

Kvælstof til græs i 1. og 2. brugsår

Nitrogen and grass, 1st and 2nd harvest year

M. BISGÅRD MADSEN og KAREN SØEGAARD

Resumé

I alm. rajgræs blev der under uvandede forhold udført N-gødningsforsøg på fire forskellige jordtyper over en 5-års periode. I 1. brugsår var der dels fastlagte N-mængder (0, 325, 450 og 575 kg N/ha) og dels forsøg med N-styring. I 2. brugsår blev eftervirkningen målt ved 450 kg N/ha til alle led.

Mineraliseringspotentialet var meget forskelligt på de fire forsøgssteder. Dette havde imidlertid næsten ingen indvirkning, idet udbyttet og afgrødekvaliteten i de gødede behandlinger var næsten uafhængige af forsøgsstedet.

Nitratkoncentrationen i afgrøden steg gennem vækstsæsonen som følge af en stigende råprotein-koncentration. Stigningen blev imidlertid modvirket af det forhold, at nitratkoncentrationen senere i vækstsæsonen først steg ved en større råproteinkoncentration.

Udbyttet i 2. brugsår faldt med stigende N-tilførsel i 1. brugsår. Effekten kom især til udtryk i 1.

slæt i 2. brugsår, og i sidste halvdel af vækstsæsonen var der ingen forskel. Denne eftervirkning bevirkede, at totaludbyttet for 1. og 2. brugsår ikke var signifikant forskelligt for de gødede behandlinger.

Forskellig fordeling af 400 kg N/ha til 1. og 2. slæt gav samme tørstofudbytte på alle jordtyper, men kvaliteten blev kraftigt påvirket. Kvaliteten var mest konstant jo mere ligeligt N blev fordelt.

Årsudbyttet var størst ved den mest ligelige fordeling gennem vækstsæsonen (33, 22, 22, 22 pct. til fire slæt) frem for en skæv fordeling med en større mængde til 1. og 2. slæt. Til gengæld var udbyttet i 2. brugsår i de fleste tilfælde størst efter en skæv fordeling, hvorved der var ringe forskel på totaludbyttet for 1. og 2. brugsår.

En form for N-styring blev afprøvet, hvor N-tilførslen til de første slæt var fastlagt på forhånd, mens N-tilførslen til de sidste slæt afhang af den høstede N-mængde. Metoden fandtes imidlertid ikke brugbar, da den undervurderede N-behovet.

Nøgleord: Græs, kvælstof, N-fordeling, N-styring.

Summary

Experiments with N-fertilization were carried out on nonirrigated perennial ryegrass on four different soil types over five years. In the first harvest year there were both fixed N-rates (0, 325, 450 and 575 kg N/ha) and experiments with N-man-

agement. In the second harvest year the residual effect was measured at 450 kg N/ha in all treatments.

The mineralization potential was very different at the four different experimental sites. However,

this was insignificant, as the yield and the herbage quality in the fertilized treatments were virtually independent of the experimental site.

The concentration of nitrate in the herbage increased during the growing season as a result of an increasing concentration of protein. However, the increase was counteracted by the fact, that the concentration of nitrate increased with a higher concentration of protein later in the growing season.

The yield in the second harvest year decreased with increasing N-rates in the first harvest year. The effect was highest in the first cut in the second harvest year, and in the last part of the growing season there was no effect. This residual effect led to no significant difference between the total yield for first and second harvest year in the fertilized treatments.

Different distribution of 400 kg N/ha applied to

the first and second cut gave the same dry matter yield on all soil types, however, the herbage quality was strongly affected. The quality was most constant with the most even distribution.

The total yield was the highest with the most even distribution of N during the growing season (33, 22, 22, 22% to four cuts) rather than an uneven distribution with a higher amount applied to the first and second cut. Conversely, the yield in the second harvest year was in most cases higher after an uneven distribution, and because of this there was almost no difference in the total yield between the first and second harvest year.

A form of N-management was examined, where the N-rates applied to the first cuts were fixed, and the N-rates to the last cuts were dependent on the harvested N-amount. The method was not workable, however, as it undervalued the need for N.

Key words: Grass, nitrogen, N-distribution, N-management.

Indledning

I løbet af vækstperioden forekommer normalt regnfattige perioder med tørkestress. Under uvandede forhold kan der derfor være perioder med dårlig udnyttelse af det tilførte kvælstof. Tidligere forsøg med stigende mængder kvælstof til græs har vist, at under tørre forhold kan det føre til u hensigtsmæssig gødskning, når kvælstofmængden til de enkelte slæt fastlægges på forhånd. Det blev konkluderet, at målet var at udforme en gødskningsstrategi, der sikrer, at kvælstoftilførslen til de enkelte slæt optimeres, og at det kunne være hensigtsmæssigt at overforsyne 1. og 2. slæt med kvælstof for at sikre, at der er tilstrækkelig med kvælstof til rådighed for det efterfølgende slæt, hvis der ikke kommer regn efter udbringning af gødningen (8). En strategigødskning kunne tage højde for dette forhold ved at lade N-tilførslen afhænge af den høstede N-mængde ved tidligere slæt. En form for strategigødskning blev derfor afprøvet i forsøget og sammenlignet med et traditionelt gødningsforsøg.

Store N-tilførsler kan udtynde græsbestanden og evt. også mindske overvintringsevnen. Eftervirkningen på produktionen i 2. brugsår blev derfor også undersøgt.

Materiale og metoder

1. brugsår

N-tilførsel (kg N/ha) med fast tildeling (alle forsøgsår):

Led	1. slæt	2. slæt	3. slæt	4. slæt	I alt
1	0	0	0	0	0
2	100	75	75	75	325
3	150	100	100	100	450
4	200	125	125	125	575

N-styring i 3. og 4. slæt (1979-81), kg N/ha:

Led	Til rådighed				I alt
	1. slæt	2. slæt	3. slæt	4. slæt	
5	250	150	200	140	400-740
6	300	100	165	130	400-695
7	350	50	150	115	400-665
8	400	0	150	115	400-665
9	500	0	250	175	500-925

N-styring i 2., 3. og 4. slæt (1982-83), kg N/ha:

Led	Til rådighed				I alt
	1. slæt	2. slæt	3. slæt	4. slæt	
10	200	225	175	115	maks. 715
11	250	225	175	115	maks. 765
12	300	225	175	115	maks. 815

Tabel 1. Forsøgsstedernes jordtyper og indhold af tilgængeligt vand (3) samt forsøgsår.
The soil type and content of available water in the research fields and the year of experiment.

Sted <i>Place</i>	Jordtype <i>Soil type</i>	JB nr.	Tilgængeligt vand <i>Available water</i> 0-100 cm	1. br. år <i>1st year</i>	2. br. år <i>2nd year</i>
Borris	Fin lerbl. sand <i>Loamy sand</i>	4	126	1980-83	1982-83
Ødum	Fin sandbl. ler <i>Sandy loam</i>	6	148	1979-83	1980-84
Silstrup	Ler <i>Clay</i>	7	169	1979-83	1980-84
Højer	Ler (Marsk) <i>Clay (Marsh)</i>	7	279	1980-83	1981-84

N-tilførslen ved slæt med N-styring blev bestemt ved:

$\text{kg N/ha til rådighed} \div \text{N fra de foregående slæt}$.
 Sidstnævnte blev bestemt som $\text{tilført-N} \div \text{høstet N}$.

N-tilførslen kunne således først foretages, når mængden af høstet N var bestemt ca. tre dage efter slæt.

2. brugsår

Eftervirkning af forsøgsbehandlingerne blev målt i 2. brugsår. Der blev gødet med 450 kg N/ha fordelt som i led 3 i 1. brugsår.

Forsøget blev udført ved 4 forsøgsstationer, jf. tabel 1. Afgrøden var middeltidig alm. rajgræs, Melino. Slættidspunkterne var i både 1. og 2. brugsår ca. 1. juni, 10. juli, 20. august og 20. oktober. Forsøgsplanen var et systematisk blokforsøg.

N blev tilført i form af kalkammonsalpeter. P og K blev tildelt om foråret med de omtrentlige mængder: 40 P og 210 K ved Ødum, 40 P og 100 K ved Silstrup, 30 P og 250 K ved Borris og 15 P og 40 K ved Højer.

Udbyttet er korrigeret for jordiblanding (7). Råproteinudbyttet og koncentrationen i 1. brugsår er korrigeret for nitrat, da nitratkoncentrationen i en del tilfælde var meget høj.

Foderenheder er beregnet som fedningsfoderenheder:

$\text{FFE/kg organisk stof} = 1,43 (\text{pct. ford. org.stof} \cdot 100 - \text{pct. ford. råprotein} \cdot 0,06 + 1,84) \text{V}$ (6).

Da N-koncentrationen i afgrøden ved de høje N-tilførsler ofte var meget høj, ville en beregning af skandinaviske foderenheder have overestimeret koncentrationen af foderenheder, pga. faktoren 1,43 for fordøjeligt råprotein.

Resultater

Klimaet var principielt det samme på alle forsøgssteder, og som eksempel er nedbør og fordampning vist ved Ødum i fig. 1. Klimaet var til gengæld meget forskelligt i de enkelte forsøgsår. Der var meget nedbørsfattige perioder i følgende slætperioder: 1. i 1980, 1. i 1981, 3. i 1982 og 2. + 3. i 1983. I 3. slætperiode i 1982 og 1983 blev den ringe nedbør fulgt af en meget høj fordampning, hvorfor tørkestresset var ekstra stort. 1. slætperiode i 1983 var til gengæld nedbørsrig og med lav fordampning. 3. slætperiode 1980 var også meget regnfuld, og her var nedbørsmængden ved Ødum meget større end ved de øvrige forsøgssteder, men alle steder var nedbøren større end fordampningen.

Fast N-tildeling (led 1-4)

1. brugsår

Der blev fundet forholdsvis store forskelle i udbyttet i det ugødede forsøgsled de fire steder, mens udbytteforskellene var langt mindre, når der blev tildelt N-gødning. På de letteste jorde, Borris og Ødum, var udbyttene lavest og N-virkningen størst, tabel 2.

Udnyttelsen af det tilførte kvælstof (høstet N i pct. af tilført N) var højest i de lavestgødede forsøgsled, især på lerjordene ved Silstrup og Højer. N-udnyttelsen faldt med stigende N-tilførsel, med det største fald på lerjordsstationerne, tabel 3. De anførte gennemsnit i tabellen dækker over en stor årsvariation, eksempelvis var den gennemsnitlige udnyttelse i 1980 på 85 pct. og i 1983 på 70 pct. Årsagen hertil skal især søges i den tidligere nævnte tørke i 2. og 3. slætperiode 1983.

I tabellen er også anført den høstede kvælstof-

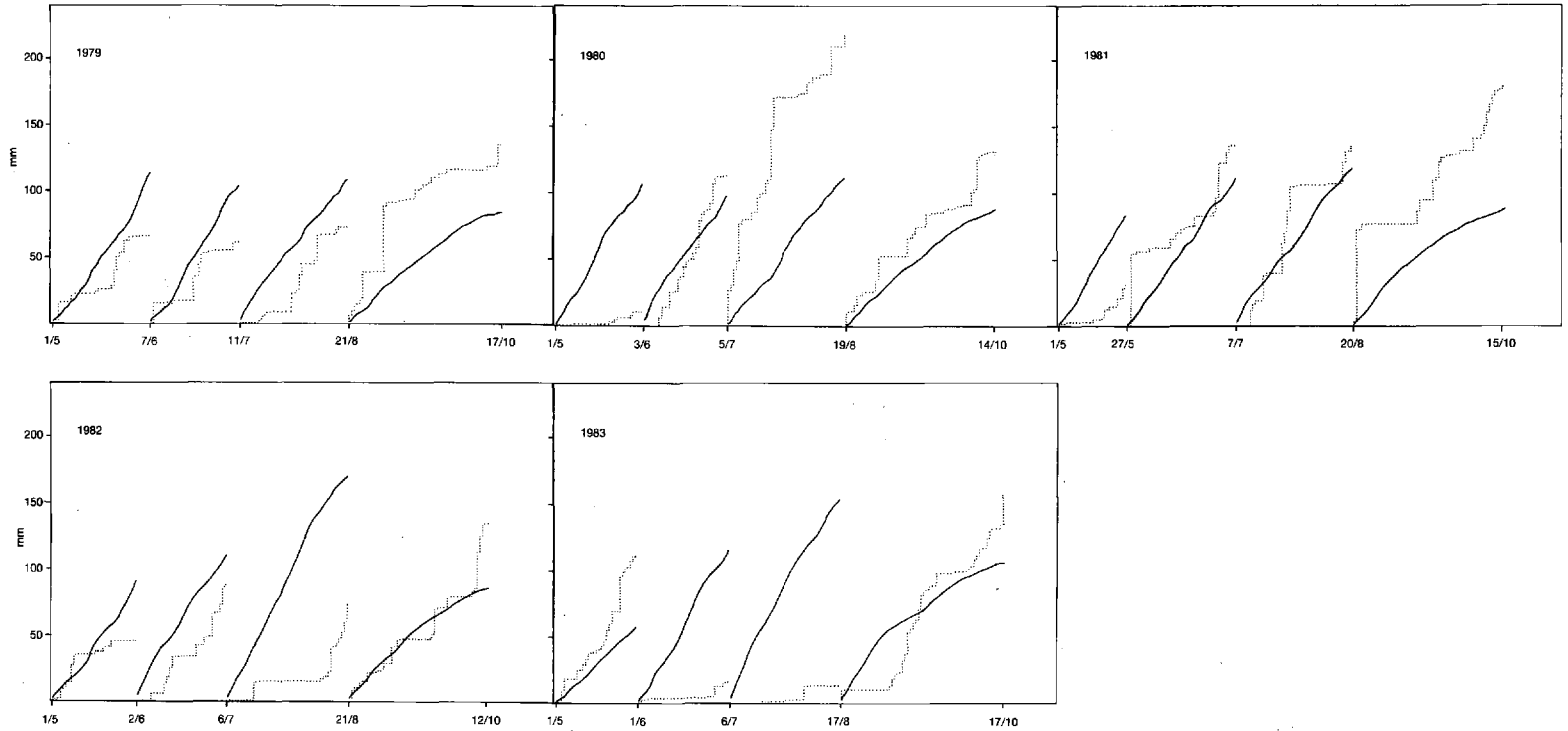


Fig. 1. Klimaforhold. Potentiel fordampning (—) og nedbør (·····), summeret for de enkelte slætperioder ved Ødum. Datoerne på x-aksen angiver vækststart og slættidspunkt.
 Climate. Potential evapotranspiration (—) and precipitation (·····) accumulated for the single harvest periods at Ødum. The dates indicate beginning of growth and time for harvests.

Table 2. Udbytte af fednings-foderenheder pr. ha, 1. brugsår, 1980-83.
Yield of feed units per ha, 1st harvest year, 1980-83.

Sted Location	Tilført/Applied				Gns./Mean	LSD (+0N)
	0N	325N	450N	575N		
Borris	1.582	9.470	10.820	11.302	10.531	
Ødum	2.849	9.942	11.027	11.663	10.877	
Silstrup	3.630	10.781	11.751	12.277	11.603	753
Højer	4.090	10.758	11.347	11.701	11.268	
Gns. Mean		10.238	11.236	11.736		
LSD (+0N)			652			

mængde i det ugødede forsøgsled. Den største mængde (ca. 50 pct.) blev høstet i 1. slæt. Det ses, at nettomineraliseringen har været stigende med bedre jordtype.

Udbytteprofilen var ikke i nævneværdig grad påvirket af N-mængden, fig. 2a. Det højeste udbytte blev høstet i 1. slæt, hvor der blev høstet ca. 40 pct. af totaludbyttet. Det laveste udbytte blev høstet i 3. slæt, ca. 15 pct. af totaludbyttet. Årsagen til det relativt lave udbytte i 3. slæt skyldes, som tidligere omtalt, at der i flere af forsøgsårene, især i 1982 og 1983, var meget tørt i 3. slætpæriode.

Afgrødens kemiske sammensætning blev derimod stærkt påvirket af den tilførte N-mængde og af tidspunktet i vækstsæsonen, fig. 2b og 2c. Råproteinkoncentrationen steg kraftigt med N-tilførslen. Råproteinkoncentrationen steg forholdsvis meget gennem vækstsæsonen, med størst stigning fra 3. til 4. slæt. Når både tørstofudbyttet og

råproteinkoncentrationen var større i 4. slæt end i 3. slæt, må det især skyldes, at der har været mulighed for at udnytte noget af gødningen fra 3. slæt.

Træstofkoncentrationen varierede meget, især afveg det ugødede græs fra tendensen i det gødede græs. I forsøgsleddene med N-gødet græs blev de højeste koncentrationer fundet i 1. slæt, og indholdet var aftagende gennem vækstsæsonen. Der var en tendens til faldende koncentration med stigende N-tilførsel med undtagelse af 2. slæt.

Koncentrationen af nitrat i den høstede afgrøde var mindst i 1. slæt og steg gennem vækstsæsonen, fig. 2d. Der var imidlertid en stor årsvariation. Koncentrationen ved 450 kg N/ha varierede således fra 0,01 pct. NO₃-N og op til hhv. 0,05, 0,25, 0,19 og 0,51 pct. NO₃-N i de enkelte slæt fra 1. til 4. slæt. De højeste værdier blev fundet på lærjordsstationerne Silstrup og Højer. Årsagen til

Table 3. N-udnyttelse (høstet-N i pct. af tilført-N), samt kg N høstet ved 0 N. 1. brugsår, 1980-83.
N-utilization (harvested N in % of applied N), and kg N harvested at 0 N. 1st harvest year, 1980-83.

Sted Location	N-udnyttelse N-utilization				Gns. Mean	Høstet-N Harvested-N kg N/ha 0 N
	325 N	450 N	575 N			
Borris	77	79	75	77	26	
Ødum	79	76	72	76	48	
Silstrup	86	81	73	80	58	
Højer	85	77	69	77	67	
Gns. Mean	82	78	72			

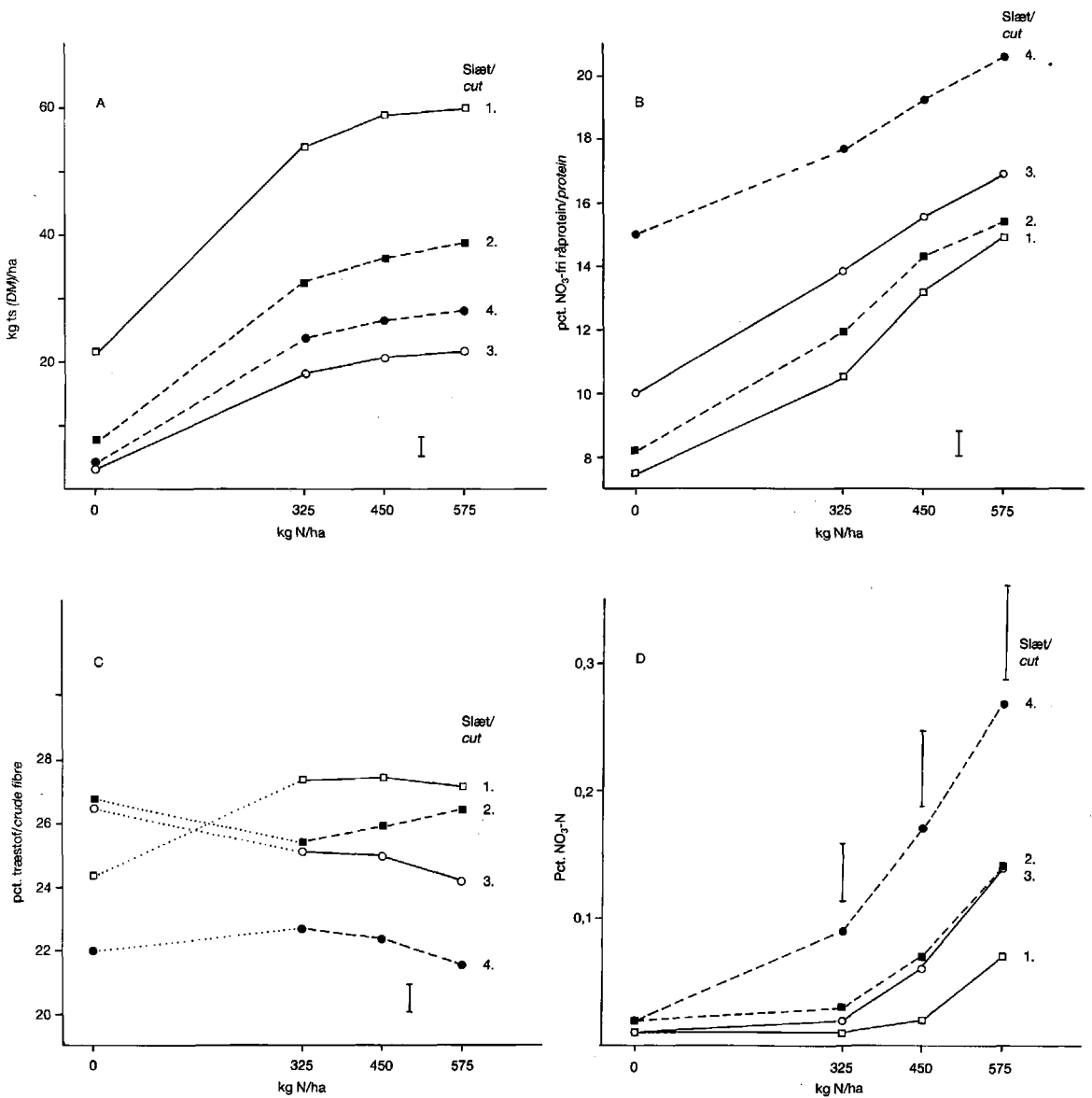


Fig. 2. Tørstofudbytte og -kvalitet i de enkelte slæt ved forskelligt N-niveau. 1. brugsår, alle forsøgssteder 1980-83.
 Dry matter yield and quality in the single cuts at different N-level. 1st harvest year, all experimental sites, 1980-83.

[LSD

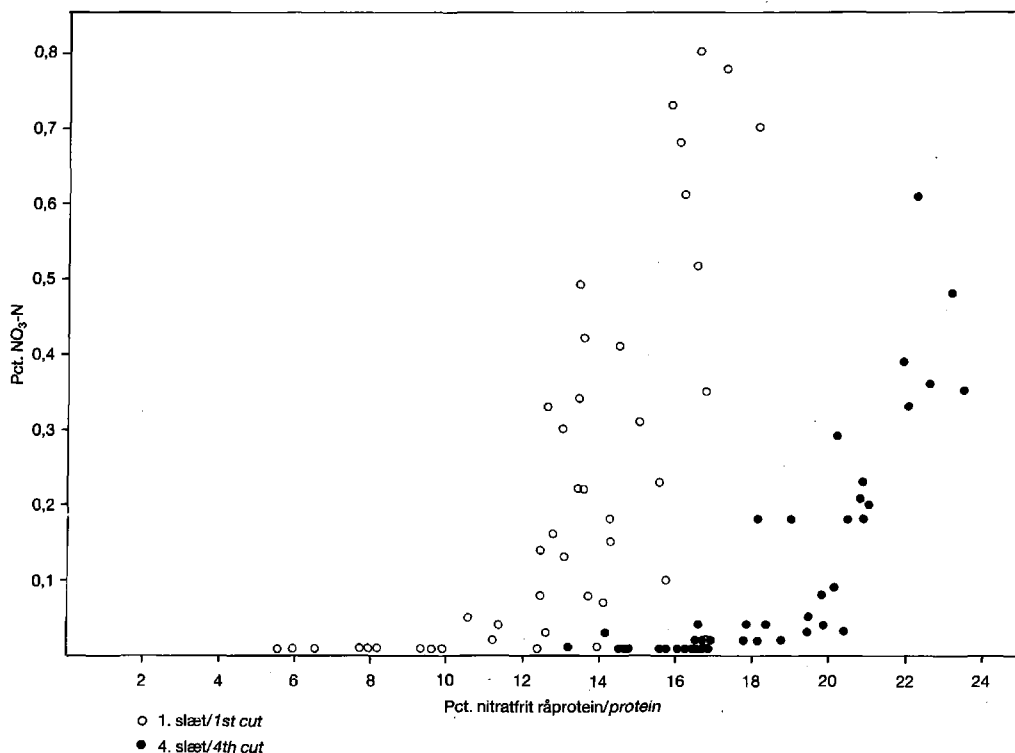


Fig. 3. Afgrødens nitratkoncentration i relation til koncentrationen af nitratfrit råprotein ved 1. og 4. slæt, Silstrup 1979-83. Resultater fra led 1-12.

The concentration of nitrate in the herbage in relation to the concentration of protein at 1st and 4th cut, Silstrup 1979-83.

den store årsvariation kunne ikke findes i tørkestress, da der ikke var sammenhæng mellem tørke i slætperioden og nitratkoncentrationen ved slæt.

Koncentrationen af nitrat er normalt minimal ved lave råproteinkoncentrationer, men over en vis tærskelværdi af råproteinkoncentration, stiger nitratkoncentrationen eksponentielt. Den stigende nitratkoncentration gennem vækstsæsonen har således primært været en følge af den stigende råproteinkoncentration (jf. fig. 2b). Stigningen i nitratkoncentrationen var imidlertid mindre end råproteinændringen i sig selv kunne betinge, da tærskelværdien steg gennem vækstsæsonen. Dette forhold er vist med et eksempel i fig. 3, hvor det ses, at nitratkoncentrationen i 1. slæt alle år ved Silstrup steg kraftigt over ca. 12 pct. råprotein, mens stigningen ved 4. slæt først fandtes over 19 pct. råprotein. Tærskelværdierne var lidt lavere

ved lerjordsstationerne Silstrup og Højer end ved Ødum og Borris.

Der var nogen forskel på afgrødernes indhold af råprotein og træstof de fire forsøgssteder, fig. 4. Råproteinindholdet var i gennemsnit højest på de letteste jorde ved Borris og Ødum og lavest på de sværeste jorde ved Silstrup og Højer, ligesom virkningen af N-tilførslen synes at være størst på de letteste jordtyper. Træstofindholdet var højest ved Silstrup og lavest ved Højer. Det relativt høje indhold ved Silstrup skyldes sandsynligvis, at 1. slæt blev høstet lidt senere end ved de øvrige forsøgssteder.

De fundne forskelle i råprotein- og træstofindhold påvirkede koncentrationen af foderenheder. Den laveste koncentration blev således fundet ved Silstrup og Borris og den højeste ved Højer.

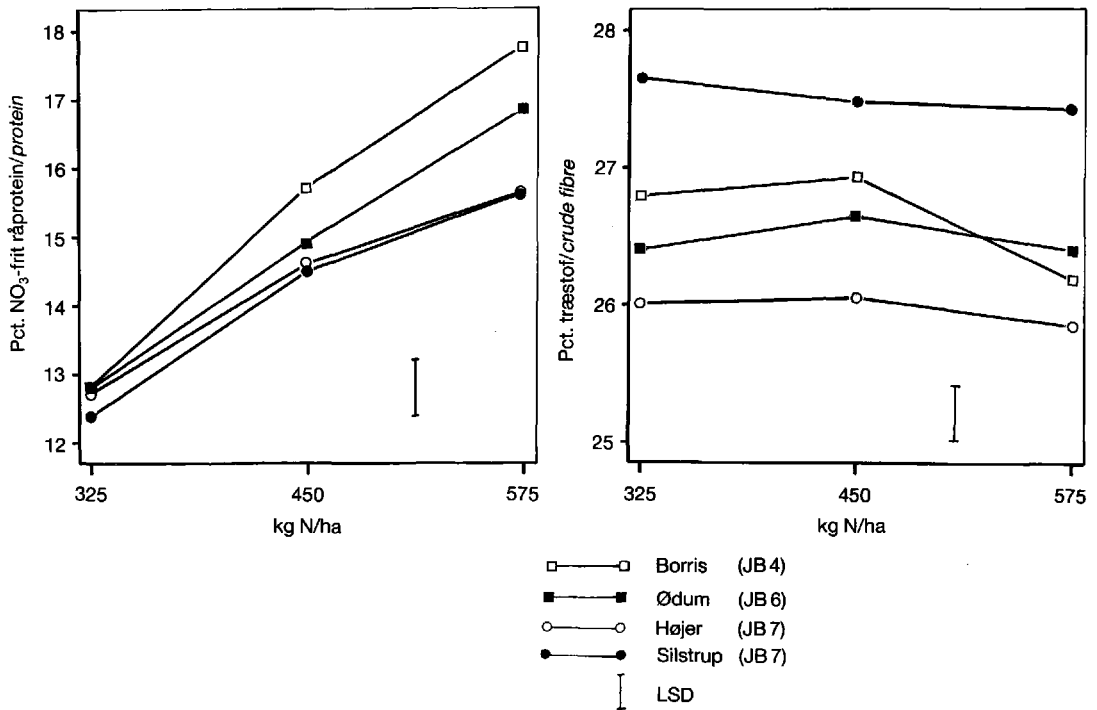


Fig. 4. Indhold af råprotein og træstof i pct. af tørstof ved de forskellige forsøgssteder, 1. brugsår, 1980-83. Content of CP and CF in the herbage at the different experimental sites, 1st harvest year, 1980-83.

2. brugsår

Udbyttet i 1. slæt af 2. brugsår steg en del med faldende N-tilførsel i 1. brugsår, fig. 5. I 2. slæt var der kun små forskelle, og i de sidste slæt var forskellen udlignet.

Afgrødequaliteten blev påvirket af den forskellige afgrødeproduktion, selv om N-tilførslen var den samme til alle behandlinger i 2. brugsår. I 1. slæt i 2. brugsår steg råproteinconcentrationen således i gennemsnit fra 15,5 til 17,6 pct. fra laveste til højeste N-niveau i 1. brugsår, mens træstofconcentrationen faldt fra 27,6 til 25,7 pct. Tørstofproduktionen faldt samtidig fra 5,7 til 3,8 t tørstof/ha.

Udbyttenedgangen forårsaget af N-niveauet i 1. brugsår kan i alle forsøg henføres til en svækket plantebestand ved vækstens begyndelse i 2. brugsår, tabel 4.

Det bemærkes, at der var stor forskel på overvintringen i 1981-82 og 1982-83 i forsøgsleddene med N-gødet græs, og som det fremgår af neden-

stående oversigt, var der stor forskel på de to vintre:

	Gennemsnitstemp.,		Dec.-feb. °C	
	Normal	1981-82	1982-83	
Borris	0,6	+3,3	2,1	
Ødum	0,2	+3,8	1,4	
Silstrup	1,0	+2,7	2,1	
Højer	0,7	+2,6	2,5	

Vinteren 1981-82 var meget kold med temperaturer ned til +25°C, mens der i 1982-83 var temperaturer over normalen. I gennemsnit var der koldest ved Ødum og varmest ved Silstrup, hvilket er i god overensstemmelse med de registrerede karakterer for plantebestand. Som det ses af tabel 4, var plantebestanden i de kvælstofgødede forsøgsled svækket efter den hårde vinter i 1982, men udbyttet var ikke tilsvarende lavt. Uden N-tilførsel var overvintringen ikke påvirket af vintrens klima.

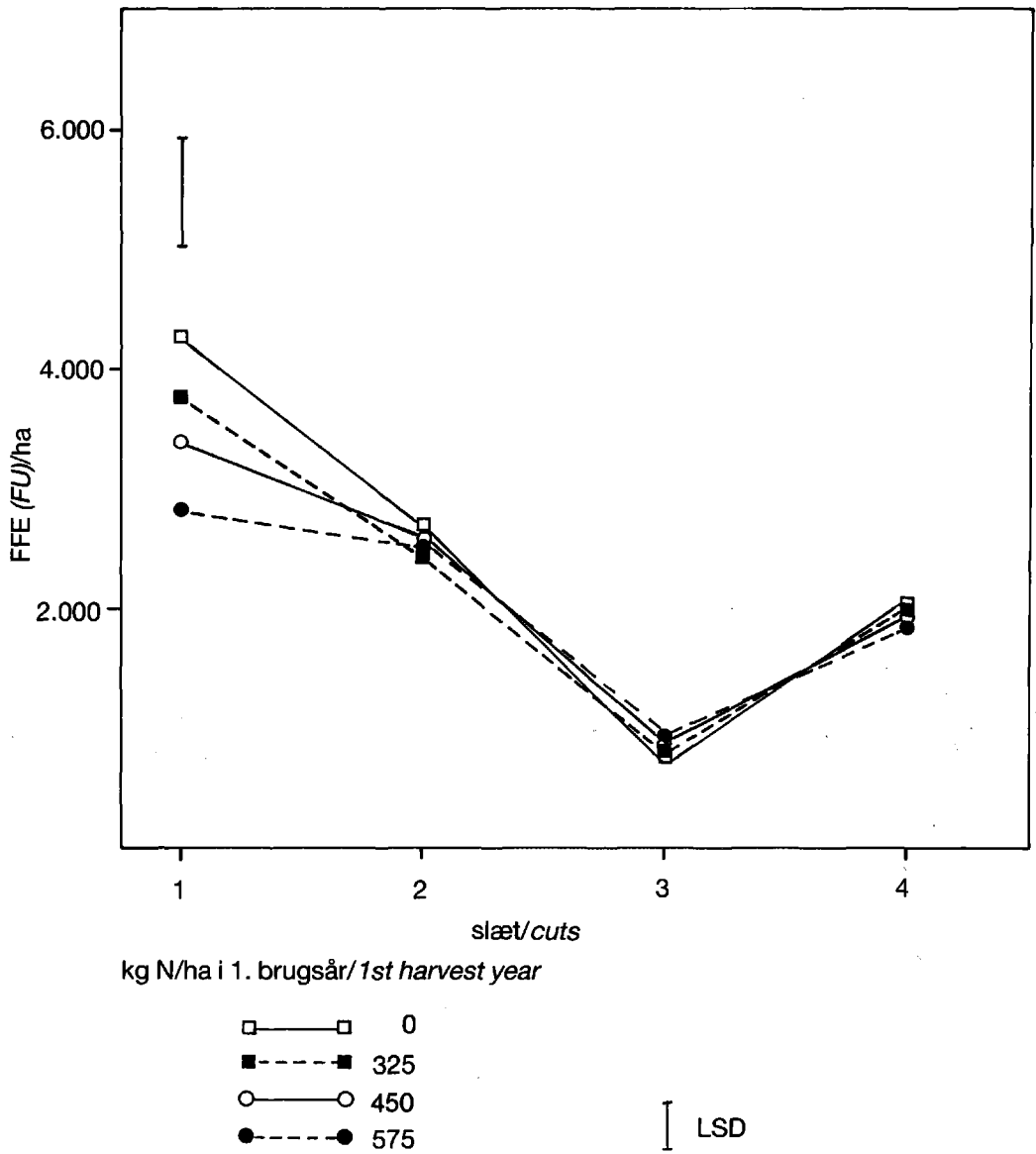


Fig. 5. Udbytte af FFE i 2. brugsår (450 kg N/ha) med forskelligt N-niveau i 1. brugsår. Alle forsøgssteder, 1982-83.
 Yield of FU in 2nd harvest year (450 kg N/ha) at different N-level in 1st harvest year.

Table 4. Virkning af forskellig N-tilførsel i 1. brugsår på plantebestanden om foråret i 2. brugsår samt udbyttet i 2. brugsår. x/y = kg N pr. ha tilført i 1. brugsår/2. brugsår.
The effect of different N-application in 1st harvest year on the plant density in the spring of 2nd year and the yield in 2nd year. x/y = kg N per ha applied in 1st year/2nd year.

x/y	Plantebestand* Plant density*				FFE/ha i 2. brugsår FU/ha in 2nd year				LSD	
	0/450	325/450	450/450	575/450	0/450	325/450	450/450	575/450		
<i>1980-84</i>										
Ødum	8,9	5,7	3,9	3,1	11.476	10.694	10.399	9.577	917	
Silstrup	9,0	9,0	7,8	6,0	10.834	10.657	10.448	9.959	345	
<i>1982</i>										
Borris	9,0	8,0	5,0	3,0	9.666	8.919	8.641	7.867		
Ødum	9,0	4,5	2,5	1,0	10.240	8.955	8.528	7.315		
Silstrup	9,0	9,0	7,0	5,5	10.021	9.590	9.376	8.921		
Højer					9.200	6.834	6.677	6.631		
Gns/Mean	9,0	7,2	4,8	3,1	9.782	8.575	8.306	7.684	758	
<i>1983</i>										
Borris	9,0	8,0	8,0	7,0	9.363	8.852	8.622	7.752		
Ødum	8,5	9,0	8,0	7,5	9.592	9.093	8.902	8.885		
Silstrup	9,0	9,0	9,0	9,0	9.693	10.224	9.814	9.015		
Højer					10.761	9.803	9.696	9.448		
Gns/Mean	8,8	8,7	8,3	7,8	9.852	9.453	9.259	8.775	529	

* Plantebestand 0-10. 10 = fuld bestand.
Plant density 0-10. 10 = full density.

Table 5. Totaludbytte af FFE i 1. + 2. brugsår. x/y = kg N pr. ha tilført i 1. brugsår/2. brugsår.
Yield of FU, 1st + 2nd harvest year. x/y = kg N per ha applied in 1st year/2nd year.

x/y	FFE/ha FU/ha				LSD (÷0/450)
	0/450	375/450	450/450	575/450	
<i>1979-84</i>					
Ødum	14.199	20.559	21.360	21.250	
Silstrup	14.574	21.530	22.321	22.401	
Gns./Mean		21.045	21.841	21.826	n.s.
<i>1981-83</i>					
Borris	11.135	18.473	19.586	19.328	
Ødum	12.920	19.272	19.978	19.961	
Silstrup	13.461	20.593	21.586	21.571	
Højer	14.369	18.299	18.827	18.623	
Gns./Mean		19.159	19.994	19.871	n.s.

Den negative eftervirkning af N-gødskningen i 1. brugsår på udbyttet i 2. brugsår bevirkede, at totaludbyttet for begge brugsår var nær ens for de gødede led, tabel 5. Der var således kun en lille og ikke signifikant stigning i totaludbyttet fra 375 til 450 N i 1. brugsår, mens totaludbyttet ved 450 og 575 N var ens.

Udbyttenedgangen fra 1. til 2. brugsår har ikke været ens de fire forsøgssteder. Dette er søgt illustreret i tabel 6, hvor 2. års udbytte i pct. af 1. års udbytte er anført for de år, hvor begge brugsår er repræsenteret. Den største udbyttenedgang blev fundet ved Højer i 1982.

Tabel 6. 2. års udbytte i pct. af 1. år i de år, hvor begge brugsår var repræsenteret. N-tilførslen var 450 kg N/ha (led 3) begge år.

Yield of 2nd harvest year in per cent of 1st year in years, where both were represented. N-application was 450 kg N/ha (treatment 3) both years.

Sted Location	1980	1981	1982	1983
Borris			90	99
Ødum	89	92	80	96
Silstrup	98	91	84	102
Højer			60	99

N-styring ved højt N-niveau

N-styring omfattede en stor N-tilførsel, som på forhånd var fastlagt, til 1. slæt eller til 1. og 2. slæt, og en beregnet N-tilførsel til de efterfølgende slæt, jf. Materiale og metoder.

Beregningsen byggede på den forudsætning, at hele N-tilførslen kan høstes i afgrøden. Hvis der således blev høstet en mindre N-mængde, end der blev tilført til et slæt, skulle den resterende N-mængde være tilgængelig for det efterfølgende slæt.

Forudsætningen viste sig imidlertid ikke holdbar, da N-udnyttelsen var mindre end 100 pct., jf. tabel 3. Dette bekræftes også af andre undersøgelser under både vandede og uvandede forhold (11), samt i forbindelse med afprøvning af en anden N-styringsmetode (4). N-tilførslen til slæt med strategigødskning blev derfor forholdsvis lille, dvs. N-fordelingen blev temmelig skæv med forholdsvis stor tildeling om foråret og mindre senere.

Resultaterne fra strategigødskningen vises derfor ikke, men resultaterne gav mulighed for at

analysere forhold omkring N-fordeling, hvilket er beskrevet nedenstående.

400 N til 1. og 2. slæt

Tørstofproduktionen var på alle jordtyper uafhængig af, hvordan 400 kg N/ha blev fordelt mellem 1. og 2. slæt, fig. 6a. I 1. slæt var der således på alle jordtyper maksimal tørstofproduktion ved 250 N. I 2. slæt var der en positiv eftervirkning af den højeste gødningsmængde, eftersom produktionen var den samme uanset N-tilførslen.

Produktionen var upåvirket af N-fordelingen, uanset om det var tørt eller ej. Der var således tørt i 1. slætperiode i 1980 og 1981 samt i 2. slætperiode i 1979, jf. fig. 1. Perioden fra 1. slæt til gødningen var opløst efter nedbør (10 mm) var mellem 6 og 17 dage. Men hverken længden af perioden inden gødningsopløsning eller tørke havde nogen effekt.

Kvaliteten blev til gengæld kraftigt påvirket. N-fordelingen havde en lidt større indvirkning på råproteinkoncentrationen end på træstofkoncentrationen. I begge slæt bevirkede en stigende N-tilførsel en stigning i råprotein- og nitratkoncentrationen samt en nedgang i træstofkoncentrationen. Nitratkoncentrationen i afgrøden blev ved de højeste N-tilførsler til 1. slæt meget høje, op til 0,8 pct. $\text{NO}_3\text{-N}$.

Den kemiske sammensætning var således mest konstant, jo mere ligeligt N blev fordelt til de to slæt.

Skæv kontra lige fordeling

En skæv N-fordeling med den største N-gødskning først i vækstperioden gav et mindre udbytte i 1. brugsår end ved en næsten lige tildeling, tabel 7 og 8. Udbyttet var større i 1. brugsår ved 450 N end i de strategigødede behandlinger (ca. 475 N), tabel 7. Udbytteprofilen afspejlede delvis N-fordelingen, så udbyttet ved den skæve N-tildeling var større i 1. slæt og mindre senere i vækstperioden end ved mere lige tildeling.

I 2. brugsår var der imidlertid eftervirkning efter N-fordelingen. Udbyttet i 1. slæt i 2. brugsår var højere, hvor der i 1. brugsår var en skæv N-fordeling. En eftervirkning, der svarer til en gødningsforskel på ca. 120 kg N/ha, hvis der var anvendt samme fordeling, jf. fig. 5. Totaludbyttet for 1. og 2. brugsår blev herved uafhængigt af N-fordelingen i 1. brugsår.

Tilsvarende blev også fundet ved meget skæv fordeling, med 500 N til 1. slæt og ugødet resten af

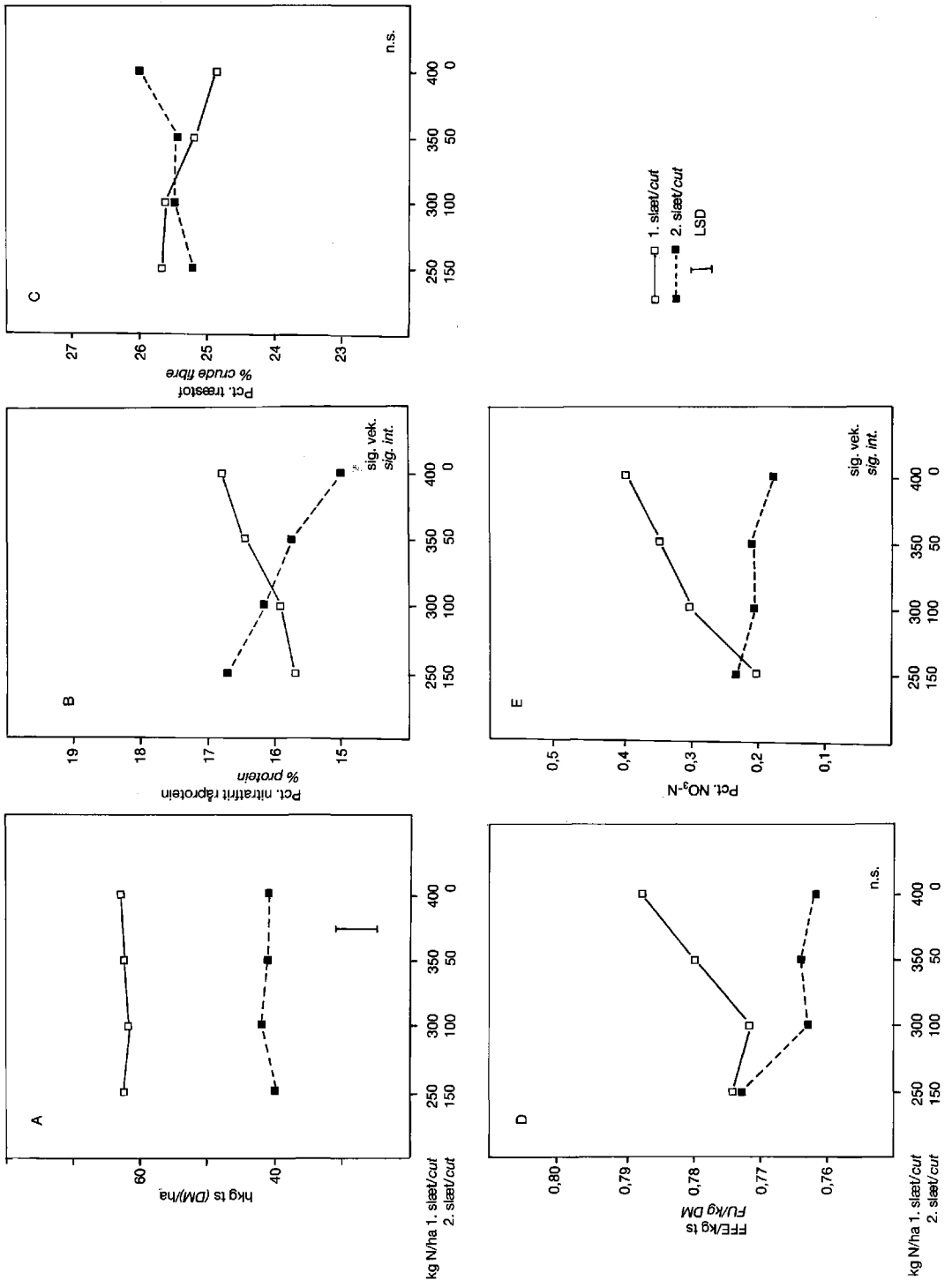


Fig. 6. Tørstofudbytte og -kvalitet ved forskellig fordeling af 400 kg N/ha til 1. og 2. slået. Gns. af alle forsøgssteder og år.

250 *Dry matter yield and quality of the herbage at different distribution of 400 kg N/ha at 1st and 2nd cut.*

Table 7. Udbytte i de enkelte slæt i 1. og 2. brugsår ved forskellig N-fordeling i 1. brugsår. Alle forsøgssteder 1980-82. *Yield at each cut in 1st and 2nd harvest year at different N-distribution in 1st year.*

Led <i>Treatment</i>	1. slæt <i>1st cut</i>	2. slæt <i>2nd cut</i>	3. slæt <i>3rd cut</i>	4. slæt <i>4th cut</i>	I alt <i>Total</i>
kg N/ha i 1. brugsår/ <i>1st year</i>					
3	150	100	100	100	450
7	350	50	42	34	476
8	400	0	45	30	475
FFE/ha i 1. brugsår/ <i>1st year</i>					
3	4.680	2.914	2.461	2.235	12.290
7	4.853	3.123	2.213	1.548	11.737
8	4.956	3.116	2.198	1.477	11.747
LSD	n.s.	n.s.	157	205	460
FFE/ha i 2. brugsår/ <i>2nd year</i>					
3	3.122	2.732	2.031	2.062	9.947
7	3.737	2.623	1.938	2.076	10.374
8	3.820	2.530	1.940	2.058	10.348
LSD	241	124	n.s.	n.s.	242
FFE/ha 1.+2. brugsår/ <i>1st+2nd year</i>					
3					22.237
7					22.111
8					22.095
LSD					n.s.

Table 8. Udbytte ved forskellig N-fordeling i 1. brugsår. Alle forsøgssteder. *Yield at different N-distribution in 1st harvest year.*

Led <i>Treatment</i>	kg N/ha					FFE/ha		
	1. brugsår/ <i>1st year</i>					1. brugsår <i>1st year</i>	2. brugsår <i>2nd year</i>	I alt <i>Total</i>
	1. slæt <i>1st cut</i>	2. slæt <i>2nd cut</i>	3. slæt <i>3rd cut</i>	4. slæt <i>4th cut</i>	I alt <i>Total</i>			
1979-82								
3-4*	170	110	110	110	500	12.491	10.300	22.791
9	500	0	0	0	500	11.571	11.111	22.682
1982-84								
3	150	100	100	100	450	9.994	9.807	19.801
10	200	171	54	0	425	9.559		
11	250	134	47	0	431	9.283	9.838	19.121
12	300	99	41	0	440	9.301	9.774	19.075
LSD						n.s.	n.s.	n.s.

* interpolation mellem led 3 og 4.
interpolation between treatment 3 and 4.

vækstperioden, tabel 8. Udbyttet blev 900 FFE mindre i 1. brugsår, men blev til gengæld 800 FFE større i 2. brugsår.

Eftervirkning var imidlertid ikke altid gælden-

de, hvilket også kan ses af tabel 8. Udbyttet i 2. brugsår var i 1982-84 uafhængigt af N-fordelingen i 1. brugsår.

Diskussion

Resultaterne fra de fire forsøgssteder var både mht. udbytte og kvalitet meget ens i de gødede behandlinger. Tørstofudbyttet var lidt højere (9 pct.) ved Silstrup end ved de øvrige steder. I 2. brugsår blev det vist, at en større tørstofproduktion i sig selv formindskede koncentrationen af råprotein og forøgede koncentrationen af træstof. Tages der hensyn til dette forhold, var der ingen forskelle i den kemiske kvalitet ved Silstrup, Borris og Ødum. Ved Højer var træstofkoncentrationen derimod lidt lavere (2 pct.) end ved de øvrige forsøgssteder. Årsagen til den lidt anden kvalitet ved Højer skal sandsynligvis både findes i jordtype og klimaforskelle.

Nettomineraliseringen var til gengæld meget forskellig på forsøgsstederne, idet der uden N-tilførsel ved Borris blev høstet den laveste N-mængde, 26 kg N/ha, og ved Højer den højeste, 67 kg N/ha. Denne betydelige jordtypeforskel var allerede næsten elimineret ved en gødskning på 325 kg N/ha.

Koncentrationen af nitrat steg gennem vækstsæsonen, og der blev i 3. og 4. slæt fundet værdier over 0,4 pct. $\text{NO}_3\text{-N}$ ved en årlig N-tilførsel på 450–575 kg N/ha. Ved 1. slæt blev grænseværdien på 0,4 pct. $\text{NO}_3\text{-N}$ derimod først overskredet ved tilførsel af 300 kg N/ha til 1. slæt. Stigningen gennem vækstsæsonen bekræftes af *Deinum* og *Sibma* (2), *Prins et al.* (9) og *Wilman* og *Wright* (13). *Winther* (14) fandt også en stigning i alm. rajgræs, mens fx hundegræs generelt havde et større indhold af nitrat, og samtidig var koncentrationen betydelig ved 1. slæt. Udbyttet var størst i 1. slæt og blev mindre gennem vækstsæsonen, hvilket må være en af årsagerne til den forholdsvis store stigning i $\text{NO}_3\text{-koncentrationen}$ gennem vækstsæsonen, da $\text{NO}_3\text{-koncentrationen}$ normalt falder med stigende afgrødemængde. Ved høst af samme mængde tørstof ved hvert slæt, er der imidlertid også fundet en stigning (12). I forsøget steg N-koncentrationen ligeledes gennem vækstsæsonen, hvilket også normalt observeres (11). Da $\text{NO}_3\text{-koncentrationen}$ delvis følger N-koncentrationen, må det være en anden væsentlig årsag til den stigende $\text{NO}_3\text{-koncentration}$.

$\text{NO}_3\text{-koncentrationen}$ er ubetydelig ved lave N-koncentrationer, men over en vis tærskelværdi af N-koncentration stiger $\text{NO}_3\text{-koncentrationen}$ eksponentielt, når nitratreduktion og aminosyresyntese ikke kan følge med (5, 10). Forsøget viste imidlertid, at tærskelværdien steg gennem vækst-

sæsonen. Stængelandelen er størst i 1. slæt og falder gennem vækstsæsonen. Samtidig er N-koncentrationen i bladmassen ca. dobbelt så stor som i stængelmassen, mens $\text{NO}_3\text{-koncentrationen}$ er lidt lavere (10, 13). Dette må være hovedårsagen til den højere tærskelværdi senere i vækstsæsonen.

I forsøget ønskedes det at undersøge, om en overgødskning af 1. slæt kunne sikre gødningstilførslen til det næste slæt i tilfælde af nedbørsfattige perioder. Tilførsel af 250–400 N til 1. slæt gav på alle forsøgssteder samme tørstofudbytte, dvs. der var således maksimal produktion ved 250 N. Dette støttes af *Pedersen* og *Witt* (8), som fandt maksimalt udbytte ved en N-tilførsel til 1. slæt på 240 N. Tørstofudbyttet i 2. slæt, hvor der blev suppleret op til 400 N, var ligeledes ens uanset gødningsfordeling og uanset nedbørsforhold. Der var således en positiv eftervirkning af de højeste N-tilførsler til 1. slæt. Da jorden normalt indeholder meget lidt mineralsk-N ved slæt selv efter høje N-tilførsler (11), kan den positive eftervirkning ikke skyldes »overgemt« handelsgødning, men en større inkorporering af let mineraliserbart N i organisk materiale. Selv om tørstofproduktionen ikke var begrænset af N-tilførslen, blev kvaliteten kraftigt påvirket af N-fordelingen med de påvirkninger, som N-gødskning normalt betinger (11).

Udbyttet i 2. brugsår var, især i 1. slæt, faldende med stigende N-tilførsel til afgrøderne i 1. brugsår. Årsagen hertil kunne i alle forsøg henføres til en svækket plantebestand ved vækstsæsonens begyndelse i 2. brugsår. Den meget dårlige plantebestand, der i nogle forsøg blev fundet i begyndelsen af vækstsæsonen, resulterede dog ikke i tilsvarende lavt udbytte. Eksempelvis blev plantebestanden ved Ødum i 2. brugsår i 1982, hvor der i 1. brugsår var gødet med 575 kg N, bedømt til ca. 10 pct. af fuld bestand ved vækstsæsonens begyndelse, men udbyttet blev »kun« ca. 23 pct. lavere, end hvor der ikke var tilført N-gødning i 1. brugsår, og hvor plantebestanden var bedømt til 90 pct. af fuld bestand. Græsplanterne har tilsyneladende en god evne til at regenerere i løbet af vækstsæsonen. Lignende resultater er fundet af *Winther* (14), der samtidig fandt, at plantebestanden var mest svækket, hvor der året før var høstet færrest antal slæt. I mere grundlæggende studier over rajgræssernes vækstcyklus fandt *Behaeghe* (1), at alm. rajgræs har en skudcyklus, der strækker sig fra juni–juni. Forårsvæksten, der danner

grundlag for 1. slæt, stammer fra overvintrede skud, mens de resterende slæt stammer fra nye skud udviklet i juni. Dette forhold kan være forklaringen på, at en tilsyneladende udgået rajgræsmark kan regenerere i løbet af vækstsæsonen.

Udbyttenedgangen fra 1. til 2. brugsår var ikke ens de fire forsøgssteder. Den største udbyttenedgang på 40 pct., som blev fundet ved Højer i 1982, kan ikke umiddelbart forklares ud fra gennemsnitstemperaturerne december-februar. Forklaringen skal nok søges i de klimatiske forhold i april og maj måned 1982. Her registreredes ved Højer 7 døgn med frost i april, hvor laveste temperatur blev målt til $\pm 2,2^{\circ}\text{C}$ og i maj 1 døgn med frost, hvor laveste temperatur blev målt til $\pm 1,6^{\circ}\text{C}$.

Konklusion

Høj N-tilførsel forringer plantebestanden, så vækstpotentialet er mindre i begyndelsen af det efterfølgende år. Alm. rajgræs har imidlertid en meget stor regenerationsevne, som bevirker, at selv en meget dårlig plantebestand i foråret kan reetableres ved større skudsætning i løbet af 1. slætperiode. Ved et gødningsniveau på 450 kg N/ha var overvintringen tilfredsstillende med en udbyttenedgang fra 1. til 2. brugsår på ca. 10 pct. i de fleste forsøg.

Overgødskning af 1. slæt med det formål at sikre gødningstilførslen til 2. slæt kan ikke anbefales. Tørstofproduktionen var upåvirket, men kvaliteten blev kraftigt påvirket, især forårsagede de høje N-niveauer et stort nitratindhold, og kvaliteten blev meget forskellig i 1. og 2. slæt.

I løbet af vækstsæsonen kunne der opnås en højere koncentration af råprotein, inden nitratkoncentrationen steg. Fx. steg koncentrationen af nitrat ved Silstrup kraftigt over 12 pct. råprotein ved 1. slæt, mens stigningen ved 4. slæt først fandtes over 19 pct.

De fire forsøgssteder (JB 4-7) havde meget lille indflydelse på effekten af N-gødskningen, både mht. udbytte og kvalitet, hvorfor resultaterne for forsøget synes at være generelt dækkende.

Litteratur

1. *Behaeghe, T. J.* 1986. Nitrogen supply and the persistence of grasses. I van der Meer et al: Nitrogen fluxes in intensive grassland systems. 39-46.
2. *Deinum, B. & Sibma, L.* 1980. Nitrate content of herbage in relation to nitrogen fertilization and management. Proc. int. Symp. Eur. Grassld. Fed., Wageningen, 95-102.
3. *Hansen, L.* 1976. Jordtyper ved Statens Forsøgsstationer. Tidsskr. Planteavl 80, 742-758.
4. *Hostrup, S. B.* 1989. Rajgræs og kløvergræs til slæt på vandet og uvandet jord. N-strategi på uvandet jord. Tidsskr. Planteavl 93, 136. Beretning nr. S 1994, 74 pp.
5. *Jensen, H. E.* 1980. Afgrødeproduktion og -kvalitet, lysenergi- og vandudnyttelse, nitrogenstatus og -transport i relation til nitrogen- og vandstatus. Eksperimentelle studier med *Lolium perenne*. Dissertation, 373 pp.
6. *Pedersen, E. J. N.* 1989. Vurdering af kvægfoder med særlig henblik på dets foderværdi. Special publ., 50 pp.
7. *Pedersen, E. J. N. & Møller, E.* 1976. Almindelig rajgræs og kløver i renbestand og i blanding. 6. Beretning fra Fællesudvalget for Statens Planteavl- og Husdyrbrugsudvalg, 27 pp.
8. *Pedersen, E. J. N. & Witt, N.* 1980. Udvikling af almindelig rajgræs i fire slæt i første brugsår. Slættidens og kvælstofniveauets indflydelse på udbytte og kvalitet. Tidsskr. Planteavl 84, 415-446.
9. *Prins, W. H.; van Burg, P. F. J.; Rauw, G. J. G. & Postmus, J.* 1981. The seasonal response of grassland to nitrogen at different levels of nitrogen pretreatment. II Experiment 1974. Netherland Nitrogen Technical Bulletin 12, 1-26.
10. *Søgaard, K.* 1984. Vand og kvælstof til almindelig rajgræs. Tidsskr. Planteavl 88, 140. Beretning nr. S 1704, 133 pp.
11. *Søgaard, K.* 1988. Dyrkning af græs og kløvergræs. Litteraturudredning. Tidsskr. Planteavl 92, 220. Beretning nr. S 1954, 100 pp.
12. *Thomsen, P. C.* 1989. Slætantal, kvælstofmængder og vanding i alm. rajgræs. Tidsskr. Planteavl 93, 330. Beretning nr. S 2026, 103 pp.
13. *Wilman, D. & Wright, P. T.* 1986. The effect of interval between harvests and nitrogen application on the concentration of nitrate - nitrogen in the total herbage, green leaf and »stem« of grasses. J. Agric. Sci. 106, 467-475.
14. *Winther, P.* 1982. Græsarter i renbestand og i blanding til slæt. Tidsskr. Planteavl 86, 7-22.

Manuskript modtaget den 21. februar 1990.