5	Mælkeydelse og ammoniakfordampning	73
7.6	Konklusion	74
8	Mineralsk N i jorden	75
8.1	Konklusion	75
9	N-udnyttelsen på ko-niveau	76
9.1	Konklusion	79
	Tværgående diskussion	80
1	Markens produktion	80
2	N-balance i urinpletter	82
3	N-balance på markniveau og systemniveau	83
4	Storfolden (ko – afgrøde)	86
	Hovedkonklusioner	88
	Litteraturliste	89
	Appendiks	96

Resumé

Ved afgræsning med malkekøer er der væsentlige udfordringer i at forbedre styringsmulighederne, både hvad angår tilskudsfoder, plantekvalitet og tilbud, og derigennem forbedre N-udnyttelsen. I et tværfagligt storskalaforsøg med 64 køer i tre år ved Foulum, som havde det formål at forbedre disse forhold, blev betydningen af tilskudsfoderets indhold af hhv. PBV (ProteinBalance i Vommen) og AAT (Aminosyrer Absorberet i Tyndtarmen), iblanding af hvidkløver og forskellige kombinationer af slæt/afgræsning undersøgt.

Slæt/afgræsnings kombinationer

I storfoldene var der placeret parceller med forskellige kombinationer af slæt/afgræsning. Storfoldsafgræsning gennem hele sæsonen blev sammenlignet med ren slæt og med storfold, hvor der var inkluderet et tidligt slæt eller et slæt midt på sommeren. Slæt efter en hvileperiode i storfolden var sammenlignet med ren slæt karakteriseret ved et større udbytte og en mindre kløverandel. Ved en hvileperiode midt på sommeren var afgrødekvaliteten desuden ringere og græsset havde en meget kraftig stængelsætning. Hvileperioden i storfolden havde en positiv indvirkning på den efterfølgende planteproduktion og en negativ indvirkning på afgrødekvaliteten, når der blev sammenlignet med ren storfold.

Kløveriblanding

I marken var der folde med hhv. græs (alm. rajgræs gødet med 300 kg N/ha) og kløvergræs (hvidkløver + alm. rajgræs uden N-gødning). Køernes mælkeydelse var mod forventning den samme på hhv. græs og kløvergræs. Køerne græssede kløvergræsset mere i bund mellem buskene og mindre af buskene, idet der var en tendens til en større buskandel. Buskene er vraggræs omkring gødningsklatter. I kløvergræsfoldene var der en mindre andel dødt plantemateriale, hvorimod græssets stængelandel var højere. Tilvæksten i kløvergræs var i forhold til græs næsten den samme gennem foråret og sommeren, mens den var lidt lavere i sensommeren/efterår. Det begrænsede tilbud i kløvergræs kan være årsag til, at mælkeydelsen ikke blev påvirket positivt af kløveriblanding, hvilket ellers var forventet. Den gennemsnitlige beregnede græsoptagelse var 10,0 og 9,8 FE/ko/dag på henholdsvis græs og kløvergræs.

Afgrødekvaliteten i kløvergræsset var karakteriseret ved samme fordøjelighed af organisk stof som i ren græs. Indholdet af Ca, Na og råprotein var større, mens fiberindholdet var lavere. Proteinnedbrydeligheden i vommen var større i kløvergræsset end i græs i den sidste halvdel af sæsonen, mens der ingen forskel var i den første halvdel.

I de ugødede kløvergræsfolde kunne 87-99% af kløver-N og 6-34% af græs-N, via overførsel fra kløver, tilskrives fiksering af atmosfærisk N₂. I kunstige urinpletter (kontrolleret med udhældt urin) blev både kløverandel og kløverens N₂-fiksering reduceret kraftigt, så den samlede fiksering blev reduceret med ca. 50%. Gødningsklatter havde også en negativ indvirkning på fikseringen, men i mindre udpræget grad. N₂-fikseringen i storfoldene blev estimeret til at udgøre 80-85% af N₂-fikseringen i ugræsset/slættet kløvergræs.

Køernes N-udnyttelse var i gennemsnit 22,1% på kløvergræs og 23,8% på græs. Forskellen skyldes primært et større indhold af råprotein i kløvergræs end i græs.

PBV-niveau i kraftfoder

Køernes kraftfoder på stald ved malkning indeholdte hhv. et lavt PBV og et højt PBV-niveau (+24 og +102 g PBV/FE). For hele rationen blev det gennemsnitlige PBV-niveau hhv. 33 og 84 g PBV/FE. Køerne på de to PBV-niveauer blev holdt adskilt i marken og græssede i hver

deres folde med hhv. græs og kløvergræs. Køerne (SDM) ydede i gennemsnit 25,9 kg energi-korrigeret mælk (EKM)/dag. Der var ikke forventet en påvirkning af mælkeydelsen, men på ren græs var mælkeydelsen 1,5 kg EKM højere ved højt end ved lavt PBV-niveau. Årsagen synes at kunne findes i en ændret afgræsningsadfærd, idet køerne ved højt PBV græssede mere jævnt, dvs. græssede mindre mellem buskene og mere af buskene. Den mere jævne afgræsning bevirkede, at tilbuddet blev større og afgrødevæksten blev større, hvorimod afgrødekvaliteten ikke blev nævneværdigt påvirket. Mælkeydelsen hos køerne på kløvergræs blev omvendt ikke påvirket af PBV-niveauet. Dette kan skyldes, at kløverandelen blev lidt mindre ved højt PBV-niveau, og at kløvergræsset havde en lidt højere proteinnedbrydelighed i vommen i den sidste del af sæsonen.

I kunstige urinpletter, lavet af urin opsamlet fra køerne efter malkning, faldt N₂-fikseringen kraftigt, og afgrødevæksten steg kraftigt. PBV-niveauet påvirkede derimod ikke størrelsen af disse påvirkninger i forhold til kontrol, som var områder uden urin. I de kunstige urinpletter var fordampning af ammoniak derimod gennemgående ca. halvt så stort ved lavt PBV-niveau som ved højt PBV-niveau. Det skyldes især, at urea-N, der let omdannes til det flygtige ammoniak, udgjorde en mindre del af total-N i urinen fra køerne ved lavt PBV-niveau. I urinpletterne varierede fordampning af ammoniak meget, fra 3 til 52% af total-N i urinen. Simuleret nedbør reducerede tabet, især ved nedbør indenfor få timer efter afsætning af urin på marken. Fordampning af ammoniak fra gødningsklatter var meget begrænset.

Køernes N-udnyttelse steg fra 20,4 til 25,5% ved at ændre PBV indholdet fra højt til lavt niveau. N-overskuddet på markniveau blev samtidig sænket med 85 kg N/ha/år.

AAT-niveau i kraftfoder

Køerne blev på stald fodret med hhv. lavt og højt AAT i kraftfoderet (83 og 97 g AAT/FE). For hele rationen blev det gennemsnitlige AAT-niveau hhv. 85 og 91 g AAT/FE. I marken blev køerne på disse to niveauer ikke adskilt. Mælkeydelsen var lidt mindre, når både AAT og PBV-niveauet var lavt. I gennemsnit var den daglige mælkeydelse 24,9 kg EKM ved lavt AAT + lavt PBV og 26,3 kg EKM ved de andre kombinationer.

Generelt blev mælkeydelse og mælkenes sammensætning af fedt og protein kun i begrænset omfang påvirket af PBV-niveau, AAT-niveau og kløveriblanding, hvilket viser afgræsnings-systemets robusthed. Omvendt blev koens N-udnyttelse og markens N-overskud påvirket kraftigt af forsøgsfaktorerne.

Nøgleord: Afgræsning, malkekøer, hvidkløver, PBV, AAT, N-udnyttelse, ammoniakfordampning, N₂-fiksering

Summary

The improvement of management systems and consequently the N-utilization is an important challenge in dairy cow grazing systems, both with regard to supplements, herbage quality and herbage allowance. In an interdisciplinary grazing experiment with 64 cows over three years at Foulum with the aim of improving the above relationships, the effect of the level of PBV and AAT in the supplements, mixing with white clover and different combinations of cutting and grazing were examined.

PBV: Protein balance in the rumen

AAT: Amino acid absorbed in the small intestine

Cutting/grazing combinations

Plots with different combinations of cutting/grazing were placed inside the paddocks. Continuous grazing throughout the whole season was compared with a regime of cutting only and with continuous grazing including one early cut or one cut in mid summer. The yield from a cut following a rest period in the paddock was higher than with a cutting only regime and the content of white clover was lower. Further, the herbage quality was lower after a rest period in mid summer and the grass was much more stemmy than with cutting only. A rest period in the continuously grazed paddock had a positive effect on the following sward growth and a negative effect on herbage quality compared with grazing only.

Mixing with white clover

In the experiment area there were paddocks with pure grass (perennial ryegrass fertilized with 300 kg N/ha yearly) and grass/clover (white clover + perennial ryegrass without N-fertilization). The daily milk yield was the same with pure grass and with grass/clover. In the grass/clover paddocks the cows grazed less of the rejected areas around the dung pats and grazed more between the rejected areas. This was shown by a lower sward height between the rejected areas and a tendency to a larger rejected area in the grass/clover than in the pure grass paddocks. In the grass/clover paddocks there was a smaller content of dead herbage material, whereas the content of grass stem of grass dry matter was higher. The daily growth of grass/clover was nearly the same as pure grass throughout spring and summer, but was less in late summer and autumn. The reduced herbage allowance in the grass/clover paddocks could be the reason for the absence of a positive effect of the clover on the daily milk yield, which would otherwise have been expected.

The herbage quality in the grass/clover paddocks was characterised by the same digestibility as in the pure grass paddocks. The contents of Ca, Na, and crude protein were higher, whereas the content of NDF was lower. The degradability of protein in the rumen was higher in grass/clover than in pure grass during the later part of the season, whereas there was no difference in the earlier part.

In the unfertilized grass/clover paddocks fixation of atmospheric N₂ could explain 87-99% of clover-N and 6-34% of grass-N, via transfer from clover. In simulated urine patches (made by urine pour out) the clover content and the N₂-fixation by the clover were strongly reduced, and the total fixation was reduced by approx. 50%. The dung pats also had a negative effect on fixation, but the effect was much smaller. The N₂-fixation in the paddocks was estimated at 80-85% of the level of N₂-fixation in the cutting only regime.

The N-utilization of the cows was on average 22.1% in grass/clover and 23.8% in pure grass. The difference was primarily due to the higher content of crude protein in grass/clover.

PBV level in supplements

The supplements given to the cows at stable after milking contained either a low or high level of PBV ($\div 24$ and $+102$ g PBV/Scandinavian feed unit (SFU)). For the whole ration the average PBV level was 33 and 84 g PBV/SFU respectively. The cows on the two PBV levels were grazed separately. The cows yielded on average 25.9 kg energy corrected milk (ECM)/day. No effects of PBV level on milk yield were expected, but on pure grass the milk yield was 1.5 kg ECM higher with a high PBV level than with a low. The reason seemed to be an altered grazing behaviour. The cows fed a high PBV level grazed more evenly, i.e. less grazing between and more grazing in the rejected areas. This led to a higher herbage allowance, whereas the herbage quality was not affected noticeably. In contrast, the milk yield of the cows on grass/clover was not affected by the PBV level. This could be due to a lower clover content at high PBV level and to a higher protein degradability of grass/clover in the rumen in the later part of the season.

In simulated urine patches made with urine collected from the cows during milking, the N_2 -fixation was strongly reduced, and the sward growth increased strongly. However, the PBV level did not influence the magnitude of these effects compared with the control areas without urine. In the simulated urine patches the volatilization of ammonia at the low PBV level was, however, only approx. 50% of what it was at the high PBV level. This was primarily due to the fact that urea-N, which transforms easily into ammonia, constituted a smaller part of total-N in urine from cows at the low PBV level. The ammonia volatilization in the urine patches varied greatly, from 3 to 52% of total-N in urine. Simulated precipitation reduced the losses, primarily at water application within a few hours after urine application in the pasture. Volatilization of ammonia from dung pats was very low.

The N-utilization of the cows increased from 20.4 to 25.5% by changing the PBV level from high to low. N-surplus at field level was at the same time reduced by $85 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$.

AAT level in supplements

The dairy cows were at stable after milking fed with either a low or high level of AAT in supplements (83 and 97 g AAT/SFU). For the whole ration the average AAT level was 85 and 91 g AAT/SFU, respectively. On pasture the cows fed the two AAT levels grazed together. The milk yield was a little lower, when both AAT and PBV were low. On average the daily milk yield was 24.9 kg ECM at low AAT + low PBV and 26.3 kg ECM with the other combinations.

In conclusion, the milk yield and the composition of fat and protein in the milk were only to a small extent affected by PBV level, AAT level and mixing with white clover. This shows the robustness of the grazing system. The N-utilization of the cows and the N-surplus at field level were on the other side strongly affected by the treatments.

Key words: grazing, dairy cows, white clover, PBV, AAT, N-utilization, ammonia volatilization, N_2 -fixation

Indledning

Afgræsning har flere positive elementer hvad angår dyrevelfærd og landskabsæstetik. Samtidig er det den billigste udnyttelsesform af græsmarken (Studielandbrug, 1999). Der er imidlertid to hovedproblemer ved afgræsning, dels er der et stort N-overskud (Jarvis *et al.*, 1987), som muligvis forårsager betydelige N-tab, og dels er det vanskeligt at styre planteproduktionen og -kvaliteten samt tilpasse tilbuddet, når der er en daglig benyttelse af marken.

Det store N-overskud er forårsaget af flere forhold. Balancen mellem protein og energi i afgræsningsgræs er langt fra optimal for malkekøer, hvilket resulterer i forholdsvis lav N-udnyttelse og stor N-udskillelse i urin (Van Vuuren & Meijjs, 1987). Denne balance kan forbedres ved at fodre med tilskudsfoder, der indeholder meget energi og lidt protein (Valk & Hobbelink, 1992), hvilket dog også er problematisk, da energi- og proteintilførslen derved ikke er synkroniseret. I ren græs gødes der med forholdsvis stor mængde N i handelsgødning, selv om der under afgræsning tilbageføres en stor N-mængde med køernes urin og gødning. Kløveriblanding nedsætter behovet for tilførsel af handelsgødning betydeligt, da kløveren bidrager til N-husholdningen med N₂-fiksering. Samtidig er kvaliteten i kløveren anderledes end i græs. Det er især fiberindholdet og fibersammensætningen, som er anderledes (Søegaard, 1994).

Storfoldsafgræsning er det nuværende mest benyttede afgræsningssystem i Danmark. Afgrødehøjden er ofte bestemmende for afgræsningsintensiteten i dette system, og denne højde er normalt faldende gennem afgræsningssæsonen. Samtidig er der ofte en blandet benyttelse i græsmarken, dvs. marken udnyttes både til afgræsning og slæt. Slæt kan være med til at forbedre den efterfølgende afgræsning, men forsøg har tidligere antydnet, at afgrødekvaliteten i disse slæt kan være forholdsvis ringe (Nielsen & Søegaard, 1994). Kløveriblanding medvirker også til, at styringen bliver mere kompliceret, da der ikke kun skal tages hensyn til tilbud og vækst gennem sæsonen men også til en tilpasning af kløverandelen.

Hovedformålet med forsøget var at undersøge potentialet for at reducere N-tabet og N-overskuddet i afgræsningsmarken og samtidig opretholde en høj mælkeydelse. Formålet var desuden at skabe grundlag for en forbedret produktionsstyring.

Materialer og metoder

1 Forsøgsbehandlinger

I forsøget indgik fire variable; afgrødetype (græs og kløvergræs), PBV-niveau i suppleringsfoder (højt og lavt), AAT-niveau i suppleringsfoder (højt og lavt) samt slæt/afgræsnings kombinationer (4 forskellige). Den animalske produktion blev undersøgt mht. de tre førstnævnte variable (afgrødetype, PBV og AAT), og afgrøden blev undersøgt mht. afgrødetype, PBV og slæt/afgræsning (jf. definition af PBV og AAT side 13).

Hovedbehandling (registreringer på både afgrøde og køer)

Malkekøer afgræssede enten græs eller kløvergræs, og indenfor hver afgrødetype blev der yderligere opdelt i to grupper med forskelligt proteinindhold i tilskudsfoderet (lavt og højt PBV). Køerne på de to PBV-niveauer blev holdt adskilt i marken, da der forventedes stor forskel i N-udskillelsen i urinen. Afgrødetype og PBV-niveau blev således undersøgt gennem hele afgræsningssystemet (jf. Forsøgsskitse side 12). Køerne var opdelt i 4 grupper med 16 køer i hver, som blev holdt adskilt og afgræssede de fire hovedbehandlinger (PBV og afgrødetype).

AAT-niveau (registreringer på køer)

De fire grupper, hver med 16 køer, blev yderligere underopdelt i to niveauer af AAT i suppleringsfoderet, som køerne fik ved malkning (lavt og højt AAT). Køerne blev ikke holdt adskilt i marken, da der ikke kunne forventes nogen betydende effekt af AAT-niveauet på N-udskillelsen i urinen. Køerne blev dog blandet, så der græssede lige mange ved højt som ved lavt AAT-niveau i de enkelte folde. AAT-niveauet blev således kun undersøgt mht. animalsk produktion.

Slæt/afgræsning (registreringer på afgrøde)

Forskellige slæt/afgræsnings kombinationer blev undersøgt i hhv. græs og kløvergræs. Parcellerne var placeret i foldene, hvor køerne blev fodret med lavt PBV. Der var fire forskellige kombinationer: A) Ren slæt med 4 slæt/år (60 m^2), B) 1. slæt, hvorefter der blev afgræsset resten af sæsonen (150 m^2), C) Afgræsning med en hvileperiode og slæt midt på sæsonen, svarende til 3. slætperiode ved ren slæt (150 m^2) og D) Afgræsning gennem hele sæsonen, hvilket således udgjorde resten af det afgræssede område. Parcellerne var placeret det samme sted hvert år, så eventuelle eftervirkninger kunne måles (jf. Forsøgsskitse, side 12).

Produktionsforsøget med malkekøer blev udført i 1994-96 i 1., 2. og 3. brugsår, mens slæt og afgræsningskombinationer samt visse afgrødeanalyser yderligere blev udført i 4. brugsår i 1997. Køerne (SDM) havde alle kælvet mellem januar og april og ved evt. goldning blev køerne taget ud af forsøget. Indenfor behandling var køerne fordelt på blokke efter ydelse, laktationsnummer og laktationsstadiet. Ydelsen i forperioden inden udbinding blev brugt som kovariat.

Forsøgsarealet på i alt 16 ha var placeret nær kvægstaldene ved Foulum på en JB4 jord.

Marken bliver lokalt betegnet som 'kold og mørk', og væksten startede hvert år senere end på andre græsarealer ved Foulum. Græsset og kløvergræsset blev etableret i vårbyg i 1993 med to gentagelser af forsøgsbehandlingerne. Der var således otte storfolde (2 afgrødetyper x 2 PBV-niveauer x 2 gentagelser). Græsset bestod af sildig alm. rajgræs, *Borvi* og *Tivoli* hhv. di-

og tetraploid, og blev gødet med 300 kg N/ha fordelt over seks gange i vækstsæsonen (70, 50, 50, 50, 40, 40 kg N/ha). Kløvergræsset, som yderligere bestod af hvidkløveren *Milkanova*, blev ikke gødet med N. Pløjelagets kemiske sammensætning er vist i Tabel 1. I foråret 1996 var kalitallet (Kt) forholdsvis lavt, og der blev grundgødet med 150 kg K og 30 kg P/ha. Behandling A, hvor der kun blev slættet og ikke afgræsset, blev yderligere grundgødet med P og K med tilsvarende mængde i de øvrige år, 1995 og 1997. Der blev vandet ved 50 mm underskud, hvilket i årene 1994-97 blev til hhv. 225, 180, 160 og 40 mm. Køerne i hver forsøgsbehandling (afgrødetype x PBV-niveau) græssede i begge gentagelser af foldene, skiftende med to dage af gangen i hver gentagelse.

Tabel 1. Pløjelagets kemiske sammensætning i april ved vækststart. Kalital (Kt), fosforsyretal (Pt), reaktionstal (Rt) og mineralsk-N (NO_3 og NH_4). Gennemsnit af foldene.

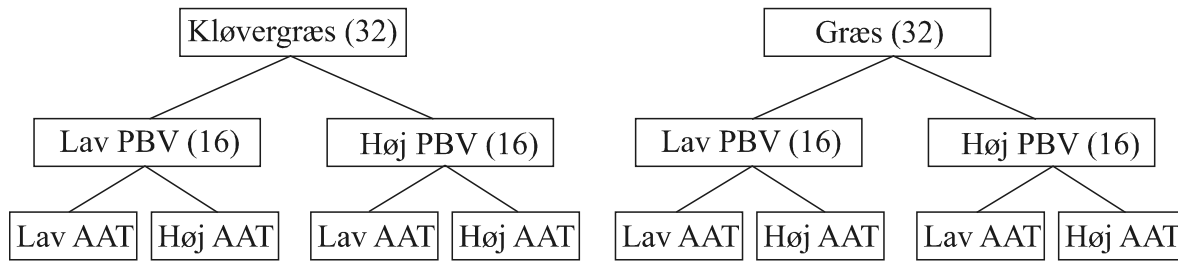
	Kt	Pt	Rt	Nmin (kg N/ha)
1994	8,4	3,6	6,2	5,9
1995	6,9	3,6	6,2	5,3
1996	5,8	3,7	6,1	11,1
1997	9,9	3,6	6,1	8,7

Afgræsningsystemet var reguleret storfold, som bestod af et kerneareal på ca. 1 ha pr. fold, hvor køerne græssede hele sæsonen og et bufferareal, hvor overskudsgræsset blev slættet. Afgræsningsarealet blev reguleret med flytbare hegn. I maj og juni blev afgrødehøjden, målt med pladeløfter mellem buskene, holdt på 7 cm, og fra juli blev arealet reguleret efter andelen af buskgræs stigende fra 7% i juni til 22% i september. Andelen af buskgræs blev bestemt ved at gå systematisk gennem folden, og når mere end halvdelen af foden trådte i en busk blev busken registreret. Antal tråd i buske i forhold til samlet antal skridt angav buskandelen. Afpudsning blev foretaget efter indbinding i efteråret og ikke i løbet af afgræsningsæsonen.

Tilskudsfoderets sammensætning og AAT og PBV værdi

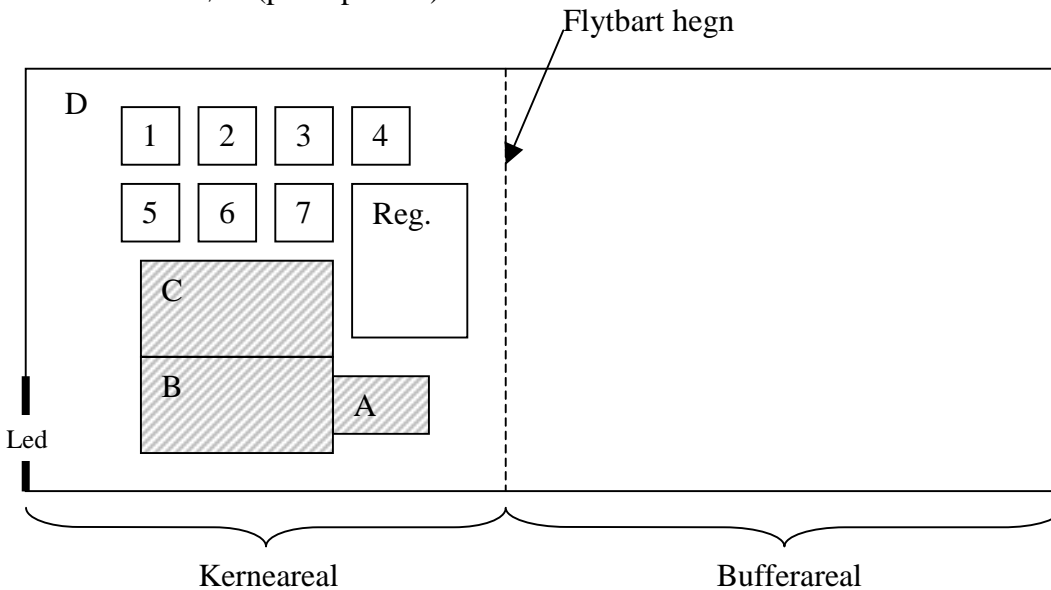
Alle køer blev tildelt 7 FE kraftfoder pr. dag igennem hele forsøgsperioden uanset ydelse og tidspunkt i laktationsperioden. De fire kombinationer af PBV og AAT i tilskudsfoderet blev frembragt på baggrund af kombinationer af almindeligt anvendte fodermidler. Kraftfoderationerne var sammensat efter et forventet PBV-niveau i kraftfoderet på -35 og 100 g PBV/FE ved henholdsvis lavt og højt PBV-niveau, og 81 og 95 g AAT/FE på henholdsvis lavt og højt AAT-niveau. På lavt PBV-niveau blev lavt AAT frembragt ved at benytte en høj andel af valset byg og pulpetter (tørret sukkerroeffald), og højt AAT blev frembragt ved at øge indholdet af pulpetter og proteinbeskyttede rapskager og sænke indholdet af byg. På højt PBV-niveau blev der benyttet en kombination af proteinrige oliekgær på højt AAT-niveau, og på lavt AAT-niveau var der et højt indhold af ubeskyttede rapskager (Tabel 2). Den daglige tildeling af råprotein via tilskudsfoderet var ca. 890 g/ko på lavt PBV og ca. 1875 g/ko ved højt PBV-niveau, hvilket gav et PBV-niveau på hhv. -160 og 760 g/ko/dag.

Forsøgsskitse (antal køer vist i parentes)



I afgræsningsmarken var der fire forsøgsbehandlinger, hvor både afgrøde og dyr indgik (afgrødetype og PBV-niveau). På stald var der otte forsøgsbehandlinger; afgrødetype, PBV-niveau og AAT-niveau.

En fold med 16 køer (principskitse):



Kerneareal: Arealet hvor køerne blev bundet ud. Dvs. kernearealet blev afgræsset hele sæsonen.

Bufferareal: Efterhånden som afgræsningsarealet skulle udvides, blev bufferarealet inddraget ved at flytte hegnet. Der blev taget slæt i den del af bufferarealet, som ikke blev afgræsset.

A: 4 årlige slæt, dvs. parcellen var indhegnet gennem hele sæsonen

B og C: blev afgræsset med undtagelse af en hvileperiode, som for B svarede til 1. slætperiode og for C til 3. slætperiode i A-parcellen. Parcellerne blev indhegnet i hvileperioden.

Resten af kernearealet var behandling D, dvs. storfoldsafgræsning/kontinuert afgræsning gennem hele sæsonen.

A, B og C var kun placeret i foldene med lavt PBV.

1-7: Felter til bl.a. produktionsmåling gennem sæsonen. Et felt til hver produktionsmåling, som ved målingen blev indhegnet i 7 dage.

Reg. : Et område til registrering af buskandel og kløverens tæthed.

Tabel 2. Sammensætning af kraftfoderblandinger (% af tørstof), og forventet PBV og AAT niveau i blandingerne.

	Lav PBV		Høj PBV	
	Lav AAT	Høj AAT	Lav AAT	Høj AAT
Valset byg	55,2	11,3	-	9,2
Pulpetter	22,4	56,9	-	-
Roemelasse	8,1	7,6	10,1	9,9
Sojaskrå	-	-	11,7	19,9
Ærter	-	-	28,5	14,1
Beskyttet rapskage	4,9	17,1	-	16,6
Ubeskyttet rapskage	-	-	47,1	26,6
Animalsk fedt	5,4	4,1	-	-
Mineraler	4,0	3,0	2,6	3,7
PBV/FE ¹	-35	-35	100	100
AAT/FE ¹	80	93	82	96

¹ I henhold til Strudsholm *et al.* (1997).

AAT og PBV definition

Køernes daglige optagelse af protein i kraftfoderet og ved afgræsning blev bestemt vha. det nordiske protein vurderingssystem, AAT/PBV systemet (Madsen *et al.*, 1995). PBV udtrykker ProteinBalancen i Vommen, dvs. en kvantitativ størrelse for forsyningen af N til den mikrobielle proteinsyntese i vommen. PBV værdien for et fodermiddel beregnes som differencen mellem den mængde af foderprotein, som nedbrydes i vommen, og den mængde mikrobielt protein, som potentielt kan syntetiseres i vommen. Den potentielle proteinsyntese i vommen beregnes ud fra foderets indhold af fordøjeligt kulhydrat. En negativ PBV værdi for den samlede ration angiver altså, at mikroberne i vommen er underforsynet med N i forhold til energi, hvorfor syntesen af mikrobielt protein i vommen er hæmmet, mens en positiv PBV værdi angiver at mængden af nedbrydeligt foderprotein er i overskud i forhold til den potentielle mikrobielle proteinsyntese beregnet på baggrund af foderets indhold af energi. Normen for PBV er 0 g PBV/FE. AAT er Aminosyrer Absorberet i Tyndtarmen, og er en kombination af unedbrudt protein fra foderet og mikrobielle aminosyrer, som fordøjes i tarmen. Normen er 90 g AAT/FE.

2 Målinger

2.1 Afgrøde

Målinger af afgrøden blev foretaget i foldenes kerneområde, hvor køerne græssede hele sæsonen. Kerneområdet var det samme areal hvert år. Registreringsarealet i kerneområdet var placeret, så områder ved led og vandingstrug samt kørespor ikke indgik ligesom områder, hvor vandingsmaskinen ikke kunne nå, heller ikke var medtaget i registreringsområdet (jf. Forsøgsskitse, side 12). Metoderne til afgrøderegistrering er udviklet til dette forsøg og er derfor beskrevet detaljeret. Afgræsningsarealet blev opdelt i de to væsentlig forskellige afgrødeområder; *buske*, som er det vragede areal omkring gødningsklatter, og arealet *mellem buske*, hvor køerne primært afgræsser, dvs. bidgræsset. En busk blev defineret ud fra, at afgrøden skulle være mindst dobbelt så høj som i det omgivende areal. I forbindelse med

grønsværprøver blev arealet mellem buske yderligere opdelt i urinpletter og upåvirket område. Urinpletterne skulle her være synlige, dvs. enten være unge og mørkt grønne eller ældre og med stærkt busket græs i velafgrænsede områder. Afgrødeprøverne blev udtaget af samme person gennem hele forsøget for at opnå en ensartet udtagningsmetode.

Prøveudtagning gennem afgræsningssæsonen blev foretaget på syv tidspunkter i ugerne nr. 18-19, 21, 24, 28, 31, 35 og 39 (tidspunkt 1-7). Produktionsraten mellem buskene blev bestemt ved tilvæksten i en hvileperiode på en uge, hvor et måleområde i hver fold blev indhegnet. Ved starten af hvileperioden blev der i hvert måleområde afklippet $6 \times 0,5 \text{ m}^2$ og efter syv dage blev tilsvarende andre felter afklippet. Tilvæksten var således differencen mellem afgrødemængden efter og før hvileperioden. Ved næste prøvetidspunkt blev et nyt område indhegnet. Produktionsraten i buskene blev ligeledes bestemt over en uge, dog kun ved tidspunkt 3, 5 og 7. I ti symmetriske buske blev halvdelen klippet ved indhegning og efter en uge blev den anden halvdel klippet. Afgrøden blev klippet til 3,5 cm med en elektrisk håndklipper, hvorpå der var sat slæbesko. De største afgrødestykker blev opsamlet med hånd og resten blev opsuget med en løvsuger, hvori der var sat en perforeret plasticpose til opsamling af afgrøden.

Højdemålinger af afgrøden blev foretaget med pladeløfter; $30 \times 30 \text{ cm}$ plade med $3,8 \text{ kg}$ tryk/ m^2 . Der blev lavet 20 målinger pr. måleområde.

Kunstige urinpletter blev i 1994-95 lavet ved at tilføre 4 l urin pr. m^2 med vandkande. Urinen blev opsamlet fra køerne på hhv. højt og lavt PBV-niveau, og opsamlingen blev foretaget på stald efter malkningen. Der blev lavet tre urinpletter pr. fold ved tidspunkt 2, 4 og 6 (uge 21, 28, 35).

I et 200 m^2 registreringsområde blev *buskandelen* og *kløverens tæthed* mht. vækstpunkter bestemt i 1994-96. Alle buske i dette område blev ved tidspunkt 3, 5 og 7 (uge 24, 31, 39) registreret med hensyn til placering, form og størrelse. Formen (cirkel, oval, trekant, firkant el. lign.) på den enkelte busk blev noteret sammen med størrelsen, som var diameter, sidelængder og/eller bredde afhængig af formen. Herefter kunne arealet af den enkelte busk beregnes. En modificeret metode af Neuteboom *et al.* (1992) blev anvendt til bestemmelse af hulfrekvens i kløveren, hvor afstanden til nærmeste kløverbærestpunkt i 100 tilfældige punkter mellem buskene blev målt i hver fold.

Prøver af *grønsværen* i kløvergræsfoldene (1994-96) blev udtaget om efteråret ved indbinding. I hver fold blev der i hhv. buske, urinpletter og upåvirket område udtaget 5 prøver af 260 cm^2 (2 græsrækker $\times 10 \text{ cm}$) ved hjælp af et hjemmelavet bor. Antallet af kløverbærestpunkter, både bladværestpunkter og udløverbærestpunkter, og græsskud blev talt og mængden af kløverudløbere blev bestemt.

Den *botaniske sammensætning* udtrykt som andel af tørstof blev bestemt ved håndseparation. Afgrøden blev delt i græsblade, græsstængler incl. blomsterstand og bladskede, hvidkløverblomster incl. blomsterstilk, hvidkløverblade incl. bladstilk og dødt materiale.

Fordøjeligheden af organisk stof (FOS) blev beregnet ud fra formlen $\text{FOS} = 4,1 + 0,959 \cdot \text{in vitro}$ (Møller *et al.*, 1989), hvor *in vitro* opløselighed af organisk stof blev bestemt efter metode af Tilley & Terry (1963). Fiberfraktionerne NDF, ADF og ADL blev bestemt efter metode af Van Soest (1963) og Van Soest *et al.* (1991). Indholdet af råprotein blev beregnet som: $\%N \cdot 6,25$. Proteinnedbrydelighed i vommen og tarmfordøjelighed af unedbrudt protein

blev bestemt ved nylonposer (Madsen *et al.*, 1995). Koncentrationen af AAT og PBV blev beregnet ud fra standardformler (Madsen *et al.*, 1995). AAT og PBV blev kun udregnet i de prøver, hvor nedbrydeligheden blev bestemt. Foderenheder til kvæg, betegnet som FE, er beregnet i henhold til Strudsholm *et al.* (1997).

Alle analyser og afgrødemængder er korrigeret for sandindhold, og er således vist i pct. af sandfrit tørstof. Resultater fra 1997 er kun i begrænset omfang medtaget, da fodringsforsøget ikke blev gennemført i 1997 og græsningsstyringen ikke var optimal.

2.2 Mælkeydelse og græsoptagelse

Udbinding skete den 5/5 i 1994 og 1995, og den 10/5 i 1996. Indbinding var den 13/10, 19/10 og 23/10 i henholdsvis 1994, 1995 og 1996. Afgræsningssæsonen blev opdelt i 4 perioder af ca. 40 dage, og køernes individuelle mælkeydelse samt mælkens protein- og fedtindhold blev bestemt i hver periode udfra den ugentlige ydelseskontrol. De fire perioder var fra udbinding-8/6, 9/6-19/7, 20/7-31/8 og 1/9-indbinding.

Den daglige græsoptagelse i FE ved afgræsning blev beregnet indirekte på baggrund af energibehov til livsytringer, dvs. mælk, tilvækst og vedligehold, fratrukket optagelsen af energi fra kraftfoder. Der blev regnet med en fodereffektivitet på 87% både på kløvergræs og på græs (Østergaard, 1973). Energiforbruget til vedligehold for dyr i løsdrift udtrykt i FE blev beregnet som $1,10 * (\text{dyrets vægt}/200 + 1,5)$, mens energibehovet til mælk og tilvækst blev beregnet henholdsvis som 0,4 FE/kg EKM og 4,0 FE/kg tilvækst (Strudsholm *et al.*, 1992). Energikoncentrationen i kraftfoderet blev beregnet i henhold til Strudsholm *et al.* (1997). Den daglige græsoptagelse blev derefter beregnet som følgende:

$$FE_{\text{græs}} = (FE_{\text{mælk}} + FE_{\text{tilvækst}} + FE_{\text{vedligehold}})/0,87 - FE_{\text{stald}}$$

Ved utilstrækkelig græsvækst blev der dog suppleret med græsensilage på stald, hvilket indgår i FE_{stald} . Lige efter udbinding og inden indbinding, når køerne var på stald om natten, blev der også suppleret med græsensilage. Da tildelingen af ensilage på stald var minimal, afspejlede mælkeydelse og tilvækst direkte græsoptagelsen i de fire perioder, da der blev tildelt den samme mængde kraftfoder pr. dag gennem sæsonen. Foderoptagelsen på stald blev registreret dagligt på baggrund af tildelt foder og tilbagevejning af foderrester, og den daglige tilvækst blev beregnet udfra vejninger af køerne efter hver periodes afslutning.

Det samlede datasæt for mælkeydelse og græsoptagelse for de tre år blev statistisk opgjort vha. type II test i PROC GLM (SAS, 1998) på basis af to afgrøder (græs, kløvergræs), to niveauer af PBV i kraftfoderet (lavt, højt), to niveauer af AAT i kraftfoderet (lavt, højt) i hvert af de tre år (1994, 1995, 1996). Data for alle tre år blev samlet i en model, hvor blokke således var nested indenfor år, og hvor mælke-data i forperioden var kovariat:

$$Y = I + \text{Blok} + \text{Kov}_Y + \text{Afgrøde} + \text{AAT} + \text{PBV} + \text{År} + \text{Afgrøde} * \text{AAT} + \text{Afgrøde} * \text{PBV} + \text{Afgrøde} * \text{År} + \text{AAT} * \text{PBV} + \text{AAT} * \text{År} + \text{PBV} * \text{År} + \text{Afgrøde} * \text{AAT} * \text{PBV} + \text{Afgrøde} * \text{AAT} * \text{År} + \text{Afgrøde} * \text{PBV} * \text{År} + \text{AAT} * \text{PBV} * \text{År} + \text{Afgrøde} * \text{AAT} * \text{PBV} * \text{År} + e,$$

hvor I = Intercept, Blok = Effekt af blok (1-8), Kov_Y = Kovariat (værdien i forperioden af variabelen), Afgrøde = Effekt af afgrødetype (græs, kløvergræs), AAT = Effekt af AAT niveau (lavt, højt), PBV = Effekt af PBV niveau (lavt, højt), År = effekt af År (1994, 1995, 1996), "*" angiver vekselvirkninger, e = Restvariation.

Ved data opgjort indenfor de 4 perioder i løbet af sæsonen, er perioder tilføjet til modellen, men perioder er ikke nested indenfor år.

Køernes produktion og græsoptagelse blev opfattet som individuelle uafhængige observationer til trods for, at flere køer afgræssede på den samme mark, og derfor stringent ikke kan opfattes som uafhængige. Denne antagelse var dog nødvendig for at få gentagelser af handlinger udover gentagelser mellem år.

2.3 Biologisk N₂-fiksering

Af metodemæssige årsager var det ikke muligt at måle den biologiske N₂-fiksering direkte i afgræsset kløvergræs. Målinger er derfor foretaget i en ugræsset kløvergræs, samtidig med at effekter af urinpletter og gødningsklatter på N₂-fikseringen er undersøgt separat. På grundlag af disse resultater sammenholdt med længden af afgræsningsperioden, antal dyr, samt mængde og hyppighed af urin og gødningsafsætning, er den biologiske N₂-fiksering i afgræssede storfolde herefter beregnet.

Målingerne af den biologiske N₂-fiksering er foretaget vha. ¹⁵N-fortyndingsmetoden (Fried & Middelboe, 1977). Kort beskrevet er metoden baseret på den kendsgerning, at græs og kløver optager en tilført ¹⁵N-beriget gødning i ulige forhold. Græs optager udelukkende N fra jorden, hvorimod kløver primært optager (fikserer) atmosfærisk N med et naturligt ¹⁵N-indhold på 0,3663% i modsætning til den ¹⁵N berigede gødning, hvor ¹⁵N indholdet var 3%. Indholdet af ¹⁵N i græs og kløver analyseres, hvorefter andelen af fikseret kløver-N (P_{fix}) kan beregnes:

$$P_{fix} = 1 - (\text{atom\% } ^{15}\text{N overskud}_{kl\ddot{o}ver} / \text{atom\% } ^{15}\text{N overskud}_{gr\ddot{a}es})$$
hvor atom% ¹⁵N overskud = atom% ¹⁵N – 0,3663. Mængden af fikseret N₂ kan herefter beregnes:

$$N_2\text{-fiksering} = (\text{kl\ddot{o}vert\ddot{o}rstof} \times \%N_{kl\ddot{o}ver} \times P_{fix}) / 100$$

Beregningen af P_{fix} er foretages ved at anvende atom% ¹⁵N i græs fra kløvergræs-blandingen (græs-mix) og fra en renkultur af græs (græs-mono). Overførslen af fikseret N fra kløver til græs (P_{trans}) beregnes:

$$P_{trans} = 1 - (\text{atom\% } ^{15}\text{N overskud}_{gr\ddot{a}es\text{-mix}} / \text{atom\% } ^{15}\text{N overskud}_{gr\ddot{a}es\text{-mono}})$$

Mængden af fikseret N overført til græsset kan herefter beregnes:

$$N_2\text{ overført} = (\text{gr\ddot{a}est\ddot{o}rstof} \times \%N_{gr\ddot{a}es} \times P_{trans}) / 100$$

Den samlede N₂-fiksering i den høstede del af en kløvergræsmark bliver således N₂-fiksering + N₂-overført.

N₂-fiksering i ugræsset kløvergræs

N₂-fiksering blev målt i ugræssede parceller i storfoldene i vækstsæsonerne 1994 og 1995. Et område på ca. 10 m² i hver af de fire kløvergræsfolde blev indhegnet. Indenfor dette område blev der i begyndelsen af april måned etableret to 1 m² parceller, hvor der blev udvandet ¹⁵N-mærket (3 atom%) ammoniumsulfat [(¹⁵NH₄)₂SO₄] i en mængde svarende til 1 g N/m². I nabofoldene med rent græs blev der på samme måde etableret parceller, hvor ¹⁵N-mærket

ammoniumsulfat blev vandet ud. Idet afgræsning i disse parceller var udelukket, blev de ikke påvirket af PBV-niveau, og de fire kløvergræsfolde kan derfor betragtes som gentagelser. De fire storfolde med to parceller i hver resulterer altså i otte gentagelser i 1994. I 1995 blev forsøget gennemført i to storfolde og altså med fire gentagelser.

Det centrale område ($0,5 \text{ m}^2$) af de ^{15}N -mærkede parceller blev i løbet af forsøgsperioden høstet 5-6 gange til en højde af ca. 3 cm, sorteret i kløver og græs, tørret ved $80 \text{ }^\circ\text{C}$ natten over og vejjet. Herefter blev det tørrede plantemateriale finmalet på en kuglemølle og indholdet af total-N og ^{15}N i kløver og græs blev bestemt på Forskningscenter Risø som beskrevet af Jensen (1991).

Effekter af urin og gødning

Der blev gennemført tre forsøg med urin i perioderne maj til juli 1995 (Forsøg 1), fra maj til september 1996 (Forsøg 2) og fra august til november 1996 (Forsøg 3), samt et forsøg med gødning i perioden maj til september 1996. Urin og gødning til forsøgene blev opsamlet fra kørerne i forbindelse med morgenmalkning, og delprøver blev analyseret for urea-N og total-N, jf. afsnit 7 – Ammoniakfordampning. Forsøgene blev gennemført på et ugræsset kløvergræsområde umiddelbart ved siden af de egentlige afgræsningsparceller.

Parceller til forsøgene med simulerede urinpletter blev forberedt ved at klippe kløvergræsset til en højde af ca. 3 cm. Dagen efter blev en blanding af urin og ^{15}N -mærket (10 atom%) ammoniumsulfat vandet ud. Det ^{15}N -mærkede ammoniumsulfat (4,7 g), som var opløst i 250 ml vand, blev blandet med 4 l urin, umiddelbart før blandingen blev vandet ud over et areal på 1 m^2 . En mængde på 4 l/m^2 svarer iflg. Afzal & Adams (1992) til en gennemsnitlig mængde ved urinerings. Kontrol-parceller blev forberedt på samme måde, dog med vand i stedet for urin, og forsøgene blev gennemført med to gentagelser.

Det centrale område af parcellerne ($0,5 \text{ m}^2$) blev i løbet af forsøgsperioden høstet 3-6 gange til en højde af ca. 3 cm, og behandlet og analyseret som beskrevet ovenfor. I løbet af forsøgsperioderne blev der jævnlige udtaget jordprøver til bestemmelse af vandindhold og indhold af mineralsk N. Vandindhold blev bestemt gravimetrisk efter tørring ved $110 \text{ }^\circ\text{C}$. Mineralsk N ($\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$) blev ekstraheret ved at ryste 50 g jord i 100 ml 2M KCl i 1 time efterfulgt af filtrering og analyseret spektrofotometrisk på autoanalyser (QuickChem® AE, Lachat Instruments).

Parceller til forsøgene med simulerede gødningsklatter blev forberedt ved at klippe kløvergræsset til en højde af ca. 3 cm. To dage efter blev ^{15}N -mærket (10 atom%) ammoniumsulfat [$(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] i en mængde svarende til 1 g N/m^2 vandet ud på et areal af 1 m^2 . En uge senere blev 2,5 kg frisk gødning placeret på et $0,04 \text{ m}^2$ stort areal i midten af parcellen. I løbet af forsøgsperioden på ca. 4 mdr. blev der høstet 6 gange i 10-cm's bæltter (0-10 cm, 10-20 cm og $> 20 \text{ cm}$) omkring gødningsklatten. Det høstede plantemateriale blev behandlet og analyseret som beskrevet ovenfor. Forsøget blev gennemført med fire gentagelser.

N₂-fiksering i afgræsset kløvergræs

N₂-fikseringen i de afgræsede storfolde blev indirekte estimeret på basis af litteraturværdier til beregning af andelen af arealet, som i løbet af afgræsningsperioden blev påvirket af urin eller gødningsklatter, sammenholdt med de fundne effekter af urin og gødning på N₂-fikseringen.

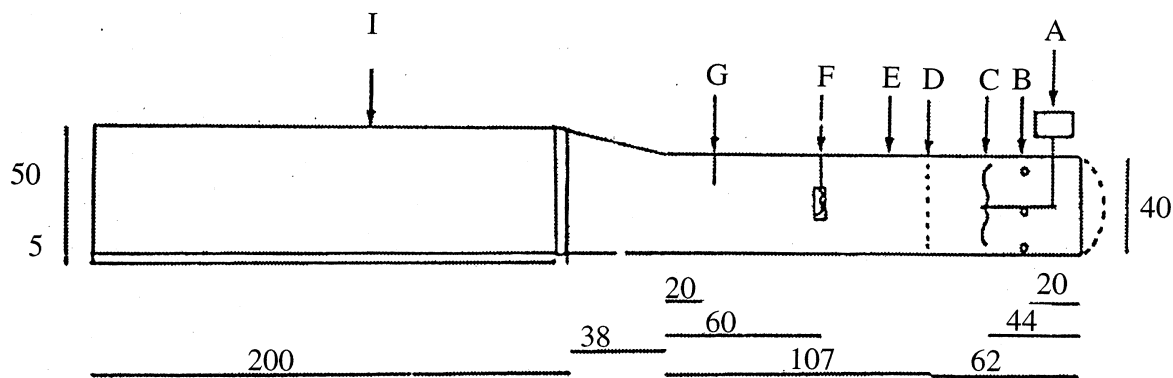
2.4 Ammoniakfordampning

Vindtunnel

Målinger af ammoniaktab blev gennemført på et ugræsset areal med kløvergræs umiddelbart ved siden af de egentlige afgræsningsparceller. Et system med otte vindtunneler blev benyttet. En vindtunnel (Figur 1) består af et rør (E) med en kraftig ventilator for enden (C), som trækker en strøm af luft henover et overdækket område (I). Vindhastigheden blev justeret til 3-3,5 m/s og monitoreret løbende under forsøget via anemometre (F). Ved hjælp af pumper blev der løbende opsamlet prøver af luftstrømmen igennem vindtunnelen (B). Den blandede luftprøve blev trukket igennem en opløsning af fosforsyre, hvori luftens indhold af ammoniak blev opsamlet. Fosforsyren blev udskiftet flere gange i løbet af de 10-14 dages forsøg med henblik på at beskrive ammoniakfordampningens tidsmæssige forløb. Alle forsøg blev gennemført med to gentagelser, hvilket gav plads til fire behandlinger pr. forsøg.

Tilførsel af gødning og urin

Til forsøgene blev anvendt gødning og urin, som blev opsamlet fra køerne i forbindelse med malkning og puljet indenfor hvert PBV-niveau. Urin og gødning blev analyseret for urea-N og total-N. I juni 1995 blev delprøver af urin fra individuelle dyr analyseret for at vurdere spredning og døgnvariation. Kunstige urinpletter (4 l/m²) og gødningsklatter (2,5 kg fordelt på 0,05 m²) blev etableret på det overdækkede område foran en vindtunnel. Ved et forsøg blev omsætningen af urea i jorden under en separat urinplet desuden undersøgt.



Figur 1. En vindtunnel til måling af ammoniaktab. A. Motor, B. Åbninger til udtag af gasprøver, C. Ventilator, D. Gitter, E. Stålrør, F. Anemometer til måling af vindhastighed, G. Termometer, I. Overdækning af polycarbonat, hvorunder urin/gødning blev udlagt.

Jordanalyser

I tilknytning til et enkelt forsøg blev N-omsætningen i jorden under en kunstig urinplet fulgt. Jordprøver (0-10 cm dybde, 2 cm diam.) blev udtaget og på køl transporteret til laboratoriet, hvor jord fra 0-2, 2-5 og 5-10 cm dybde blev ekstraheret i KCl ved 2°C, filtreret og analyseret for mineralsk-N samt urea (Mulvaney & Bremner, 1979).

Beregninger

Ammoniakfordampningen fulgte et sigmoidt (S-formet) forløb. Resultaterne indikerede i en række tilfælde, at ammoniaktabet ikke var afsluttet indenfor den 10-14 dages måleperiode, og det samlede tab blev derfor estimeret vha. en logistisk ligning (Demeyer *et al.*, 1995):

$$F(t) = N_{max} (1 - e^{(-ct)})^i,$$

hvor $F(t)$ er det akkumulerede tab af ammoniak, N_{max} er det maksimale tab til $t = \infty$, c er en hastighedskonstant, og i en parameter som er knyttet til kurvens forløb. N_{max} , som blev bestemt ved kurvetilpasning, afveg mellem -5 og +30% fra de målte tab.

2.5 Jord

Jordprøver i dybderne 0-25, 25-50 og 50-75 cm blev udtaget i kernearealet om efteråret efter indbinding med 20 stik pr. fold. I april blev der udtaget jordprøver af pløjelaget til bestemmelse af behovet for K-gødskning samt jordens kemiske sammensætning.

2.6 N-balancer

N-balancen på ko-niveau kan udtrykkes som:

$$N_{foder} = N_{tilvækst} + N_{foster} + N_{mælk} + N_{gødning} + N_{urin} \text{ (Kristensen } et al., 1997).$$

N_{foder} er N-optagelsen af både afgrøde og kraftfoder. På baggrund af den beregnede græs-optagelse og af analyser af afgrødernes sammensætning løbende gennem sæsonen, hvor indholdet af råprotein pr. FE bestemtes, blev den daglige optagelse af N på marken beregnet. N_{foster} er udeladt i beregningerne, da alle køer havde kælvet umiddelbart inden udbinding. Indholdet af N i mælk og tilvækst blev beregnet henholdsvis vha. proteinprocenten i mælken og en fast andel pr. kg tilvækst, mens indholdet af N i fæces blev beregnet ud fra fordøjelighed af foderprotein og endogen udskillelse på baggrund af tørstof- og N-optagelsen (Kristensen *et al.*, 1997). Mængden af N i urin blev beregnet i modellen efterfølgende som differencen mellem optaget N i foder og N i gødning, mælk og tilvækst. Indholdet af N i mælk var altså den eneste faktisk målte værdi, mens de øvrige var baseret på estimater. N-balancer i malkekoen blev beregnet pr. ko pr. dag og i afgræsningsmarken pr. ha pr. år, hvor sidstnævnte var afhængig af belægningsgraden gennem sæsonen. Tilbageførslen af N til marken under afgræsning, i form af urin og gødning, blev estimeret under forudsætning af, at køerne opholdt sig en fast andel af døgnnet på marken, og at gødningsproduktionen pr. time var konstant over døgnnet. Køerne opholdt sig ca. 16,8 timer pr. døgn på græs (70 %) og 7,2 timer på stald (30 %). N-overskud på marken blev beregnet på baggrund af tilførslen af N fra handelsgødning, nedbør, urin og gødning fratrukket den daglige græsoptagelse.

I 1995 blev undersøgelser med kunstige urinpletter koordineret, så der tre gange i vækstsæsonen blev anvendt den samme urin til hhv. måling af planteproduktion, N-optagelse, N_2 -fiksering og ammoniak fordampning.

Resultater og diskussion

1 Slæt/afgræsningskombinationer

1.1 Slætudbytte og kvalitet

Vækst og kvalitet i en hvileperiode blev påvirket meget af, hvad arealet havde været anvendt til inden denne periode, hvilket enten var slæt eller afgræsning. Det blev undersøgt i hhv. 1. og 3. slætperiode ved, at der var placeret forsøgspareceller i storfoldene, hvor der var forskellige hvileperioder, som svarede til slætperioderne i en referenceparcel. I denne referenceparcel, som ligeledes var placeret i storfolden, blev der kun taget slæt og aldrig afgræsset (jf. Forsøgsskitse side 12). Eftervirkningen på forårsproduktionen og 1. slæt kunne undersøges i årene 1995-97, hvor der det foregående år enten udelukkende havde været taget slæt i referenceparcellen (led A), eller hvor der var taget 1. slæt og derefter afgræsset resten af vækstsæsonen (led B). Det 1. slæt blev høstet mellem den 4. og 11. juni. Når eftervirkningen ikke kunne undersøges i 1994 skyldes det, at forsøget startede foråret 1994, og der var derfor ikke eftervirkning på dette tidspunkt. Tilsvarende eftervirkning blev undersøgt midt på sommeren i 3. slætperiode i årene 1994-97. Her var der ligeledes enten slæt (led A) eller afgræsning (led C) som forudgående benyttelse. I denne del er 1994 med i opgørelsen, da der inden 3. slætperiode havde været enten slæt eller afgræsning fra foråret ved forsøgets start. Den 3. slætperiode i led A, som var lig hvileperioden i storfolden (led C), var næsten den samme alle år i perioden 9/7 til 18/8.

Afgræsning, som forudgående benyttelse, havde i forhold til slæt en positiv indvirkning på produktionen især i 1. slæt, hvor udbyttet i gennemsnit blev hævet med 800 FE/ha efter afgræsning i forhold til slæt (Tabel 1.1). I 3. slæt blev udbyttet kun hævet med 340 FE/ha. En stigning som imidlertid ikke var signifikant. Forskellen i planteproduktion i 3. slætperiode har imidlertid været større end det målte. I led A, ren slæt, blev der høstet til 7 cm hver gang, og udbyttet afspejlede derfor hele planteproduktionen. I led C var afgrøden lavere pga. afgræsning ved hvileperiodens start, i gens. 3,7 cm målt med pladeløfter, og afgrøden blev slåttet til 7 cm. Planteproduktionen har således reelt været større end det målte høstudbytte.

Da forsøget foregik fra 1. til 4. brugsår, kunne der have været en akkumuleret virkning. Der var imidlertid ingen vekselvirkninger mellem år og de målte parametre, hvorfor der ikke har været en målelig ophobet effekt med stigende alder af marken.

Den største eftervirkning af benyttelsen fandtes i græssets stængelsætning, idet afgræsning medførte en stigning i stængelsætning. I 1. slæt steg stængelandsdelen af græstørstof kun lidt, ca. 5 %enheder, men i 3. slætperiode var stigningen betydelig. Stænglerne udgjorde her mere end dobbelt så meget af græstørstof i både kløvergræs og ren græs, hvor der havde været afgræsset, end hvor det havde været taget slæt (Tabel 1.1). Dette til trods for at der ikke var nogen signifikant stigning i udbyttet. Kløverens morfologi blev derimod ikke påvirket af forhistorien, idet andelen af kløverbloster af kløvertørstof ikke blev påvirket (Tabel 1.1). Til gengæld blev kløverandelen reduceret betydeligt, hvor der havde været afgræsset inden hvileperioden. I gennemsnit blev kløverandelen, hvor der forudgående havde været afgræsning, reduceret med 24% i 1. slæt og med 38% i 3. slæt i forhold til, hvor der kun var taget slæt. Det findes også normalt, at afgræsningen har en negativ effekt på kløverandelen (Søgaard & Nesheim, 1999).

Afgrødekvaliteten blev også påvirket betydeligt af forhistorien (Tabel 1.1). Den største påvirkning fandtes i koncentrationen af NDF, som svarer til cellevægsindholdet. NDF indholdet var en del højere, hvor forhistorien var afgræsning, hvilket sandsynligvis har sammenhæng til den forøgede stængelsætning. Koncentrationen af råprotein var omvendt lavere, hvor der havde været afgræsning, hvilket bl.a. må tilskrives den højere afgrøde. Selv om koncentrationen af råprotein var mindre, blev der høstet mere N, i gennemsnit 8 kg N/ha, hvor der tidligere var afgræsning pga. det større udbytte. Fordøjelighed, FOS, blev påvirket forholdsvis lidt. Kun i 3. slæt faldt fordøjeligheden en del i ren græs ved den meget store stængelsætning. At fordøjeligheden ikke nødvendigvis følger stængelandelen, når forskelle i stængelandel skyldes eftervirkninger og ikke alder, er tidligere fundet under slætforhold (Søgaard, 1994).

Tabel 1.1. Udbytte, kvalitet samt botanisk og morfologisk sammensætning af 1. og 3. slæt efter forskellig forudgående benyttelser (slæt eller afgræsning).

A: Ren slæt, 4 slæt årligt.

B: 1. slæt og derefter afgræsning

C: afgræsning med et slæt midt på sommeren svarende til 3. slætperiode i A (9/7-18/8).

Forhistorie	1. slæt (1995-97)				LSD _{0,05}
	Kløvergræs		Græs		
	A Slæt	B Afgræsning	A Slæt	B Afgræsning	
FE/ha	2859 ^{bc}	3610 ^a	2491 ^c	3356 ^{ab}	558
Græsstængel	43,0 ^{ab}	47,0 ^a	33,9 ^b	39,8 ^{ab}	7,7
Kløverandel	45,3 ^a	34,4 ^b			5,9
Kløverblomst	0,3	0,0			NS
FOS	82,3	82,3	81,8	80,2	NS
NDF	30,7 ^c	34,7 ^b	36,9 ^b	40,4 ^a	2,9
Råprotein	20,4 ^a	18,3 ^{ab}	17,2 ^b	14,6 ^c	2,3

Forhistorie	3. slæt (1994-97)				LSD _{0,05}
	Kløvergræs		Græs		
	A Slæt	C Afgræsning	A Slæt	C Afgræsning	
FE/ha	1940	2305	1832	2150	NS
Græsstængel	18,3 ^b	43,9 ^a	24,2 ^b	54,4 ^a	12,4
Kløverandel	68,5 ^a	42,5 ^b			10,7
Kløverblomst	26,6	26,6			NS
FOS	73,3 ^a	71,2 ^a	71,9 ^a	66,1 ^b	2,8
NDF	36,7 ^d	41,4 ^c	48,1 ^b	54,2 ^a	2,7
Råprotein	21,6 ^a	19,8 ^a	16,4 ^b	15,3 ^b	2,1

Græsstængel (% af græstørstof), kløverandel (% af afgrødetørstof), kløverblomst (% af kløvertørstof), FOS (fordøjelighed af organisk stof, % af org. stof), NDF(% neutral detergent fiberfraktion af tørstof) og råprotein (% af tørstof).

^{a,b,c,d}: signifikant forskellige (p<0,05) værdier

De beskrevne eftervirkninger af afgræsning i forhold til slæt kan primært skyldes to forhold. For det første recirkulerer næringsstofferne i afgræsningssystemet via gødning og urin, hvor-

ved afgrøden bliver gødet kraftigere end ved slæt. Udbyttetigningen i ren græs ved stigende N-tilførsel er derfor mindre ved græsning end ved slæt (Jackson & Williams, 1979), ligesom den mikrobielle aktivitet i jorden er fundet større (Hassink, 1992). For det andet bliver væksten af græs og kløver påvirket af benyttelsen. Ved slæt vokser planterne sig store. Græsset bliver reproduktivt i forsommeren, og kløver bliver det midt på sommeren. Under kontinuert afgræsning stresser planterne ved ofte at blive afbidt, og græsset bliver ikke så reproduktiv som ved slæt.

Den større produktion kan skyldes begge årsager, men da der som nævnt kun blev høstet 8 kg N/ha mere, hvor forhistorien har været afgræsning, tyder det på en begrænset eftervirkning af det recirkulerede N under afgræsning. Den store eftervirkning skyldes således nærmere græsningens indvirkning på planterne. Græssets skudantallet og kløverens vækstpunkter blev ikke talt i denne del af forsøget, men afgrøden var synligt tættere, hvor forhistorien var afgræsning frem for slæt. Dette støttes af Yarrow & Penning (1994), som fandt færre græsskud pr. arealenhed ved slæt end ved kontinuert kvægafgræsning.

Det mest overraskende var den store stængelsætning i sensommeren, når storfolden fik en hvileperiode, hvilket var med til, at kvaliteten blev en del ringere end ved ren slæt. Årsagen er sandsynligvis fysiologisk betinget af, at græsset ikke længere blev stresset af den kontinuerede afbidning og derfor blev meget reproduktivt på dette - for græs - sene tidspunkt. N-tilførsel har minimal effekt på stængeludvikling (Søgaard, 1994), hvorfor recirkulation af N sandsynligvis ikke er årsag til den kraftige stængeludvikling. I et tidligere forsøg ved Foulum, blev der fundet tilsvarende stigning i stængelsætningen ved en hvileperiode i storfolden i august (Nielsen & Søgaard, 1994). Der er ikke fundet andre referencer vedrørende eftervirkninger af slæt og kontinuert afgræsning.

1.2 Vækst efter slæt i storfolden

Parcellerne, hvor der havde været hvileperiode, og der var taget et slæt (led B og C), blev afgræsset umiddelbart efter høst. Tilvæksten kunne derfor sammenlignes med tilvæksten, hvor der havde været afgræsset hele tiden (led D), og eftervirkningen af hvileperioden kunne således måles, hvilket den blev gjort i 1994-95.

Tilvæksten var større efter en hvileperiode med slæt end, hvor der var afgræsset hele tiden (Tabel 1.2). Tilvæksten blev målt indenfor en måned efter slæt. Eftervirkningen var størst midt på sommeren efter 3. slætperiode. Samtidig var afgrødemængden over 3,5 cm større, hvor der var taget slæt, og højden målt med pladeløfter var lidt større. Ved slæt var stubhøjden 7 cm, og køerne havde således endnu ikke græsset parcellerne ned på niveau med det konstant afgræssede areal. Den større produktion kan således skyldes et større potentiel vækst pga. et større bladarealindeks. Dette støttes af, at stigningen i tilvæksten var størst efter sensommer-slættet, hvor afgrøden også var græsset mest i bund i storfolden og dermed også havde laveste potentiel vækst. Eftervirkningen af en hvileperiode ved kontinuert afgræsning er ikke fundet beskrevet i litteraturen.

Afgrøde kvaliteten var lidt lavere, hvor der lige var taget slæt i storfolden; højere NDF koncentration, lidt lavere råprotein koncentration og lavere fordøjelighed (Tabel 1.2). Dette skyldes sandsynligvis stubben fra slæt, som har haft en lavere kvalitet. Køerne fik således et større tilbud med en dårligere kvalitet, når de græssede i et område, hvor der lige var taget slæt.

Tabel 1.2. Tilvækst, afgrødemængde og afgrøde kvalitet over 3,5 cm samt afgrødehøjden målt med pladeløfter i storfolden enten efter en hvileperiode med slæt eller uden hvileperiode.

Gennemsnit af græs og kløvergræs i 1994-95. Målinger mellem buske.

1. slæt høstet i begyndelsen af juni og målingerne er foretaget midt i juni og midt i juli.

3. slæt er høstet midt i august og målingerne er foretaget i begyndelsen af september og begyndelsen af oktober.

B: 1. slæt og derefter afgræsning.

C: afgræsning med en hvileperiode og slæt midt på sommeren. Hvileperiode: 9/7-18/8.

D: afgræsning hele sæsonen.

Forhistorie	Perioden efter 1. slæt			Perioden efter 3. slæt		
	B Slæt	D Afgræsning	LSD _{0,05}	C Slæt	D Afgræsning	LSD _{0,05}
Tilvækst (kg TS/ha/dag)	58,3	53,0	NS	30,9	17,4	10,3
Afgrødemængde(kg TS/ha)	585	402	136	360	156	97
FOS (% af OS)	79,1	81,1	1,5	76,3	80,5	2,0
NDF (% af TS)	40,2	37,2	2,4	41,4	38,9	NS
Råprotein (% af TS)	19,4	21,3	NS	26,3	28,8	2,5
Højde (cm)	6,4	4,8	0,6	4,9	3,6	0,5

1.3 Konklusion

Udbytte og kvalitet ved *slæt i den ellers afgræssede storfold* var i forhold til *ren slæt, dvs. uden afgræsning*, karakteriseret ved:

- en større planteproduktion
- en mindre kløverandel
- en kraftigere stængelsætning i græsset, især i sensommeren
- en dårligere kvalitet, især i ren græs i sensommeren

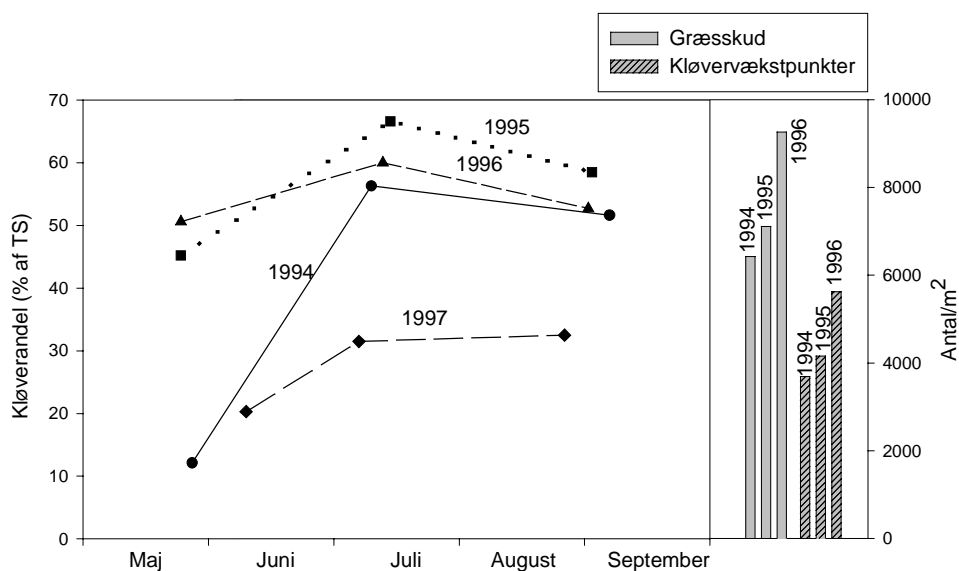
Afgrødevækst og kvalitet i *storfolden efter en hvileperiode med slæt* var sammenlignet med *storfolden uden hvileperiode* karakteriseret ved:

- en større planteproduktion
- en dårligere kvalitet

2 Planteproduktion i storfolden

2.1 Foldene generelt

Græsset og kløvergræsset blev etableret i 1993. Hvidkløveren var i begyndelsen af 1994, dvs. 1. brugsår, præget af ringe vækst og ringe etablering. Fordelingen af kløverplanterne var imidlertid jævn, og midt på sommeren 1994 havde kløveren efterhånden bredt sig og udgjorde en stor andel af afgrødetørstof over afgræsningshøjde (Figur 2.1). I 2. og 3. brugsår, 1995-96, var kløverandelen stor gennem hele afgræsnings sæsonen og i 4. brugsår, 1997, faldt den til ca. halvdelen. En betydelig nedgang i kløverandelen efter 3-4 år i afgræssede arealer med stor kløverandel er et velkendt fænomen (white clover crashes), uden at der dog er entydige forklaringer (Fothergill *et al.*, 1996). Kløverandelen var generelt størst midt i afgræsnings sæsonen, ligesom det er normalt under slætforhold. I vinteren 1995-96 var der udvintring i de gamle afpuddede buske. Dette var med til at nedsætte produktionen i begyndelsen af 1996. Afgrøden blev tættere fra 1. til 3. brugsår, idet antal græsskud og antal kløverbækstpunkter i oktober ved indbinding steg gennem årene (Figur 2.1). Målingerne blev ikke foretaget i 1997, og græsskud blev desuden kun talt i kløvergræsmarkerne.



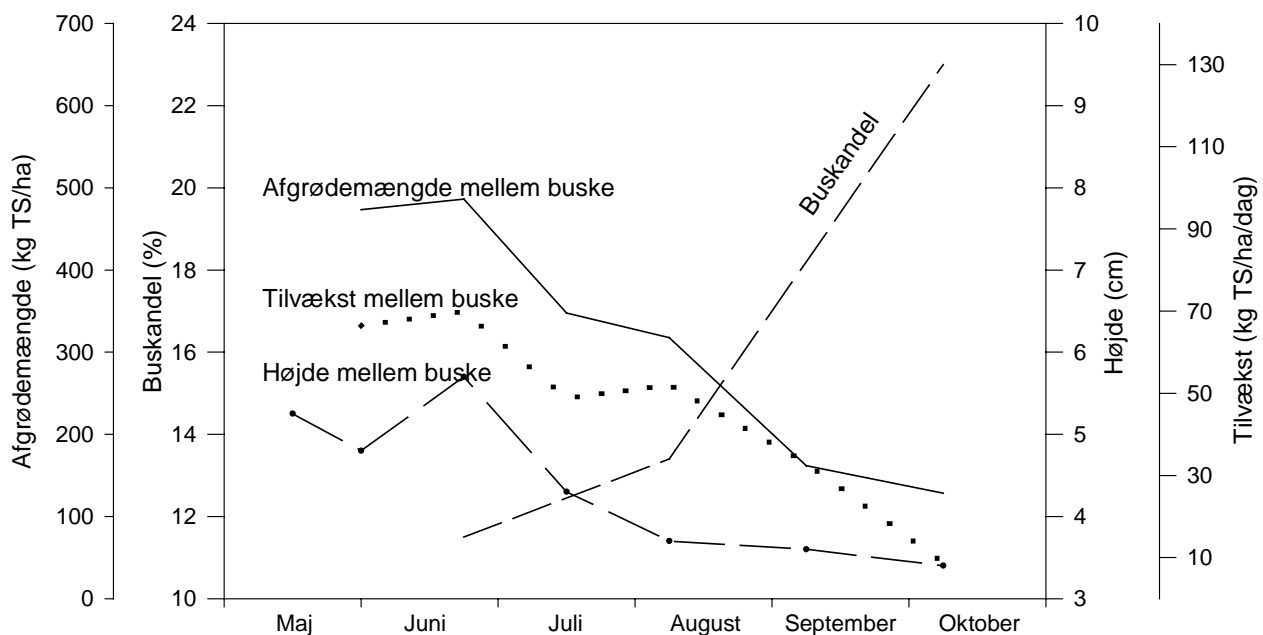
Figur 2.1. Kløverfoldene. Den gennemsnitlige kløverandel i bidgræsset, som er afgrøden mellem buskene, samt antal græsskud og kløverbækstpunkter ved indbinding.

Kørne blev udbundet midt i maj og indbundet midt i oktober. Væksten kom lidt senere i gang om foråret end i andre græsforsøg ved Foulum. Lokalt omtales marken som 'mørk og kold'. Afgrødehøjden mellem buskene i kernearealet faldt gennem afgræsnings sæsonen, i gennemsnit startende med en højde på omkring 5 cm og derefter faldende til 3-4 cm, målt med pladeløfter (Figur 2.2). Dette er ensbetydende med, at afgrødemængden også faldt gennem afgræsnings sæsonen, i gennemsnit fra knap 500 kg TS/ha i slutningen af maj til godt 100 kg TS/ha i begyndelsen af oktober. Afgrøden blev afklippet ved 3,5 cm over jordoverfladen, og mængden blev udregnet pr. ha, som om der ikke var buske på arealet. Den daglige tilvækst mellem buskene faldt også kraftigt gennem vækstsæsonen (Figur 2.2). Den daglige tilvækst var således positiv korreleret med afgrødemængde og afgrødehøjde, men korrelationerne var forholdsvis lave:

Daglig tilvækst (kg TS/ha/dag) = $18,8 + 0,083 \cdot \text{afgrødemængden over } 3,5 \text{ cm (kg TS/ha)}$,
 $R^2=0,35$, CV=60, n=158.

Daglig tilvækst (kg TS/ha/dag) = $-20,8 + 15,4 \cdot \text{afgrødehøjde (cm)}$,
 $R^2=0,34$, CV=61, n=158.

Afgrødemængden var den mængde afgrøde, som var tilstede over 3,5 cm ved start af tilvækstmålingen. Afgrødehøjden var ligeledes målingen foretaget med pladeløfter på samme tidspunkt. Afgrødetypen, græs eller kløvergræs, havde ingen indvirkning på korrelationen. Tidspunktet i vækstsæsonen, sæsonen opdelt i månedsintervaller, havde desuden ingen signifikant betydning. I gennemsnit steg den daglige tilvækst således med 8 kg TS/ha/dag for hver 100 kg TS/ha i afgrødemængde eller 15 kg TS/ha/dag for hver cm i afgrødehøjde. Andre vækstforhold har dog også haft afgørende betydning, hvilket de forholdsvis lave korrelationer antyder. Selv om tidspunktet i vækstsæsonen ikke havde signifikant effekt i denne undersøgelse, må tidspunktet dog forventes at have haft indflydelse pga. den normalt aftagende vækst i sidste del af vækstsæsonen (Søgaard, 1994).



Figur 2.2. Den gennemsnitlige afgrødemængde over 3,5 cm og daglig tilvækst samt højde mellem buskene i alle folde. Buskandelen er desuden vist. Gennemsnit af 1994-96.

Da styringen fra juni kun foregik ud fra buskandelen, er den faldende afgrødemængde mellem buskene et udtryk for, at kørerne har foretrukket denne afgrøde fremfor buskgræsset. Den mindre afgrødemængde medførte som nævnt en faldende tilvækst, hvilket også er naturligt, da bladarealindekset (LAI) er forholdsvis lille ved disse små afgrødemængder. Omvendt behøver en højere afgrøde i storfalten ikke nødvendigvis at forøge nettoproduktionen, da henfaldet samtidig også stiger kraftigt bl.a. forårsaget af større vrugning. Parsons & Johnson (1986) fandt, at den maksimale optagelse ved kvæggræsning fandtes ved et LAI på 2 eller en afgrødehøjde på 4-6 cm. Ved fåregræsning er det tilsvarende fundet, at afgrødens nettoproduktion, hvor henfaldet er fratrukket, var maksimal ved 3-4 cm højde (Hay & Walter, 1989). Laidlaw *et al.* (1995) fandt, at i intervallet mellem 5 og 9 cm havde højden begrænset betydning for netto produktionen ved kvægafgræsning. I de nævnte undersøgelser er afgrødehøjden målt

med 'sward stick', hvor højderne er lidt større end tilsvarende målt med pladeløfter, som i dette forsøg. De udenlandske forsøg giver ikke umiddelbart svar på, om den lille afgrødemængde sidst på sæsonen har været begrænsende for nettoproduktionen.

Foldene blev ikke afpudset i afgræsningssæsonen, og der blev fra juni styret efter buskandel, som efter planen for afgræsningsstyring steg fra 7 % i juni til 22 % i september. Denne andel var den gennemsnitlige for hele folden, dvs. både for kernearealet, hvor køerne gik hele sæsonen, og for bufferarealet. Som gennemsnit af kernearealet steg buskandelen fra godt 11% midt i juni til godt 23% i begyndelsen af oktober (Figur 2.2). Buskandelen har således ikke været større i kernearealet end i bufferarealet.

I buskene var afgrødemængden meget variabel, hvilket især var afhængig af buskenes alder. Resultater er vist senere i Tabel 2.2 og 2.7, side 28 og 33. I nye buske var afgrødemængden pr. arealenhed forholdsvis lille, da afgrøden var ved at vokse til. I begyndelsen af afgræsningssæsonen var der forholdsvis mange nye buske og afgrødemængden var derfor også mindre, i gens. 2,0 t TS/ha, udregnet som om der kun var buske overalt. Senere på sæsonen var der mange halvgamle buske med blomstrende græs og kløver, som der endnu kun i begrænset omfang var ædt af, hvorfor der var forholdsvis meget afgrøde pr. arealenhed, i gens. 3,2 t TS/ha. Sidst på sæsonen blev der ædt af flere buske, når gødningsklatten efterhånden var omsat, og vraggræsset derfor var blevet mere appetitligt, og den gennemsnitlige afgrødemængde faldt til 2,3 kg TS/ha i begyndelsen af oktober. Der var noget mere dødt plantemateriale i buskene end mellem buskene. I buskene steg andelen af det døde materiale fra 5% midt i juni til 12% i begyndelsen af oktober. Antallet af buske steg naturligvis gennem afgræsningssæsonen, i gennemsnit fra 40 pr. 100 m² midt i juni til 48 pr. 100 m² i begyndelsen af august og til 56 pr. 100 m² i begyndelsen af oktober. I begyndelsen af sæsonen blev der ikke kun vraget omkring nye gødningsklatter men også omkring klatter fra året før, hvilket var medvirkende til at der var forholdsvis mange buske i første del af sæsonen.

2.2 PBV-niveau

Køernes græsningsadfærd blev påvirket af PBV-niveauet i suppleringsfoderet, som de fik på stald ved malkning. Køerne fodret ved højt PBV-niveau græssede mere jævnt i foldene, idet de græssede mindre mellem buskene og mere af buskene sammenlignet med køerne ved lavt PBV-niveau.

Mellem buske

Den påvirkede græsningsadfærd mellem buskene kunne ses ved, at afgrøden ved lavt PBV var lavere gennem hele afgræsningssæsonen end ved højt PBV (Figur 2.3, side 31), i gennemsnit 0,3 cm målt med pladeløfter. Afgrødemængden var derfor også mindre gennem hele afgræsningssæsonen (Figur 2.3, side 31). I gennemsnit var der 50 kg TS/ha mindre ved lavt PBV end ved højt PBV-niveau (fra ca. 340 til 290 kg TS/ha) beregnet, som om der ikke var buske på arealet. Denne forskel på afgrødemængde var sandsynligvis også en væsentlig årsag til, at tilvæksten var større ved højt PBV (Figur 2.3, side 31). I gennemsnit over sæsonen var tilvæksten 7 FE/ha/dag større ved højt PBV, hvilket over en afgræsningssæson svarede til godt 1000 FE/ha. N-koncentrationen i køernes urin var højere ved højt PBV (jf. afsnit 7 Ammoniakfordampning), hvilket har bevirket, at tilbageførslen af N var større ved højt PBV. Denne større indirekte gødskning kan have været en yderligere årsag til den højere vækstrate ved højt PBV. PBV-niveauet havde imidlertid ingen signifikant indvirkning på relationen mellem til-

vækst og afgrødemængde, som tidligere omtalt. Den øgede N-mængde i urinen ved højt PBV må derfor have haft mindre betydning for tilvækstens størrelse.

Tilvæksten faldt meget gennem afgræsnings sæsonen fra ca. 70 FE/ha/dag i begyndelsen til under 10 FE/ha/dag i slutningen. Ved tidspunkt 4, midt i juli, var der alle år en mindre produktion ved højt end ved lavt PBV, selv om afgrødehøjden og afgrødemængden var højere ved højt PBV (Figur 2.3, side 31). Alle år var der tørt i denne periode, og vandingen af forsøgsarealet på 16 ha kunne ikke følge med, hvilket bevirkede at der ikke blev vandet optimalt. Den omtalte lavere produktion ved højt PBV-niveau kan muligvis skyldes, at den større afgrøde har været mere tørkestresset.

Imellem buskene i bidgræsset var andelen af stængler størst midt på sommeren, hvor ca. en fjerdedel af græsset var stængler (Tabel 2.1). En stor del af disse stængler var korte, 1-2 cm, grønne og friske. Sidst på sæsonen var stængel andelen meget lav, 2-4 %. Da der ikke blev afpudset, har kørerne således ædt stænglerne. PBV-niveauet havde næsten ingen indvirkning på stængel andelen i bidgræsset mellem buskene, ligesom andelen af dødt plantemateriale heller ikke blev påvirket. Til gengæld blev kløver andelen påvirket af PBV-niveauet. Kløver andelen var større ved lavt PBV især midt på sommeren (Tabel 2.1). Kløver blomsterne udgjorde midt på sommeren en forholdsvis stor andel, ca. en fjerdedel af kløvertørstof, selv om kørerne normalt gerne vil æde kløver blomster. PBV-niveauet påvirkede tilsyneladende ikke denne ædelyst, da der ikke var forskel på PBV-niveauerne.

Tabel 2.1. Botanisk sammensætning af afgrøden mellem buskene og i buskene. Gennemsnit af 1994-96.

Kløverandel: % kløver af levende afgrødetørstof.

Kløverblomster: % blomster af hvidkløvertørstof. Blomster inkluderer blomsterstilk.

Græsstængler: % stængel af græstørstof. Stængler inkluderer bladskeder og blomsterstande.

Andel dødt plantemateriale: % dødt materiale af total afgrødetørstof.

Tidspunkt	Mellem buske			Buske		
	Beg. juni	Midt juli	Beg. sept.	Midt juni	Beg. aug.	Beg. okt.
----- Kløverandel (% af TS) -----						
Lav PBV	36,2	65,0	57,3	48,6	35,1	37,4
Høj PBV	35,8	57,0	51,2	47,3	29,3	27,1
LSD _{0,05}	NS	7,8	NS	NS	NS	6,9
----- Kløverblomst andel (% af kløver TS) -----						
Lav PBV	0	25,0	5,6	7,1	32,3	4,4
Høj PBV	0	26,8	3,8	6,3	24,1	5,2
LSD _{0,05}		NS	NS	NS	7,3	NS
----- Stængelandel (% af græs TS) -----						
Lav PBV	16,0	28,0	2,0	43,3	55,9	15,4
Høj PBV	16,7	24,8	3,8	42,5	49,7	17,1
LSD _{0,05}	NS	3,1	NS	NS	6,0	NS
----- Dødt materiale (% af total TS) -----						
Lav PBV	2,4	4,9	2,8	4,3	8,8	12,6
Høj PBV	2,9	5,2	2,9	4,8	9,9	11,0
LSD _{0,05}	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Tabel 2.2. Buske. Den daglige tilvækst og afgrødemængde over 3,5 cm udregnet, som om der kun var buske i folden. Desuden er det gennemsnitlige areal pr. busk, antallet af buske og buskandelen vist. Gennemsnit af 1994-96.

	Midt juni	Beg. aug.	Beg. okt.	Midt juni	Beg. aug.	Beg. okt.
	-----Tilvækst (kg TS/ha)-----			-----Afgrødemængde (kg TS/ha)-----		
Lav PBV	190	92	8	1.981	3.524	2.136
Høj PBV	190	154	12	1.988	2.960	2.438
LSD _{0,05}	NS	36	NS	NS	522	NS
	-----Areal/busk (m ²)-----			-----Antal buske pr. 100 m ² -----		
Lav PBV	0,29	0,31	0,43	43	53	64
Høj PBV	0,26	0,25	0,39	37	42	49
LSD _{0,05}	0,03	0,03	NS	NS	8	NS
	-----Buskandel (% af arealet)-----					
Lav PBV	12,7	16,3	19,3			
Høj PBV	10,2	10,5	26,8			
LSD _{0,05}	NS	2,8	NS			

Buske

Samtidig med at kørerne ved højt PBV ikke åd så meget af afgrøden mellem buskene, åd de til gengæld mere af buskene sammenlignet med lavt PBV-niveau. Der var især synligt midt på sommeren og i de to første forsøgsår, 1994-95. I begyndelsen af august var der en signifikant større afgrødemængde i buskene ved lavt PBV (Tabel 2.2). Det gennemsnitlige areal pr. busk blev desuden påvirket af PBV-niveauerne (Tabel 2.2) især midt på sommeren, hvor det gennemsnitlige areal af en busk ved lavt PBV var 0,31 m² modsat 0,25 m² ved højt PBV-niveau. Kørerne ved højt PBV-niveau har således ædt både det øverste af busken, så den gennemsnitlige afgrødemængde pr. arealenhed blev mindre, og ædt lidt mere ind fra siderne, da den gennemsnitlige størrelse var mindre. Afgrødetilvæksten var betydelig højere ved højt PBV midt på sommeren, hvilket sandsynligvis primært skyldes afbidningen, som har bevirket, at lys og luft har kunnet komme ned i afgrøden.

Andelen af buskgræs var størst ved lavt PBV-niveau midt på sommeren, hvilket både skyldes den større gennemsnitlige størrelse og et større antal buske pr. arealenhed ved lavt PBV (Tabel 2.2). Kløverandelen i buskene var ligesom mellem buskene større ved lavt PBV, hvilket dog kun var signifikant sidst på sæsonen (Tabel 2.1). En af grundene til dette kan være, at kløverbladpladen er placeret højt i buskene i forhold til græsbladene, og derfor lettere bliver ædt ved højt PBV, hvor der var en kraftigere afgræsning af buskene. Kløverandelen var også meget mindre i buskene end mellem buskene. Samtidig var der en større kløverblomstandel ved lavt PBV, hvilket må skyldes det forhold, at kløverblomsterne sidder meget øverligt og derfor er blevet ædt af kørerne ved højt PBV, hvor kørerne åd mere af buskene. Endelig var der i buskene midt på sommeren en større stængelandel ved lavt PBV, hvor kørerne ikke havde græsset så meget af buskene (Tabel 2.1).

Urinpletter

I kløvergræs blev væksten i kunstige urinpletter undersøgt tre gange gennem vækstsæsonen i 1994-95. Væksten blev fulgt i to uger efter udhældning af urin (4 l/m^2), dvs. arealet var frahegnet i to uger. Tilvæksten i den anden uge var generelt meget højere end i den første uge, hvilket også kunne forventes, da udgangspunktet for den anden uge var en større afgrødemængde. Væksten i de kunstige urinpletter var betydelig højere end arealet, der ikke fik tilført urin. Forøgelsen af tilvæksten var i gennemsnit 65 % i både første og anden uge efter urinudhældning (Tabel 2.3). Der var ingen signifikant forskel på PBV-niveauerne mht. stigningen i tilvæksten. Der var en tendens til en lidt højere tilvækst ved højt end ved lavt PBV-niveau, men det var gældende både med og uden urintilsætning.

Den større tilvækst mellem buskene ved højt PBV i forhold til lavt PBV-niveau, som tidligere omtalt (Figur 2.3), er således ikke en forskel der kom til udtryk umiddelbart efter urinering, og må derfor fremkomme senere. Der var ingen målinger senere end to uger efter urinudhældning, men der synes stadigvæk at være en betydelig større tilvækst, hvilket både resultaterne og observationer i marken antydede. Effekten af urin på tilvæksten var størst i begyndelsen af vækstsæsonen ved den første urinudhældning i juni og faldt gennem vækstsæsonen (resultater ikke vist), svarende til at tilvæksten i det hele taget var faldende.

Tabel 2.3. Den daglige tilvækst (kg TS/ha/dag) i kløvergræs i kunstige urinpletter (**Med**), hvor der blev tilført 4 l urin/m^2 , og tilsvarende upåvirkede områder (**Uden**). Tilvæksten er vist for hhv. den første uge og den anden uge efter urintilsætning. Gennemsnit af 3 tidspunkter gennem vækstsæsonen, 1994-95.

	Uge 1		Uge 2	
	Uden	Med	Uden	Med
Lav PBV	45,6 ^b	71,9 ^{ab}	78,5 ^b	119,6 ^{ab}
Høj PBV	56,1 ^{ab}	82,1 ^a	81,9 ^b	125,1 ^a

Forskellige bogstaver indenfor uge angiver signifikans på mindst 5 % niveau.

Afgrødestruktur

Kløvergræsset blev mere tæt fra 1. til 3. brugsår, jf. Figur 2.1 side 24. Både antallet af græsskud og kløverbækstpunkter pr. arealenhed steg med årene. Det stigende antal kløverbækstpunkter fra 1. til 3. brugsår kunne imidlertid ikke ses i kløverandelen, hvilket måske skyldes, at græsset samtidig blev mere tæt. En afgræsningsfold består ligesom et kludetæppe af mange forskellige stumper. Nogle er påvirket af urin (urinpletterne), andre områder er påvirket af gødning med omgivende vraggræs (buskene) og resten blev i dette forsøg kaldet upåvirket. Afgrøden er også påvirket af andre faktorer bl.a. tråd, hvilket der ikke blev taget hensyn til. Områder, som både var påvirket af urin og gødning, blev undgået.

Der var generelt meget større forskel mellem områderne end mellem PBV-niveauerne. Buskene var karakteriseret ved at have et meget tyndere plantedække. Både antallet af græsskud og kløverbækstpunkter var meget mindre end i de øvrige områder (Tabel 2.4). Urinpletterne adskilte sig fra de øvrige områdetyper ved at have et stort antal græsskud og et lavt antal kløverbækstpunkter. Effekten af urin bekræftes af Marriot *et al.* (1987) som også fandt, at effekten stadig var gældende efter 1,5 måned. Antallet af kløverbækstpunkter pr. g kløverbekstpunkter varierede også væsentligt mellem områderne. Der var næsten dobbelt så mange i urinpletter og upåvirkede områder, som der var i buskene. Hvidkløveren breder sig ved, at

udløberne vokser ligeud men i høj grad også ved at udløberne forgrener sig. Ved hver forgrening er der et vækstpunkt, og antallet af vækstpunkter er næsten det samme som antallet af forgreninger. Når antallet af forgreninger var meget mindre i buskene ved samme udløbermængde, antyder det, at udløberne her har vokset mere ligeud og ikke grenet sig så meget. En mindre grening i en høj afgrøde bekræftes af Laidlaw (1991) i uhøstet frem for høstet. Han peger på den lavere indstråling samt dennes lavere rødt/lang rødt forhold som årsag til den mindre grening.

Mellem PBV-niveauerne var forskellene begrænset. Der var en tendens til, at antallet af græsskud og klørevækstpunkter var højere ved lavt PBV-niveau. Samtidig var antallet af klørevækstpunkter pr. udløbermængde eller antallet af forgreninger større ved lavt PBV. Tilbøjeligheden til at brede sig har således været højere ved lavt PBV, hvilket er i overensstemmelse med, at kløverandelen var større ved lavt PBV.

Tabel 2.4. Antallet af græsskud og klørevækstpunkter pr. arealenhed samt antal klørevækstpunkter pr. tørstofenhed af udløber om efteråret ved indbinding i kløvergræsfoldene. Gennemsnit af 1994-96.

	Græsskud/m ²			Klørevækstpunkter/m ²			Klørevækstpunkter pr. g udløber		
	Lav PBV	Høj PBV	Gens.	Lav PBV	Høj PBV	Gens.	Lav PBV	Høj PBV	Gens.
Buske	5.404	5.256	5.330 ^c	3.123	2.419	2.771 ^c	31,8	28,9	30,3 ^b
Urinpletter	11.028	10.037	10.533 ^a	4.051	3.432	3.742 ^b	60,2	54,3	57,3 ^a
Upåvirket	7.345	6.514	6.930 ^b	6.918	6.997	6.958 ^a	65,0	55,8	60,4 ^a
Gens.	7.926	7.269		4.694	4.283		52,3 ^a	46,3 ^b	

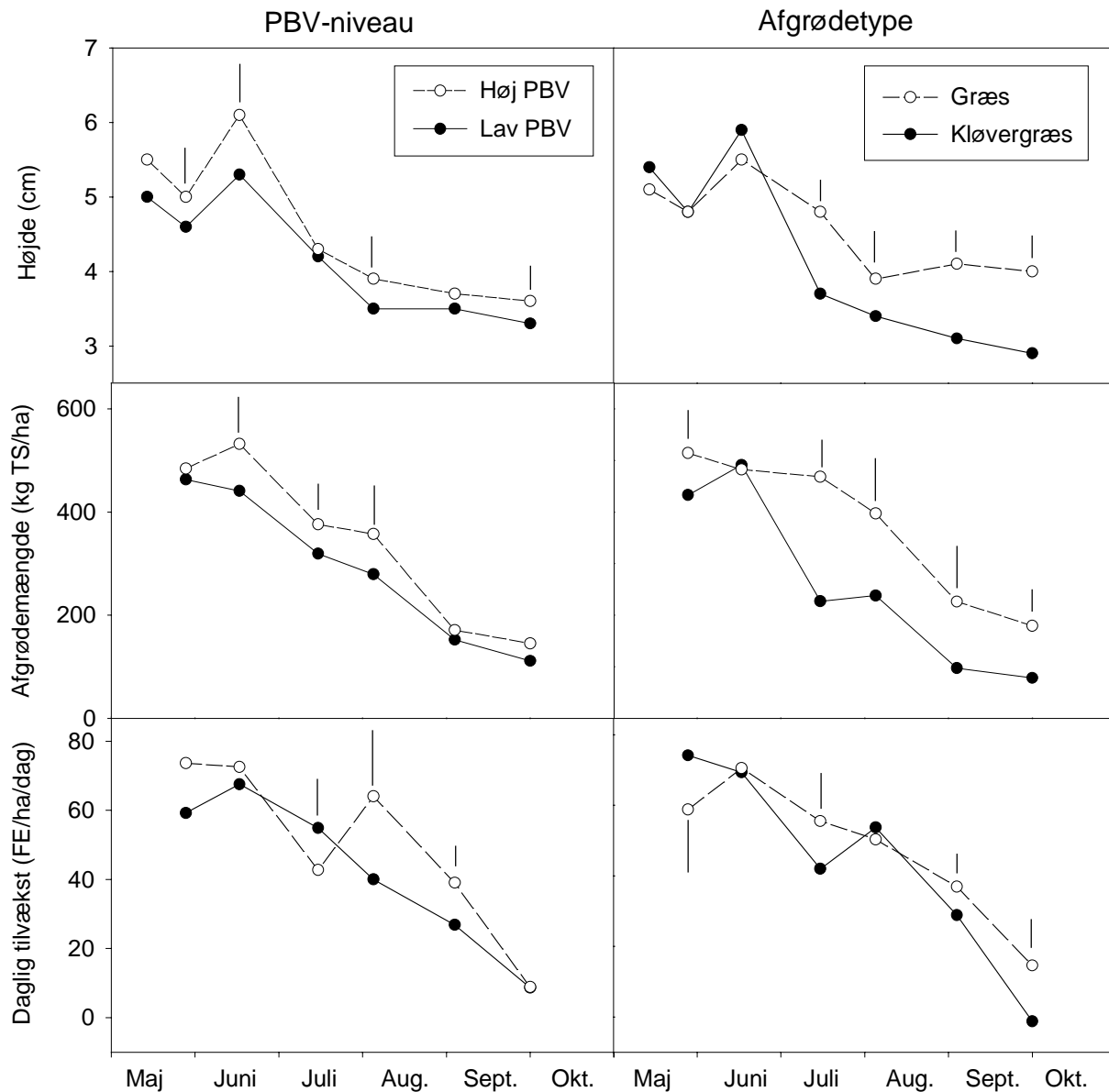
Forskellige bogstaver angiver signifikans på mindst 5 % niveau.

I løbet af afgræsningssæsonen blev afstanden fra et tilfældigt punkt til det nærmeste klørevækstpunkt målt 100 steder i hver fold. Metoden bruges bl.a. til at undersøge afgrøden for huller i bestanden. I forsøget blev kløveren imidlertid så tæt, at der faktisk ingen huller var, hvorfor der kun er vist gennemsnit i tabel 2.5. Afstanden blev mindre fra 1. til 3. brugsår, hvilket stemmer overens med, at antallet af klørevækstpunkter steg med årene, og i slutningen af 3. brugsår, 1996, var der kun ca. 0,5 cm mellem vækstpunkterne. I begyndelsen af 1994 var der i gennemsnit ca. 10 cm mellem to vækstpunkter (>2 gange 4,6 cm), hvilket er forholdsvis tæt, eftersom kløverandelen kun var ca. 10 %. Kløverplanterne har således været små. Ved optimale vækstbetingelser er det fundet, at kløverudløberne kan vokse 1,2 cm pr. uge (Mariott *et al.*, 1987), og kløveren vil således hurtigt kunne 'lukke' huller på 10 cm. Indenfor årene var der også en betydelig udvikling. Afstanden mellem klørevækstpunkterne blev meget mindre gennem året. Kløveren blev således tættere i løbet af afgræsningssæsonen og var tættest ved indbinding. PBV-niveauet havde til gengæld ringe betydning. Kun i 1996 var der som gennemsnit for hele året en signifikant kortere afstand ved lavt end ved højt PBV. Kløverandelen i afgrøden over 3,5 cm var ikke relateret til kløvertætheden. Resultaterne er ikke vist, men det kan delvis ses ved at sammenligne tabel 2.1 og tabel 2.5. Resultaterne viser således, at der ikke nødvendigvis er en sammenhæng mellem kløverandelen og kløvertætheden, som er synligt med det blotte øje.

Tabel 2.5. Den gennemsnitlige afstand (cm) fra et tilfældigt punkt og til nærmeste kløvervækstpunkt i foldene, hvor kørerne blev fodret ved hhv. lavt og højt PBV-niveau i suppleringsfoderet.

	1994		1995		1996		Gens.
	Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV	
Midt i maj	4,5	4,7	1,5	1,3	0,9	1,3	2,4 ^a
Midt i juli	3,4	2,7	1,7	1,7	0,7	0,8	1,8 ^a
Beg. af okt.	1,4	1,2	1,2	1,1	0,4	0,5	1,0 ^b
Gens.	3,0 ^a		1,4 ^b		0,8 ^c		

Forskellige bogstaver angiver signifikans på mindst 5 % niveau.



Figur 2.3. Afgørehøjde mellem buske målt med pladeløfter samt afgødemængde og daglig tilvækst mellem buske, beregnet som om der ingen buske var. Gennemsnit af årene, 1994-96.

| : LSD_{0.05}

2.3 Afgrødetype

Mellem buske

I den sidste del af afgræsningssæsonen udvikledes en væsentlig forskel mellem foldene med hhv. N-gødet græs og ugødet kløvergræs. Imellem buskene græssede køerne kløvergræsset længere ned (Figur 2.3). Fra midten af juli var afgrødehøjden i gennemsnit 4,2 cm i ren græs og 3,3 cm i kløvergræs. Afgrødemængden var også betydeligt større i græs i denne periode, 317 kg TS/ha modsat 160 kg TS/ha i kløvergræsset. Tilvæksten i foråret var størst i kløvergræsset, selv om afgrødemængden var mindre end i græs (Figur 2.3). Det var dog ikke gældende i 1994, hvor kløveren ikke var etableret tilstrækkeligt. I 1995 og 1996 med stor kløverandelen var tilvæksten i gennemsnit 89 kg TS/ha/dag i kløvergræs og 66 kg TS i græs sidst i maj. Midt i juli var tilvæksten noget lavere i kløvergræs end i græs. På dette tidspunkt var der hvert år tørkestress. Forsøget blev vandet, men netop i denne periode var der ikke tilstrækkelig vandingskapacitet til optimal vanding. Den mindre tilvækst i kløvergræs kan derfor skyldes det faktum, at klørevæksten er mere tørkefølsom end græsvæksten. Med undtagelse af dette tidspunkt var der i sommerperioden ikke nogen forskel på tilvæksten. I den sidste del af vækstsæsonen, september-oktober, var tilvæksten i kløvergræs noget mindre end i græs, og i oktober var der alle år en negativ tilvækst i kløvergræsset (Figur 2.3). Henfaldet af kløvergræs har således været større end produktionen i oktober, hvor især nattemperaturen var lav.

Andelen af dødt plantemateriale var større i græsfoldene end i kløvergræsfoldene (Tabel 2.6), hvilket var ventet, da køerne græssede mere i bund i kløvergræsfoldene. Det var også synligt, at der var mere henfaldent plantemateriale i græsfoldene. Græssets stængelandel var noget større i kløvergræsfoldene, hvilket til gengæld var uventet. Midt i juli udgjorde stænglerne 23 og 30% af græsset i hhv. græs og kløvergræsfoldene. Når køerne græssede kløvergræsset mere, og afgrødemængden samtidig var mindre, var der ventet en mindre stængelandel. Under slætforhold er der også fundet en større stængelandel i græs, som vokser sammen med kløver end i renbestand (Søgaard, 1994). Det blev forklaret med ændrede lysforhold og fysisk påvirkning. I storfolden med den lille afgrøde synes disse forhold at have mindre betydning, men måske alligevel nok til at påvirke stængelsætningen. Der er ikke fundet resultater i litteraturen, som belyser dette emne.

Tabel 2.6. Botanisk sammensætning af afgrøden mellem buskene og i buskene. Gennemsnit af årene, 1994-96.

Græsstængler: % stengel af græstørstof. Stængler inkluderer bladskeder og blomsterstande.

Andel dødt plantemateriale: % dødt materiale af total afgrødetørstof.

	Mellem buske			Buske		
	Beg. juni	Midt juli	Beg. sept.	Midt juni	Beg. aug.	Beg. okt.
-----Stængelandel (% af græs TS)-----						
Kløvergræs	17,8	29,8	3,5	44,4	52,4	13,6
Græs	15,0	23,0	2,3	41,4	53,2	18,9
LSD _{0,05}	2,2	3,7	NS	NS	NS	NS
-----Dødt materiale (% af total TS)-----						
Kløvergræs	1,8	4,9	1,8	4,6	10,6	7,3
Græs	3,4	5,1	4,0	4,5	8,2	16,3
LSD _{0,05}	1,6	NS	1,3	NS	NS	6,1

Ved stigende tilbud fra 15 til 40 kg TS/ko/dag, hvilket ligger indenfor størrelser af tilbud i dette forsøg, er det fundet, at køerne ikke selekterer, dvs. køerne åd ikke mere kløver end der var i afgrøden (Wales *et al.*, 1997). Tilsvarende fandt Hodgson (1986) ingen selektion under forhold, der ligner nærværende forsøg mht. tilbud og kløverandel. Dette skyldes sandsynligvis, at selektion er vanskeligere i en lille afgrøde. I dette forsøg synes selektion for kløver heller ikke at kunne være stor, da kløverandelen var høj til og med 3. brugsår. Hvidkløveren morfologiske tilpasning er meget stor, og under storfoldsafgræsning får hvidkløveren en meget lav vækst. Dette kan være årsag til, at køerne græssede kløvergræsset mere i bund end græsset af den simple årsag - at få fat i kløveren.

Buske

Afgræsningen blev fra juni styret efter buskandelen. Der var en tendens til, at buskandelen var lidt større i kløvergræsset. Forskellen var dog ikke signifikant (Tabel 2.7). Samtidig var der en tendens til flere buske pr. arealenhed i kløvergræsset. Størrelsen af den enkelte busk var den samme i de to afgrødetyper (Tabel 2.7). Køerne har således græsset mere i bund imellem buskene i kløvergræsset, men har ikke ædt tættere på gødningsklatterne. Afgrødemængden pr. arealenhed i buskene var betydelig større i græsset end i kløvergræsset, især i den sidste del af vækstsæsonen. Det kan skyldes flere forhold, for det første kan køerne have ædt noget af toppen af buskgræsset, og for det andet kan den mindre tilvækst i buskene i kløvergræsset være årsag, idet tilvæksten i kløvergræsbuskene ligesom mellem buskene var negativ sidst i vækstsæsonen (Tabel 2.7). Stængelandalen i buskene var den samme i ren græs og kløvergræs (Tabel 2.7). Omvendt var stængelandalen mellem buskene som nævnt størst i kløvergræsset. Dette kan antyde, at køerne har ædt noget af buskenes top i kløvergræsfoldene, så stængelandalen er blevet mindre.

Tabel 2.7. Buske. Den daglige tilvækst og afgrødemængde over 3,5 cm udregnet, som om der kun var buske i folden. Desuden er det gennemsnitlige areal pr. busk, antallet af buske og buskandelen vist. Gennemsnit af årene, 1994-96.

	Midt juni	Beg. aug.	Beg. okt.	Midt juni	Beg. aug.	Beg. okt.
	-----Tilvækst (kg TS/ha)-----			-----Afgrødemængde (kg TS/ha)-----		
Kløvergræs	154	104	-12	1.845	2.538	1.643
Græs	226	142	33	2.124	3.946	2.932
LSD _{0,05}	64	36	24	NS	522	394
	-----Areal/busk (m ²)-----			-----Antal buske pr. 100 m ² -----		
Kløvergræs	0,27	0,29	0,42	43	50	59
Græs	0,29	0,27	0,40	37	45	54
LSD _{0,05}	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	-----Buskandel (% af arealet)-----					
Kløvergræs	12,2	14,3	23,5			
Græs	10,7	12,6	22,6			
LSD _{0,05}	NS	NS	NS			

2.4 Konklusion

Ved at ændre *PBV-niveauet* i suppleringsfoderet fra højt til lavt blev følgende påvirkninger af afgrøden observeret:

- Kørerne græssede mere ujævnt, dvs. mindre af buskene og mere mellem buskene. Kørerne vragede mere omkring gødningsklatterne, så buskene både blev større i omfang og i afgrødemængde
- Denne påvirkning af afgræsningen bevirkede, at afgrødetilvæksten blev mindre både i buskene og mellem buskene
- I kløvergræs var andelen af kløver større, og kløveren var mere tilbøjelig til at brede sig (flere forgreninger pr. udløbermængde). Græssets stængelandel var større især midt på sommeren
- Afgrødetilvæksten i urinpletter blev ikke påvirket af PBV-niveauet, selvom urintilsætning i sig selv forøgede væksten kraftigt.

Ved at iblande *hvidkløver* i stedet for at N-gøde ren alm. rajgræs blev følgende observeret:

- Kørerne græssede mere mellem buskene, og der var en tendens til et større buskareal
- Mindre dødt materiale i afgrøden
- Græssets stængelandel var større
- Tilvæksten var næsten den samme gennem foråret og sommeren, men var lavere i sensommer/efterårs perioden.

Der var ingen sammenhæng mellem kløverandelen over afgræsningshøjde og kløvertætheden (målt både som antal kløervækstpunkter pr. arealenhed og afstand til kløervækstpunkter).

Afgrødemængden (tilbud) og den daglige tilvækst var forholdsvis lille i den sidste halvdel af vækstsæsonen.

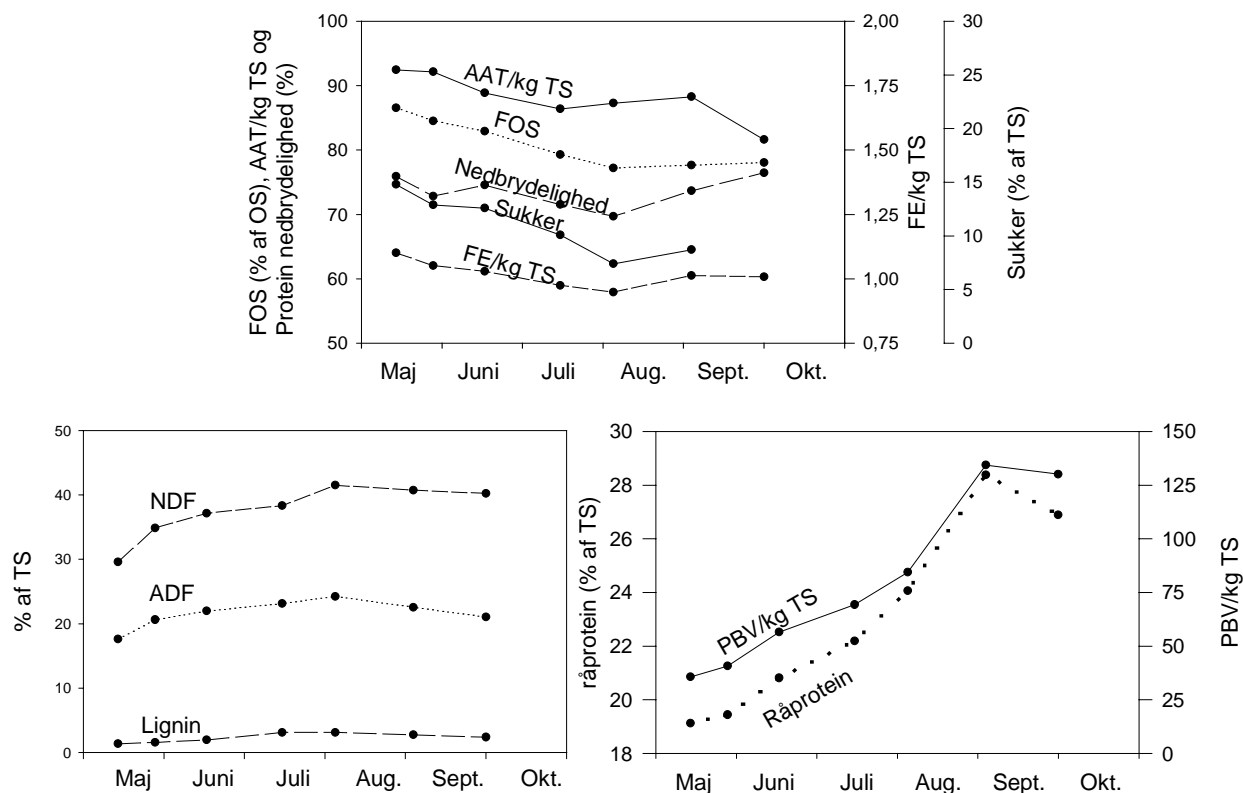
3 Afgrødekvalitet i storfoldene

3.1 Kvalitet generelt mellem buskene

Mellem buskene, hvor kørne især græsser, var kvaliteten generelt høj gennem hele vækstsæsonen. FE-koncentrationen (FE/kg TS) var tæt på 1,0 hele sæsonen (Figur 3.1). Kvaliteten har været under indflydelse af to væsentlige parametre, dels af den aftagende afgrødemængde gennem sæsonen og dels af den variation, som normalt forekommer gennem vækstsæsonen primært betinget af den klimatiske udvikling. Kvalitetsparametrene kan groft deles i tre grupper, dels parametre som steg kraftigt gennem sæsonen (primært råprotein), dels parametre som havde laveste værdi i sensommeren og forløbet derfor havde form af en hængekøje (primært FOS), og dels parametre som havde højeste værdi i sensommeren og forløbet derfor mindede om en bakke. Til den sidste gruppe hørte cellevægsfraktionerne (NDF, ADF, lignin).

ADF-koncentrationen, som groft set svarer til cellulose og lignin, steg kraftigt i gennemsnit fra 18% i foråret til 24% i begyndelsen af august (Figur 3.1). NDF-fraktionen steg også kraftigt fra 30% til 41% i begyndelsen af august. NDF svarer til cellevægsandelen og består primært af hemicellulose, cellulose og lignin. Procentisk var stigningen dog størst for lignin, som steg fra 1,4 til 3,1%. Faldet efter maksimum i august var for alle fraktioner mindre end stigningen i første del af vækstsæsonen. Fordøjeligheden falder normalt med stigende fiberindhold, hvilket også var tilfældet i dette forsøg, hvor forløbet af fordøjeligheden af organisk stof (FOS) var omvendt forløbet af fibre (Figur 3.1). Samme forløb havde FE-koncentrationen og proteinnedbrydeligheden i vommen. Sukkerkoncentrationen faldt kraftigt fra 15% i maj til 7% i begyndelsen af august. Sukkerkoncentrationen er ikke påvirket af fiberindholdet, men mere af de klimatiske ændringer over sæsonen, primært den højere temperatur (Søegaard, 1994). Til gruppen med stærkt stigende forløb hørte råprotein. Koncentrationen af råprotein steg kraftigt gennem sæsonen, i gennemsnit fra 19% i maj til 28% i september (Figur 3.1).

Forløbet gennem sæsonen og forskellen mellem græs og kløvergræs mht. fordøjelighed og indhold af cellevægsfraktioner svarer til resultater fra slætforsøg (Søegaard, 1994). Den store nedgang i fordøjelighed på ca. 10 procentenheder fra forår til sensommer med tilhørende stigninger i cellevægsfraktionerne ses også under slætforsøg formentlig primært forårsaget af klimaets indvirkning på cellevæggenes sammensætning og mængde (Søegaard, 1994). Ved enkelte parametre, råprotein, blev der fundet et væsentligt andet forløb end under slætforsøg. I slætforsøg er råproteinkoncentrationen fundet næsten konstant gennem vækstsæsonen, når der sammenlignes ved samme afgrødemængde og sammenlignelige dyrkningsforhold (Søegaard, 1994). I dette forsøg under afgræsning steg koncentrationen af råprotein derimod kraftigt gennem sæsonen. Afgrødeprøverne er udtaget i kernearealet, hvor kørne græssede hele sæsonen, og der var derfor en stor recirkulation af N. Denne indirekte gødskning må være af afgørende betydning for den store stigning i råproteinkoncentrationen. En anden årsag til stigningen kan være den mindre afgrødemængde gennem sæsonen, som i sig selv kan have øget koncentrationen. I litteraturen er der refereret forskellige forløb af råprotein-koncentration under afgræsning gennem sæsonen. Vidt forskellige gødningstilførsler, belægningsgrader og afgrødehøjde er sandsynligvis årsag til dette, f.eks. fandt Reid (1985) en stigende koncentration mens Stehr & Kirchgessner (1976) fandt en faldende koncentration. I sidstnævnte forsøg blev der forårsgødsket med N. Under danske forhold (Nielsen & Mikkelsen, 1998) har råprotein-koncentrationen i afgræsset kløvergræs været mere konstant end i nærværende forsøg. Årsagen til dette kan være mindre recirkulering af N pga. mindre græsningsintensitet og forårsgødskning.



Figur 3.1. Afgrødekvaliteten gennem vækstsæsonen. Gennemsnit af alle folde, 1994-96.

3.2 PBV-niveau

Mellem buske

Med undtagelse af råprotein var der kun ubetydelige forskelle i afgrødekvaliteten mellem højt og lavt PBV, hvorfor disse resultater ikke er vist. Effekten af PBV-niveauet på råprotein var meget forskellig mellem forsøgsårene. Koncentrationen af råprotein i afgrøden var i det første forsøgsår 1994 det meste af sæsonen størst i foldene, hvor køerne blev fodret med et højt PBV-niveau i suppleringsfoderet (Tabel 3.1). Årsagen til dette er formentlig, at afgrøden i foldene ved højt PBV blev 'gødet' kraftigere med N, da N-koncentrationen i køernes urin var højere (jf. Ammoniakfordampning, afsnit 7). Der var også det meste af sæsonen synlig forskel på farven af især kløvergræsfoldene. Foldene, hvor PBV-niveauet var højt i suppleringsfoderet, var kraftigere grønne end i foldene ved lavt PBV.

I det andet år, 1995, var råprotein-koncentrationen i ren græs stadigvæk højere gennem hele vækstsæsonen, hvor køerne blev fodret med højt PBV. I kløvergræs var det imidlertid omvendt. Her var koncentrationen derimod lavere ved højt PBV gennem hele sæsonen (Tabel 3.1). I græsfoldene var der således stadigvæk en N-gødningsvirkning af den højere N-koncentration i urinen ved højt PBV. I kløvergræsset blev denne virkning åbenbart overskygget af den højere kløverandel ved lavt PBV (jf. Tabel 2.1, side 27), idet en højere kløverandel normalt i sig selv forøger råprotein-koncentrationen. Dette er sandsynligvis også årsag til, at råprotein-koncentrationen var noget højere i årene med høj kløverandel, 1995-96, i det ugødede kløvergræs end i det gødede græs, i gennemsnit 3,3 procentenheder højere.

I det tredje forsøgsår 1996 var der ingen effekt af PBV-niveau (Tabel 3.1). Når virkningen af PBV-niveauet efterhånden forsvandt kan det skyldes ophobningen af organisk-N i jorden samtidig med at N-udvaskningen var forholdsvis lille i vinteren 95/96 pga. lille nedbørsmængde (Askegård *et al.*, 1999). Disse forhold er også med til at forklare, dels at afgræsningsadfærden blev påvirket mindre i 1996, dels at råprotein-koncentrationen generelt var højere i 1996, i gennemsnit 2,4 procentenheder højere i 1996 end i 1995 og dels at N_{min} var næsten dobbelt så høj i foråret 1996 (jf. Tabel 1, Materialer og metoder).

Tabel 3.1. Koncentration af råprotein i afgrøden i bidgræsset mellem buske, hvor køerne blev fodret ved hhv. lavt og højt PBV-niveau i suppleringsfoderet. Gennemsnit af syv målinger gennem græsningsæsonen.

		1994	1995	1996
		-----% råprotein af TS-----		
Græs	Lav PBV	21,4	20,8	25,1
	Høj PBV	22,4	22,3	24,9
Kløvergræs	Lav PBV	21,6	26,9	27,6
	Høj PBV	22,8	25,5	27,6

Signifikans:

1994, PBV-niveau **

1995, vekselvirkning (PBV * afgrødetype) ***

1996, afgrødetype ***

Urinpletter

I kunstige urinpletter i kløvergræsfoldene, hvor der blev udhældt urin opsamlet fra køerne ved malkning, var der efter både én og to uger en betydelig stigning i råprotein-koncentration i forhold til, hvor der ikke var tilført urin (Tabel 3.2). Stigningen var størst ved urintilførsel i begyndelsen af vækstsæsonen og blev mindre ved urintilførsel senere gennem sæsonen (data ikke vist). Der var en tendens til en større stigning ved højt PBV end ved lavt PBV-niveau. Nitrat koncentrationen steg ligeledes i urinpletterne. Stigningen var størst ved højt PBV og var noget større efter to uger end efter én uge. Det antyder, at kløvergræsset to uger efter urintilførslen kun har optaget en del af det N, som var i urinen (se også N₂-fiksering, afsnit 6). Fordøjeligheden (FOS) var også lidt større i urinpletterne, hvilket er noget overraskende, da fordøjeligheden normalt ikke påvirkes af N-tilførslen (Søegaard, 1994).

Tabel 3.2. Afgrødekvalitet i urinpletter en og to uger efter urinudhældning. **Uden** er afgrøden uden urintilførsel og **Med** er afgrøden med urintilførsel. Gennemsnit af tre urintilførsler gennem sæsonen i hhv. 1994 og 1995.

	% FOS		Efter en uge				Efter to uger			
	Uden	Med	% Råprotein		% NO ₃ -N		% Råprotein		% NO ₃ -N	
			Uden	Med	Uden	Med	Uden	Med	Uden	Med
Lav PBV	81,6 ^b	82,9 ^a	25,6 ^b	32,5 ^a	0,01 ^c	0,04 ^b	24,4 ^b	29,4 ^a	0,01 ^c	0,11 ^b
Høj PBV	81,7 ^b	83,4 ^a	25,0 ^b	33,1 ^a	0,01 ^c	0,06 ^a	25,0 ^b	31,3 ^a	0,03 ^c	0,15 ^a
LSD _{0,05}	1,3		2,5		0,02		1,9		0,04	

Forskellige bogstaver angiver signifikans på mindst 5 % niveau.

Buske

Buskene i foldene, hvor køerne blev fodret på højt PBV-niveau, blev som tidligere omtalt ædt mere end ved lavt PBV (jf. Tabel 2.2, side 28). Dette resulterede i en noget højere råprotein-koncentration og lidt højere fordøjelighed (Tabel 3.3). Råprotein-koncentrationen var således i gennemsnit 20,3% ved højt og 17,6% ved lavt PBV-niveau til trods for, at kløverandelen var størst ved lavt PBV (jf. Tabel 2.1, side 27). Årsagen skal sandsynligvis findes i, at afgræsningen forårsagede en større vækst af buskene ved højt PBV (jf. Tabel 2.2), og at den øverste del af græsstænglerne var bidt af. Dette kan muligvis også forklare den lidt højere fordøjelighed ved højt PBV.

Tabel 3.3. Afgrødekvalitet i buske ved forskellig PBV-niveau. Gennemsnit af 1994-96.

	% FOS			% Råprotein		
	Midt juni	Beg. aug.	Beg. okt.	Midt juni	Beg. aug.	Beg. okt.
Lav PBV	82,8	70,1	71,3	20,2	15,7	14,3
Høj PBV	83,2	72,9	71,2	22,5	17,4	20,9
LSD _{0,05}	NS	2,2	NS	2,2	NS	NS

3.3 Afgrødetype

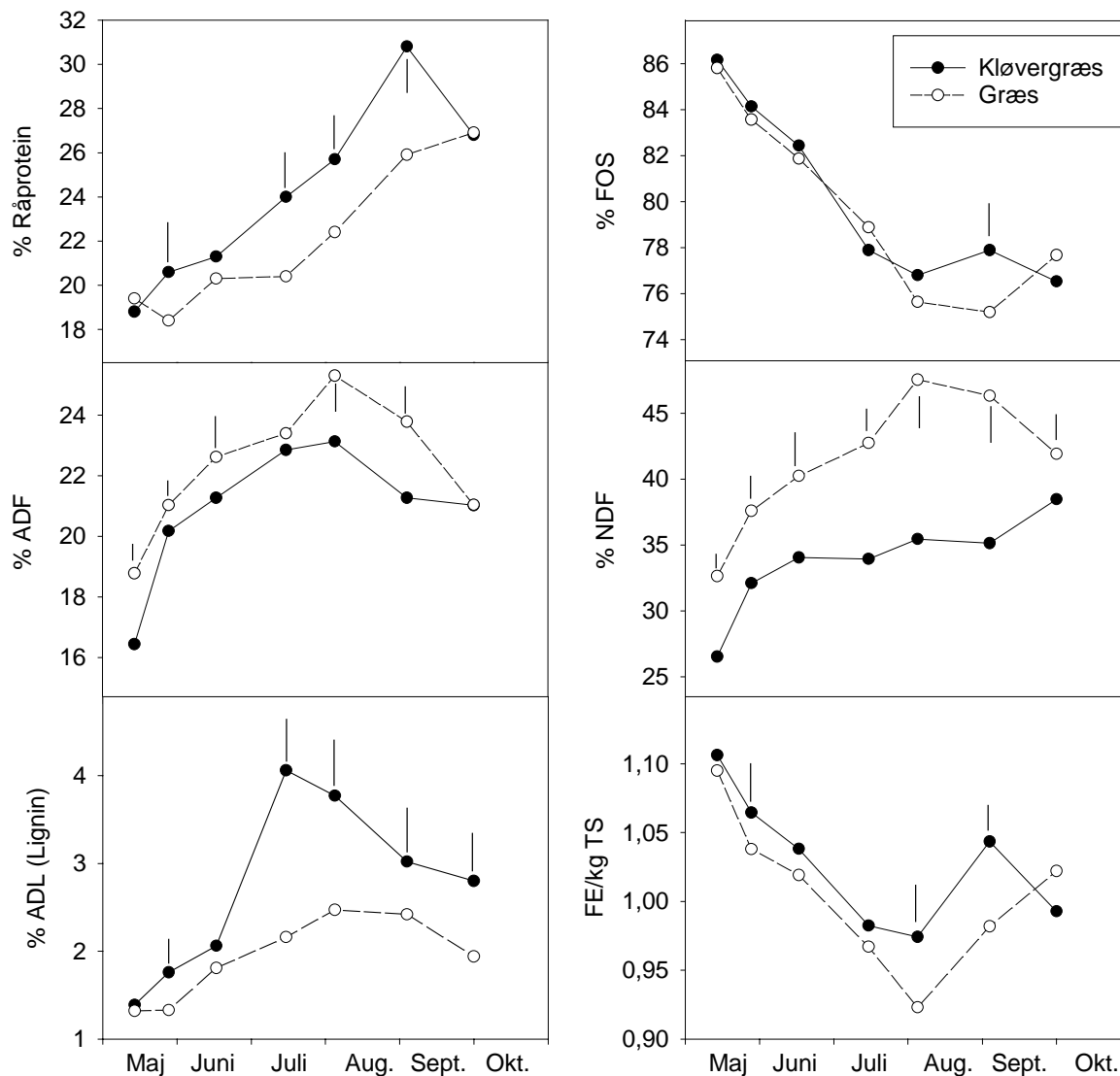
Mellem buskene

Afgrødetyper (græs kontra kløvergræs) havde betydelig større indvirkning på afgrødekvaliteten end PBV-niveauet. Forskellen mellem græs og kløvergræs kan skyldes to forhold, dels kløverblandingen og dels kløverblandings påvirkning af køernes græsning, idet køerne græssede kløvergræsset mere i bund mellem buskene fra midt i juli. I gennemsnit var græsset 0,9 cm højere end kløvergræsset (jf. Figur 2.3, side 31).

Fordøjeligheden var næsten den samme i de to afgrødetyper (Figur 3.2). Kun i sensommeren var fordøjeligheden i kløvergræsset lidt højere, hvilket kan skyldes den større nedbidning og mindre mængde dødt plantemateriale (jf. Tabel 2.6, side 32). Indholdet af cellevægge er betydelig mindre i hvidkløver end i græs (Søgaard, 1994), og NDF koncentrationen var da også noget lavere i kløvergræsset gennem hele vækstsæsonen. ADF var ligeledes lidt lavere i kløvergræs gennem hele afgræsningssæsonen. ADL (lignin) var derimod større i kløvergræs end i græs, hvilket også var ventet, da lignin indholdet normalt er større i kløver end i græs (Søgaard, 1994). Råprotein-koncentrationen var gennem hele sæsonen noget større i kløvergræs, dog med undtagelse af begyndelsen og afslutningen af vækstsæsonen. Begyndelsen af 1994, hvor kløverandelen var lav, var ligeledes en undtagelse. Den højere koncentration i kløvergræs det meste af tiden var ventet, da kløvergræs med høj kløverandel normalt har en højere koncentration end græs under sammenlignelige forhold (Søgaard, 1994).

FE-koncentrationen (FE/kg TS) var lidt større i kløvergræs end i græs, selv om fordøjeligheden var den samme. Årsagen var det højere N-indhold og lavere fiberindhold i kløvergræs. Sidst på sæsonen, fra sidst i september til lidt hen i oktober, var kvaliteten af kløvergræs forholdsvis lav. Det skyldes sandsynligvis, at væksten af kløvergræsset alle år var stoppet og der var negativ tilvækst (jf. Figur 2.3 side 31). Det fik dog ikke køerne til at æde mindre (jf. Mælkeproduktion og tilvækst, afsnit 5). På dette tidspunkt var der en tydelig forskel på

køernes ædelyst, idet det blev observeret, at køerne på kløvergræs græssede længere tid end køerne på græs.



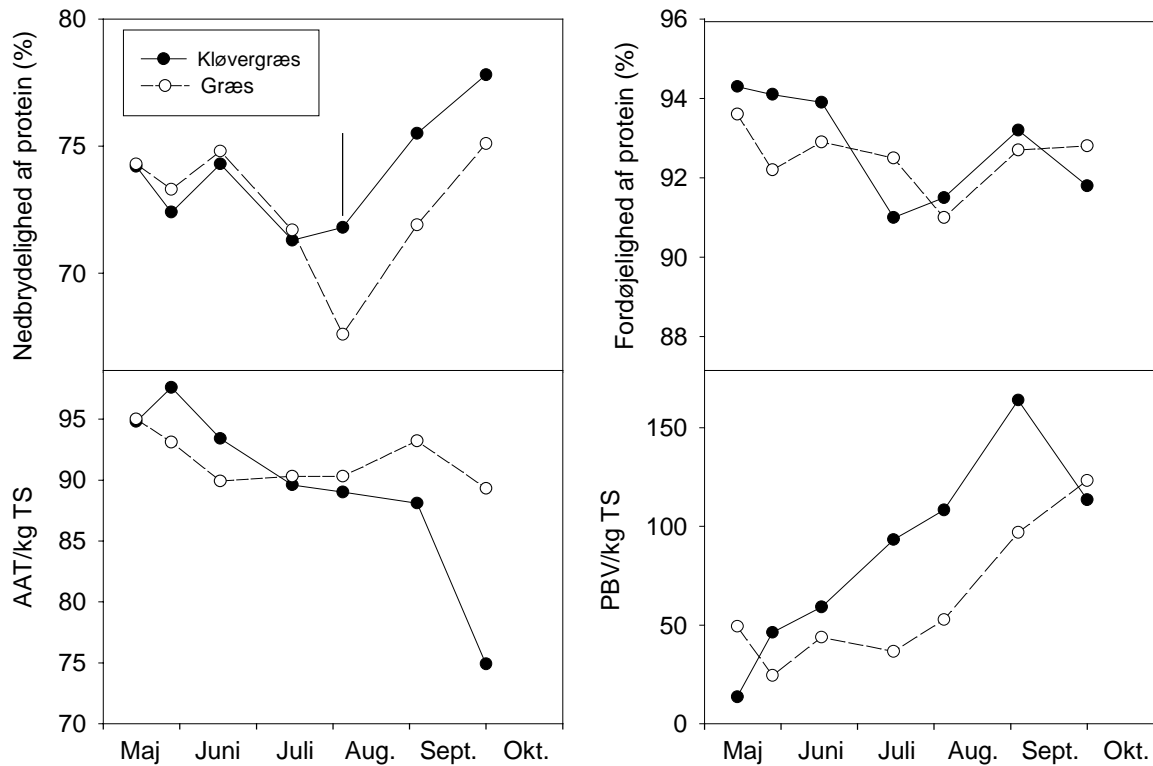
Figur 3.2. Afgrødekvalitet gennem vækstsæsonen i hhv. græs og kløvergræs foldene, 1994-96.

| : LSD_{0.05}

Proteinkvalitet

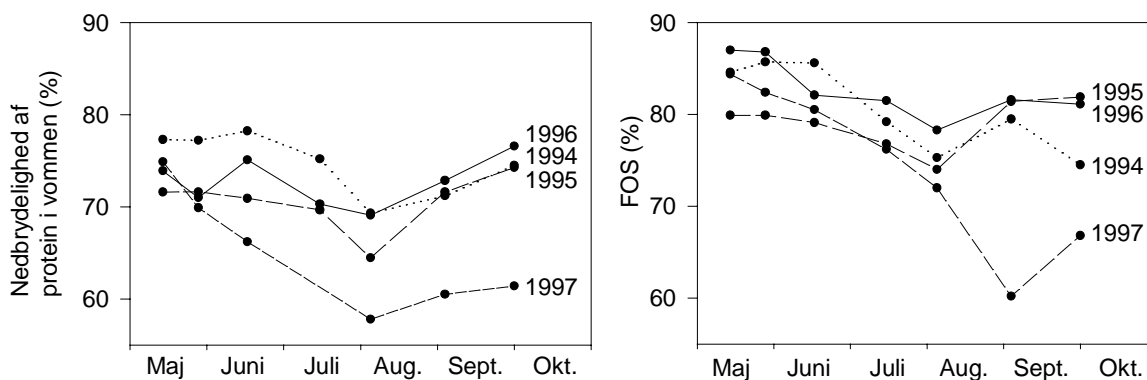
Nedbrydelighed af protein i vommen og den totale fordøjelighed af protein blev bestemt ved hjælp af nylonposeforsøg i alle forsøgsår ved lavt PBV. Nedbrydeligheden i vommen viste et karakteristisk forløb (Figur 3.3). I første del af sæsonen var nedbrydeligheden faldende og den samme for græs og kløvergræs. I sidste del af sæsonen var nedbrydeligheden af protein i vommen alle år større i kløvergræs end i græs, og nedbrydeligheden var stigende. Nedbrydeligheden viste samme forløb over årene med den laveste værdi i sensommeren, hvor også FOS var lavest (jf. Figur 3.1 og 3.2). I 1997 var styringen af afgræsning, som tidligere nævnt, ikke optimal. Der blev undergræsset i den sidste del af sæsonen i græsfoldene, og højden målt med pladeløfter var i gennemsnit 5,5 cm i de sidste tre prøvetidspunkter, hvilket er for højt til det

valgte afgræsningssystem. I kløvergræsset var højden 3,0 cm, hvilket er betydelig bedre. Undergræsningen resulterede i meget lav nedbrydelighed af protein, omkring 60 %, ligesom FOS efterhånden blev meget lav (Figur 3.4). Disse resultater viser, at selv om der var betydelig variation gennem sæsonen og mellem årene, så ville udsvingene have været meget større, hvis afgræsningen ikke blev styret godt nok.



Figur 3.3. Proteinkvalitet. Nedbrydelighed af protein i vommen og den totale protein fordøjelighed målt med nylonposeforsøg. AAT og PBV koncentrationen er udregnet på samme prøver. Gennemsnit af 1994-96.

| : $LSD_{0.05}$ ved nedbrydelighed og fordøjelighed af protein



Figur 3.4. Fordøjelighed af organisk stof (FOS) og nedbrydelighed af protein i vommen af græs fra græsfoldene.

Den totale fordøjelighed af protein målt med nylonposer var ikke signifikant forskellig mellem græs og kløvergræs (Figur 3.3). Ligesom for nedbrydeligheden i vommen var der en tendens til, at den totale fordøjelighed af protein var mindst i sensommeren. Kurveforløbene, især for nedbrydelighed af protein, var således lidt det samme som for fordøjelighed af organisk stof (FOS) og omvendt kurveforløbene for cellevægsfraktionerne (jf. figur 3.2). Der var da også en signifikant korrelation mellem FOS og både nedbrydelighed og fordøjelighed af protein (Tabel 3.4). Korrelationen var imidlertid noget lavere for kløvergræs end for græs. I græs faldt nedbrydeligheden ca. 8 enheder ved et fald på 10 enheder i fordøjelighed af organisk stof. Ved en konstant koncentration af N på 4% i græsset vil et fald på 10 enheder i FOS ved disse ligninger bevirke et fald på 4,3 enheder i AAT pr. kg tørstof, fra 88,7 til 84,4, ligesom PBV vil falde med knap 2 enheder, fra 84,3 til 82,4.

Tabel 3.4. Relation mellem FOS (fordøjelighed af organisk stof, % af OS) og hhv. nedbrydelighed af protein i vommen (%) og den totale protein fordøjelighed (%). Resultater gennem vækstsæsonen 1994-97.

	Ligning	n	R ²	s
Græs				
Nedbrydelighed i vommen (y)	$y = 9,8 + 0,77 * \text{FOS}$	33	0,64	3,2
Fordøjelighed (y)	$y = 59,4 + 0,40 * \text{FOS}$	33	0,53	2,1
Kløvergræs				
Nedbrydelighed i vommen (y)	$y = 16,3 + 0,69 * \text{FOS}$	30	0,43	4,8
Fordøjelighed (y)	$y = 74,1 + 0,22 * \text{FOS}$	30	0,31	1,5

Hverken nedbrydeligheden i vommen eller den totale fordøjelighed af protein var relateret til koncentrationen af råprotein, som steg kraftigt gennem vækstsæsonen (jf. figur 3.2). Ved stigende N-gødskning af græs til slæt findes både en stigende koncentration af råprotein og en stigende nedbrydelighed af råprotein (Tamminga & Südekum, 2000). Stigende N-gødskning bevirker blandt andet, at N ophobes i mindre molekyler som aminosyrer og amider (Goswami & Willcox, 1969). Den kraftige stigning i råprotein-koncentrationen i dette forsøg synes således ikke at have påvirket andelen af letopløseligt protein og dermed ikke være sammenlignelig med forhold, hvor stigningen skyldes N-gødskning.

Det var forventet, at en del af variationen af nedbrydeligheden af råprotein kunne forklares af variationen i N bundet til fibre. N-koncentrationen i NDF og ADF fraktionen blev derfor bestemt i afgrødeprøverne i 1994-96 i samme prøve som også blev anvendt til nylonposeforsøg. Sidst på sæsonen var der ikke altid nok prøvemateriale, og oktober er derfor ikke med i opgørelsen. Der var imidlertid ingen sammenhæng mellem hverken nedbrydelighed eller fordøjelighed af protein og N-koncentrationen i disse cellevægsfraktioner. I tabel 3.5 er gennemsnitstallene vist for de to afgrødetyper. Det ses, at der i græsset var en større andel af N bundet til NDF, ligesom NDF-koncentrationen som tidligere vist var større end i kløvergræs, hvilket kan have været med til at nedsætte protein-nedbrydeligheden i græsset.

Tabel 3.5. Koncentration af N i cellevægsfraktionerne NDF og ADF i græs og kløvergræs. Gennemsnit af 1994-96. Prøver udtaget i oktober er ikke medtaget.

	% N af TS	% N i NDF	% N i ADF	%NDF af TS	%ADF af TS	%FOS	TPF ¹	NPV ¹
Græs	3,59	0,34	0,07	40,6	22,0	81,9	92,3	73,2
Kløvergræs	3,93	0,19	0,09	32,0	20,8	81,9	92,7	74,4
Signifikans	*	***	***	***	NS	NS	NS	NS

¹: TPV: total protein fordøjelighed

NPV: nedbrydelighed af protein i vommen

PBV koncentrationen steg kraftig gennem vækstsæsonen og fulgte råprotein-koncentrationen, da denne har altafgørende betydning for PBV-beregningen (Figur 3.3). AAT-koncentrationen var meget mere konstant i græs gennem sæsonen end kløvergræs. Når den lave nedbrydelighed af protein i sensommeren ingen betydning får for AAT-koncentrationen skyldes det, at den modvirkes af den samtidig lave fordøjelighed af organisk stof (FOS). Den mindre AAT-koncentration sidst i sæsonen i kløvergræs skyldes især den højere nedbrydelighed samtidig med at FOS faldt.

Mineraler

Askeindholdet var gennem hele sæsonen noget større i kløvergræs sammenlignet med græs (Figur 3.5). Det var primært Ca-indholdet, som var større. I gennemsnit var Ca-koncentrationen 0,52% i græs og 0,86% i kløvergræs. Na-koncentrationen var derimod mindre i kløvergræs gennem hele sæsonen. Den gennemsnitlige græsoptagelse var ca. 10 kg TS/ha/dag (jf. Mælkeydelse og tilvækst, afsnit 5), hvilket som gennemsnit giver en optagelse på 52 g Ca/ko/dag i græsfoldene og 86 g Ca i kløvergræsfoldene. Midt på sommeren var forskellene større. Mg-koncentrationen, som steg gennem sæsonen, var næsten uafhængig af afgrødetypen i første del og var størst i græs i den sidste del af sæsonen. K-koncentrationen, som var forholdsvis variabel gennem sæsonen, var den samme for græs og kløvergræs. Askekonzentrationen er normalt større i kløver end i græs, men hvilke mineralkonzentrationer der stiger ved kløveriblanding refereres noget forskelligt. Ca-koncentrationen øges imidlertid ofte kraftigt som i dette forsøg, og er flere gange fundet relativt tæt relateret til kløverandelen (Askegaard *et al.*, 1999; Søegaard, 1993).

Koncentrationen af de enkelte mineraler varierede imidlertid en del mellem årene. I foråret 1996 blev det vurderet, at Kt i pløjelaget var for lavt, og der blev gødet med K. Dette havde en ventet positiv indvirkning på K-koncentrationen og en negativ indvirkning på de øvrige mineraler (Tabel 3.6). Na-koncentrationen syntes at være mest påvirket af udsvingene i K-koncentrationen. Koncentrationerne i græs er vist som eksempel i Figur 3.6. Det ses, at i 1994 og 1996 var K-koncentrationen forholdsvis høj gennem hele sæsonen, modsat årene 1995 og 1997. I de sidstnævnte år med lav K-koncentration var Na-koncentrationen også højere, dog med undtagelse af sensommeren. Den højere K-optagelse i 1994 og 1996 har således haft en negativ indvirkning på Na-optagelsen i en stor del af sæsonen.

Dunlop & Hart (1987) har på tværs af forsøg bestemt et kritisk niveau i hvidkløver på 1,8 – 2,3% K, når hvidkløver vokser sammen med rajgræs. Der var ikke synlige tegn på K-mangel i løbet af forsøget, selv om K koncentrationen var lav i 1995 og 1997 i forhold til den refererede kritiske grænse. Indholdet af mineraler i kløver- og græsblade ændres meget fra unge til

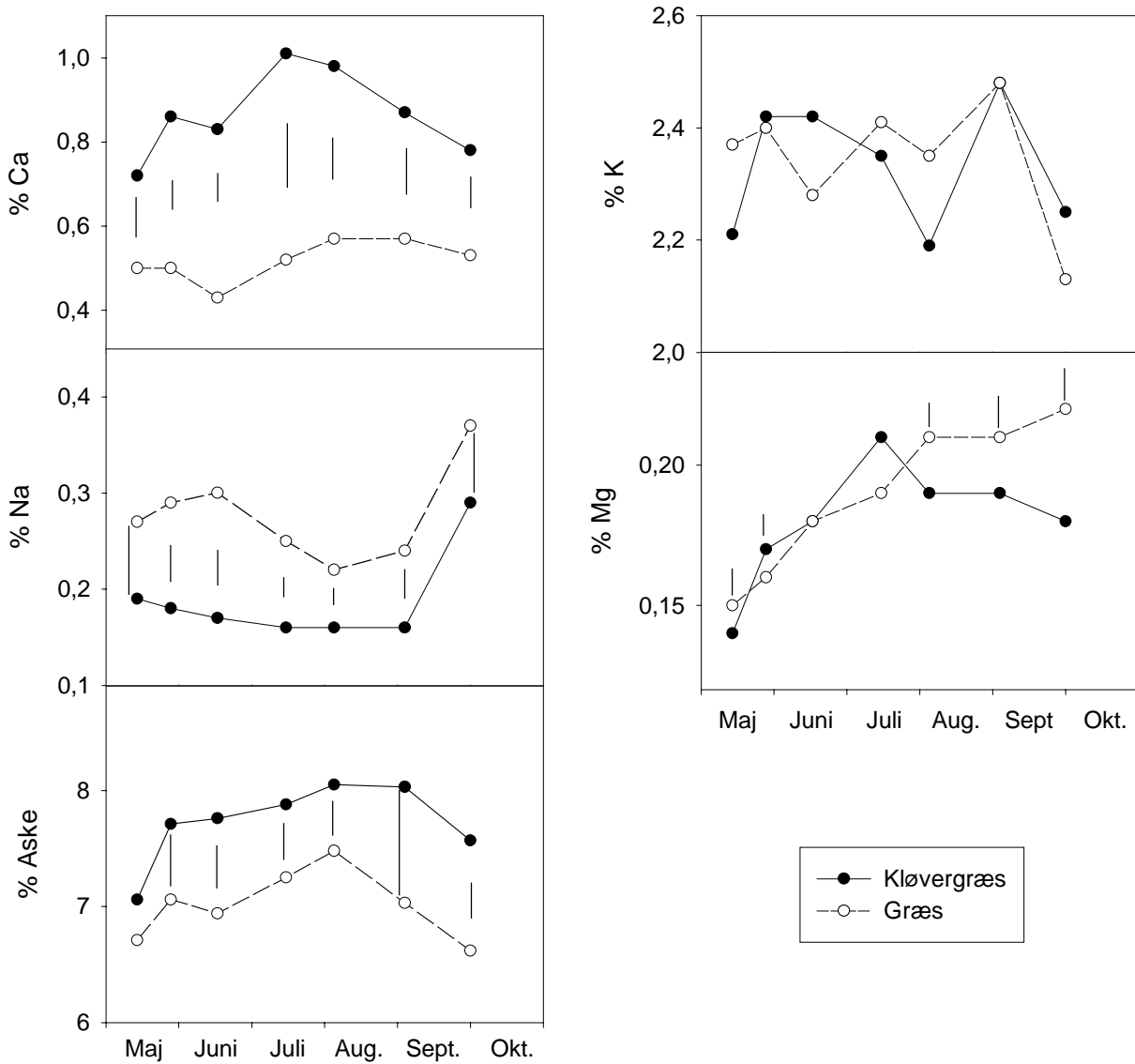
gamle blade (Wilman *et al.*, 1994). K og Mg falder, mens Na og Ca stiger med alderen. Da afgrødemængden faldt gennem sæsonen, kan det også have påvirket forløbet af de enkelte mineraler.

Tabel 3.6. Afgrødens indhold af mineraler, % af TS, i de enkelte år. Gennemsnit over sæsonen. Kt i pløjelaget i marts er vist.

G: græs, KG: kløvergræs

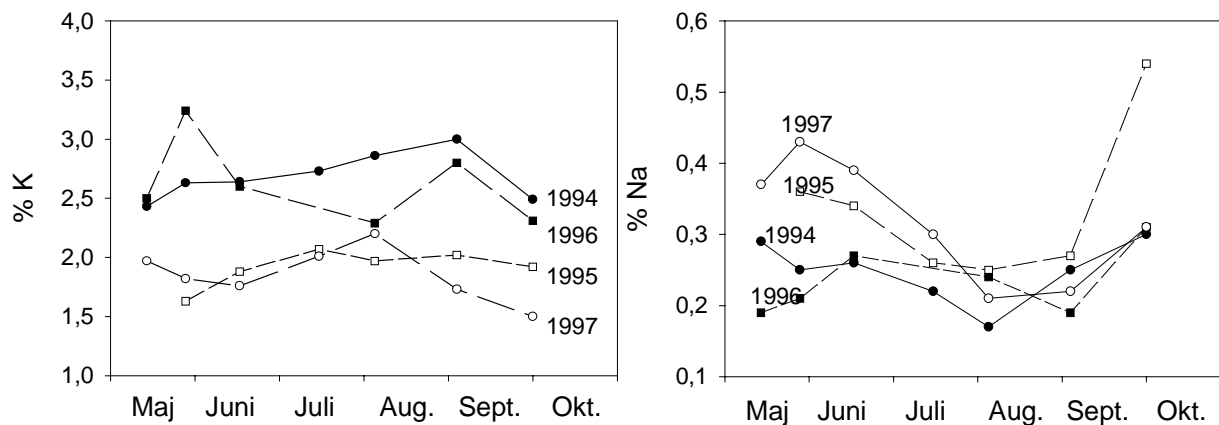
	Kt forår	K		Na		Ca		Mg	
		G	KG	G	KG	G	KG	G	KG
1994	8,4	2,68	2,50	0,25	0,15	0,51	0,80	0,18	0,16
1995	6,9	1,91	2,18	0,34	0,22	0,57	0,94	0,20	0,20
1996	5,8 ¹	2,42	2,33	0,22	0,18	0,45	0,85	0,17	0,17
1997	9,9	1,86	1,85	0,32	0,21	0,51	0,70	0,20	0,19

¹: gødet med 150 kg K/ha efter jordprøven var udtaget



Figur 3.5. Mineralindhold i græs og kløvergræs gennem vækstsæsonen, 1994-96.

| : LSD_{0.05}



Figur 3.6. Koncentration af K og Na gennem vækstsæsonen i græsfoldene.

Buske

I buskene var fordøjeligheden lidt højere i kløvergræsset, hvilket dog kun var signifikant i den sidste del af sæsonen, og koncentrationen af råprotein var lidt højere i en del af vækstsæsonen (Tabel 3.7). Begge dele kan skyldes, at afgrødemængden pr. arealenhed var lavere i kløvergræsset, ca. 2/3 af afgrødemængden i græs. Desuden skyldes den større koncentration af råprotein i kløvergræsset sandsynligvis kløveriblandingen.

Tabel 3.7. Afgrøde kvalitet i buske (1994-96)

	% FOS			% Råprotein		
	Midt juni	Beg. aug.	Beg. okt.	Midt juni	Beg. aug.	Beg. okt.
Kløvergræs	83,2	72,0	72,9	20,4	17,6	21,3
Græs	82,7	71,0	69,5	22,3	15,5	20,1
LSD _{0,05}	NS	NS	2,5	NS	2,0	NS

3.4 Konklusion

Sæsonvariationen af de forskellige kvalitetsparametre svarede til slætforhold, dog med undtagelse af råprotein, som steg kraftigt gennem sæsonen under afgræsning. PBV-niveauet i køernes suppleringsfoder påvirkede afgrødekvaliteten mindre end kløveriblanding. Dårlig management (1997) havde større indvirkning på kvaliteten end forsøgsparametrene.

PBV-niveauet ændrede kvaliteten af

- Bidgræsset, primært råprotein-koncentrationen pga. den større N-tilførsel gennem urinen ved højt PBV-niveau. Kløveriblanding modvirkede den direkte effekt af større N-tilførsel, da kløverindholdet blev mindre. Effekten blev desuden mindre med foldenes alder.
- Buskgræsset, idet kvaliteten var bedst, hvor kørerne blev fodret ved højt PBV-niveau, sandsynligvis primært forårsaget af ændret afgræsningsadfærd.

Kløveriblanding ændrede kvaliteten af

- Bidgræsset, idet koncentration af Ca var højere og koncentration af Na var lavere i kløvergræs. Desuden var koncentrationen af råprotein noget højere og fiberindholdet noget lavere i kløvergræs. Derimod var FOS (fordøjeligheden af organisk stof) næsten upåvirket.
- Buskgræsset. Kvaliteten var lidt bedre i kløvergræs end græs.
- Protein. Nedbrydelighed af protein i vommen var større i kløvergræs end i græs i den sidste del af sæsonen.

Nedbrydelighed af protein i vommen fulgte FOS, hvorimod der ikke var nogen sammenhæng til koncentrationen af råprotein eller koncentrationen af N i hhv. ADF og NDF.

4 Tilskudsfoder og græsoptagelse

4.1 Tilskudsfoderets sammensætning samt AAT og PBV værdi

Den kemiske sammensætning og energi i form af FE/kg TS af de fire kraftfoderblandinger er vist i tabel 4.1 og Appendiks, tabel A-1. Mellem år var der kun en ubetydelig variation i kraftfoderets kemiske sammensætning indenfor de fire blandinger. Ved højt PBV var der et højere indhold af råprotein og en højere energikoncentration, mens der i blandingen med et lavt indhold af både PBV og AAT var et højt indhold af let hydrolyserbare kulhydrater, som følge af den høje andel af byg. Indholdet af træstof var høj i blandingen med højt AAT/lavt PBV, hvilket skyldes den høje andel af pulpetter (tørret sukkerroeffald). Sammensætningen af kraftfoderblandingerne kan ses i Materialer og metoder, tabel 2 side 13.

Tabel 4.1. Gennemsnitlig kemisk sammensætning af de fire kraftfoderblandinger med højt og lavt niveau af hhv. AAT og PBV.

AAT/PBV	FE/kg TS	Aske	Råprotein	Råfedt	Træstof	NFE ¹	LHK ²

¹: kvælstoffri ekstraktstoffer

²: let hydrolyserbare kulhydrater

Som det fremgår af tabel 4.2 var der på højt PBV-niveau god overensstemmelse mellem det forventede PBV-niveau i kraftfoderet (100 g PBV/FE) og det i praksis opnåede niveau, mens PBV-niveau på lavt niveau ikke blev helt så lavt som ønsket. Det højere PBV-niveau i rationen i 1996 sammenlignet med 1994 og 1995 (Tabel 4.2) skyldes derfor en højere PBV-værdi i græsset. Råproteinkoncentrationen i både græs og kløvergræs var ifølge tabel 3.2 (side 37) også noget større i 1996 end de øvrige år. Indholdet af AAT i kraftfoderet på højt AAT-niveau var i overensstemmelse med det forventede indhold, som var 95 g AAT/FE. Derimod var AAT-niveauet på højt PBV og lavt AAT for højt i 1994 og 1995, idet de ubeskyttede rapskager som indgik med en høj andel af blandingen havde en lavere nedbrydningsgrad og dermed en højere AAT-værdi end forventet. Da også indholdet af AAT i afgrøden var højere end forventet, blev rationens AAT-niveau højere end planlagt. Den produktionsmæssige optimale proteinforsyning er 90-95 g AAT/FE (Kristensen, 1997), og på højt PBV-niveau kan der derfor ikke forventes en effekt af et øget AAT-niveau på mælkeydelsen i 1994 og 1995, da dyr på lavt AAT-niveau ikke synes at være underforsynet med AAT.

Tabel 4.2. AAT og PBV-niveau i den samlede ration og i kraftfoderblandingerne. Kraftfoderrationerne blev sammensat efter et forventet PBV-niveau på hhv. -35 og 100 g PBV/FE og et forventet AAT-niveau på hhv. 81 og 95 g AAT/FE.

		År	Lav AAT		Høj AAT	
			Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV
AAT/FE	Ration	1994	83	89	90	93
		1995	86	89	91	94
		1996	83	81	89	88
PBV/FE	Ration	1994	26	81	28	82
		1995	30	78	28	77
		1996	43	96	43	92
FE/dag	Kraftfoder	1994	7,1	7,1	7,3	7,3
		1995	7,1	7,7	7,4	7,4
		1996	7,1	7,7	7,3	7,5
AAT/FE	Kraftfoder	1994	79	94	94	105
		1995	80	88	93	99
		1996	82	77	97	94
PBV/FE	Kraftfoder	1994	-27	102	-19	107
		1995	-18	100	-22	100
		1996	-27	107	-28	98

4.2 Græsoptagelse

Afgræsningssæsonen begyndte ca. 5. maj og varede henholdsvis 162, 168 og 167 dage i de tre år. Den gennemsnitlige græsoptagelse over alle tre år var 9,9 FE/ko/dag, og lå på henholdsvis 10,2, 9,7 og 9,7 FE i de 3 år. Græsoptagelsen er beregnet indirekte på baggrund af energibehov til livsytringer, jf. Materialer og metoder side 15. Græsoptagelsen i 1994 var signifikant højere end i 1995, og der var tendens til en højere optagelse i 1994 sammenlignet med i 1996. Den højere optagelse i 1994 skyldes primært, at køerne i den sidste periode af 1994 havde en optagelse, som var 2,3 FE højere end i den tilsvarende periode i 1995 og 1996, mens der kun var mindre forskelle mellem år i de øvrige perioder. I 1994 var væksten i efteråret således så kraftig, at tildelingen af græsensilage var yderst begrænset. Optagelsen i marken på ren græs var endvidere signifikant højere i 1994 sammenlignet med 1995 og 1996, mens græsoptagelsen på kløvergræs ikke var forskellig mellem år (Appendiks tabel A-2).

I foråret var den gennemsnitlige optagelse 11,3 FE, mens køerne i gennemsnit af de tre år optog 7,9 FE i efteråret. Græsoptagelsen var lavere i efteråret primært på grund af større afstand fra kælving og dermed lavere ydelse, men også pga. utilstrækkeligt tilbud (jf. Plante-produktion i storfolde, afsnit 2), hvorfor køerne fik ensilage på stald ved fodring, og var på stald om natten fra ca. 21. august.

Tabel 4.3. Gennemsnitlig græsoptagelse (FE/ko/dag) ved forskellig afgrødetype. Se også tabel 5.1, 5.2 og 5.3.

	År	Afgrødetype	
		Græs	Kløvergræs
Græsoptagelse (FE/ko/dag)	1994	10,5	9,8*
	1995	9,7	9,7
	1996	9,7	9,8

*: $0,05 \leq p < 0,01$

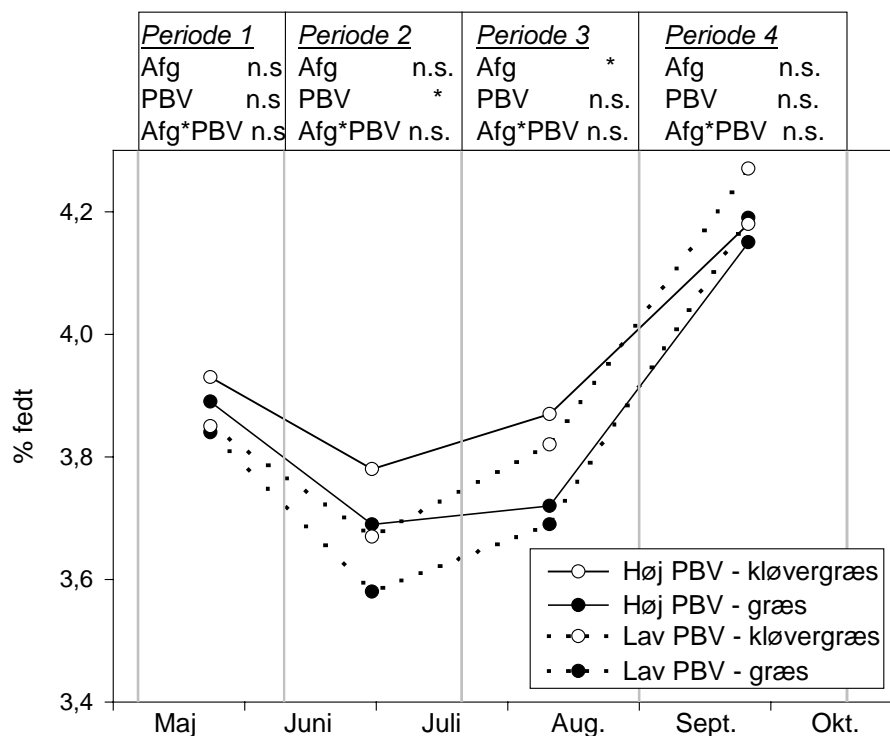
Set over alle tre år, var der ingen signifikant effekt af afgrødetype på græsoptagelsen, men i 1994 var den daglige græsoptagelse på græs signifikant højere end på kløvergræs, mens der i 1995 og 1996 ikke var forskel i græsoptagelsen i perioderne i løbet af sæsonen eller på årsbasis (Tabel 4.3). Den lavere græsoptagelse i 1994 på kløvergræs skyldes en lavere græsoptagelse i første del af sæsonen og primært i perioden 9/6-19/7, hvor græsoptagelsen på kløvergræs var 2,2 FE lavere end på græs. Årsagen til dette må være den lave kløverandel i denne periode forårsaget af langsom kløver etablering (jf. Planteproduktion i storfolde, afsnit 2, side 24). Køerne fik i denne periode tildelt hele arealet, men kunne alligevel ikke æde 'normale' mængder.

4.3 Konklusion

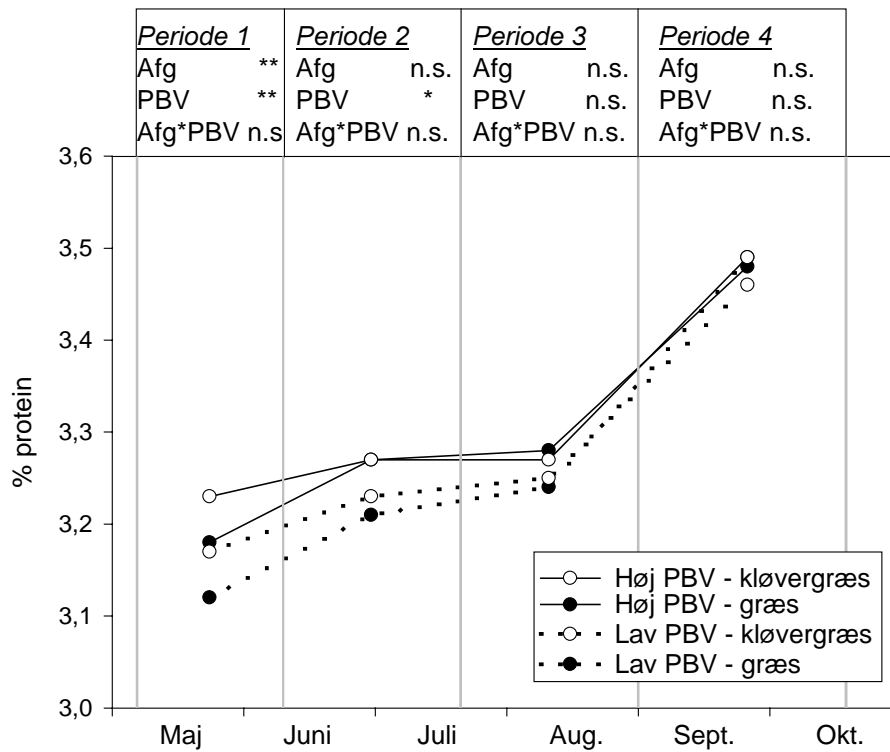
- Den gennemsnitlige græsoptagelse var ikke afhængig af afgrødetype

5 Mælkeproduktion og tilvækst

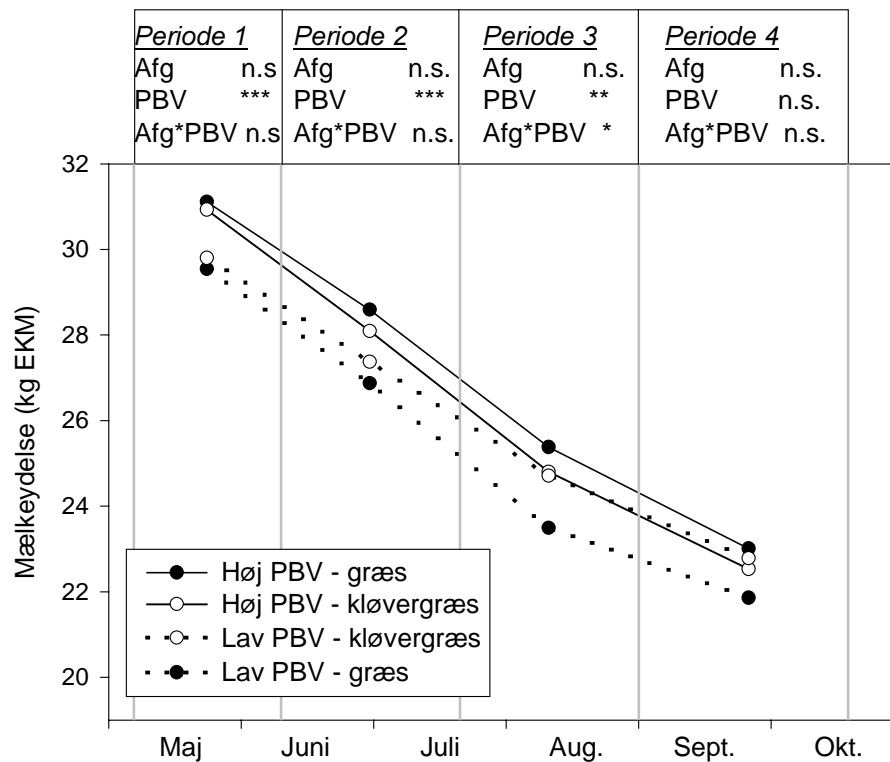
Den gennemsnitlige daglige mælkeydelsen i kg mælk i de tre år var henholdsvis 25,8, 27,4 og 26,3 kg, og gennemsnittet over forsøget var 26,6 kg mælk/dag. Fedtprocenten og fedtydelsen var i gennemsnit henholdsvis 3,85% og 1033 g/dag. Fedtprocenten faldt fra foråret til sommeren, og steg derefter i løbet af sommeren og efteråret (Figur 5.1). Effekten af sæson kan dog ikke adskilles fra laktationsstadiet, da alle dyr kælvde før udbinding, i perioden januar til april. Proteinprocenten var i gennemsnit 3,28% og den daglige ydelse var i gennemsnit 884 g. Proteinprocenten steg fra i gennemsnitlig 3,18% i maj til 3,48% i september/oktober. I løbet af sæsonen blev variationen i proteinprocent mellem de fire hold på kløvergræs/græs og højt/lavt PBV-niveau reduceret, således at variationen mellem holdene i foråret blev udjævnet i løbet af sæsonen (Figur 5.2). Den gennemsnitlige ydelse af energikorrigeret mælk over 3 år var 26,0 kg EKM. Ydelsen i foråret var i gennemsnit 30,4 kg EKM og faldt til 22,6 kg EKM i efteråret (Figur 5.3), men da sæsonvariationen er konfunderet med laktationsstadiet kan denne effekt ikke umiddelbart tilskrives sæsonvariation.



Figur 5.1. Fedtprocenten i mælken gennem afgræsningssæsonen, 1994-96. Over figuren er signifikans indenfor sæsonens fire perioder vist for Afg (afgrødetype), PBV-niveau og vekselvirkningen.



Figur 5.2. Proteinprocenten i mælken gennem afgræsningssæsonen, 1994-96.



Figur 5.3. Mælkeydelse gennem afgræsningssæsonen, 1994-96.

5.1 Afgrøde

Mælkeydelse

Mælkeydelsen udtrykt i kg mælk pr. dag var i ingen af de tre år, hverken i løbet af sæsonen eller set over alle tre år signifikant forskellig mellem de to afgrødetyper (Tabel 5.1, Appendiks tabel A-2), mens tidligere forsøg ofte har vist, at en øget andel af kløver medfører en højere ydelse (Bax & Schils, 1993; Davies & Hopkins, 1996). Wilkins *et al.* (1994) påviste således, at en øget andel af hvidkløver i forhold til græs medførte en højere mælkeydelse og en højere proteinprocent, om end forskellen faldt med øget mængde suppleringsfoder, mens Wilkins *et al.* (1995) ikke fandt en effekt af øget mængde suppleringsfoder eller kløverandel. Den manglende effekt af kløverandel på mælkeydelsen i den nævnte undersøgelse kan dog skyldes relativt små forskelle i kløverindhold mellem hold. Wilkins *et al.* (1995) anfører, at den udeblevne effekt af suppleringsfoderet sandsynligvis skyldes et højt optag af protein under afgræsning, således at køer, som ikke fik suppleringsfoder ikke var underforsynet med protein.

Mælkefedt

Afgrødetypen havde ingen signifikant effekt på fedtprocent eller fedtydelse, og selvom fedtprocenten i alle fire perioder var numerisk højere på kløvergræs end på græs, var effekten kun signifikant i den tredje periode (Figur 5.1). Fedtydelsen i kg var ikke signifikant forskellig for køer på henholdsvis græs og kløvergræs igennem sæsonen. Kun i 1996 sås en signifikant højere gennemsnitlig fedtprocent over sæsonen og dermed en højere fedtydelse på kløvergræs.

Mælkeprotein

Afgrødetypen havde ingen effekt på proteinprocenten og proteinydelsen i de tre år. Kun i den første periode i sæsonen var proteinprocenten højere, hvor køerne græssede kløvergræs end græs, mens der ingen forskel var på proteinydelsen mellem de to afgrødetyper i løbet af sæsonen (Figur 5.2).

EKM

Mælkeydelsen i kg EKM var i ingen af de tre år signifikant påvirket af afgrødetype, og der var ingen signifikant effekt af afgrødetype igennem sæsonen på EKM ydelsen (Figur 5.3). I 1995 og 1996 var ydelsen 0,4 og 0,9 kg højere på kløvergræs end på græs, men ydelsen i 1994 var 0,8 kg lavere på kløvergræs end på græs. Den tilsyneladende lavere ydelse på kløvergræs i 1994 skyldes bl.a., at ydelsen i 1994 umiddelbart efter udbinding var ca. 2 kg lavere på kløvergræs end på græs (data ikke vist). Dette skyldes en dårlig etablering af kløveren om foråret (jf. Planteproduktion i storfolde, afsnit 2 side 24).

Afgrødetype havde altså ingen entydig effekt på mælkeydelse eller mælkens sammensætning.

Tabel 5.1. Gennemsnitlig effekt over år af afgrødetype, PBV og AAT på græsoptagelse og mælkeydelse pr. ko pr. dag, mælkens sammensætning samt standardafvigelse (SD).

	Afgrødetype		PBV		AAT		SD
	Græs	Kløvergræs	Lav	Høj	Lav	Høj	
Græsoptag (FE)	10,0	9,8	9,9	9,9	9,9	9,9	0,1
Mælk (kg)	26,5	26,4	26,1	26,9 *	26,4	26,6	0,3
Fedt (%)	3,82	3,90	3,84	3,88	3,81	3,91 *	0,03
Fedt (kg)	1,03	1,04	1,01	1,05 *	1,02	1,05	0,01
Protein (%)	3,28	3,29	3,27	3,30	3,29	3,28	0,02
Protein (kg)	0,883	0,883	0,867	0,899 **	0,882	0,883	0,007
EKM (kg)	25,8	26,0	25,4	26,4 **	25,7	26,1	0,2

Indenfor hhv. Afgrødetype, PBV og AAT:

T: $0,1 \leq p < 0,05$ (tendens), *: $0,05 \leq p < 0,01$, **: $0,01 \leq p < 0,001$, ***: $p \leq 0,001$

Tabel 5.2. Gennemsnitlig effekt over år af type af tilskudsfoder på græsoptagelse og mælkeydelse pr. ko pr. dag, mælkens sammensætning samt standardafvigelse (SD) og testsandsynlighed for vekselvirkning AAT*PBV (P).

	Lav AAT		Høj AAT		SD	Vekselvirkning P
	Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV		
Græsoptag. (FE)	9,8	9,9	10,0	9,8	0,2	0,4 ^{NS}
Mælk (kg)	25,9	26,8	26,3	26,9	0,4	0,7 ^{NS}
Fedt (%)	3,74 ^a	3,87 ^b	3,94 ^b	3,88 ^b	0,05	0,04 [*]
Fedt (kg)	0,98 ^a	1,05 ^b	1,04 ^b	1,05 ^b	0,02	0,02 [*]
Protein (%)	3,25 ^a	3,34 ^b	3,29 ^{ab}	3,26 ^a	0,02	0,005 ^{**}
Protein (kg)	0,86 ^a	0,91 ^c	0,88 ^{ab}	0,89 ^{bc}	0,01	0,05 [*]
EKM (kg)	24,9 ^a	26,5 ^b	26,0 ^b	26,3 ^b	0,3	0,07 ^{NS}

^{a,b,c,d}: Signifikant forskellige ($p < 0,05$) værdier.

Tabel 5.3. Gennemsnitlig effekt over år af afgrødetype og PBV-niveau på græsoptagelse og mælkeydelse pr. ko pr. dag, mælkens sammensætning samt standardafvigelse (SD).

	Græs		Kløvergræs		SD
	Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV	
Græsoptag. (FE)	9,9	10,0	9,9	9,7	0,2
Mælk (kg)	26,0	27,1 *	26,2	26,6	0,4
Fedt (%)	3,80	3,84	3,88	3,91	0,05
Fedt (kg)	1,00	1,06 **	1,03	1,05	0,02
Protein (%)	3,26	3,29	3,27	3,31	0,02
Protein (kg)	0,86	0,90 **	0,87	0,89	0,01
EKM (kg)	25,1	26,6 **	25,8	26,3	0,4

Indenfor Afgrødetype:

T: $0,1 \leq p < 0,05$ (tendens), *: $0,05 \leq p < 0,01$, **: $0,01 \leq p < 0,001$, ***: $p \leq 0,001$

5.2 PBV

Mælkeydelse

Mælkeydelsen i kg mælk var signifikant højere (0,8 kg mælk) på højt PBV end på lavt PBV-niveau set over hele forsøgsperioden (Tabel 5.1). I 1995 var den gennemsnitlige ydelse på højt PBV-niveau således ca. 1,8 kg mælk højere end på lavt PBV-niveau (Appendiks tabel A-2). I de to øvrige år var der derimod ingen signifikant effekt af PBV-niveauet. Den højere ydelse på højt PBV-niveau i 1995 og set over hele forsøget skyldes en signifikant højere ydelse på 2,2 kg mælk på højt PBV-niveau, hvor køerne gik på græs. På kløvergræs derimod var effekten af højere PBV-niveau (1,5 kg mælk) ikke signifikant (Tabel 5.3, Appendiks tabel A-4). Der var ikke signifikant effekt af PBV på mælkeydelsen på græs eller på kløvergræs i 1994 og 1996.

Som det fremgår af tabel 4.2, side 47, varierede det gennemsnitlige PBV-niveau i rationen for køer fodret med kraftfoder med lavt PBV-niveau fra ca. 26 g PBV/FE i 1994 til ca. 43 g PBV/FE i 1996. PBV-niveauet i rationen var dermed på sæsonbasis over den anbefalede norm på 0 g PBV/FE (Strudsholm *et al.*, 1992; Kristensen, 1997). Den gennemsnitlige PBV-værdi over sæsonen dækker dog over betydelige variation i afgrødernes PBV-værdi igennem sæsonen. PBV-værdien steg kraftigt gennem sæsonen, jf. Figur 3.3, side 40. Det kan derfor ikke udelukkes, at vommikroberne har været underforsynet med let nedbrydeligt protein i forhold til energi i dele af sæsonen (foråret), således at rationens PBV-værdi har været negativ. Dette er i overensstemmelse med, at set over hele forsøget var foråret netop den eneste periode i løbet af sæsonen, hvor ydelsen i kg mælk var signifikant højere på højt PBV-niveau sammenlignet med på lavt PBV-niveau. Endvidere var der kun en signifikant effekt af PBV-niveau på græs og ikke på kløvergræs. Dette er i overensstemmelse med, at PBV-niveauet i 1995 i græsset i det tidlige forår var -11 g PBV/FE, mens niveauet i kløvergræs var 57 g PBV/FE. Derimod kan det ikke forklares, hvorfor der i 1995 også var en signifikant effekt af PBV på mælkeydelsen i anden og tredje periode og tendens til en effekt af PBV i fjerde periode, idet køerne i disse perioder ikke synes at have været underforsynet med letnedbrydeligt protein.

Mælkefedt

Højt PBV-niveau i kraftfoderet medførte kun i 1994 en signifikant øget fedtprocent (Appendiks tabel A-2). Set over alle tre år havde PBV-niveauet således ingen signifikant effekt på fedtprocenten, og indenfor sæsonen var der kun en signifikant højere fedtydelse på højt PBV-niveau i den anden periode (Figur 5.1). Den højere fedtprocent ved højt PBV-niveau i 1994 skyldes udelukkende en højere fedtprocent, hvor køerne gik på ren græs (Appendiks tabel A-4). Set over alle tre år var der således ingen signifikant vekselvirkning mellem afgrødetype og PBV-niveau gennem sæsonen (Figur 5.1)

Mælkeprotein

PBV-niveauet havde set over alle tre år ingen effekt på proteinprocenten i mælken. Ligesom for fedtprocenten var det kun i 1994, at øget PBV-niveau medførte en højere proteinprocent i mælken. Set over alle tre år var der i løbet af sæsonen ingen vekselvirkning mellem afgrødetype og PBV-niveau (Figur 5.2).

EKM

Set over alle tre år medførte et højere PBV-niveau i kraftfoderet en signifikant højere ydelse i kg EKM, selvom fedt- og proteinprocenten ikke var signifikant påvirket af PBV-niveauet. Den højere EKM ydelse skyldes, at der for køer på græs var en signifikant gennemsnitlig ydelsesstigning på ca. 1,5 kg EKM, og for køer på kløvergræs var en ikke signifikant stigning

på 0,5 kg EKM (Tabel 5.1 og 5.3). Den højere ydelse ved højt PBV-niveau skyldtes dog primært en signifikant effekt af PBV i 1995, om end ydelsen på højt PBV-niveau i alle tre år var numerisk højere på højt PBV-niveau end på lavt PBV-niveau (Appendiks tabel A-2). Kristensen (1997) anfører, at variationen i PBV-niveaulet omkring 0 g PBV/FE kun har ringe indflydelse på mælkeydelsen, og da PBV-niveaulet igennem sæsonen generelt var indenfor normen var det ikke forventet, at EKM-ydelsen skulle være påvirket af PBV-niveaulet i rationen. Kristensen & Aaes (1998) fandt i overensstemmelse hermed, at under afgræsning var der ingen effekt af suppleringsfoderets PBV-værdi (-16 g PBV til +35 g PBV/FE) på mælkeydelsen i kg EKM. Barrett (2000) fandt ingen produktionsmæssig effekt af at reducere den daglige proteintildeling fra ca. 20 g PBV/FE til ca. 2 g PBV/FE, mens Nielsen (2000) fandt, at ved afgræsning et halvdøgn, bør foderrationen i staldperioden afstemmes selvstændigt med protein. Et indhold af PBV/FE under 0 i foderrationen i stalden synes at sænke ydelsen, og kan altså ikke modsvares af et tilsvarende højere PBV-niveau i græsset (Nielsen, 2000).

Et øget PBV-niveau synes umiddelbart at øge mælkeydelsen, mens fedt- og proteinprocenten ikke påvirkes. Dette dækker dog over betydelige variationer mellem årene. I 1996 var der således ingen effekt på hverken fedt- eller proteinprocent eller mælkeydelse, mens der i 1994 var en signifikant effekt af PBV-niveau på fedt- og proteinprocent og i 1995 på mælkeydelse. I ingen af de 3 år havde PBV-niveaulet en signifikant effekt, hvor kørerne græssede kløvergræs eller hvor kraftfoderet havde et højt AAT-niveau.

5.3 AAT

Mælkeydelse

I 1994 medførte et højere AAT-niveau i kraftfoderet, at den gennemsnitlige ydelse steg med ca. 1,5 kg mælk (Appendiks tabel A-2). Dette medførte dog ikke en signifikant effekt set over alle tre forsøgsår (Tabel 5.1), idet mælkeydelsen i 1995 var 1 kg lavere som følge af et højere AAT-niveau. Der var i ingen af de fire perioder set over alle tre sæsoner en signifikant effekt af AAT på ydelsen. Effekten af AAT på mælkeydelse i 1994 skyldes, at ydelsen på græs og højt AAT var ca. 3 kg højere end på lavt AAT, mens der ikke var forskel på mælkeydelsen mellem hold på kløvergræs. Set over alle tre år var mælkeydelsen ikke påvirket af kombinationen af AAT og PBV, og der var ingen signifikant vekselvirkning mellem AAT og PBV-niveau (Tabel 5.2).

Kristensen & Aaes (1998) undersøgte effekten af AAT-niveaulet i kraftfoderet på mælkeydelsen under afgræsning. Fem besætninger på studielandbrug blev opdelt i to hold med henholdsvis lavt eller højt indhold af AAT i kraftfoderet. Forskellen mellem holdene i AAT-niveau i kraftfoder varierede fra 3 til 25 g AAT/FE tilskudsfoder. Det gennemsnitlige indhold af AAT i kraftfoderet på lavt og højt AAT-niveau i de fem besætninger var henholdsvis 86 og 98 g AAT/FE. Afgrødens indhold af AAT var i gennemsnit ca. 93 g AAT/FE, og varierede fra 84 til 109 g AAT/FE. En eventuel effekt af AAT i kraftfoderet kan derfor være overskygget af det høje AAT-niveau i rationen, som følge af den høje AAT-værdi for græsset. I en af de fem besætninger medførte et lavt AAT-niveau en signifikant lavede mælkeydelse i kg mælk, og denne besætning var kendetegnet ved, at forskellen i AAT var frembragt ved at erstatte pulpetter med byg med en lavere AAT-værdi. Effekten kan derfor evt. skyldes udskiftningen af letfordøjelige cellevægsstoffer fra pulpetter med letfordøjelige celleindholdsstoffer (stivelse) fra byg, som kan have haft en negativ effekt på vommiljøet. Fedtprocenten var dog ikke

signifikant påvirket af AAT-niveauet, hvilket sandsynligvis ville have været tilfældet, hvis udskiftningen havde en negativ indflydelse på vommiljøet.

Aaes & Kristensen (1994) undersøgte effekten af AAT-niveauet på mælkeydelsen, ved suppleret med et kraftfoder med et højt indhold af byg (85 g AAT/FE) og et kraftfoder baseret på olieker og pulpetter (95 g AAT/FE). Da græsset indeholdte ca. 85 g AAT/FE, var det forventet, at den samlede ration for holdet på den bygbaseerede kraftfoderration havde et AAT-niveau, som var lavere end normen på 90 g AAT/FE, og dermed en lavere mælkeydelse end holdet med højt AAT-niveau. Dette var også tilfældet, idet højt AAT-niveau i kraftfoderet medførte en signifikant stigning i ydelse i kg mælk fra 20,9 til 21,8 kg mælk pr. dag. I nærværende forsøg var rationens indhold af AAT ca. 85 og 91 g AAT/FE på henholdsvis lavt og højt AAT-niveau, og det var således forventet, at et lavt AAT-niveau ville have en negativ effekt på mælkeydelsen, hvilket ikke var tilfældet.

Mælkefedt

Set over hele forsøget medførte et øget AAT-niveau en øget fedtprocent, dog kun som følge af en signifikant højere fedtprocent i 1995. Da ydelsen i kg mælk faldt numerisk som følge af øget AAT i netop dette år, var der ingen signifikant effekt af AAT på fedtydelsen i kg i 1995 eller over hele forsøget (Tabel 5.1, Appendiks tabel A-2). Dette bekræfter delvis to andre danske forsøg, hvor Kristensen & Aaes (1998) fandt, at lavere AAT-niveau medførte en tendens til en lavere fedtprocent og en signifikant lavere fedtydelse, mens Aaes & Kristensen (1994) ikke fandt en forskel i fedtprocent ved forskelligt AAT-niveau.

Set over alle tre år var der en signifikant vekselvirkning mellem AAT og PBV for fedtprocent og fedtydelse (Tabel 5.2). Vekselvirkningen skyldes dog primært, at kombinationen af lavt PBV og lavt AAT synes at have en markant negativ indflydelse på fedtprocenten og fedtydelsen (Tabel 5.2), og ikke omvendt at højt PBV og højt AAT havde en positiv indflydelse på fedtprocenten og fedtydelsen. Effekten kan især henføres til fedtprocenten på holdet med lavt AAT og lavt PBV i 1994, som lå betydeligt under de øvrige hold, samt den laver mælkeydelse på dette hold i 1995. Den lavere fedtprocent som følge af lavt AAT og PBV-niveau i kraftfoderet kan muligvis henføres til den høje andel af byg og dermed letomsætteligt kulhydrat i rationen, som kan have haft en negativ indflydelse på vommiljøet.

Mælkeprotein

Et højt AAT-niveau i kraftfoderet medførte mod forventning ingen signifikant stigning i proteinprocent og proteinydelsen. I 1994 var der endda tendens til, at proteinprocenten faldt som følge af et øget AAT-niveau (Appendiks tabel A-2). Tilsvarende fedtprocenten var der også for proteinprocenten og dermed proteinydelsen en signifikant vekselvirkning mellem AAT og PBV-niveau i kraftfoderet set over alle tre år (Tabel 5.2). Kristensen & Aaes (1998) fandt i et besætningsforsøg, at en sænkning af AAT-niveauet ikke medførte en lavere proteinprocent eller proteinydelse, mens Aaes & Kristensen (1994) overraskende fandt, at lavere AAT-niveau øgede proteinprocenten signifikant.

EKM

AAT-niveauet i kraftfoderet havde ingen signifikant effekt på ydelse i kg EKM set over hele forsøget, på årsbasis eller i løbet af sæsonen, om end der var tendens til en højere ydelse på højt AAT-niveau i 1994, som følge af en signifikant højere ydelse på græs. Aaes og Kristensen (1994) fandt ingen signifikant effekt på EKM-ydelsen af at øge indholdet af AAT i suppleringsfoderet fra 85 til 95 g/FE. Kristensen & Aaes (1998) fandt derimod i en række besætningsforsøg en klar tendens til, at lavere AAT-niveau medførte en lavere produktion i kg

EKM, og at behovet for øget AAT tildeling var relateret til køer med høj ydelse i tidlig laktation og perioder i sæsonen med lavt AAT-niveau i græsset. Disse forskelle mellem forsøg kan dog skyldes variation i det generelle AAT-niveau, om end AAT-niveauet på rationsbasis på lavt AAT-niveau også i dette besætningsforsøg synes tæt på normen, således at en numerisk forskel i AAT-niveau ikke kommer til udtryk i øget produktion.

AAT-niveauet i kraftfoderet havde altså ingen effekt på mælkeydelse eller proteinprocent i nogen af de 3 år, hvilket dog muligvis skyldes at AAT-niveauet i kraftfoderet med højt PBV-niveau var for højt. Kombinationen af lav AAT og lav PBV synes således i 1994 og 1995 at have medført en lavere ydelse, som dog også kan skyldes en negativ effekt af det høje stivelsesindhold i netop dette kraftfoder. Effekten udeblev dog i 1996, hvor indholdet af stivelse i kraftfoderet var tilsvarende 1994 og 1995.

5.4 Vekselvirkning mellem AAT og PBV

Selvom AAT-niveauet i dette afgræsningsforsøg ikke synes at påvirke ydelsen i kg EKM direkte, medførte kombinationen af lavt AAT og lavt PBV over alle tre år en ydelse, som var signifikant lavere end for de øvrige kombinationer. Dette skyldes især en lavere ydelse i 1994, hvor ydelsen var ca. 2,0 kg lavere end på de øvrige hold (Appendiks tabel A-3). I 1995 synes lavt AAT og lavt PBV også at medføre en lavere ydelse, idet ydelsen her var ca. 1,6 kg lavere end gennemsnitsydelsen på de øvrige hold, mens ydelsen i 1996 kun var 0,4 kg lavere end gennemsnittet af de øvrige hold. Set over alle tre år medførte kombinationen lavt AAT og lavt PBV den numerisk laveste ydelse i alle fire perioder igennem sæsonen. På højt AAT-niveau syntes ydelsen altså ikke at være påvirket af PBV-niveauet i kraftfoderet, i overensstemmelse med at dyrets ydelse primært er afhængig af AAT-niveauet, og ikke PBV-niveauet i rationen. Et øget PBV-niveau ved lavt AAT medførte derimod en højere ydelse, enten som følge af en direkte effekt af PBV-niveauet, eller som følge af en indirekte effekt af AAT, idet der var betydelig forskel i AAT-niveau mellem de to rationer med lavt AAT-niveau (jf. tabel 4.2, side 47).

Som det fremgår af ovenstående synes der på visse områder at være en tydelig variation mellem år mht. effekten af kraftfoderets sammensætning på mælkeydelse og mælkenes sammensætning. Det er tidligere nævnt, at den positive effekt på mælkeydelsen i kg mælk af at øge PBV-niveauet i kraftfoderet eventuelt delvist kan henføres til en underforsyning med protein i det tidlige forår i 1995, om end denne hypotese ikke kan forklare effekten af PBV i den øvrige del af sæsonen 1995.

En anden mulighed er, at AAT-niveauet i kraftfoderet med et forventet lavt AAT-niveau og højt PBV-niveau var betydeligt højere end forventet i 1994 og 1995 (Tabel 4.2, side 47). Dette betød, at AAT/FE i kraftfoderet på højt PBV-niveau var 13 og 7 g AAT højere end på lavt PBV-niveau i henholdsvis 1994 og 1995. Hvis den positive effekt af øget PBV i kraftfoderet indirekte skyldtes et højere AAT-niveau på højt PBV-niveau, var det derfor forventet, at der i 1994 sås en effekt af PBV-niveau tilsvarende effekten i 1995. Dette var ikke tilfældet. Endvidere var det forventet, at AAT-niveau i 1996 havde en effekt. Dette skyldes, at i netop 1996 var AAT-niveauet i kraftfoderet lavt på lavt AAT-niveau for både lavt og højt PBV, og der derfor var en mulig underforsyning med AAT i rationen. Alligevel havde AAT-niveauet ingen signifikant effekt på ydelsen i 1996. Da både foderoptagelse og afgrødens AAT-værdi falder sidst i sæsonen vil kraftfoderets indhold af AAT udgøre en større og større andel af den samlede optagelse af AAT. Den indirekte effekt af et højere AAT-niveau på højt PBV-niveau

sammenlignet med lavt PBV-niveau skulle derfor blive mere udtalt i løbet af sæsonen, hvilket ikke var tilfældet.

Den gennemsnitlige AAT-værdi for rationen var henholdsvis 85 og 91 g AAT/FE på lavt og højt AAT-niveau, og Kristensen (1997) anfører i et review af danske undersøgelser, at hvis AAT-niveauet sænkes til under den nuværende minimumsnorm på 90 g AAT/FE, falder ydelsen markant. Dette var ikke det umiddelbare resultat i dette forsøg, idet AAT-niveauet ikke havde en signifikant effekt på proteinprocent og EKM ydelse (Tabel 5.1).

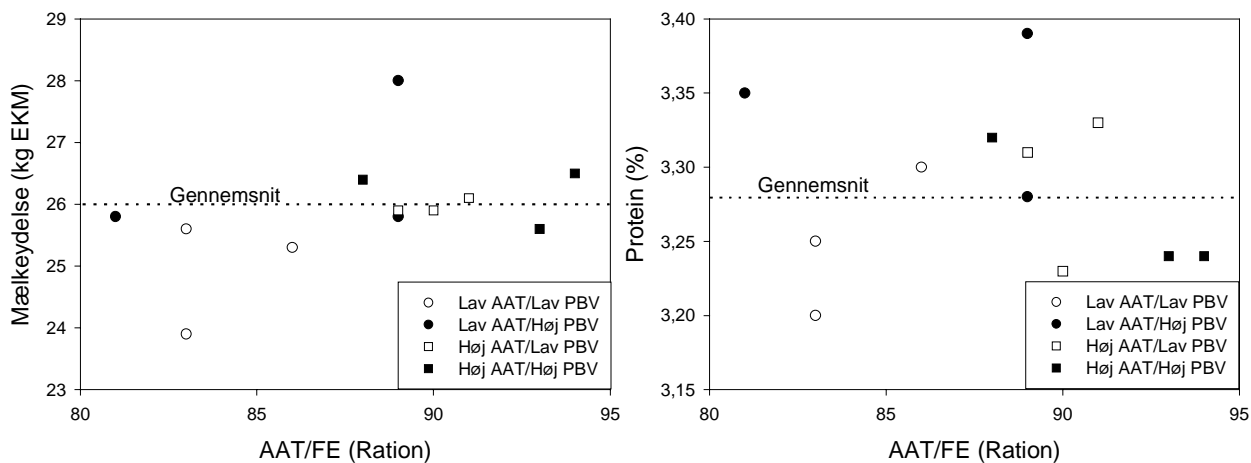
I 1994 og 1995 var rationens AAT-niveau pr. FE ikke under normen på 90 g AAT/FE, når kraftfoderet havde en høj PBV-værdi og en lav AAT-værdi (jf. tabel 4.2, side 47). Analyseres data derfor under forudsætning af, at kombinationen af lav AAT og lav PBV var den eneste behandling, hvor AAT-niveauet reelt kunne betegnes som værende under normen (Tabel 5.4), ses der en uændret græsoptagelse, men en lavere fedtprocent ($p=0,004$), proteinprocent ($p=0,05$) og tendens til en lavere mælkeydelse i kg mælk ($p=0,09$), når AAT-niveauet sænkes. Under disse forudsætninger har en sænkning af AAT-niveauet fra gennemsnitlig ca. 89 g AAT/FE i rationen til ca. 84 g AAT/FE altså en negativ effekt på ydelsen uden at foderoptagelsen forringes.

Tabel 5.4. Græsoptagelse og mælkeydelse pr. dag ved lavt PBV og lavt AAT-niveau (LL) og øvrige behandlinger (lav PBV/høj AAT (LH), høj PBV/lav AAT (HL) og høj PBV/høj AAT (HH)). Gennemsnit af tre år.

	Græsopt. (FE)	Mælk (kg)	Fedt (%)	Fedt (kg)	Protein (%)	Protein (kg)	EKM (kg)
LL	9,8	25,9	3,74	0,98	3,25	0,86	24,9
LH, HL & HH	9,9	26,7 ^T	3,90 ^{**}	1,05 ^{***}	3,30 ^T	0,89 ^{**}	26,3 ^{**}

T: $0,1 < p < 0,05$ (tendens), *: $0,05 < p < 0,01$, **: $0,01 < p < 0,001$, ***: $p < 0,001$

Sammenlignes EKM ydelserne for de 4 rationer i de 3 år (Figur 5.4) ses det, at 10 af observationerne er i meget god overensstemmelse med gennemsnittet på 26,0 kg EKM, mens de to afvigende punkter er henholdsvis lavt AAT/lavt PBV-niveau i 1994 (83 g AAT/FE; 23,9 kg EKM) og lavt AAT/højt PBV-niveau i 1995 (89 g AAT/FE; 28,0 kg EKM). Disse to afvigelser skyldes ikke forskel i ydelse mellem de to afgrøder, idet ydelserne på græs og kløvergræs ikke var forskellige på de to hold. For alle 24 kombinationer af AAT(2)*PBV(2)*afgrøde(2)*år(3) var de to laveste EKM ydelser således på de to hold med lavt AAT/lavt PBV i 1994, mens de to højeste ydelser var på de to hold på lavt AAT/højt PBV i 1995. Figur 5.4 er i overensstemmelse med, at græssets AAT-værdi ofte er undervurderet i proteinvurderingssystemet (Aaes & Kristensen, 1997), således at en numerisk stigning på i dette tilfælde op til 13 g AAT/FE ikke resulterer i en øget ydelse, idet køer på et lavt AAT-niveau ikke reelt var underforsynet med AAT. Derimod er det ikke klart, hvorfor der er så stor afgivelse fra de to ekstremer til de øvrige punkter. At AAT-værdien sandsynligvis undervurderes for afgræsningsgræs er også illustreret i figur 5.4, som viser sammenhængen mellem rationens AAT-værdi og proteinprocenten i mælken. Der synes ikke at være en sammenhæng mellem rationens beregnede indhold af AAT/FE og proteinydelsen.



Figur 5.4. EKM ydelse og proteinindhold i mælken i de tre forsøgsår hos køer fodret med de forskellige kombinationer af kraftfoder. Gennemsnit af afgrødetype.

Kraftfoderet med lavt niveau af både AAT og PBV indeholdt som tidligere nævnt i modsætning til de tre øvrige behandlinger en meget stor andel af byg, 55% af TS (Materialer og metoder, tabel 2 side 13) og dermed en stor andel let omsættelig stivelse, som kan have haft en negativ effekt på vommiljøet, hvilket er i overensstemmelse med den signifikant lavere fedtprocent. Aaes & Kristensen (1994) fandt som tidligere nævnt ingen forskel i EKM ydelse og fedtprocent mellem hold, der fik kraftfoder baseret på byg med lavt AAT-niveau, og dermed underforsynet med AAT, og hold der fik kraftfoder med højt AAT baseret på olikekager i et afgræsningsforsøg med kløvergræs, mens Aaes *et al.* (1991) fandt en effekt af underforsyning med AAT ifølge AAT/PBV systemet, når grovfoderet bestod af græsensilage, roer og bygghalm, og andelen af byg var høj i rationen med lavt AAT-niveau. Det er derfor sandsynligt, at den udeblevne effekt af AAT-niveauet i afgræsningsforsøgene primært skyldes en undervurdering af afgrødens AAT-værdi og ikke kan henføres til kraftfoderets kemiske sammensætning. Kristensen (1997) sammensatte fuldfoderrationer, hvor underforsyning med AAT ikke primært blev frembragt med øget indhold af byg og dermed letomsætteligt kulhydrat, men hovedsageligt ved at øge forholdet mellem rå og varmebehandlede rapsprodukter. I dette forsøg medførte en underforsyning med AAT i henhold til AAT/PBV systemet også en lavere mælkeydelse.

En række udenlandske forsøg har belyst sammenhængen mellem suppleringsfoderets proteinværdi under afgræsning og mælkeydelse (Clements *et al.*, 1992; Hamilton *et al.*, 1992; Delaby *et al.*, 1996; Stockdale, 1997). Disse forsøg kan dog ikke umiddelbart overføres til det danske proteinvurderingssystem. Det skyldes, at det er svært at vurdere om dyrene på rationer med et lavt indhold af protein reelt er underforsynet med AAT i forhold til de øvrige hold, selvom der er numerisk forskel på behandlingernes indhold af protein og deres proteinværdi.

Aaes & Kristensen (1997) har vist, at andelen af aminosyrer i frisk græs og kløvergræs er ca. 72%, hvilket er 7 procentenheder højere end standardværdien på 65%, som anvendes i AAT/PBV protein vurderingssystemet for grovfodermidler (Madsen *et al.*, 1995). Endvidere fandt man en betydelig passage af vandopløselige aminosyrer ud af vommen, som i AAT/PBV systemet antages at blive fuldstændigt nedbrudt i vommen, og en højere mikrobiel proteinsyntese end tabelværdien. Disse faktorer vil alle hæve AAT-værdien for græs og kløvergræs, således at forskellen i AAT-niveau mellem højt og lavt AAT-niveau er den samme, mens de absolutte værdier reelt er større. Da effekten på mælkeydelsen af en

forøgelse af indholdet af AAT i rationen til over 90 g AAT/FE er minimal sammenlignet med en tilsvarende numerisk forøgelse, når dyret er underforsynet med AAT, vil det medføre, at en numerisk forskel i AAT-niveau i kraftfoderet overskygges af det høje AAT-niveau i afgrøden, således at AAT-niveauet også på lavt niveau er indenfor normen. Et AAT-niveau i kraftfoderet på 90 g AAT/FE vil derfor sikre en tilstrækkelig AAT forsyning, således at AAT-niveauet i rationen opfylder normen på 90 g AAT/FE.

5.5 Tilvækst

I alle tre år var der store variationer i den daglige tilvækst gennem sæsonen. Den gennemsnitlige daglige tilvækst over hele sæsonen var ca. 260 g, og i ingen af årene var der signifikant virkning af tilskudsfodertype eller afgrødetype på køernes tilvækst.

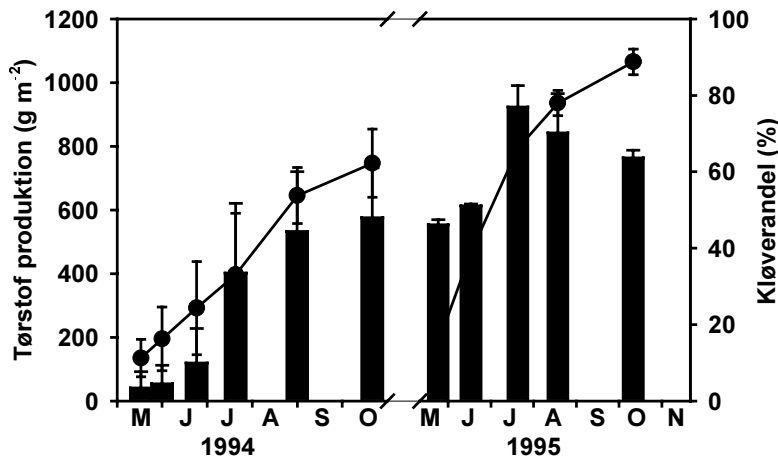
5.6 Konklusion

- Der var ingen forskel i græsoptagelse og mælkeydelse for køer på henholdsvis græs og kløvergræs som gennemsnit af forskellig kraftfodertype.
- Der var en betydelig variation mellem år i effekten af tilskudsfodertype på mælkeydelse. For mælkeydelse i kg mælk, fedtprocent og proteinprocent var der en signifikant effekt af PBV eller AAT-niveau i højst et ud de tre år.
- PBV-niveauet i kraftfoder, hvor køerne græssede kløvergræs, havde ingen signifikant effekt på mælkeydelsen eller mælkenes sammensætning i nogen af de tre år, mens der på græs var en signifikant større mælkeydelse ved højt PBV i to ud af tre år.
- AAT-niveauet påvirkede ikke ydelsen signifikant, sandsynligvis pga. en kombination af dels et generelt for højt AAT-niveau, som skyldes en undervurdering af afgrødens AAT-værdi i AAT/PBV systemet, dels en for lille forskel mellem behandlinger og dels en vekselvirkning mellem AAT-niveau og PBV-niveau, idet det reelle AAT-niveau i kraftfoderet med lavt AAT og højt PBV var for højt i 1994 og 1995.
- Kombinationen af lavt AAT og lavt PBV-niveau sænkede ydelsen i forhold til de øvrige hold, enten direkte som følge af et lavere indhold af AAT i kraftfoderet eller indirekte som følge af et højere indhold af stivelse i kraftfoderet.
- Dyrenes daglige tilvækst var ikke påvirket af afgrøde- eller tilskudsfodertype.

6 N₂-fiksering

6.1 Biologisk N₂-fiksering i ugræsset kløvergræs

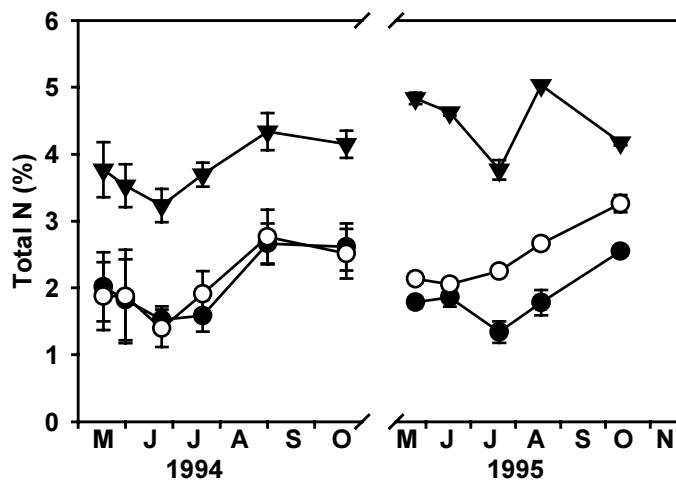
Den samlede tørstofproduktion i kløvergræsset var væsentlig lavere i 1994 end i 1995 svarende til henholdsvis 7,5±1,0 og 10,6±0,4 t TS/ha (Figur 6.1). Dette hænger sammen med de betydeligt lavere produktionsrater i begyndelsen af vækstsæsonen i 1994 (6,3 g TS/m²/dag) end i 1995 (14,2 g TS/m²/dag). Kløveren var i begyndelsen af 1994 (1. brugsår) præget af en dårlig etablering og ringe vækst, og udgjorde indtil slutningen af juni kun 10% af den samlede tørstof, hvorefter kløverandelen steg til 40-50% i løbet af juli og august (Figur 6.1). I 1995 var kløverandelen væsentligt højere og udgjorde op til 80% af den samlede tørstofmængde. Resultaterne præsenteret her er, jf. Materialer og metoder afsnit 2.3, opnået fra målinger i små indhegnede og ugræsede parceller placeret inde i storfoldene, men er i god overensstemmelse med resultater fra målinger af planteproduktionen i storfoldene (afsnit 2, Planteproduktion i storfolde).



Figur 6.1. Tørstofproduktion (●) og kløverandel (□) igennem vækstsæsonerne 1994 og 1995.

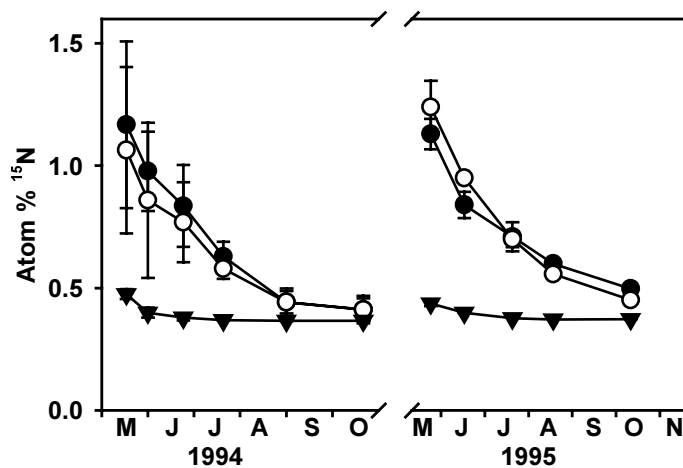
Indholdet af kvælstof i planterne varierede mellem 3,2 og 5,0% i kløveren og mellem 1,4 og 3,3% i græsset (Figur 6.2). Der var en tendens til stigende kvælstof indhold i løbet af vækstperioden selv om afgrøden ikke blev afgræsset, og græs i blanding havde i det andet brugsår (1995) et signifikant højere indhold end monokultur græs.

Parcellerne blev i starten af vækstperioden beriget med ammoniumsulfat indeholdende 5% ¹⁵N (jf. Materiale og metoder). Det tilførte ¹⁵N indgår på samme måde som ¹⁴N i den mikrobielle N-omsætning i jorden, og en væsentlig del immobiliseres i den mikrobielle biomasse, hvorfor andelen af ¹⁵N i den kvælstof som planterne optager falder i løbet af vækstperioden (Figur 6.3). Kun i starten af vækstperioden kunne der måles forhøjede værdier af ¹⁵N i kløveren (Figur 6.3). Herefter ligger niveauet ret konstant i nærheden af den naturlige berigelse på 0,3663% ¹⁵N, hvilket antyder at kløveren ikke har optaget kvælstof af betydning fra jorden,

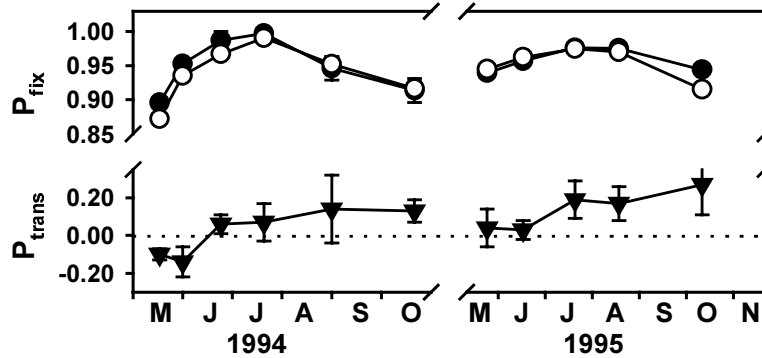


Figur 6.2. Kvælstofindhold i monokultur græs (●), græs i blanding (○) og kløver (▼) igennem vækstsæsonerne 1994 og 1995.

men har fikseret atmosfærisk N_2 . På grundlag af indhold af ^{15}N i henholdsvis kløver, græs i blanding og monokultur græs (Figur 6.3) kunne andelen af fikseret kløver-N (P_{fix}) og andelen af græs-N, som først var blevet fikseret af kløveren og derefter overført til græs via rodexudater og lignende (P_{trans}), beregnes (Figur 6.4). Det fremgår heraf, at der ikke var nogen forskel på de to metoder til beregning af P_{fix} , og at mellem 87 og 99% af kløverens kvælstof stammede fra fiksering af atmosfærisk N_2 . Karakteristisk for begge år var, at der blev målt relativt lave værdier forår og efterår, og højere værdier i månederne juli til august. Ved anvendelse ^{15}N berigelses metoden, hvor der bliver tilført en mindre mængde ^{15}N mærket gødning, kan de lavere værdier i forårsperioden skyldes en gødningseffekt, idet tilstedeværelse af tilgængeligt N i jorden hæmmer N_2 -fikseringen. Derudover fungerer N_2 -fikseringen ikke optimalt ved lave jordtemperaturer, hvilket kan være en medvirkende forklaring på at aktiviteten igen falder om efteråret.



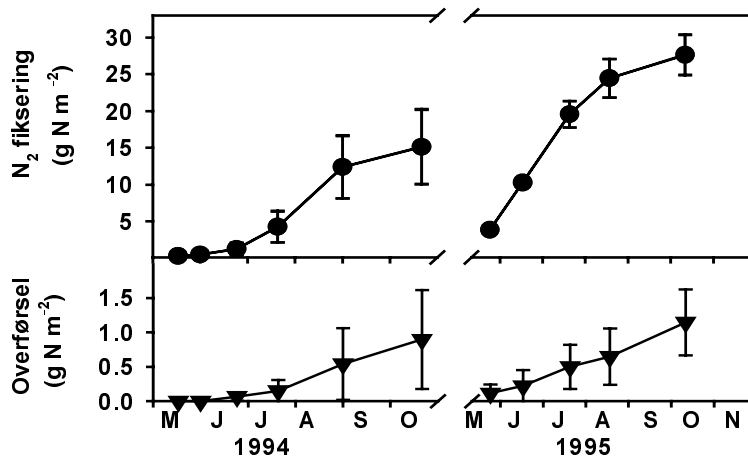
Figur 6.3. Berigelse med ^{15}N (atom % ^{15}N) i monokultur græs (●), græs i blanding (○) og kløver (▼) igennem vækstsæsonerne 1994 og 1995.



Figur 6.4. Andelen af fikseret N overført fra kløver til græs (P_{trans} , ▼) og andelen af fikseret kløver N (P_{fix}) bestemt med monokultur græs (●) eller græs i blanding (○) som reference.

Overførsel af fikseret N fra kløver til græs (P_{trans}) varierede mellem $-0,14$ og $0,27$, og syntes at være stigende igennem vækstsæsonen (Figur 6.4). De biologisk uforklarlige negative værdier skyldes sandsynligvis forskelle i optagelsen af ^{15}N i monokultur græs og græs i blanding, idet græs i blanding, som følge af konkurrence med kløver, optager det tilførte ^{15}N tidsmæssigt forskudt i forhold til monokultur græs (Høgh-Jensen & Schjørring, 1994). Denne fejlkilde elimineres i løbet af vækstsæsonen efterhånden som tilgængeligheden af ^{15}N reduceres. En P_{trans} på $0,27$ svarer til at 27% af græssets N stammer fra N_2 -fiksering i den pågældende sæson. Det resterende stammer således fra jordens kvælstofpulje, men det kan ikke ud fra målingerne muligt at anslå hvor stor en del af jordens kvælstofpulje, der kan henføres til tidligere års N_2 -fiksering.

Den samlede N_2 -fiksering igennem vækstsæsonerne 1994 og 1995 er vist i Figur 6.5, hvoraf det fremgår at der i 1994 blev fikseret $15,0 \text{ g N/m}^2$ og i 1995 $27,5 \text{ g N/m}^2$, svarende til henholdsvis 150 og 275 kg N/ha. Hertil kommer ca. 1 g N/m^2 , svarende til ca. 10 kg N/ha, som er blevet overførsel fra kløver til græs (Figur 6.5). Det ses endvidere, at der var en betydelig større variation i 1994 end i 1995. Denne variation og forskellen i den samlede N_2 -fiksering mellem årene kan tilskrives forskelle i kløverandelen (Figur 6.1), idet N_2 -fikseringen per enhed produceret kløvertørstof var forholdsvis konstant igennem vækstperioden og ikke signifikant forskellig i de to år (Tabel 6.1).



Figur 6.5. Akkumuleret N_2 fiksering i høstet plantebiomasse (●) og underjordisk overførsel (transfer) af fikseret N til græs (▼).

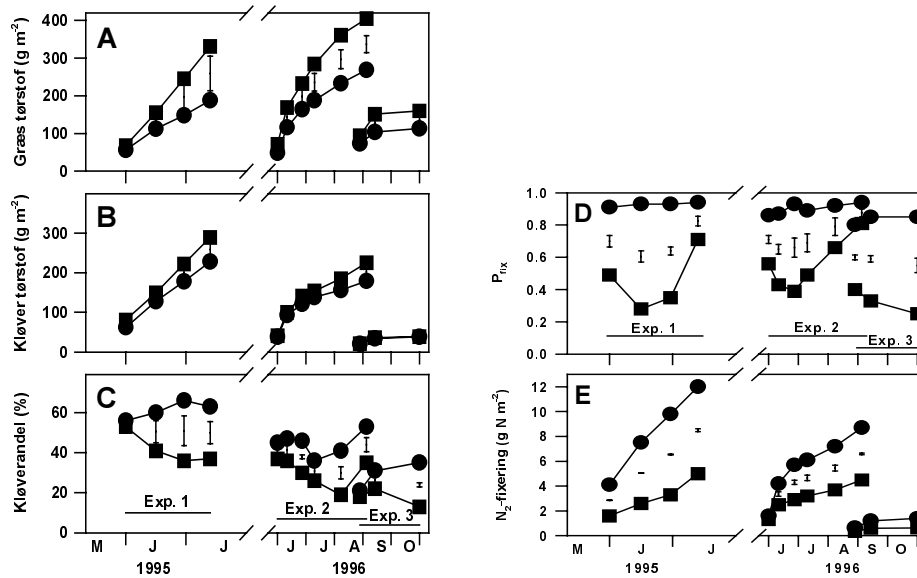
Tabel 6.1. N_2 -fiksering i mg N/g kløvertørstof.

Periode	mg N/g TS	Periode	mg N/g TS
<u>1994:</u>		<u>1995:</u>	
1. april-16. maj	34,1	1. april-23. maj	38,7
17. maj-30. maj	36,7	24. maj-16. juni	39,5
31. maj-23. juni	32,7	17. juni-19. juli	36,7
24. juni-19. juli	38,5	20. juli-17. aug.	38,5
20. juli-01. sept.	40,0	18. aug.-10. okt.	38,2
2. sept.-20. okt.	37,8		
Gennemsnit	$36,6 \pm 2,7$		$38,3 \pm 1,0$

Da N_2 -fikseringen er afhængig af en række biotiske og abiotiske faktorer, som f.eks. jordbundsforhold og klimatiske forhold (Ledgard & Steele, 1992; Jensen *et al.*, 1997; Vinther & Jensen, 2000), er det vanskeligt at sammenligne resultaterne af denne undersøgelse med hvad der er fundet i andre undersøgelser. Således er der rapporteret om en årlig N_2 -fiksering i kløvergræs fra 13 – 373 kg N/ha (Ledgard & Steele, 1992). Derimod kan et N_2 -fikseringsindeks, som angiver mg fikseret N pr. g produceret kløvertørstof eller kg fikseret N pr. tons produceret kløvertørstof, beregnes og direkte sammenlignes med hvad der er fundet i andre undersøgelser. Således har f.eks. Boller & Nösberger (1987), Ledgard *et al.* (1987), Kristensen *et al.* (1995) og McNeil *et al.* (1998) fundet N_2 -fikseringsindekser mellem 30 og 46 mg N/g kløvertørstof, hvilket er i god overensstemmelse med, hvad der er fundet i denne undersøgelse (Tabel 6.1).

6.2 Effekter af urin og gødning på N₂-fiksering

Effekter af urin og gødning på N₂-fikseringen blev undersøgt i separate forsøg, jf. Materialer og metoder afsnit 2.4. Tilførsel af urin havde en signifikant ($P < 0,05$) positiv effekt på tørstofproduktionen af græs i alle tre forsøg (Figur 6.6 A), og var henholdsvis 76, 51 og 42% større i de urinbehandlede forsøgsled end i kontrol. Tørstofproduktionen af kløver var også højere efter urintilførsel, dog ikke signifikant højere end i kontrolparceller (Figur 6.6 B). Denne effekt på tørstofproduktionen resulterede imidlertid i en signifikant ($P < 0,001$) effekt på kløverandelen (Figur 6.6 C), idet kløverandelen som gennemsnit over hele forsøgsperioden var henholdsvis 32, 32 og 39% lavere i de urinbehandlede forsøgsled end i forsøgsled uden tilførsel af urin.



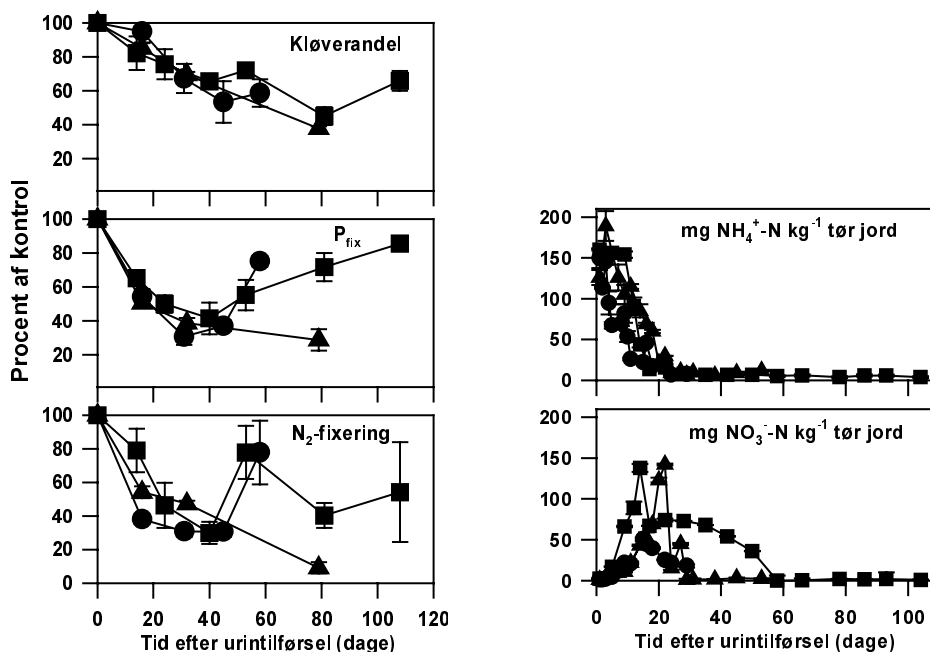
Figur 6.6. Akkumuleret tørstofproduktion af græs (A), kløver (B), andelen af kløver (C), andelen af fikseret kløver-N (D, P_{fix}) og akkumuleret N₂-fiksering (E) i kontrol (●) og i forsøgsled tilført urin (■). Urin blev tilført ca. 10 dage før første måling. Resultater fra eksperiment 1, 2 og 3. Lodrette streger angiver LSD ($P < 0,05$)

Tabel 6.2. Gennemsnitligt indhold af total-N i græs og kløver efter tilførsel af urin samt tilsvarende i kontrolparceller

	Exp.1 (maj-juli 1994)	Exp. 2 (maj-sept.1995)	Exp. 3 (aug.-nov.1995)
N-indhold i græs, %			
Urin behandlet	4,8	4,0	4,5
Kontrol	3,1	2,8	2,6
LSD _{0,05}	0,5	0,6	0,4
N-indhold i kløver, %			
Urin behandlet	4,9	4,5	4,7
Kontrol	4,4	4,2	4,4
LSD _{0,05}	0,7	0,5	0,4

Tilførsel af urin forårsagede en betydelig stigning i græssets indhold af kvælstof, hvorimod indholdet i kløveren kun blev påvirket i mindre grad (Tabel 6.2.). Dette antyder, at det hovedsagelig var græsset, som optog kvælstof fra jorden. Tilførsel af urin medførte en stigning i græssets N-indhold på 1,2 – 2,5%, hvorimod den maksimale stigning i kløverens N-indhold kun var på 0,5%. Den del af kløver-N, som stammede fra N-fiksering (P_{fix}) varierede i kontrolparcellerne mellem 0,80 og 0,94 (Figur 6.6 D). På basis af kløvertørstof udbytter, total-N i kløver og P_{fix} -værdier blev N_2 -fikseringen beregnet (Figur 6.6 E). Det fremgår at den samlede N_2 -fiksering i de urinbehandlede forsøgsled udgjorde ca. 50% af N_2 -fikseringen i kontrolparcellerne, der ikke havde fået tilført urin.

Effekter af urin på kløverandel og N_2 -fiksering er sammenfattet i Figur 6.7. Det fremgår heraf, at kløverandelen faldt næsten lineært igennem forsøgsperioden i alle tre forsøg, og udgjorde efter 2-3 mdr. ca. 50% af kløverandelen i kontrol-parcellerne. P_{fix} faldt hurtigt og var efter ca. 1 mdr. 60-70% lavere i de urinbehandlede forsøgsled end i kontrol-parcellerne. Den samlede N_2 -fiksering faldt ligeledes hurtigt i de urinbehandlede forsøgsled, og uafhængigt af på hvilket tidspunkt af året urintilførslen fandt sted, udgjorde N_2 -fiksering i de urinbehandlede forsøgsled to mdr. efter tilførslen kun 30-40% af N_2 -fikseringen i kontrol-parcellerne. I gennemsnit af hele forsøgsperioden bevirkede urintilførsel, at N_2 -fikseringen blev reduceret med henholdsvis 56, 42 og 63% i de tre forsøgsserier.



Figur 6.7. Kløverandel, andelen af fikseret kløver-N (P_{fix}) og samlet N_2 -fiksering i urinbehandlede forsøgsled som procent af kontrol, og indhold af $\text{NH}_4\text{-N}$ og $\text{NO}_3\text{-N}$ (0-10 cm) i perioden efter tilførsel af urin i henholdsvis Exp. 1 (●), Exp. 2 (■) og Exp. 3 (▲).

Indholdet af uorganisk N i 0-10 cm's dybde i kontrol-parcellerne varierede mellem 1,7 og 11,4 $\text{mg NH}_4\text{-N/kg}$ jord og mellem 0,1 og 1,5 $\text{mg NO}_3\text{-N/kg}$ jord (data ikke vist). I de urinbehandlede forsøgsled blev der målt maksimum værdier på 149-202 $\text{mg NH}_4\text{-N}$, svarende til ca. 450-600 kg N/ha , i løbet af 2-3 dage efter urintilførsel (Figur 6.7), hvilket antyder, at det

tilførte urea-N hurtigt blev hydrolyseret til $\text{NH}_4\text{-N}$. Efterfølgende skete der en nitrifikation, og maksimum-værdier for NO_3 (50-142 mg N/kg jord) blev målt 10-20 dage efter urintilførsel (Figur 6.7). Fire til seks uger efter urintilførslen var indholdet af uorganisk N i de øverste 10 cm af jorden igen nede på et niveau, der svarende til niveauet i kontrol-parcellerne.

Ved at sammenholde mængden af tilført N plus mængden af uorganisk N i jorden før tilførsel af urin med mængden af uorganisk N i jorden dagen efter tilførsel (Tabel 6.3), kunne det for de tre forsøg beregnes, at henholdsvis 25, 22 og 16% af det tilførte urin-N blev tabt fra det øverste jordlag (0-10 cm) i løbet af det første døgn efter udbringning. En stor del af det tilførte urin-N kan tabes fra de øverste cm af jorden ved transport gennem sprækker og makroporer umiddelbart efter udbringningen. Således har Haynes & Williams (1993) for en leret jord vist, at op til 46% af det tilførte urin-N blev udvasket ved makroporetransport til under 15 cm dybde. Jf. afsnit 7.3, side 71 og Petersen *et al.* (1998) omsættes hovedparten af urinens urea-N hurtigt efter udbringning til ammoniak, og en del af de beregnede 1. døgn's N-tab kan således også tilskrives ammoniakfordampning. Beregninger over genfindelsen af urin-N viste herefter, at i de tre forsøg (Exp. 1, 2 og 3) kunne der ved målinger i de øverste 10 cm af jorden gøres rede for henholdsvis ca. 76, 70 og 37% af den tilførte N-mængde (Tabel 6.3). Det resterende kvælstof var enten fordampet som ammoniak efter det første døgn, denitrificeret, immobiliseret i den mikrobielle biomasse eller udvasket til under 10 cm's dybde. Exp. 3 blev gennemført i løbet af efterårsperioden med større nedbør og mindre planteoptagelse, og den lavere genfindelse i dette forsøg (37%) kan sandsynligvis tilskrives, at en større mængde er blevet udvasket til under 10 cm's dybde.

Tabel 6.3. Genfindelse af uorganisk N i jorden i 0 – 10 cm's dybde efter tilførsel af urin.

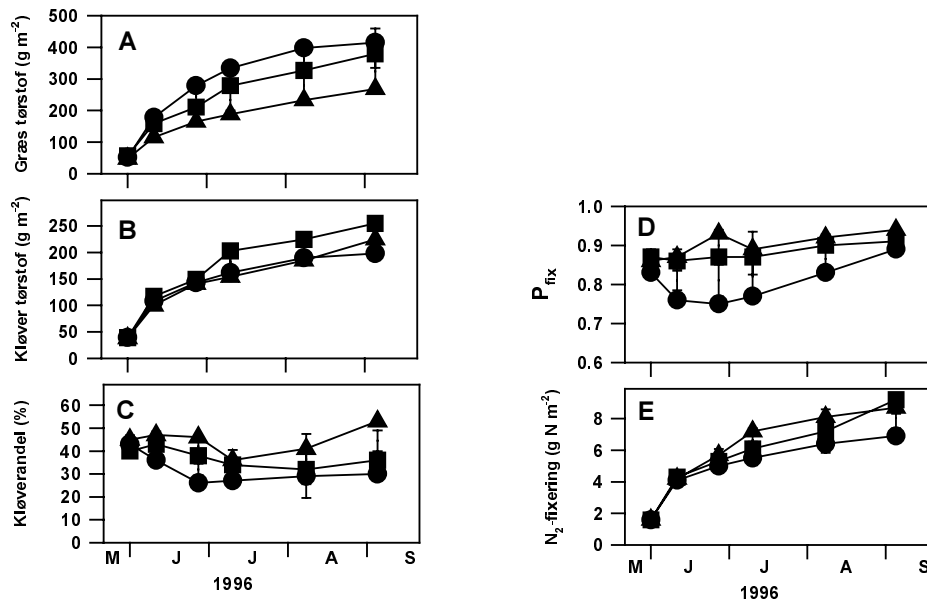
	Exp. 1 (maj-juli 1994)	Exp. 2 (maj-sept.1995)	Exp. 3 (aug.-nov.1995)
	----- (g N m ⁻²) -----		
Tilført med urin			
Total-N (N_{urin})	48,8	40,0	43,6
Uorganisk N i jord			
Før tilførsel af urin (N_{start})	1,2	1,5	2,2
1 dag efter tilførsel af urin (N_{dag1})	37,5	32,5	38,8
Ved afslutning af forsøg (N_{slut})	7,5	3,9	3,5
Ammoniakfordampning (N_{ford}) ¹	12,5	9,0	7,0
Planteoptagelse			
Græs ($N_{\text{græs}}$)	12,5	13,1	6,9
Kløver ($N_{\text{kløver}}$)	5,7	3,6	1,1
N-balance ²	11,8	11,9	27,3
Genfindelse i % af tilført	76	70	37

¹ Ammoniakfordampning = $N_{\text{start}} + N_{\text{urin}} - N_{\text{dag1}}$

² N-balance = $(N_{\text{start}} + N_{\text{urin}}) - (N_{\text{ford}} + N_{\text{græs}} + N_{\text{kløver}} + N_{\text{slut}})$

Resultater vedrørende gødningsklatters effekter på N_2 -fikseringen er vist i Figur 6.8. Det fremgår heraf, at gødningsklatter påvirkede N_2 -fikseringen på samme måde som urin, - altså en reduceret kløverandel (Figur 6.8C), en reduktion i P_{fix} (Figur 6.8D) og dermed en reduceret N_2 -fiksering (Figur 6.8E). Gødningsklatter havde dog en væsentlig mindre effekt på de nævn-

te forhold end urin, og effekterne var begrænset til 0-10 cm's afstand fra kanten af gødningsklatten. N_2 -fikseringen i dette 0-10 cm's område udgjorde 79% af N_2 -fikseringen i større afstand fra gødningsklatten. Idet N_2 -fikseringen må antages at være 0 direkte under gødningsklatten og var reduceret med 21% i en afstand af indtil 10 cm, kan det beregnes, at N_2 -fikseringen i det gødnings-påvirkede område udgjorde 86% af N_2 -fikseringen i større afstand fra gødningsklatten. Jørgensen & Jensen (1997), som ligeledes undersøgte effekter af gødningsklatter på N_2 -fikseringen, fandt ingen målelig reduktion i P_{fix} i et 30 cm bredt område omkring klatten, hvorimod en reduktion i kløverandelen kunne registreres. Tilsvarende fandt Williams & Haynes (1995) og Deenen & Middelkoop (1992) en effekt på udbyttet af både kløver og græs, hvilket dog var begrænset til et 15 cm bredt bælte omkring gødningsklatten. Denne effekt kunne tilskrives frigivelse af kvælstof fra gødningsklatten.



Figur 6.8. Akkumuleret tørstofproduktion af græs (A) og kløver (B), kløverandel (C), andelen af fikseret kløver-N (D, P_{fix}) og akkumuleret N_2 -fiksering (E) i stigende afstand fra gødningsklat. ● = 0-10 cm., ■ = 10-20 cm. og ▲ = >20 cm.

6.3 Biologisk N_2 -fiksering i afgræsset kløvergræs

Andelen af afgræsnings-arealet, som i løbet af en sæson bliver påvirket af urin eller gødning, afhænger af dyretæthed, længden af afgræsningsperioden, hyppighed og areal af de enkelte urin eller gødningsafsætninger, og graden af ensartethed, hvormed urin eller gødning fordeles på marken (Haynes & Williams, 1993). Afzal & Adams (1992) fandt, at ved en dyretæthed på 3 køer/ha og en afgræsningsperiode på 120 dage, ville sammenlagt 19% (urin: 17%; gødning: 2%) af arealet være påvirket ved slutningen af afgræsningsperioden. Dette svarer til en gennemsnitlig stigning i andelen af det påvirkede areal på 0,05%/ko/dag. Med en dyretæthed på 4-6 køer/ha og en afgræsningsperiode på 170 dage vil fra 34 til 51% af arealet i slutningen af afgræsnings-perioden være påvirket af urin eller gødning. Anvendes denne gennemsnitsværdi

(0,05%/ko/dag) sammen med det aktuelle antal køer/ha og de fundne effekter af urin- og gødningsafsætninger, kan det beregnes, at N₂-fikseringen i de afgræssede storfolde udgjorde 80-85% af den målte N₂-fiksering i de ugræssede parceller. Man skal her være opmærksom på, at en betydelig del af den samlede N₂-fiksering finder sted i løbet af den første 2-3 mdr. af vækstsæsonen, samtidig med at endnu kun en mindre del af arealet er urin- eller gødningspåvirket, hvilket kan forklare hvorfor effekten af urin og gødning på N₂-fikseringen i de afgræssede storfolde synes at være af mindre betydning end de direkte målte urin- og gødningseffekter. Den samlede N₂-fiksering i de afgræssede storfolde kan således anslås til at have været som vist i Tabel 6.4.

Tabel 6.4. Intervaller for estimeret N₂-fiksering i de afgræssede kløvergræs-storfolde

	1994	1995
	----- kg N/ha -----	
N ₂ -fiksering i ugræsset kløvergræs (N _{fix-ugr})	100 – 200	249 – 304
Overførsel af fikseret N til græs (N _{trans})	11 – 17	9 – 18
N ₂ -fiksering i afgræssede storfolde (N _{fix-afgr}) ¹	89 – 184	206 – 273

¹ N_{fix-afgr} = (N_{fix-ugr} + N_{trans}) * (0,80 til 0,85)

Man skal imidlertid her være opmærksom på, at niveauerne i tabel 6.4 er beregnet for den høstede plantebiomasse, og altså repræsenterer N₂-fikseringen i den del af kløvergræsset, der bliver afgræsset og via gødning og urin for en stor dels vedkommende tilbageføres til marken. Ved beregning af den totale N₂-fiksering skal det ikke ubetydelige bidrag fra rødder og udløbere under høst-/afgræsningshøjde også medregnes. Direkte målinger af dette bidrag (Jørgensen & Ledgard, 1997) har vist, at den total N₂-fiksering i kløvergræs kan estimeres som N₂-fiksering i høstet plantebiomasse x 1,7. Ved at bestemme indholdet af total-N i rødder og overjordisk plantemateriale umiddelbart før nedpløjning af en 2. års kløvergræs, blev det anslået (Vinther & Jensen, 2000), at N₂-fiksering i høstet plantebiomasse skulle ganges med 1,5-2,5 for at opnå den totale N₂-fiksering.

6.4 Konklusion

Undersøgelser vedr. biologisk N₂-fiksering viste:

- Mellem 87 og 99% af kløver-N og op til 27% af græs-N (transfer) kunne tilskrives fiksering af atmosfærisk N₂.
- N₂-fiksering i overjordisk plantemateriale i de afgræssede storfolde kunne for 1994 og 1995 beregnes til henholdsvis 136±48 og 240±34 kg N/ha.
- Tilførsel af urin (kunstige urinpletter) forårsagede en reduktion i kløverandelen på 32-39% i forhold til kontrol. Reduktionen i kløverandelen skyldtes en øget produktion af græs i forhold til kløver. Samtidig blev P_{fix} reduceret med op til 70%, hvorved den samlede N₂-fiksering i urinbehandlede forsøgsled blev reduceret med ca. 50% i forhold til kontrol.
- Gødningsklatter havde tilsvarende en negativ effekt på N₂-fikseringen, dog i mindre udpræget grad end urin, og kun i en afstand af indtil 10 cm fra kanten af gødningsklatten. Gødningsklatter, inkl. 10 cm rand omkring, forårsagede en samlet reduktion af N₂-fikseringen på 14%.
- På grundlag af estimerer for andelen af arealet, der i løbet af sæsonen bliver påvirket af urin og gødning, sammenholdt med de målte effekter af urin og gødning på N₂-fikseringen, kunne det anslås, at N₂-fikseringen i afgræssede storfolde udgjorde fra 80 til 85% af N₂-fikseringen i ugræsset kløvergræs.

7 Ammoniakfordampning

Ammoniaktab fra gødning og urin blev undersøgt i 1994 og 1995. Tabel 7.1 giver en oversigt over forsøg, måleperioder samt N-koncentrationer i de anvendte materialer. Alle forsøg blev gennemført med to gentagelser af hver behandling og på to forskellige tidspunkter. De første to forsøg (1A og 1B) sammenlignede tab fra gødning og urin fra køer på kløvergræs ved de to PBV-niveauer. Forsøg 2A og 2B involverede urin fra alle fire behandlinger i afgræsningsforsøget, mens forsøg 3A og 3B, som skulle belyse effekten af nedbør, blev gennemført med en blanding af urin fra de to PBV-niveauer for køer på kløvergræs.

Tabel 7.1. Kvælstofkoncentrationer (g N/kg) i gødning og urin, som blev anvendt ved målinger af ammoniaktab fra simulerede gødningsklatter og urinpletter. For urin er andelen af urea-N (%) vist i parentes.

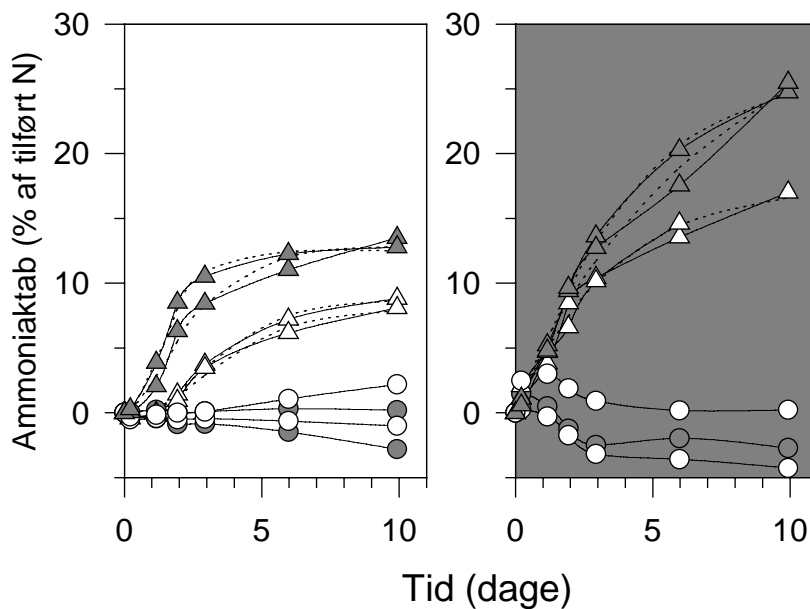
For- søg	Periode	Kløvergræs				Græs	
		Lav PBV		Høj PBV		Lav PBV	Høj PBV
		Gødn.	Urin	Gødn.	Urin	Urin	Urin
1A	21. juni-1. juli 1994	3,5	5,0 (27) ¹	4,6	11,2 (80)		
1B	26. juli-5. aug. 1994	3,4	7,6 (70)	5,0	9,5 (83)		
2A	20. sept-4. okt. 1994		11,0 (84)		13,3 (94)	10,0 (70)	10,9 (87)
2B	20. juni-4. juli 1995		6,2 (64)		11,7 (86)	6,1 (71)	4,8 (79)
3A	1.aug.-16.aug. 1995		11,5 (89) ²				
3B	30.aug.-13.sept. 1995		11,4 (90) ²				

¹ Den lave urea-andel i urinen skyldtes formentlig, at køerne havde en periode med proteinmangel pga. svag kløverbækst i det tidlige forår (jf. Figur 2.1 side 24).

² Forsøgene blev gennemført med en blanding af urin fra begge PBV-niveauer.

7.1 Ammoniaktab fra gødning og urin

Figur 7.1 viser det tidsmæssige forløb af ammoniakfordampningen fra hhv. gødning (cirkler) og urin (trekanter). Tabene fra gødning var ubetydelige (afvigelse fra 0 er udtryk for måleusikkerhed), hvilket stemmer overens med tidligere undersøgelser (bl.a. Ryden *et al.*, 1987). Det skyldes muligvis, at der hurtigt dannes en skorpe på gødningens overflade, som hindrer fordampning af ammoniak, der frigøres via omsætning af gødningen i dagene efter afsætning på marken. Fra urin blev de største tab observeret 1-2 dage efter afsætningen på marken. Det samlede ammoniaktab fra urin blev beregnet til at udgøre 8-13% af N-indholdet i urin i forsøg 1A og 18-37% i forsøg 1B. For samtlige seks forsøg med ammoniakfordampning fra urin i 1994 og 1995 (se tabel 7.1) varierede tabet mellem 3 og 52% af total-N i urinen. De højeste tab blev fundet i den sidste del af vækstsæsonen (september-oktober), hvor N-udskillelsen var højst. Til sammenligning fandt Jarvis *et al.* (1989) gennemsnitlige ammoniaktab fra urin på 11% i forsøg med etårige stude under sammenlignelige afgræsningsbetingelser.



Figur 7.1. Ammoniaktab fra simulerede urinpletter og gødningsklatter i Forsøg 1A og 1B, målt vha. vindtunneler. Behandlinger: Urin, lav PBV (hvid trekant); Urin, høj PBV (farvet trekant); Gødning, lav PBV (hvid cirkel); Gødning høj PBV (farvet cirkel). Stiplede linier angiver de beregnede tab (jf. afsnit 2.4 i Materialer og metoder).

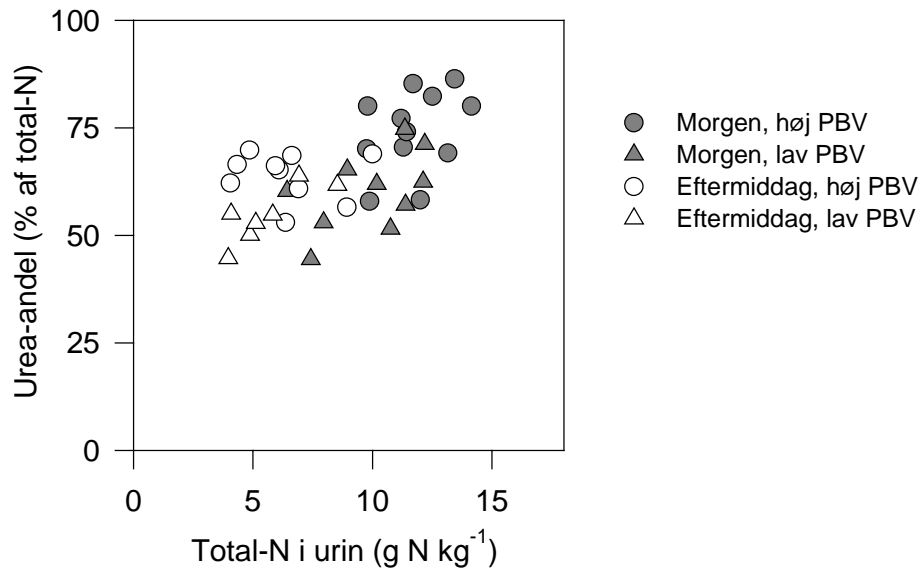
7.2 Sammensætningen af urin

Køer udskiller kvælstof i urinen i form af urea, men også i form af en række andre, mere komplekse forbindelser. Tabel 7.1 viste i parenteser andelen af urea i den opsamlede urin. Tabellen antyder en positiv sammenhæng mellem total-N og % urea-N, altså at andelen af urea steg med stigende N-indhold. Denne sammenhæng blev yderligere belyst forud for forsøg 2B, hvor der morgen og eftermiddag blev opsamlet urinprøver fra mindst otte individuelle dyr fra hvert PBV-niveau for køer på kløvergræs i forbindelse med malkningen (Figur 7.2). Andelen af urea-N i urinen steg signifikant som funktion af total-N ($P < 0,001$, $n = 39$). Endvidere pegede resultaterne på en døgnvariation, idet der gennemgående blev målt højere N-koncentrationer om morgenen. En øget andel af urea kan stimulere ammoniaktabet, idet urea i jorden hurtigt nedbrydes under frigivelse af ammoniak, mens de øvrige N-forbindelser i urinen har mere komplekse nedbrydningsveje.

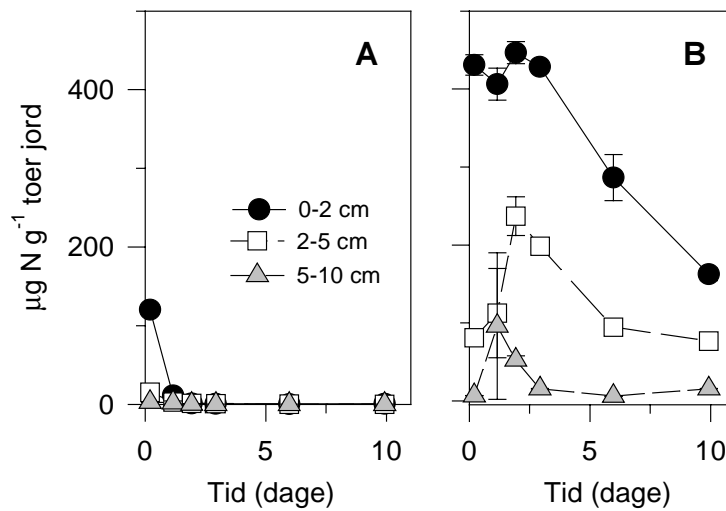
7.3 Omsætning af urea i marken

Ammoniakfordampningen reguleres til dels af urinens fordeling og omsætning i jorden. I forbindelse med forsøg 1B blev N-omsætningen i jorden under en simuleret urinplet undersøgt (Figur 7.3). Allerede ved den første prøvetagning ca. 6 timer efter afsætningen var koncentrationen af urea meget lav, selv i de øverste cm, mens der var en stor pulje af opløst ammoniak/ammonium i det øverste jordlag. I de følgende 3-4 dage forblev ammoniakpuljen konstant i 0-2 cm dybde og steg i 2-5 og 5-10 cm dybde, trods tegn på en betydelig ammoniakfordampning (jf. figur 7.1). Det antyder at der skete en produktion af ammoniak i denne fase, som muligvis skyldes svidning af planterødder (Richards & Wolton, 1975). Ifølge Lantinga *et al.* (1987) er omfanget af svidning relateret til N-koncentrationen i urin, og et højt

N-indhold i urinen må derfor - via svidningsskader - formodes at øge risikoen for tab af N via ammoniakfordampning.



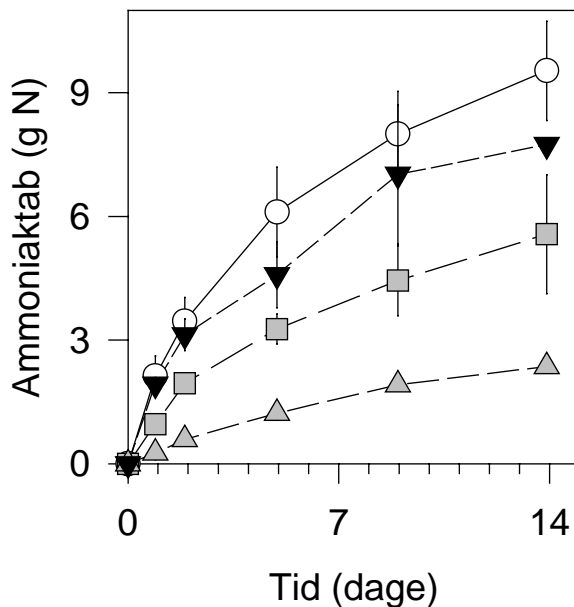
Figur 7.2. Andelen af urea-N i urinprøver, som blev opsamlet morgen og eftermiddag fra køer på kløvergræs.



Figur 7.3. Koncentrationer af urea-N (A) og ammonium-N (B) i 0-2, 2-5 og 5-10 cm dybde i jorden under en simuleret urinplet.

7.4 Effekt af nedbør på ammoniaktab fra urin

I forsøg 3A og 3B blev effekten af nedbør på ammoniakfordampningen fra urin belyst. Udover en kontrol omfattede behandlingerne hhv. 2 og 10 mm simuleret nedbør 2 timer efter afsætningen af urin på marken, samt 10 mm simuleret nedbør efter 24 timer. Begge forsøg viste samme mønster, nemlig en reduktion af ammoniaktabet på mindst 40% i behandlingerne med 10 mm nedbør efter 2 timer, men ingen signifikant effekt af nedbør efter 24 timer. Figur 7.4 viser resultater fra det ene forsøg, hvor selv 2 mm nedbør efter 2 timer reducerede ammoniaktabet signifikant. Årsagen til at nedbør kort tid efter urin-afsætning – men ikke efter 24 timer - mindskede ammoniaktabet er formentlig, at urea i denne periode blev omdannet til ammoniak/ammonium. Mens urea er uladet og meget mobilt i jorden, er ammonium positivt ladet og adsorberes derfor kraftigt til jordpartikler. Efter 2 timer var en del kvælstof sandsynligvis endnu på urea-form og blev transporteret ned i jorden med overskudsnedbør.



Figur 7.4. Ammoniakfordampning uden nedbør (kontrol, hvid cirkel), eller med 2 mm (grå firkant), hhv. 10 mm (grå trekant) simuleret nedbør efter 2 timer, eller med 10 mm (omvendt trekant) simuleret nedbør efter 24 timer.

7.5 Mælkeydelse og ammoniakfordampning

Mælkeydelse og ammoniaktab blev beregnet for de uger, hvor urin blev opsamlet til ammoniaktabs-forsøgene. Ammoniakfordampningen blev beregnet på grundlag af køernes afsætning af urin, korrigeret for tiden på stald, samt det målte tab (%) af ammoniak. De to PBV-niveauer blev sammenlignet med en parret t-test. Der var ingen forskel på produktionen af mælkeprotein ($P > 0,5$, $n=6$), mens ammoniakfordampningen var signifikant lavere ved det lave PBV-niveau ($P=0,014$, $n=6$). I gennemsnit udgjorde forskellen 55%.

7.6 Konklusion

De højeste ammoniaktab blev målt i den sidste del af afgræsningsperioden. Årsagen var dels en større N-udskillelse som følge af faldende mælkeproduktion kombineret med en øget N-indtagelse. Men andre faktorer kan være med til at øge risikoen for ammoniaktab i perioder med en høj koncentration af N i urinen. Dels vil en større del af kvælstoffet forekomme som urea, der let omsættes til ammoniak i jorden, Dels vil de høje ammoniak-koncentrationer kunne give svidningsskader og dermed frigive en pulje af ammoniak via mineralisering af rødder.

Beregninger for de uger, hvor forsøgene blev gennemført, viste en signifikant lavere ammoniakfordampning ved det lave PBV-niveau. Men resultaterne dokumenterede også en betydelig variation i N-indtagelse (pga. varierende kvalitet af græs, hhv. kløvergræs), såvel som i udskillelsen af N i urin (pga. variation mellem individuelle dyr, døgnvariation og sæsonmæssig variation). Nedbørs betydning for ammoniakfordampningen blev påvist. En beregning af det samlede ammoniaktab i afgræsningssystemerne er derfor ikke mulig på grundlag af de foreliggende resultater, som kan sammenfattes i følgende generelle konklusioner:

- Ammoniaktab i marken sker primært fra urin (ikke gødning).
- I 14 gennemførte måleserier varierede ammoniaktabet fra urin mellem 3 og 52%; tabet var generelt højst for det høje PBV-niveau.
- Andelen af urea-N, der hurtigt hydrolyseres til ammoniak i jorden, steg med den samlede kvælstofkoncentration i urinen.
- Nedbør kan reducere ammoniaktabet fra urin, især hvis den falder indenfor få timer efter afsætningen.
- Beregninger viste en ca. 50% reduktion i ammoniakfordampningen ved lavt PBV-sammenlignet med højt PBV-niveau.

8 Mineralsk N i jorden

Om efteråret lige efter indbinding blev N_{min} bestemt i kernearealet til 75 cm dybde. Indholdet af udvaskbart N (nitrat) var generelt lavt. I græs var der hvert år en højere koncentration af NO₃-N end i kløvergræs, i gennemsnit næsten dobbelt så meget (Tabel 8.1). Med en tæthed på 1,5 kg/l jord svarer koncentrationerne i græs og kløvergræs til hhv. 47 og 26 kg N/ha. Om foråret i april måned var koncentrationen af NO₃-N ligeledes lidt højere i græsfoldene end i kløvergræsfoldene, i gennemsnit 2,8 ppm i græs og 2,1 ppm NO₃-N i kløvergræs i pløjelaget. PBV-niveauet i suppleringsfoderet havde også en effekt, idet koncentrationen af NO₃-N var højest ved højt PBV, hvilket sandsynligvis skyldes den større udskillelse af N i køernes urin (afsnit 7, Ammoniakfordampning, og afsnit 9, N-udnyttelse på ko-niveau).

I løbet af forsøget steg koncentrationen af NO₃-N fra 1. brugsår (1994) til 3. brugsår (1996), og faldt igen i sidste brugsår (Tabel 8.1). Resultaterne antyder således, at N-overskuddet gennem årene (jf. Tværgående diskussion) har forøget nitrat-koncentrationen, men stigningen var ikke konstant.

I de to første brugsår fandtes den højeste koncentration i øverste jordlag, 0-25 cm. I de sidste to brugsår fandtes den højeste koncentration i de to nederste jordlag (data er ikke vist). Nitratet synes således at have været vasket lidt længere ned i disse år. Ammonium-koncentrationen var ligeledes lav, i gennemsnit 3,2 ppm NH₄-N, og blev ikke påvirket signifikant af behandlinger eller tid (data er ikke vist).

Tabel 8.1. Koncentrationen af NO₃-N i efteråret. Gennemsnit i 0-75 cm dybde. PBV-niveauerne eksisterede ikke i 1997.

Afgrøde	1994-97	PBV-niveau	1994-96	År	
Græs	4,2	Lav	1,8	1994	1,3
Kløvergræs	2,3	Høj	4,6	1995	3,2
				1996	5,2
LSD _{0,05}	1,6	LSD _{0,05}	1,8	1997	3,2
				LSD _{0,05}	2,3

8.1 Konklusion

- Jordens indhold af nitrat-N om efteråret var forholdsvis lavt.
- Indholdet af nitrat-N var højere i græsfoldene end i kløvergræsfoldene.
- Indholdet af nitrat-N var højere, hvor køerne blev fodret med højt PBV end ved lavt PBV-niveau i suppleringsfoderet pga. større koncentration af N i køernes urin.

9 N-udnyttelse på ko-niveau

Koens N-udnyttelse er den andel, som N i mælk og tilvækst udgør af koens samlede N-optagelse på mark og stald (jf. skitse i 'Tværgående diskussion' side 80).

Køernes N-optagelse fra afgrøden under afgræsning er afhængig af N-koncentrationen i afgrøden og mængden der afgræsses. Da køernes FE-optagelse var næsten den samme i de forskellige forsøgsbehandlinger (jf. Tabel 5.3 side 52), har forskelle i N-koncentrationen i afgrøden været den væsentligste årsag til forskelle i N-optagelse under afgræsning (Tabel 9.2 og Appendiks tabel A-7). Afgrødetyperne havde den største effekt på råprotein koncentrationen (jf. Tabel 3.1 side 37). Kløverandelen var stor i 1995 og 1996, og koncentrationen af råprotein var derfor noget højere i kløvergræs end i græs i disse år, i gennemsnit hhv. 26,9 og 23,3% råprotein, jf. Tabel 3.1. Denne forskel bevirkede, at køerne havde en meroptagelse på 63 g N/ko/dag ved afgræsning af kløvergræs. Dette kan også ses i Appendiks tabel A-7, hvor resultater fra alle forsøgsår er vist.

Køernes N-optagelse på stald varierede kun lidt mellem årene. Variationen skyldes primært tildeling af ensilage ved utilstrækkelig afgrødevækst og små forskelle i kraftfoderblandingerne sammensætning. Køerne fodret med højt PBV kraftfoder optog i gennemsnit 156 g N/dag mere end køerne ved lavt PBV-niveau (Tabel 9.2). N-optagelsen på stald udgjorde i gennemsnit 34% og 48% af den samlede N-optagelse (mark + stald) på henholdsvis lavt og højt PBV-niveau.

Tabel 9.2. Effekt af afgrødetype, PBV-niveau og AAT-niveau på N balancen i koen (g N/dag). Gennemsnit af 1994-96.

	Afgrødetype		PBV		AAT		SD
	Græs	Kløvergræs	Lav	Høj	Lav	Høj	
N optag. (afgrøde)	351	386 ***	368	369	367	370	5
N optag (stald)	263	265 **	186	342 ***	255	273 ***	0,5
N i mælk	136	136	133	139 **	136	136	1
N i tilvækst	7,2	5,6 *	6,9	5,9 ^T	6,7	6,1	0,4
N i urin	301	344 ***	247	398 ***	314	331 ***	2
N i gødning	169	165	166	168	165	170	2
N udnyttelse (%) ¹	23,8	22,0 ***	25,5	20,4 ***	23,4	22,5 ***	0,1

Indenfor hhv. Afgrøde, PBV og AAT:

^T: 0,1 < p < 0,05 (tendens), *: 0,05 < p < 0,01, **: 0,01 < p < 0,001, ***: p < 0,001

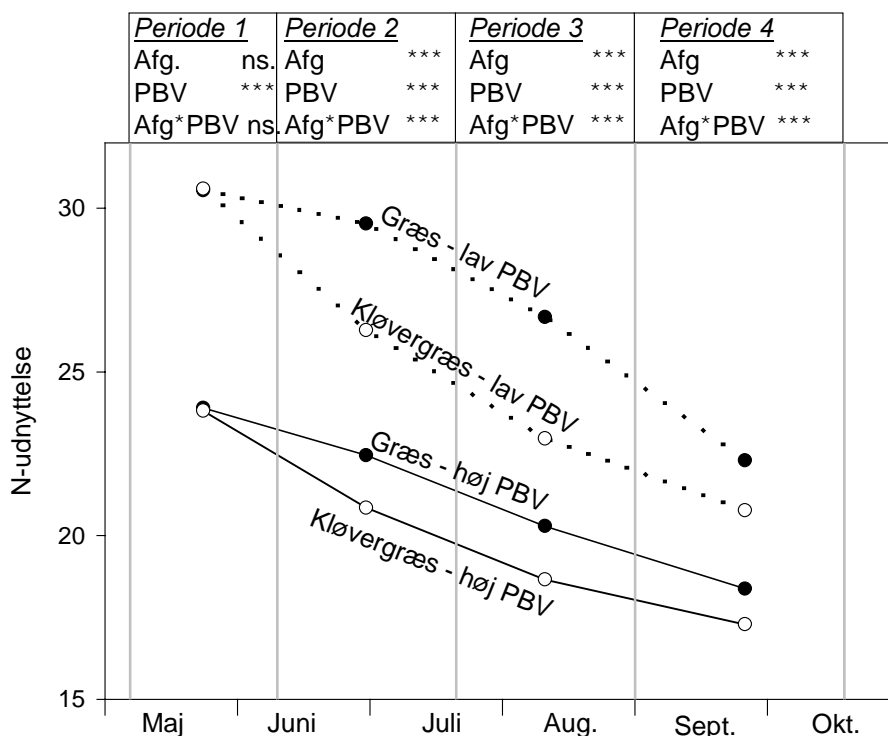
¹: N i mælk og tilvækst i % af N-optagelsen på mark og i stald

Beregninger: jf. Materialer og metoder afsnit '2.6 N-balancer'

Indholdet af N i mælk var ikke påvirket af afgrødetype og AAT-niveau, men var lidt højere ved højt PBV-niveau end ved lavt PBV-niveau (Tabel 9.2). Udskillelsen af N i gødning var meget konstant på ca. 167 g N/dag, selvom der var stor forskel på N-optagelse. Dette skyldes som tidligere nævnt, at 96% af det optagne N antages fordøjeligt, og bidraget af ufordøjeligt foder-N i gødningen er derfor lille sammenlignet med mængden af endogent-N, som var konstant som følge af den konstante foderoptagelse. Den resterende del af det optagne N udskilles

i urinen, og modellen forudsiger derfor, at udskillelsen af N i urinen stiger markant som følge af et øget PBV-niveau. Effekten på N-balancen i koen af kraftfoderets sammensætning (AAT*PBV) og PBV-niveau indenfor afgrøde er vist i Appendiks tabel A-7 og A-8.

Øget PBV-niveau havde gennem hele sæsonen en signifikant negativ effekt på N-udnyttelsen, mens N-udnyttelsen på græs var signifikant højere end på kløvergræs i de tre sidste perioder i sæsonen (Figur 9.1). I det meste af sæsonen var der en vekselvirkning mellem afgrøde og PBV, idet den negative effekt af kløvergræs var størst ved lavt PBV. Det skyldes sandsynligvis primært, at kløverandelen var større ved lavt PBV-niveau pga. mindre N-mængde udskilt i urinen, og dermed var koncentration af råprotein i kløvergræsset større, hvilket medførte en større N-optagelse under afgræsning. Den kraftigt faldende N-udnyttelse gennem sæsonen er forårsaget af flere forhold, hvoraf to væsentlige var den stigende koncentration af råprotein gennem sæsonen og den medfølgende stigende N-optagelse samt faldende mælkeproduktion hos de forårskælvende køer.



Figur 9.1. N-udnyttelsen gennem afgræsningssæsonen (N i mælk og tilvækst i pct. af N-optagelse på mark og i stal). Gennemsnit 1994-96.

Udnyttelsesgraden var højest ved en kombination af lavt niveau af både AAT og PBV på græs (27,1%), mens udnyttelsesgraden var lavest ved en kombination af højt niveau af AAT og PBV på kløvergræs (19,4%) (data ikke vist). Dette svarer til en reduktion i udnyttelsesgrad på 28% fra en kombination af lavt niveau af både AAT og PBV på græs til en kombination af højt niveau af AAT og PBV på kløvergræs. Udnyttelsesgraden var i god overensstemmelse med Van Vuuren & Meijs (1987), som anfører en udnyttelsesgrad på 15-25 % under afgræsning. Dårlig udnyttelse af N i vommen skyldes et overskud af opløseligt protein (PBV), manglende synkronisering mellem nedbrydningen af protein og forsyningen med energi som følge af nedbrydning af kulhydrat (Tamminga, 1992). Under afgræsning ses ofte en N-opta-

gelse, som er dobbelt så stor som behovet (Tamminga & Verstegen, 1992). Den lave udnyttelsesgrad, som kommer til udtryk sidst på afgræsningssæsonen, skyldes det meget høje proteinindhold i græsset og dermed en meget høj PBV. Hvis man ønsker en høj græsoptagelse og samtidig en høj N-udnyttelse, kan dette enten ske ved en reduktion af græssets PBV-værdi eller ved at supplere med proteinfattigt foder med lav PBV-værdi. Det optimale tilskudsfoder, set ud fra et N-udnyttelses aspekt, vil derfor have en så lav PBV-værdi som muligt. Det er derfor sandsynligt, at f.eks. majsensilage, sojaskaller, pulpetter og byg kan udgøre en høj andel af suppleringsfoderet og medvirke til en øget udnyttelsesgrad som følge af en lavere N optagelse og en uændret udskillelse af N i mælken (Van Vuuren & Meijs, 1987; Barrett, 1997). En høj tildeling af proteinfattige fodermidler som kompensation for det høje PBV niveau i græsset er imidlertid ofte ledsaget af en høj optagelse af let forgærbart kulhydrat, hvilket kan medføre at fordøjeligheden af cellevægsstoffer i vommen hæmmes. Endvidere vil der være en manglende synkroniseringen mellem nedbrydning af kulhydrat fra kraftfoderet og den store optagelse af protein under afgræsning i marken. Tilskudsfoderet skal derfor både have et indhold af kulhydrat for at sikre synkronisering uden at det hæmmer vommiljøet, men også en PBV-værdi, som ikke er så lav, at der er underskud af protein i vommen i staldperioden.

At et lavt PBV-niveau i kraftfoderet ikke kunne opveje det høje PBV-niveau i græsset, således at PBV-niveauet for den samlede ration var 0 g PBV/FE, kan illustreres med et eksempel: I den sidste periode i 1994 var græsoptagelse på kløvergræs i gennemsnit ca. 9,5 FE/ko/dag. Da kløvergræsset indeholdt ca. 140 g PBV/FE på dette tidspunkt, var den daglige optagelse af PBV fra kløvergræsset $9,5 \text{ FE/ko/dag} * 140 \text{ g PBV/FE} = 1330 \text{ g PBV/ko/dag}$. Antages det, at der blev suppleret med proteinfattige fodermidler, f.eks. 4 FE byg (-40 g PBV/FE, Strudsholm *et al.*, 1997) og 3 FE pulpetter (-84 g PBV/FE, Strudsholm *et al.*, 1997) ville indholdet af PBV i kraftfoderet være -412 g PBV/dag. Dette vil give et gennemsnitligt indhold af PBV i rationen på 54 g PBV/FE og et overskud af PBV på 918 g PBV/ko/dag. Det er således problematisk at opnå en tilstrækkelig lav PBV-værdi for rationen. Det må derfor tilstræbes, at indholdet af opløseligt protein i græsset om muligt sænkes, især i den sidste del af afgræsningssæsonen. Da afgrødernes PBV-værdi kun var under normen på 0 g PBV/FE om foråret, var dette det eneste tidspunkt i løbet af sæsonen, hvor suppleringsfoderet evt. kunne have en PBV-værdi over normen.

Både for køer på kløvergræs og for køer på græs blev den daglige græsoptagelse beregnet indirekte på baggrund af en formodet fodereffektivitet på 87% for foder tildelt på stald. Antages fodereffektiviteten at være højere, vil den beregnede græs- og N-optagelsen derfor falde, mens udskillelsen af N i mælk og tilvækst vil være uændret. Dette medfører, at udnyttelsesgraden i koen vil øges tilsvarende. Det er derfor klart, at N-balancen i koen i større grad vil være påvirket af den i modellen anvendte fodereffektivitet ved et lavt PBV/lavt AAT niveau og ved afgræsning af kløvergræs end ved højt PBV/højt AAT niveau og afgræsning på græs, hvor N-optagelsen ved afgræsning vægter forholdsvis mindre i forhold til N-indtag i kraftfoder.

9.1 Konklusion

Afgrødetype, PBV-niveau og AAT-niveau påvirkede N-balancen på ko-niveau ved:

- Udnyttelsesgraden var gennem hele sæsonen lavere ved kløvergræs end ved ren græs samt ved højt PBV sammenlignet med lavt PBV-niveau.
- Højere AAT niveau eller højere PBV niveau i kraftfoderet medførte en lavere udnyttelsesgrad i de 3 år, som følge af en højere optagelse af råprotein i kraftfoderet.
- Udnyttelsesgraden var lavere på kløvergræs end på græs som følge af en højere N optagelse i marken ved afgræsning, og som ikke resulterede i en højere udskillelse af N i mælken.
- Proteinfattige typer af suppleringsfoder havde ikke kunnet sænke PBV-niveauet tilstrækkeligt i den samlede ration. En nedsættelse af råprotein indholdet i afgrøden den sidste del af sæsonen ville derimod have øget N-udnyttelsen betydeligt.

Tværgående diskussion

1 Markens produktion

Styringen af afgræsningen foregik ved at tilpasse afgræsningsarealet og holde antallet af køer konstant (jf. Materialer og metoder). Belægningsgraden varierede derfor gennem sæsonen. Den gennemsnitlige belægningsgrad er vist i tabel 1. Markens nettoudbytte både ved tilbage-regning fra den animalske produktion og ud fra resultater af afgrødeproduktion er ligeledes vist i tabellen. Afgrødeproduktionen blev målt i kernearealet, mens nettoudbyttet beregnet fra den animalske produktion er et gennemsnit for hele det afgræssede areal. Tabellen viser desuden slætudbytter fra de indhegnede parceller, som aldrig blev afgræsset og dermed ikke var påvirket af PBV-niveau i suppleringsfoder. I slætparcellerne var der ingen tilbageførsel af N fra de græssende dyr, og det reelle gødningsniveau har derfor været meget mindre (jf. tabel 4 side 84).

Den gennemsnitlige belægningsgrad i 1995-96, hvor kløverandelen var høj, var den samme i græs som i kløvergræs, hvorimod belægningsgraden i 1994 var lavere i kløvergræs end i græs, da kløverandel og plantevækst i første halvdel af sæsonen var lille. Når mælkeydelsen pr. ko kun i begrænset grad blev påvirket af forsøgsbehandlingerne (side 52 afsnit 5), vil mælkeydelsen, når den udregnes pr. ha, følge belægningsgraden. I gennemsnit af 1995-96 var mælkeydelsen 130 kg EKM/ha/dag. Tendensen til en lidt større mælkeproduktion ved højt PBV bevirkede, at der i 1995-96 var en merproduktion på 8 kg EKM/ha/dag i forhold til lavt PBV-niveau.

Tabel 1. Belægningsgrad (køer/ha) og markens nettoudbytte i FE/ha beregnet via den animalske produktion som køernes optagelse, og via græsproduktionen. Desuden er slætudbyttet vist fra ugræssede parceller.

	År	Græs		Kløvergræs	
		Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV
Belægningsgrad (køer/ha)	1994	5,27	5,20	4,39	4,38
	1995	4,80	4,77	4,98	5,15
	1996	5,09	5,21	4,81	5,00
Køernes optagelse (FE/ha) ¹	1994	8.825	9.350	6.250	6.526
	1995	8.450	8.775	8.375	8.900
	1996	8.497	8.358	8.594	8.382
Beregnet afgrødevækst (FE/ha) ²	1994	6.784	8.476	4.919	6.452
	1995	8.542	9.616	9.087	10.617
	1996	8.498	8.134	5.673	7.650
Slætudbytte (FE/ha)	1994	12.441		8.611	
	1995	8.314		8.747	
	1996	9.082		7.795	

¹: Beregning af græsoptagelse jf. Materialer og metoder 2.2. side 15

²: Beregnet tilvækst over 3,5 cm : tilvækst mellem buske + tilvækst i buske – afgrødemængden i buske ved indbinding.

Tabel 2. Markens gennemsnitlige nettoproduktion udregnet dels via den animalske produktion og dels via afgrødevækst (jf. tabel 1).

	Køernes optagelse	Afgrødevækst		Køernes optagelse	Afgrødevækst
Lav PBV	8.165	7.225	Kløvergræs	7.838	7.400
Høj PBV	8.382	8.491	Græs	8.709	8.317

De to måder, hvorved markens nettoudbytte blev beregnet, gav som gennemsnit næsten samme resultat ved højt PBV-niveau (Tabel 2). Metoderne til måling af planteproduktion blev udviklet til dette forsøg. Hensigten var at tilnærme sig den reelle produktion, og der blev derfor kun målt tilvækst over en uge. Bladarealet er forholdsvis lille ved storfoldsafgræsning og produktionen vil derfor stige eksponentielt, hvilket også ses i afsnit 2 tabel 2.3 side 29, hvor tilvæksten i hvileperiodens anden uge var over 50% større end tilvæksten i hvileperiodens første uge. Ved lavt PBV var markens nettoproduktion målt via planteproduktion noget mindre end beregnet via den animalske produktion (Tabel 2). Den ændrede afgræsningsadfærd, hvor der blev græsset mere i bund mellem buskene ved lavt PBV end ved højt PBV, kan muligvis være skyld i, at planteproduktionen er blevet underestimeret i den sidste del af sæsonen, da noget af tilvæksten kan have været under klippehøjde. Beregning af markens nettoproduktion via animalsk produktion forudsætter en energiudnyttelse på 87% uafhængigt af afgrødetype og tilskudsfoderets sammensætning. Hvor meget denne procentandel er blevet påvirket af forsøgsparametrene vides ikke, men brugen af en fast værdi kan være en kilde til fejl. Ingen af metoderne er således fri for usikkerhed, men det kan konstateres, at der som helhed ikke var afgørende forskel på gennemsnitsresultaterne, selv om der i visse år og behandlinger var nogen forskel.

2 N-balance i urinpletter

Det var på et enkelt tidspunkt muligt at lave en N-balance for kunstige urinpletter, hvor 4 l urin/m² blev udhældt. Urinen blev opsamlet på stald. Den tilførte N-mængde svarede til 416-496 kg N/ha (Tabel 3). Efter 14 dage kunne en meget stor del, 85-99 %, genfindes. Tab ved ammoniak-fordampning udgjorde ca. 25 % og var formentlig minimal ved afslutningen af den 14 dages måleperiode (jf. afsnit 7 side 70). Den største del af kvælstoffet, 58-71%, kunne genfindes som mineralsk-N i jordens øverste lag. Kun en meget lille del, ca. 3%, kunne findes som forøget N-optagelse i overjordisk plantemasse, selv om både plantevækst og N-koncentration steg. I de kunstige urinpletter kunne der i løbet af den første uge altid konstateres små svidningsmærker på bladene, mere på hvidkløver end på græs blade. I de kunstige urinpletter var der dog aldrig omfattende svidning, som det ellers kan ses i de karakteristiske svidningspletter, der ofte kan iagttages i afgræsningsmarker. I foldene som sådan kunne disse typiske svidningspletter iagttages i meget begrænset udstrækning. Den forholdsvis lille meroptagelse af N over 14 dage kan skyldes en væksthæmning pga. urinen. Ud over den synlige svidning af blade kan ammoniak, som blev dannet ved svidning af planterødder, have nedsat plantevæksten (jf. afsnit 7, side 71). Planterne må formodes at have optaget en væsentlig del af den forholdsvis store mængde mineralsk-N i jorden efter måleperioden på 14 dage, idet ophobningen af mineralsk-N i jorden var begrænset. Om efteråret ved indbinding var indholdet af mineralsk-N således kun ca. 30 kg N/ha større i foldene, hvor køerne ved højt PBV græssede i forhold til foldene ved lavt PBV (jf. afsnit 8, side 75). Desuden blev plantevæksten fundet forøget indtil tre måneder efter udhældning af urin sammenlignet med kontrol uden urintilførsel i andre delforsøg (jf. afsnit 6 figur 6.6, side 64).

I forsøget blev der tilført samme volumen urin ved de to PBV-niveauer. I forbindelse med urinopsamlingen på stald blev det noteret, at køerne fodret på højt PBV-niveau i alle forsøgsår tilsyneladende udskilte mere urin. Der er ingen konkrete målinger på dette, men hvis PBV-niveauet har påvirket køernes vandindtagelse og dermed urin mængden, har det også indflydelse på resultaterne. De målte effekter af urinen fra køerne ved de to PBV-niveauer kan således have været større i virkeligheden, både hvad angår ammoniak-tab, plantevækst og N-optagelse samt effekter på N-fiksering.

Tabel 3. N-balance i kunstige urinpletter. Målinger foretaget i september 1995.

	Urin tilførsel		Ammonium - tab	Planternes ¹ N-optagelse over 2 uger	N ₂ - fiksering	Mineral-N ² i jorden efter 2 uger
	Total-N	Urea-N				
	-----g N/m ² -----					
Lav PBV	41,6	34,9	10,1	1,2	0,5	24,3
Høj PBV	49,6	45,6	13,2	1,5	0,5	35,4

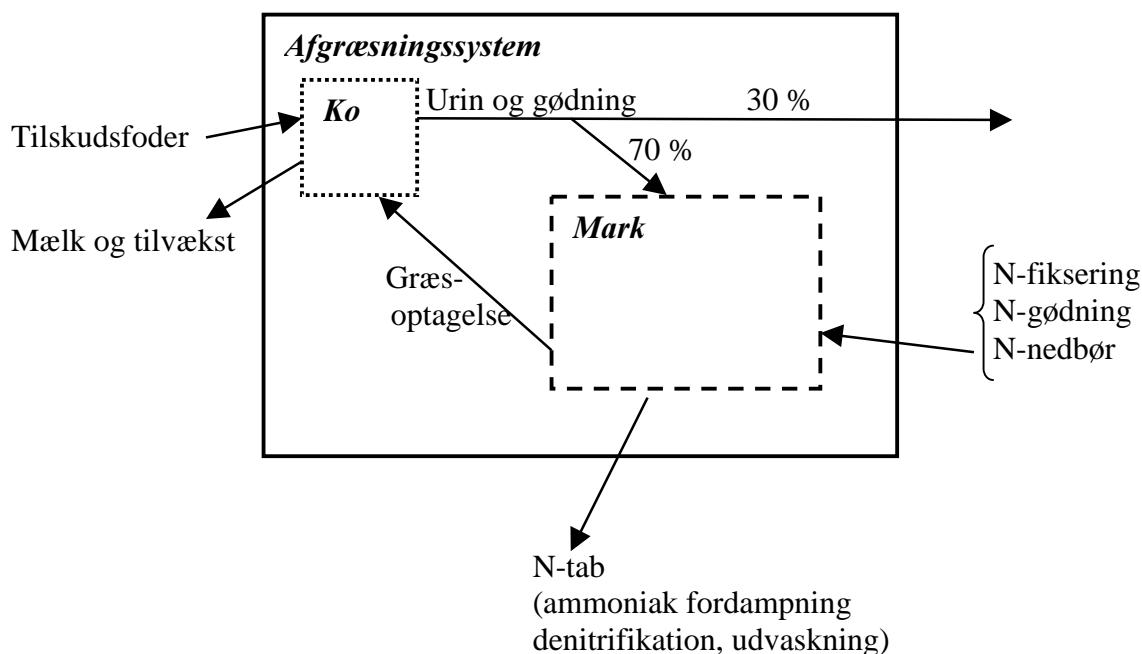
¹ :Forøget N-optagelse i forhold til kontrol (uden urin tilførsel)

² :Forøget indhold i forhold til kontrol, 0-8 cm.

Vedr. yderligere målinger i urinpletter henvises til afsnit 2.2 (Planteproduktion, side 29), afsnit 3.3 (Afgrodekvalitet, side 37), afsnit 6 (N₂-fiksering, side 60) og afsnit 7 (Ammoniakfordampning, side 70).

3 N-balance på markniveau og systemniveau

N-balancen på markniveau er forskellen mellem N-tilførslen til marken og N-fracførslen (Figur 1). N-balancen på *ko-niveau* er omtalt i afsnit 9 side 76. På *mark-niveau* er N-balancen pr. ha pr. sæson beregnet på baggrund af belægningsgraden gennem sæsonen. Eftersom afgræsningsarealet blev justeret gennem sæsonen, er de beregnede resultater et gennemsnit for folden. De beregnede N-overskud er gældende for kernearealet, hvor køerne græssede hele sæsonen. I bufferarealet, som først blev inddraget til afgræsning senere i sæsonen, har N-overskuddet derimod været mindre. Køerne opholdt sig ca. 30% af tiden på stald. I beregningerne er det forudsat, at N-udskilt i gødning og urin har fordelt sig med 70% på marken og 30% i stalden.



Figur 1. Skitse af N-balancen på ko, mark og afgræsningsystem niveau.

PBV-niveauet i suppleringsfoderet påvirkede i høj grad den udskilte N-mængde. I gennemsnit blev der udskilt 93 kg N/ha/år mere i urin og gødning ved højt end ved lavt PBV (Tabel 4), når der regnes med at 70% af N i urin og gødning udskilles på marken. Da PBV-niveauet kun i begrænset omfang påvirkede græsoptagelsen og mælkeydelsen, er merudskillelsen primært en direkte konsekvens af PBV-niveauerne i suppleringsfoderet. PBV-niveauet påvirkede N-koncentrationen i afgrøden lidt forskelligt afhængigt af alder og afgrødetype (jf. afsnit 3.2 side 36). Som gennemsnit blev køernes N-optagelse ved afgræsning og dermed N-fracførsel fra marken fra lavt til højt PBV-niveau kun øget med 2 og 14 kg N/ha/år ved hhv. kløvergræs og ren græs.

Ammoniak-fordampningen var ubetydelig fra gødningsklatterne, hvorimod der i urinpletterne blev målt en meget varierende fordampning på 3-52% af total-N (jf. afsnit 7 side 70). Selv med et gennemsnitligt N-tab via ammoniak-fordampning på 25%, hvilket er højt sat (Jarvis *et al.*, 1989), vil det ved ren græs kun udgøre hhv. 31 og 54 kg N/ha/år ved lavt og højt PBV.

Tabel 4. Beregnet N-balance på markniveau (kg N/ha/år) i de afgræsnede folde dels pr. år og dels som gennemsnit. N-balancen i slætparcellerne er desuden vist som gennemsnit.

År	1994						1995						1996					
	Kløvergræs		Græs		Kløvergræs		Græs		Kløvergræs		Græs		Kløvergræs		Græs			
	Lav	Høj	Lav	Høj	Lav	Høj	Lav	Høj	Lav	Høj	Lav	Høj	Lav	Høj	Lav	Høj		
Tilførsel																		
Fiksering ¹⁾	232	232	0	0	408	408	0	0	408	408	0	0	±målt	±målt	0	0		
Handelsgødning	0	0	300	300	0	0	300	300	0	0	300	300	0	0	300	300		
Urin (70%) ²⁾	111	189	120	228	167	249	104	195	166	256	144	230	166	256	144	230		
Gødning (70%) ²⁾	83	83	102	107	96	103	97	99	95	99	100	102	95	99	100	102		
Nedbør ³⁾	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		
I alt	440	518	536	649	685	774	515	608	275	369	558	646	275	369	558	646		
Fraførsel																		
Græsoptagelse	249	248	293	329	347	345	254	269	335	342	316	309	335	342	316	309		
Balance	191	270	243	320	338	429	261	339	(-60)	(27)	242	337	(-60)	(27)	242	337		

Gennemsnit	1994-95					
	Kløvergræs		Slæt		Græs	
	Slæt	Lav	Høj	Slæt	Lav	Høj
Tilførsel						
Fiksering ¹⁾	362	320	320	0	0	0
Handelsgødning	0	0	0	300	300	300
Urin (70%) ²⁾	0	139	219	0	112	212
Gødning (70%) ²⁾	0	90	93	0	100	103
Nedbør ³⁾	14	14	14	14	14	14
I alt	376	563	646	314	526	629
Fraførsel						
Græsoptagelse/slæt	294	298	297	283	274	299
Balance	82	265	349	31	252	330

1): Den totale N-fiksering, som er beregnet ud fra målinger i overjordisk biomasse (jf. tabel 6.4) ganget med 1,7 (Jørgensen & Ledgard, 1997). Den totale N-fiksering indeholder også fikseret-N i rødder, udløbere mv.

2): Kærne opholdt sig ca. 70 % af tiden på marken. Der forudsættes en ligelig fordeling af N-udskillelse over tid, dvs. i beregningerne er 30 % udskilt på stald og 70 % på mark.

3): Nedbør/atmosfærisk nedfald (Grundahl & Hansen, 1990)

Det resterende overskud, som der ikke er redegjort for, vil være hhv. 218 og 278 kg N/ha/år. N-tabet ved nitrat-udvaskning formodes at være begrænset, da nitrat-koncentrationen i jorden til 75 cm dybde ved indbinding midt i oktober som gennemsnit var 2 og 5 ppm NO₃-N ved lavt og højt PBV-niveau (jf. afsnit 8 side 75). Der har således været en betydelig ophobning af organisk-N i jorden.

N-optagelsen ved afgræsning var relativ lille i kløvergræs i 1994, hvor kløverandelen og plantevæksten var forholdsvis lille (Tabel 4). I 1995 og 1996 var kløverandelen derimod forholdsvis stor, og N-koncentrationen i afgrøden var derfor større. Det bevirkede, at N-optagelsen under afgræsning var 55 kg N/ha/år større i kløvergræsfoldene end i græsfoldene. Dette vil i sig selv medføre et større N-overskud, dvs. en højere N-koncentration i urinen og dermed større N-tab, hvis der ikke kompenseres ved en ændret sammensætning af suppleringsfoderet. N-fiksering bestemt i overjordisk biomasse under afgræsning blev målt i 1994 og 1995. I tabel 4 er den totale N-fiksering vist. Denne er beregnet på grundlag af målte mængder i den høstede plantebiomasse (=afgræsset biomasse), som er vist i tabel 6.4, afsnit 6.3 side 68. Hertil er lagt en anslået mængde kvælstof, som er fikseret i plantebiomassen under afgræsnings-/høsthøjde. I 1995 var den totale N-fiksering forholdsvis stor og større end den mængde N i handelsgødning, som blev tilført græsfoldene. N-overskuddet har derfor også været større i kløvergræs. Det modsatte billede fandtes i 1994 (Tabel 4).

I slætparcellerne, som var placeret i de afgræssede folde med lavt PBV-niveau, var N-balancen meget anderledes, da der ikke blev tilbageført noget N fra dyrene. N-overskuddet var således meget mindre ved slæt end i afgræsningsfoldene (Tabel 4). Da den totale N-fiksering var større end N i handelsgødning, var N-overskuddet i slættet kløvergræs noget større end i ren græs (Tabel 4).

N-balancen på *system-niveau* er forskellen mellem tilførsel og fraførsel til hele afgræsnings-systemet (Figur 1). De kendte fraførsler var mælk, tilvækst og 30% af gødning og urin, som udskiltes på stald og anvendes i andre afgrøder. N-balancen udregnet pr. ha og år var 340 kg N/ha/år ved højt PBV-niveau i ren græs og 258 kg N ved lavt PBV. I kløvergræs er balancerne mangelfulde, da N-fikseringen ikke er kvantificeret for alle forsøgsår (Tabel 5). N-balancen indeholder diverse tab (til luft og udvaskning) og ophobning i jorden.

Tabel 5. N-balance på **systemniveau** (kg N/ha/år), gennemsnit af 1994-96.

	Kløvergræs		Græs	
	Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV
Tilførsel				
Handelsgødning	0	0	300	300
Tilskudsfoder	143	271	150	281
Nedbør	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>
I alt	166	294	473	604
Fraførsel				
Mælk	107	113	114	121
Tilvækst	4	4	6	5
Gødning og urin (30 %) ¹	<u>102</u>	<u>140</u>	<u>95</u>	<u>138</u>
I alt	213	257	215	264
Balance	(-47)	(37)	258	340

¹: 30 % af gødning og urin blev afsat på stald

4 Storfolden (ko – afgrøde)

Græsoptagelse

Afgrødehøjde og tilbud faldt gennem sæsonen (jf. afsnit 2 side 25), hvilket er typisk for reguleret storfold. Samtidig faldt afgrødekvaliteten en del, og selv om kvaliteten steg lidt i efteråret, var stigningen begrænset (jf. afsnit 3 side 36). Køernes græsoptagelse pr. dag er bestemt af afgræsningstid, antal bid pr. tidsenhed og afgrødemængde pr. bid. Da antal bid pr. tidsenhed næsten er konstant, har afgrødemængden pr. bid afgørende betydning for optagelsen (McGilloway *et al.*, 1996). Den afgrødehøjde eller -mængde for hvilken græsoptagelsen er maksimal varierer meget i refererede forsøg (Spörndly, 1996; Mayne & Peyraud, 1996), hvilket afspejler at mange faktorer har betydning, herunder afgræsningssystem og suppleringsfoder. Men der findes oftest et optimum, som ligger betydeligt over det tilbud, som i dette forsøg var gældende i den sidste halvdel af sæsonen. Den potentielle afgræsningstid er også mindre sidst på sæsonen pga. færre lyse timer. I et storskala-forsøg, hvor afgræsningssystemet lignede nærværende forsøg, fandt Phillips & Leaver (1986), at køerne græssede 6 timer pr. dag ved 8-9 cm om foråret og 9,5 timer pr. dag om efteråret, hvor afgrødehøjden var faldet til 4-6 cm. Det forholdsvis lille tilbud, dårligere afgrødekvalitet og kortere dage i den sidste del af afgræsningssæsonen antyder, at køernes græsoptagelse ikke har været optimal. Mælkeydelsen faldt kraftigt gennem sæsonen (jf. figur 5.3 side 50), men da køerne var forårskælvere, kan resultaterne ikke give et indtryk af, hvorvidt afgrødens sæsonudvikling påvirkede mælkeproduktionen.

Afgrødetype

Afgrødetypen havde ingen signifikant indvirkning på køernes mælkeproduktion (jf. afsnit 5 side 51), hvilket ikke bekræfter den normale opfattelse. Udenlandske forsøg viser både en forøgelse og en uændret mælkeproduktion som følge af kløveriblanding (jf. afsnit 5 side 51). Der er sandsynligvis flere årsager til dette, men to væsentlige synes at være tilbudets størrelse og græstypen. Køerne græssede kløvergræsset mere i bund mellem buskene, mens buskandelen var den samme (afsnit 2 side 32). Tilbuddet var derfor mindre end for køerne på græs fra midt i juli. I gennemsnit var tilbuddet 150 kg TS/ha mindre i kløvergræs. Det mindre tilbud kan have bevirket, at kløvergræsset har været 'givet mere restriktivt' end græsset. Der er ikke fundet andre forsøg, hvor både køer og afgrøde er analyseret. En anden årsag til at mælkeydelsen var uafhængig af kløveriblanding kan være, at græsset var alm. rajgræs, og at halvdelen af de udsåede græsfrø var af tetraploid type. Græsset har således været 'topkvalitet', og adskiller sig på den måde fra mange andre landes græsblandinger.

PBV-niveau

Mælkeydelsen var lidt højere ved højt end ved lavt PBV-niveau, hvor køerne græssede på ren græs, hvilket ikke var ventet (jf. afsnit 5 side 53). Den væsentligste årsag til dette formodes at være påvirkningen af køernes græsningsadfærd (jf. afsnit 2 side 26). Den mere jævne afgræsning af køerne på højt PBV-niveau bevirkede, at tilbuddet var større, og kvaliteten var samtidig næsten uændret (jf. afsnit 3 side 36). Ulemperne ved det høje PBV-niveau var imidlertid store; større ammoniakfordampning (jf. afsnit 7 side 70) og et betydeligt større N-overskud i afgræsningssmarken (jf. tabel 4 i dette afsnit).

*Vekselvirkning (afgrødetype * PBV-niveau)*

Mælkeydelsen faldt med 1,5 kg EKM/ko/dag ved at sænke PBV-niveauet, hvor køerne gik på ren græs, hvorimod faldet kun var 0,5 kg EKM/ko/dag i kløvergræs (jf. afsnit 5 side 53). Denne vekselvirkning kan være forårsaget af, at kløvergræsset havde en større koncentration af PBV samt havde en større protein-nedbrydelighed i vommen i den sidste del af afgræsnings-sæsonen (jf. afsnit 3 side 39). Det lavere PBV-indhold i suppleringsfoderet har derfor ikke fået så stor betydning.

Hovedkonklusioner

Generelt blev mælkeydelse og mælkens sammensætning af fedt og protein kun i meget begrænset meget omfang påvirket af PBV-niveau, AAT-niveau og kløveriblanding, hvilket viser afgræsningssystemets robusthed. Omvendt blev koens N-udnyttelse og markens N-overskud påvirket kraftigt af forsøgsfaktorene, og resultaterne viser, at afgræsningssystemet kan udvikles mod et mindre N-overskud.

PBV-niveau

Ved at sænke PBV-niveauet fra 102 til -24 g PBV/FE i suppleringsfoderet blev mælkeydelsen 1,5 kg EKM lavere ved afgræsning af ren græs, mens mælkeydelsen ikke blev påvirket signifikant ved afgræsning af kløvergræs. Afgræsningen blev imidlertid mere ujævn og dermed ikke så let at styre. Samtidig blev N-overskuddet nedsat med i gennemsnit 85 kg N/ha/år. Fordelene ved det høje PBV-niveau synes ikke at kunne opveje ulemperne ved forøget N-overskud og dermed N-tab.

Kløveriblanding

Ved storfoldsafgræsning med begrænset tilbud synes der ikke at være forskel på mælkeydelsen i gødet ren græs og ugødet kløvergræs. Erfaringen vedr. styringen af afgræsning var dog, at styringen var lettere mht. kløvergræs. Et stort kløverindhold vil, alt andet lige, give et større N-overskud i afgræsningsmarken pga. et større indhold af protein i afgrøden.

AAT-niveau

En sænkning af AAT-niveauet i rationen fra 91 til 86 g AAT/FE havde mod forventning ingen umiddelbar negativ effekt på mælkeydelsen. Dette skyldes sandsynligvis et for højt AAT-niveau i kraftfoderet ved lavt AAT/højt PBV og et forholdsvis højt indhold af stivelse i kraftfoderet ved lavt AAT/lavt PBV. Desuden skyldes det sandsynligvis også en generel undervurdering af AAT-værdien for græs og kløvergræs i det nuværende proteinvurderingssystem.

N-udnyttelse

Den højtydende ko's N-udnyttelse kan påvirkes betydeligt, og kan muligvis påvirkes endnu mere end forsøget viste. I forsøget varierede den fra 19% (højt AAT, højt PBV, kløvergræs) til 27% (lavt AAT, lavt PBV, græs). En nedsættelse af råprotein indholdet i afgrøden især i den sidste del af sæsonen vil kunne nedsætte PBV-niveauet betydeligt i den samlede ration, hvorimod proteinfattig suppleringsfoder kun vil have begrænset effekt.

Forsøgsmetode

Forsøget var et storskala forsøg, hvor mange aspekter vedr. dyr, planter og N-omsætning blev belyst. Resultaterne var i flere henseende overraskende og anderledes end forventet. Forsøgsformen, som er meget omkostningskrævende, viste sin værdi netop ved at kunne forklare nogle af de uventede resultater og i at kunne bidrage med en mere tværgående viden indenfor afgræsningssystemer.

Litteraturliste

- Aaes, O. & Kristensen, E.S. 1994. Virkning af N-gødskning, græsningsintensitet og kraftfodertype og -mængde ved afgræsning i reguleret storfold. I: Produktion og udnyttelse af kløvergræs til mælkeproduktion. Intern rapport nr. 27, Statens Husdyrbrugsforsøg, 49-60.
- Aaes, O. & Kristensen, T. 1997. Proteinverdi af græs. I: Malkekøernes ernæring. Aktuel forskning vedrørende protein- og kulhydratomsætningen. Intern rapport nr. 88, Statens Husdyrbrugsforsøg, 30-45.
- Aaes, O., Kristensen, V.F. & Andersen, P.E. 1991. AAT-niveauets indflydelse på mælkeydelsen ved forskellige energiniveauer. Beretning nr. 703, Statens Husdyrbrugsforsøg, 35 pp.
- Afzal, M. & Adams, W. A. 1992. Heterogeneity of soil mineral nitrogen in pasture grazed by cattle. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56. 1160-1166.
- Askegaard, M., Eriksen, J., Søgaard, K. & Holm, S. 1999. Næringsstofhusholdning og planteproduktion i fire økologiske kvægbrugssystemer. DJF rapport nr. 12, Markbrug, 112 pp.
- Barrett, T. 1997. Nutritional considerations concerning the use of maize silage as supplement to grazing dairy cows. B.Sc. thesis, Institut for Husdyrbrug og Husdyrsundhed, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 70 pp.
- Barrett, T. 2000. Malkekøernes proteinbehov og kvælstofudskillelse. M.Sc.-speciale, Institut for Husdyrbrug og Husdyrsundhed, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 60 pp.
- Bax, J.A. & Schils, R.L.M. 1993. Animal responses to white clover. REUR Technical Series 29, 7-16.
- Boller, B. C. & Nösberger, J. 1987. Symbiotically fixed nitrogen from field-grown white and red clover mixed with ryegrass at low levels of ¹⁵N-fertilization. *Plant and Soil* 104, 219-226.
- Clements, A.J., Huckle, C.A. & Wilkins, R.J. 1992. The effects of sward height and level of concentrate supplementation on the milk production of spring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. I: Grass on the move - a positive way forward for the grassland farmer. Hopkins A. (ed.) British Grassland Society, Occasional Symposium, 26, 145-149.
- Davies, D.A. & Hopkins, A. 1996. Production benefits of legumes in grassland. I: Legumes in sustainable farming systems. Younie D. (ed.). British Grassland Society Occ. Symp. No. 30, 234-246.
- Deenen, P. J. A. G. & Middelkoop, N. 1992. Effects of cattle dung and urine on nitrogen uptake and yield of perennial ryegrass. *Netherl. J. Agric. Sci.* 40, 469-482.

- Delaby, L., Peyraud, J.L., Vérité, R. & Marquis, B. 1996. Effect of protein content in the concentrate and level of nitrogen fertilization on the performance of dairy cows in pasture. *Ann. Zootech.* 45, 327-341.
- Demeyer, P., Hofman, G. & Van Cleemput, O. 1995. Fitting ammonia volatilization dynamics with a logistic equation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59, 261-265.
- Dunlop, J. & Hart, A.L. 1987. Mineral nutrition. I: M.J.Barker & W.M.Williams (eds.) White clover, 153-183.
- Forthergill, M., Davies, D.A., Morgan, C.T. & Jones, J.R. 1996. White clover crashes. I: Legumes in Sustainable Farming Systems. Younie D. (ed.). British Grassland Society, Occasional Symposium No. 30, 172-176.
- Fried, M. and Middelboe, V. 1977. Measurement of amount of nitrogen fixed by a legume crop. *Plant and Soil* 47, 713-715.
- Goswami, A.K. & Willcox, J.S. 1969. Effect of applying increasing levels of nitrogen to ryegrass. I. Composition of various nitrogenous fractions and free amino acids. *J. Sci. Fd Agric.* 20, 592-595.
- Grundahl, L. & Hansen, J.G. 1990. Atmosfærisk nedfald af næringssalte i Danmark. NPO-rapport nr. A. Miljøministeriet, København.
- Hamilton, B.A., Ashes, J.R. & Carmichael, A.W. 1992. Effect of formaldehyde-treated sunflower meal on the milk production of grazing dairy cows. *Aust. J. Agric. Res.* 43, 379-387.
- Hassik, J. 1992. Effect of grassland management on N mineralization potential, microbial biomass and N yield in the following year. *Netherl. J. of Agric. Sci.* 40, 173-185.
- Hay, R.K.M. & Walker, A.J. 1989. An introduction to physiology of crop yield, 292 pp.
- Haynes, R.J. & Williams, P.H. 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Adv. Agron.* 49, 119-199.
- Hodgson, J. 1986. Grazing behaviour and herbage intake. British Grassland Society, Occasional Symposium no. 19: Grazing, 51-64.
- Høgh-Jensen, H. & Schjørring, J. K. 1994. Measurement of biological dinitrogen fixation in grassland: Comparison of enriched ^{15}N dilution and the natural ^{15}N abundance methods at different nitrogen application rates and defoliation frequencies. *Plant and Soil* 166, 153-163.
- Jackson, M.V. & Williams, T.E. 1979. Response of grass swards to fertilizer N under cutting or grazing. *J. agric. Sci., Camb.* 92, 549-562.

- Jarvis, S.C., Sherwood, M. & Steenvoorden, J.H.A.M. 1987. Nitrogen losses from animal manures: from grazed pastures and from applied slurry. I: Animal manure on grassland and fodder crops. Fertilizer or waste? Van der Meer, H.G., Unwin, R.J., Dijk, T.A. & Ennik, G.C. (eds.), 195-212.
- Jarvis, S.C., Hatch, D.J. & Roberts, D.H. 1989. The effects of grassland management on nitrogen losses from grazed swards through ammonia volatilization; the relationship to excretal N returns from cattle. *J. agric. Sci., Camb.* 112, 205-216.
- Jensen, E.S. 1991. Evaluation of automated analysis of ¹⁵N and total N in plant material and soil. *Plant and Soil* 133, 83-92.
- Jensen, E. S., Høgh-Jensen, H., Jørgensen, F. V., Schjørring, J. K. & Vinther, F. P. 1997. Management of biological nitrogen fixation in grass/clover leys. I: New Research in Organic Agriculture. N H Kristensen and H Høgh-Jensen(Eds.), pp. 89-96, IFOAM, Tholey-Theley.
- Jørgensen, F. V. & Jensen, E. S. 1997. Short-term effects of a dung pat on N₂ fixation and total N uptake in a perennial ryegrass/white clover mixture. *Plant and Soil* 196, 133-141.
- Jørgensen, F. V. & Ledgard, S. F. 1997. Contributions from stolons and roots to estimate the total amount of N₂ fixed by white clover (*Trifolium repens* L.). *Ann. Bot.* 80, 641-648.
- Kristensen, E. S., Høgh-Jensen, H. & Kristensen, I. S. 1995. A simple model for estimation of atmospherically-derived nitrogen in grass-clover systems. *Biol. Agric. Hortic.* 12, 263 - 276.
- Kristensen, T. & Aaes, O. 1998. Suppleringsfoder til malkekøer ved afgræsning i reguleret storfod. DJF rapport nr. 3, Husdyrbrug, 39 pp.
- Kristensen, V. 1997. Optimal Proteinforsyning. I: Malkekøernes ernæring. Aktuell forskning vedrørende protein- og kulhydratomsætningen. Intern rapport nr. 88, Statens Husdyrbrugsforsøg, 46-55.
- Kristensen, V., Kristensen, T., Aaes, O. & Klejs Hansen, O. 1997. Mængde og sammensætning af fæces og urin samt udskillelse af N, P og K i fæces og urin hos kvæg. I: Normtal for husdyrgødning (H. Damgaard Poulsen & V. F. Kristensen, Eds.) Beretning nr. 736. Danmarks JordbrugsForskning, 113-148.
- Laidlaw, S. 1991. Factors influencing branching of white clover stolons. *FAO, REUR Technical Series* 19, 39-44.
- Laidlaw, S., Withers, J.A. & Toal, L.G. 1995. The effect of surface height of sward continuously stocked with cattle on herbage production and clover content over four years. *Grass and Forage Science* 50, 48-54.

- Lantinga, E.A., Keuning, J.A., Groenwold, J. & Deenen, P.J.A.G. 1987. Distribution of excreted nitrogen by grazing cattle and its effects on sward quality, herbage production and utilization. I: Animal Manure on Grassland and Fodder Crops (edited by Meer H.G. v.d. *et al.*). pp. 103-117, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht.
- Ledgard, S.F. & Steele, K.W. 1992. Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. *Plant and Soil* 141, 137-153.
- Ledgard, S. F., Brier, G. J. & Littler, R. A., 1987. Legume production and nitrogen fixation in hill pasture communities. *N. Z. J. Exp. Res.* 30, 413-421.
- Madsen, J., Hvelplund, T., Weisbjerg, M.R., Bertilsson, J., Olsson, I., Spörndly, R., Harstad, O.M., Volden, H., Tuori, M., Varvikko, T., Huhtanen, P. and Olafsson, B.L. 1995. The AAT/PBV protein evaluation system for ruminants. A revision. *Norwegian J. Agric. Sci., Suppl.* 19, 3-37.
- Marriott, C.A., Smith, M.A. & Baird, M.A. 1987. The effect of sheep urine on clover performance on a grazed upland sward. *J. agric. Sci. Camb.* 109, 177-185.
- Mayne, C.S. & Peyraud, J.L. 1996. Recent advances in grassland utilization under grazing and conservation. *Grassland Science in Europe* 1, 347-360.
- McGilloway, D., Cushnahan, A., Laidlaw, A.S., Mayne, C.S. & Kilpatrick, D.J. 1999. The relationship between level of sward height reduction in a rotationally grazed sward and short-term intake of dairy cows. *Grass and Forage Science* 54, 116-126.
- McNeill, A. M., Zhu, C. & Fillery, R. P. 1998. A new approach to quantifying the N benefit from pasture legumes to succeeding wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 49, 427-436.
- Mulvaney, R.L. & Bremner, J.M. 1979. A modified diacetyl monoxime method for colorimetric determination of urea in soil extracts. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 10, 1163-1170.
- Møller, E., Andersen, P.E. & Witt, N. 1989. En sammenligning af in vitro opløselighed og in vivo fordøjelighed af organisk stof i grovfoder. 13. Beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavls- og Husdyrbrugsforsøg, 23 pp.
- Neuteboom, J.H., Lantinga, E.A. & van Loo, E.N. 1992. The use of frequency estimates in studying sward structure. *Grass and Forage Science* 47, 358-365.
- Nielsen, N.M. 2000. Malkekøernes kvælstofudskillelse og proteinbehov i suppleringsfoderet ved afgræsning et halvdøgn. M.Sc.-speciale, Institut for Husdyrbrug og Husdyrsundhed, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 93 pp.
- Nielsen, K.A. & Mikkelsen, M. 1998. Grovfoderproduktion. I: Oversigt over landsforsøgene, 247-286.
- Nielsen, A.L. & Søgaard, K. 1994. Produktionsforhold i relation til benyttelse og N-gødsning. Statens Husdyrbrugsforsøg, Intern rapport nr. 127, 15-25.

- Parsons, A.J. & Johnson, I.R. 1986. The physiology of grass growth under grazing. I: Grazing. Frame J. (ed.). British Grassland Society Occasional Symposium No 19: Grazing, 3-13.
- Petersen, S.O., Sommer, S.G., Aaes, O. & Sjøgaard, K. 1998. Ammonia losses from urine and dung of grazing cattle: Effect of N intake. *Atmos. Environ.* 32, 295-300.
- Phillips, C.J.C. & Leaver, J.D. 1986. Seasonal and diurnal variation in the grazing behaviour of dairy cows. British Grassland Society, Occasional Symposium No. 19: Grazing, 98-104.
- Reid, D. 1985. The combined use of fertilizer nitrogen and white clover on grazed ryegrass swards. *Grass and Forage Science* 40, 371-374.
- Richards, I.R. & Wolton, K.M. 1975. A note on urine scorch caused by grazing animals. *Journal of the British Grassland Society* 30, 187-188.
- Ryden, J.C., Whitehead, D.C., Lockyer, D.R., Thompson, R.B., Skinner, J.H. & Garwood, E.A. 1987. Ammonia emission from grassland and livestock production systems in the UK. *Environ. Poll.* 48, 173-184.
- SAS (1998): SAS Institute, USA.
- Spöndly, E. 1996. Herbage intake of dairy cows. Dissertation, Uppsala, 139 pp.
- Stehr, W. & Kirchgessner, M. 1976. The relationship between the intake of herbage grazed by dairy cows and its digestibility. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 1, 53-60.
- Stockdale, C.R. 1997. Influence of energy and protein supplements on the productivity of dairy cows grazing white clover swards in spring. *Austr. J. Exp. Agri.* 37, 151-157.
- Strudsholm, F., Skovbo Nielsen, E., 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, 51 pp.
- Strudsholm, F., Skovbo Nielsen, E., Flye, J.C., Kjeldsen, A.M., Weisbjerg, M.R., Sjøgaard, K., Kristensen, V.F., Hvelplund, T. & Hermansen, J.E. 1997. Fodermiddeltabel. Rapport nr. 69, Landsudvalget for Kvæg, 53 pp.
- Studielandbrug. 1999. Årsrapport, Landbrugets Rådgivningscenter. 560 pp
- Sjøgaard, K. 1993. Nutritive value of white clover. *Herba* 6, 45-49.
- Sjøgaard, K. 1994. Kombinationer af slæt og afgræsning i græs og kløvergræs. Kvalitet og kvalitetsstyring. SP-rapport nr. 4, 71 pp.
- Sjøgaard, K & Nesheim, L. 1999. Growth, quality, and management of white clover grass pastures. NJF-utredning, Rapport nr. 126, 19-27.

- Tamminga, S. 1992. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *J. Dairy Sci.* 75, 345-357.
- Tamminga, S. & Verstegen, M.W.A. 1992. Implications of nutrition of animals on environmental pollution. *Recent Adv. Anim. Nutr.*, 113-130.
- Tamminga, S. & Südekum, K.-H. 2000. Optimize feeding value of forage protein. *Grassland Science in Europe* 5, 143-156.
- Tilley, J.M.A. & Terry, A. 1963. A two-stage technique for the digestion of forage crops. *J. British Grassld. Soc.* 18, 104-111.
- Valk, H. & Hobbelink, M.E.J. 1992. Supplementation of grazing dairy cows to reduce environmental pollution. *Proc. 14th Gen. Meet. of Eur. Grassl. fed.*, Finland, 400-405.
- Van Soest, P. J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. *J. AOAC* 46, 825-835.
- Van Soest, P.J., Robertsson, J.B. & Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- Van Vuuren, A.M. & Meijs, J.A.C. 1987. Effect of herbage composition and supplement feeding on the excretion of nitrogen in dung and urine by grazing dairy cows. I: Animal manure on grassland and fodder crops. Fertilizer or waste ? (Van der Meer, Unwin, K.J., Van Dick, T.A., Ennik, G.C., Eds.), 17-24.
- Vinther, F.P. & Jensen, E.S. 2000. Estimating legume N₂ fixation in a grass-clover mixture of grazed organic cropping systems using two ¹⁵N methods. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 78, 139-147.
- Wales, W.J., Stockdale, C.R. & Doyle, P.T. 1997. Relationships between the nutrient content of irrigated pasture on offer and that selected by grazing dairy cows. *Proceedings of the International Grassland Congress*, vol. 1, 5.9-5.10.
- Wilkins, R.J., Gibb, M.J., Huckle, C.A. & Clements, A.J. 1994. Effect of supplementation on production by spring-calving dairy cows grazing swards of different clover content. *Grass and Forage Science* 49, 465-475.
- Wilkins, R.J., Gibb, M.J. & Huckle, C.A. 1995. Lactation performance of spring-calving dairy cows grazing mixed perennial ryegrass/white clover swards of differing composition and height. *Grass and Forage Science* 50, 199-208.
- Williams, P. H. & Haynes, R. J. 1995. Effect of sheep, deer and cattle dung on herbage production and soil nutrient content. *Grass and Forage Science* 50, 263-271.
- Wilman, D., Acuna, G.H. & Michaud, P.J. 1994. Concentration of N, P, K, Ca, Mg and Na in perennial ryegrass and white clover leaves of different ages. *Grass and Forage Science* 49, 422-428.

Yarrow, N.H. & Penning, P.D. 1994. Managing grass/clover swards to produce differing clover proportions. *Grass and Forage Science*, 496-501.

Østergaard, V. 1973. Malkekøers græsoptagelse ved afgræsning. Ny beregningsmetode. *Ugeskrift for agronomer og hortonomer* 19, 308-313.

Appendiks

Tabel A-1. Kraftfoderets kemiske sammensætning for de fire blandinger med lavt og højt niveau af hhv. AAT og PBV.

AAT/PBV	År	FE/kg TS	Aske	Råprotein	Råfedt	Træstof	NFE	LHK
-----% af TS-----								
Lav/Lav	1994	1,14	7,28	12,0	6,82	7,18	66,7	40,5
	1995	1,14	7,67	13,2	7,71	8,29	63,1	37,8
	1996	1,14	7,79	12,4	7,39	7,21	65,2	38,7
Lav/Høj	1994	1,20	7,93	30,3	6,05	8,46	47,2	26,7
	1995	1,28	7,97	30,5	8,69	7,33	45,6	26,1
	1996	1,27	8,13	29,6	8,64	7,81	45,8	25,5
Høj/Lav	1994	1,10	8,69	14,9	6,69	14,0	55,8	15,2
	1995	1,12	8,99	14,3	7,23	14,1	55,4	14,5
	1996	1,11	9,08	14,2	7,41	13,2	56,0	16,3
Høj/Høj	1994	1,20	9,05	32,1	6,09	8,67	44,1	23,3
	1995	1,24	9,11	30,9	7,63	7,18	45,2	24,7
	1996	1,23	9,27	30,0	7,71	7,44	45,6	24,8

Tabel A-2. Effekt af afgrødetype, PBV og AAT på mælkeydelse og græsoptagelse pr. ko pr. dag samt standardafvigelse (SD).

	År	Afgrødetype		PBV		AAT		SD
		Græs	Kløvergræs	Lav	Høj	Lav	Høj	
Græsoptag (FE)	1994	10,5	9,8 *	10,0	10,3	10,2	10,2	0,2
	1995	9,7	9,7	9,7	9,7	9,9	9,5	0,2
	1996	9,7	9,8	9,9	9,6	9,5	10,0	0,2
Mælk (kg)	1994	26,2	25,3	25,6	25,9	25,0	26,5 *	0,5
	1995	27,1	27,7	26,5	28,3 **	27,8	26,9	0,5
	1996	26,3	26,3	26,2	26,4	26,3	26,4	0,5
Fedt (%)	1994	3,86	3,84	3,75	3,95 *	3,82	3,88	0,06
	1995	3,78	3,76	3,81	3,73	3,69	3,86 *	0,06
	1996	3,82	4,08 **	3,95	3,95	3,90	4,00	0,06
Fedt (kg)	1994	1,02	0,99	0,98	1,03 *	0,98	1,03 ^T	0,02
	1995	1,04	1,05	1,01	1,07 *	1,04	1,05	0,02
	1996	1,02	1,08 *	1,04	1,06	1,04	1,06	0,02
Protein (%)	1994	3,24	3,29	3,21	3,31 **	3,29	3,23 ^T	0,03
	1995	3,32	3,26	3,31	3,26	3,29	3,28	0,03
	1996	3,28	3,33	3,28	3,33	3,30	3,31	0,03
Protein (kg)	1994	0,87	0,85	0,84	0,87 ^T	0,84	0,87 ^T	0,01
	1995	0,90	0,91	0,89	0,93 *	0,92	0,89 ^T	0,01
	1996	0,88	0,89	0,87	0,89	0,88	0,88	0,01
EKM (kg)	1994	25,8	25,0	24,9	25,8	24,8	25,9 ^T	0,4
	1995	26,3	26,7	25,7	27,3 *	26,7	26,3	0,4
	1996	25,5	26,4	25,7	26,1	25,7	26,1	0,4

Indenfor hhv. afgrødetype, PBV og AAT:

^T: 0,1≤p<0,05 (tendens), *: 0,05≤p<0,01, **: 0,01≤p<0,001, ***: p≤0,001.

Tabel A-3. Effekt af tilskudsfodertype på mælkeydelse og græsoptagelse **pr. ko pr. dag** samt standardafvigelse (SD).

	År	Lav AAT		Høj AAT		SD
		Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV	
Græsoptag (FE)	1994	10,0	10,4	10,1	10,2	0,3
	1995	9,7	10,1	9,6	9,4	0,3
	1996	9,7	9,3	10,1	9,8	0,3
Mælk (kg)	1994	24,8	25,2	26,5	26,5	0,7
	1995	26,6 ^a	29,1 ^b	26,3 ^a	27,5 ^{ab}	0,7
	1996	26,4	26,2	26,1	26,7	0,7
Fedt (%)	1994	3,62 ^a	4,02 ^b	3,88 ^b	3,87 ^b	0,08
	1995	3,71 ^{ab}	3,67 ^a	3,92 ^b	3,79 ^{ab}	0,08
	1996	3,89	3,92	4,01	3,98	0,08
Fedt (kg)	1994	0,92 ^a	1,04 ^b	1,03 ^b	1,03 ^b	0,03
	1995	0,99 ^a	1,09 ^b	1,04 ^{ab}	1,05 ^{ab}	0,03
	1996	1,03	1,04	1,06	1,07	0,03
Protein (%)	1994	3,20 ^a	3,39 ^b	3,23 ^a	3,24 ^a	0,04
	1995	3,30	3,28	3,33	3,24	0,04
	1996	3,25	3,35	3,31	3,32	0,04
Protein (kg)	1994	0,81 ^a	0,87 ^b	0,87 ^b	0,87 ^b	0,02
	1995	0,89 ^a	0,96 ^b	0,89 ^a	0,90 ^a	0,02
	1996	0,87	0,89	0,88	0,89	0,02
EKM (kg)	1994	23,9 ^a	25,8 ^b	25,9 ^b	25,9 ^b	0,6
	1995	25,3 ^a	28,0 ^b	26,1 ^a	26,5 ^{ab}	0,6
	1996	25,6	25,8	25,9	26,4	0,6

^{a,b,c,d}: Signifikant forskellige værdier ($p < 0,05$).

Tabel A-4. Effekt af **afgrødetype og PBV niveau** på mælkeydelse og græsoptagelse **pr. ko pr. dag** samt standardafvigelse (SD).

	År	Græs		Kløvergræs		SD
		Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV	
Afgrøde						
FE/kg TS	1994	1,01	1,03	1,01	1,02	
	1995	1,00	1,00	1,04	1,05	
	1996	1,02	1,07	1,06	1,07	
NDF (% af TS)	1994	40,6	41,3	34,6	35,5	
	1995	40,8	39,7	31,2	32,6	
	1996	38,5	37,4	27,7	29,1	
Råprotein (% af TS)	1994	21,4	22,4	21,6	22,8	
	1995	20,8	22,3	26,9	25,5	
	1996	25,1	24,9	27,6	27,6	
Ca (% af TS)	1994	0,50	0,53	0,78	0,81	
	1995	0,55	0,60	0,96	0,92	
	1996	0,44	0,45	0,89	0,82	
Kørne						
Græsoptag (FE)	1994	10,1	10,9 ^T	9,9	9,7	0,3
	1995	9,6	9,7	9,7	9,7	0,3
	1996	9,9	9,5	10,0	9,6	0,3
Mælk (kg)	1994	26,0	26,4	25,3	25,3	0,7
	1995	26,0	28,2 [*]	26,9	28,4	0,7
	1996	26,0	26,7	26,5	26,2	0,7
Fedt (%)	1994	3,70	4,02 ^{**}	3,81	3,87	0,08
	1995	3,84	3,72	3,79	3,74	0,08
	1996	3,86	3,78	4,04	4,12	0,08
Fedt (kg)	1994	0,97	1,07 ^{**}	0,98	0,99	0,03
	1995	1,01	1,07	1,02	1,07	0,03
	1996	1,01	1,03	1,08	1,08	0,03
Protein (%)	1994	3,19	3,29 [*]	3,24	3,34 ^T	0,04
	1995	3,34	3,29	3,29	3,23	0,04
	1996	3,26	3,30	3,30	3,36	0,04
Protein (kg)	1994	0,85	0,89	0,83	0,86	0,02
	1995	0,88	0,93 [*]	0,90	0,93	0,02
	1996	0,86	0,90	0,89	0,89	0,02
EKM (kg)	1994	24,8	26,7 [*]	25,0	25,0	0,6
	1995	25,3	27,2 [*]	26,1	27,4	0,6
	1996	25,1	25,8	26,4	26,4	0,6

Indenfor afgrødetype: ^T: 0,1 ≤ p < 0,05 (tendens), * : 0,05 ≤ p < 0,01, ** : 0,01 ≤ p < 0,001, *** : p < 0,001.

Tabel A-5. Effekt af afgrødetype og PBV niveau på N balancen i marken (kg N/ha/sæson).

	År	Græs		Kløvergræs	
		Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV
N optag (græs)	1994	293	329	249	248
	1995	254	269	347	345
	1996	316	309	335	342
N optag (stald)	1994	146	278	127	242
	1995	148	272	151	287
	1996	155	293	152	285
N i mælk	1994	118	124	94	98
	1995	109	117	118	125
	1996	116	122	110	116
N i tilvækst	1994	5	4	4	4
	1995	7	5	4	4
	1996	7	6	4	5
N i urin	1994	171	326	159	270
	1995	148	279	239	356
	1996	205	328	237	366
N i gødning	1994	145	153	119	118
	1995	139	141	137	147
	1996	143	145	136	141
Udnyttelse (%)	1994	28,0	21,1	26,1	20,8
	1995	28,7	22,5	24,4	20,4
	1996	26,0	21,3	23,5	19,2

Tabel A-6. Effekt af afgrødetype, PBV niveau og AAT niveau på **N balancen i koen (g N/dag)** samt standardafvigelse (SD).

	År	Afgrødetype		PBV		AAT		SD
		Græs	Kløvergræs	Lav	Høj	Lav	Høj	
N optag (græs)	1994	370	350	349	370 ^T	359	361	9
	1995	326	401 ^{***}	364	363	369	358	9
	1996	356	408 ^{***}	390	375	374	391	9
N optag (stald)	1994	250	262 ^{***}	176	336 ^{***}	242	270 ^{***}	0,9
	1995	269	264 ^{***}	189	343 ^{***}	262	271 ^{***}	0,9
	1996	269	269	193	346 ^{***}	261	277 ^{***}	0,9
N i mælk	1994	139	133	132	140 [*]	134	138	3
	1995	136	139	134	141 ^T	140	135	3
	1996	135	135	134	136	135	135	3
N i tilvækst	1994	5,9	5,8	6,6	5,1	6,8	4,9 ^T	0,8
	1995	7,7	5,3 [*]	7,1	5,9	6,7	6,3	0,8
	1996	7,9	5,7 [*]	7,0	6,6	6,6	7,0	0,8
N i urin	1994	304	307	221	391 ^{***}	295	316 ^{***}	4
	1995	282	355 ^{***}	246	391 ^{***}	316	321 ^{***}	4
	1996	317	369 ^{***}	274	412 ^{***}	331	355 ^{***}	4
N i gødning	1994	172	165	166	171	165	171	3
	1995	170	164	166	168	168	166	3
	1996	166	167	168	166	162	171	3
N udnyttelse (%)	1994	23,8	23,1 [*]	26,4	20,5 ^{***}	23,8	23,0 ^{**}	0,2
	1995	24,6	22,0 ^{***}	25,7	20,8 ^{***}	23,8	22,8 ^{**}	0,2
	1996	23,1	21,1 ^{***}	24,3	19,9 ^{***}	22,6	21,6 ^{***}	0,2

Indenfor hhv. afgrødetype, PBV og AAT:

^T: 0,1≤p<0,05 (tendens), * : 0,05≤p<0,01, ** : 0,01≤p<0,001, *** :p≤0,001.

Tabel A-7. Effekt af tilskudsfordertype på **N balancen i koen (g N/dag)**, gennemsnit over år samt standardafvigelse (SD).

		Lav AAT		Høj AAT		SD
		Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV	
N optag (græs)	1994	343 ^a	374 ^a	355 ^a	367 ^a	13
	1995	364 ^a	375 ^a	364 ^a	352 ^a	13
	1996	381 ^a	366 ^a	398 ^a	384 ^a	13
	Gennemsnit	363	372	372	367	7
N optag (stald)	1994	154 ^a	330 ^c	197 ^b	342 ^d	1
	1995	180 ^a	343 ^c	199 ^b	343 ^c	1
	1996	180 ^a	343 ^c	206 ^b	349 ^d	1
	Gennemsnit	171 ^a	339 ^c	201 ^b	345 ^d	0,7
N i mælk	1994	126 ^a	141 ^b	138 ^b	139 ^b	4
	1995	133 ^a	147 ^b	135 ^a	135 ^a	4
	1996	133 ^a	137 ^a	135 ^a	136 ^a	4
	Gennemsnit	131 ^a	142 ^c	136 ^{ab}	137 ^{bc}	2
N i tilvækst	1994	7,7 ^b	5,9 ^{ab}	5,5 ^{ab}	4,4 ^a	1
	1995	7,4 ^a	6,0 ^a	6,8 ^a	5,7 ^a	1
	1996	6,4 ^a	6,8 ^a	7,6 ^a	6,4 ^a	1
	Gennemsnit	7,2 ^a	6,2 ^a	6,6 ^a	5,5 ^a	0,6
N i urin	1994	205 ^a	386 ^c	236 ^b	396 ^c	5
	1995	240 ^a	392 ^b	253 ^a	390 ^b	5
	1996	260 ^a	403 ^c	288 ^b	421 ^d	5
	Gennemsnit	235 ^a	394 ^c	259 ^b	403 ^d	3
N i gødning	1994	159 ^a	171 ^{ab}	173 ^b	170 ^{ab}	5
	1995	163 ^a	173 ^a	168 ^a	164 ^a	5
	1996	162 ^a	163 ^a	173 ^a	168 ^a	5
	Gennemsnit	161 ^a	169 ^{ab}	172 ^b	167 ^{ab}	3
N udnyttelse (%)	1994	26,8 ^c	20,9 ^a	25,9 ^b	20,2 ^a	0,3
	1995	26,1 ^c	21,4 ^b	25,3 ^c	20,2 ^a	0,3
	1996	24,9 ^c	20,2 ^a	23,6 ^b	19,5 ^a	0,3
	Gennemsnit	25,9 ^d	20,8 ^b	25,0 ^c	20,0 ^a	0,2

^{a,b,c,d}: Signifikant forskellige ($p < 0,05$) værdier.

Tabel A-8. Effekt af afgrødetype og PBV niveau på **N balancen i koen (g N/dag)**, gennemsnit samt standardafvigelse (SD).

		Græs		Kløvergræs		SD
		Lav PBV	Høj PBV	Lav PBV	Høj PBV	
N optag (græs)	1994	348	392 *	351	348	13
	1995	316	337	412	390	13
	1996	366	347	413	403	13
	Gennemsnit	343	359	392	380	7
N optag (stald)	1994	171	330 ***	180	343 ***	1
	1995	192	347 ***	187	340 ***	1
	1996	192	347 ***	193	345 ***	1
	Gennemsnit	185	341 ***	187	343 ***	0,7
N i mælk	1994	134	143 ^T	130	137	4
	1995	131	141 *	138	141	4
	1996	133	137	134	136	4
	Gennemsnit	133	140 **	134	138	2
N i tilvækst	1994	6,7	5,1	6,5	5,2	1
	1995	8,7	6,6	5,5	5,1	1
	1996	8,2	7,6	5,8	5,6	1
	Gennemsnit	7,9	6,5 ^T	5,9	5,3	0,6
N i urin	1994	212	396 ***	229	385 ***	5
	1995	200	365 ***	293	418 ***	5
	1996	250	384 ***	298	440 ***	5
	Gennemsnit	220	382 ***	274	414 ***	3
N i gødning	1994	167	177	165	164	5
	1995	169	171	163	166	5
	1996	167	165	168	166	5
	Gennemsnit	167	171	165	165	3
N udnyttelse (%)	1994	27,0	20,5 ***	25,7	20,5 ***	0,3
	1995	27,5	21,6 ***	24,0	20,0 ***	0,3
	1996	25,4	20,8 ***	23,2	19,0 ***	0,3
	Gennemsnit	26,6	21,0 ***	24,3	19,8 ***	0,2

Indenfor afgrødetype:

^T: 0,1≤p<0,05 (tendens), * : 0,05≤p<0,01, ** : 0,01≤p<0,001, *** :p≤0,001.

DJF Foulum

Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19
djf@agrsci.dk. www.agrsci.dk

Direktion
Direktionssekretariat, Økonomisekretariat

Afdeling for Animalske Fødevarer
Afdeling for Husdyravl og Genetik
Afdeling for Husdyrernæring og Fysiologi
Afdeling for Husdyrsundhed og Velfærd
Afdeling for Jordbrugssystemer
Afdeling for Plantevækst og Jord

Afdeling for Markdrift
Afdeling for Stalldrif
Afdeling for Analytisk kemi
Informationsenhed
IT-funktion
Biblioteksfunktion
International Enhed

DJF Årslev

Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev
Tlf. 63 90 43 43. Fax 63 90 43 90

Afdeling for Prydplanter og
Vegetabilske Fødevarer

DJF Flakkebjerg

Flakkebjerg, 4200 Slagelse
Tlf. 58 11 33 00. Fax 58 11 33 01

Afdeling for Plantebiologi
Afdeling for Plantebeskyttelse
Afdeling for Infrastruktur

DJF Bygholm

Schüttesvej 17, 8700 Horsens
Tlf. 76 29 60 00. Fax 76 29 61 00

Afdeling for Jordbrugsteknik
Driftsfunktion

ISSN 1397-9884

Enheder på andre lokaliteter

Afdeling for Sortsafprøvning
Teglværksvej 10, Tystofte
4239 Skælskør
Tlf. 58 16 06 00. Fax 58 16 06 06

Askov Forsøgsstation
Vejenvej 55, 6600 Vejen
Tlf. 75 36 02 77. Fax 75 36 62 77

Bioteknologigruppen
(Afd. f. Plantebiologi)
Thorvaldsensvej 40, 1.
1871 Frederiksberg C
Tlf. 35 28 25 88. Fax 35 28 25 89

Borris Forsøgsstation
Vestergade 46, 6900 Skjern
Tlf. 97 36 62 33. Fax 97 36 65 43

Den Økologiske Forsøgsstation
Rugballegård
Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax 75 62 48 80

Foulumgård, Postboks 50
8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19

Jyndevad Forsøgsstation
Flensborgvej 22, 6360 Tinglev
Tlf. 74 64 83 16. Fax 74 64 84 89

Rønhave Forsøgsstation
Hestehave 20, 6400 Sønderborg
Tlf. 74 42 38 97. Fax 74 42 38 94

Silstrup Forsøgsstation
Højmarken 12, 7700 Thisted
Tlf. 97 92 15 88. Fax 97 91 16 96

Tylstrup Forsøgsstation
Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup
Tlf. 98 26 13 99. Fax 98 26 02 11