

Forskellige udbringningsmetoder for kvælstof til græs ved vanding

Methods of combining applications of nitrogen and water to perennial ryegrass

Frede Jensen

Resumé

Udbringning af kvælstofgødning til rajgræs med vandingsvand eller vanding straks efter gødningsudbringning, er sammenlignet med traditionel udbringning i årene 1978–83 på Jyndeved forsøgsstation.

Der blev anvendt 3 kvælstofniveauer 300, 450 og 600 kg N pr. ha. I gennemsnit af forsøgsperioden og de 3 N-mængder blev udbyttet ved traditionel gødningsudbringning 7174 FE. Ved at vande straks efter gødningsudbringning, steg udbyttet til 7308 FE. Udbragtes N med vandingsvand blev udbyttet 7601 FE pr. ha.

Udbyttestigningen i kg råprotein pr. ha var relativ større end for FE. Nævnt i samme rækkefølge som for FE, er tallene 1335, 1368 og 1479 kg råprotein pr. ha.

Høstet kg N, P, K og Mg steg med stigende kvælstoftilførsel. Der var også nogen stigning ved at udbringe N-gødning med vandingsvand.

Det procentiske indhold af N, P, K og Mg i tørstof viste samme tendens. Her adskilte kalium sig ved at have det højeste procentiske indhold ved traditionel gødningsudbringning ved de to højeste N-trin.

Til 1. slæt blev al gødning udbragt på traditionel måde. De angivne udbyttetal er sum af 2.–5. slæt.

Nøgleord: Gødningsvanding, kvælstof, græs.

Summary

Nitrogen application with irrigation water and irrigation immediately after nitrogen application were compared with the usual method of application at Jyndeved over the period 1978–1983.

The experiment was carried out at 3 nitrogen levels 300, 450 and 600 kg per ha.

On average the yield was 7174 feed units when nitrogen was applied as usual. When irrigated immediately after nitrogen application the yield was 7308 feed units. Nitrogen application together with irrigation yielded 7601 feed units. Corresponding yields of crude protein were 1335, 1368 and 1479 kg per ha.

Increasing amounts of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium were harvested with increasing nitrogen levels or when nitrogen was applied in irrigation water.

In per cent of dry matter the tendency was similar. However, the maximum potassium content was found at the two highest nitrogen levels after usual application.

Fertilization was as usual for the 1st cut. The yields mentioned are sums and averages for the 2nd to 5th cut.

Key words: Fertigation, nitrogen, perennial ryegrass.

Indledning

Gødning udbringes i stor udstrækning med vandingsvand til gartneri og planteskolekulturer. Den nye vandingsteknik, med bedre spredfordeling, giver mulighed for at anvende metoden i landbruget. I årene 1978–83 blev på Jynde vad forsøgsstation gennemført forsøg med kvælstofgødning udbragt med vandingsvand til græs.

Forsøget tog sigte på at belyse:

1. Effekten af kvælstof udbragt med vandingsvand.
2. Effekten ved at opløse gødningen med vandingsvand straks efter gødningsudbringning.

Disse udbringningsmetoder blev sammenlignet med traditionel gødningsudbringning til en vandet græsmark.

Til udbringning af kvælstofgødning med vandingsvand blev anvendt den flydende kvælstofgødning N-30.

Denne kvælstofgødning har et indhold af 30% N, sammensætningen heraf er 50% urea-N og resten lige dele ammonium N og nitrat N.

N-30, tidligere kaldt UAN-30, har været sammenlignet med kalksalpeter og kalkammonsalpeter i flere forsøg (Olesen *et al.*, 1963; Kofoed *et al.*, 1965; Fogh, 1976; Fogh, 1979 og Skriver, 1978).

I disse forsøg har N-30 været udsprøjtet, i nogle af forsøgene har der været sammenlignet mellem nedfældning og ikke nedfældning. Generelt for disse forsøg gælder, at udbytteneiveauet for N-30 ikke har været på højde med de faste N-gødninger. I kun et af forsøgene har sammenligningen været foretaget i græs (Fogh, 1979).

Forsøgsplan og metodik

Forsøget blev gennemført efter følgende plan:

1. Vanding til markkapacitet ved 30 mm underskud.
2. Vanding til markkapacitet efter slæt og gødningsudbringning, derefter ved 30 mm underskud.
3. Vanding til markkapacitet efter slæt og PK udbringning, vandingsvand tilsat N-30. Derefter vanding ved 30 mm underskud.

4. Vanding til markkapacitet efter slæt, NPK tilsat vandingsvandet. Derefter vanding ved 30 mm underskud.

Der blev anvendt 3 kvælstofniveauer.

$x = 300 \text{ N}$

$y = 450 \text{ N}$ Led 4 kun y

$z = 600 \text{ N}$

Afgrøde: Alm. rajgræs.

I led 1 og 2 er anvendt kalkammonsalpeter. Ved udbringning af gødning til 1. slæt i det tidlige forår blev al gødning udbragt på traditionel vis til alle forsøgslæd.

Der blev grundgødet med 80 kg P og 412 kg K pr. ha. N og PK gødning blev fordelt med 30, 30, 25 og 15% til henholdsvis 1., 2., 3. og 4. slæt. Til 5. slæt blev der ikke udbragt gødning.

Til led 4 blev den ønskede fosformængde tilsat i form af diamoniumfosfat, kalium som kaliumnitrat, kvælstofmængden blev afstemt med ammoniumnitrat. Disse gødninger er letopløselige og uden uopløst rest.

Vandingen gennemførtes med vandingsrammer med drypdyser på 20×20 cm. Brutto parcel $15,60 \text{ m}^2$, netto $11,04 \text{ m}^2$.

Til vandingsrammer og ved fyldning af blandingskar blev anvendt vandur for at sikre den rigtige dosering og blandingsforhold.

Hvor det forekom, at der var markkapacitet efter slæt, blev gødningen opløst (led 2) eller udbragt (led 3 og 4) med 10 mm.

Ved en fejlekspedition blev der til 3. slæt 1979 i stedet for N-30 udleveret en NP-gødning med lavt kvælstofindhold. Udbytteresultater fra 1979 er derfor ikke medtaget.

Resultater

I tabel 1 er vist årsgennemsnit af udbytter i FE og kg råprotein pr. ha for sum af 2.–5. slæt, de egentlige forsøgsslæt.

For såvel FE som kg råprotein er der fundet signifikant forskel mellem kvælstofniveauer, men ikke mellem udbringningsmetoderne.

En let overskuelig oversigt over udbytterallene er vist i fig. 1 og 2. Figurerne viser, at udbyttet stiger ved vanding straks efter gødningsudbringning, eller ved at udbringe gødningen opløst i

Tabel 1. Udbytte i FE og kg råprotein pr. ha. Sum af 2.-5. slæt og gns. år.
Yield in feed units and kg crude protein per ha. Sum of 2nd to 5th cut and average of years.

Led	FE/ha 2.-5. slæt			gns.	forholdstal	kg råprotein pr. ha			gns.	forholdstal
	x	y	z			x	y	z		
1	6226	7101	8195	7174	100	946	1327	1732	1335	100
2	6212	7362	8344	7306	102	961	1392	1750	1368	102
3	6387	7756	8662	7602	106	1050	1533	1855	1479	111
4		8012 ¹⁾			111 ²⁾		1580 ¹⁾			116 ²⁾
Gns. 1-3	6275	7406	8400	661 ³⁾		986	1417	1779	190 ³⁾	
Forholdstal	100	118	134			100	143	180		

¹⁾ gns. 4 år.

²⁾ forholdstal 4 år for alle forsøgsled.

³⁾ LSD

vandingsvand. Ved at udbringe gødningen opløst i vandingsvandet, har udbyttetigningen været forholdsvis større for kg råprotein end for FE ved højeste N-trin.

De angivne kvælstofmængder på figurerne er mængderne til 2.-5. slæt. Dette gælder også for de følgende kurver. Ved enkeltslæt er angivet de eksakt tilførte N-mængder.

Forskellen mellem led 1 og øvrige forsøgsled vil være afhængig af tidsintervallet fra gødnings-

udbringning i led 1 til der falder nedbør eller udløses en vanding. Dette tidsrum har for slættene i forsøgsperioden været meget kort. Fig. 3 og 4 viser udbytteforholdene, når afstanden fra gød-

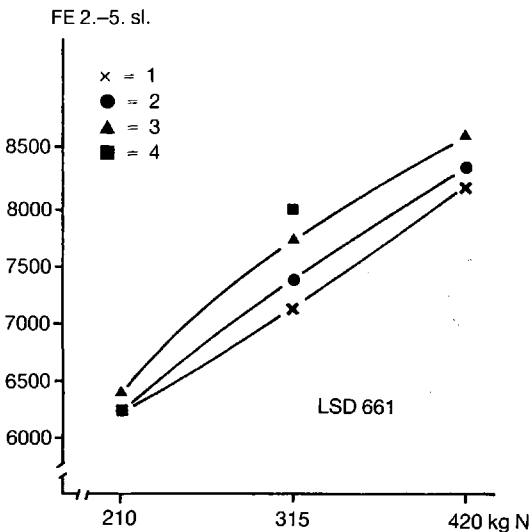


Fig. 1. Gennemsnitsudbytter i FE ved forskellige udbringningsmåder for N.

Means of yields of feed units at different methods of nitrogen application.

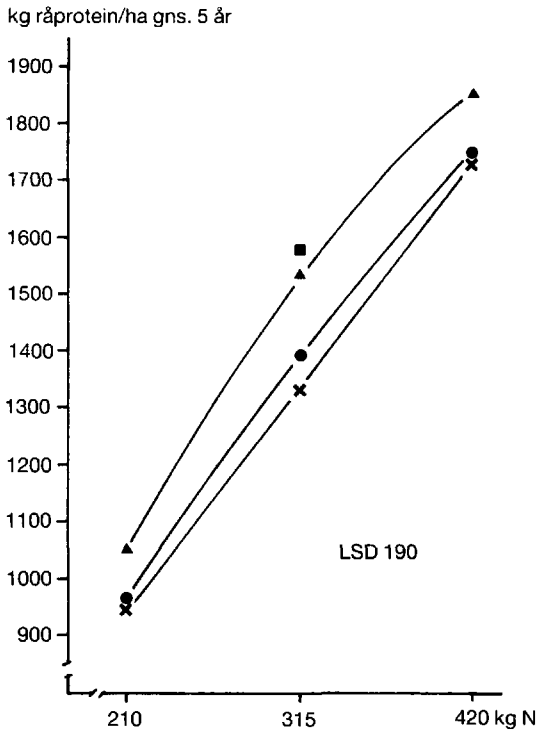


Fig. 2. Gennemsnitsudbytter i kg råprotein ved forskellige udbringningsmåder for N.

Means of yields of kg crude protein at different methods of nitrogen application.

FE 3. sl. 1978

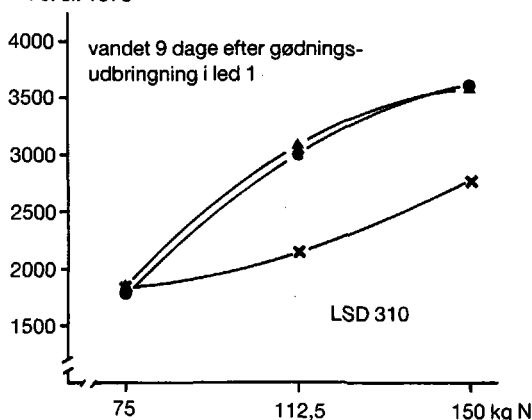


Fig. 3. Udbytter i FE ved forskellige udbringningsmåder for N, 3.sl. 1978.

Yields of feed units at different methods of nitrogen application. Third cut 1978.

FE 2. sl. 1980

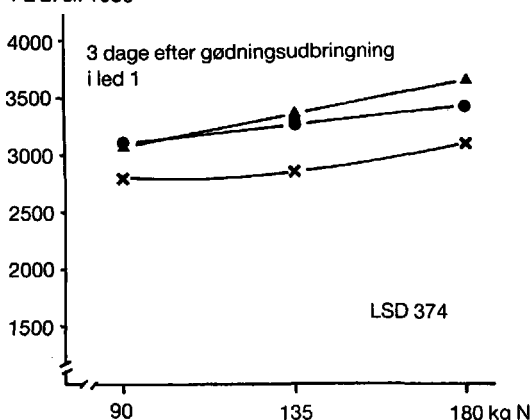


Fig. 4. Udbytter i FE ved forskellige udbringningsmåder for N, 2.sl. 1980.

Yields of feed units at different methods of nitrogen application. Second cut 1980.

ningsudbringning til nedbør eller vanding er henholdsvis 9 og 3 dage.

Af fig. 3 fremgår, at der er store udbyttestigninger for de to højeste N-trin, ved at vande straks efter gødningsudbringning, eller at opløse gødningen i vandingsvand. I fig. 4 er udbyttestigningerne mindre. Mellem led 1 og 3 er der signifikant forskel ved de 2 højeste N-trin. Mellem led 1 og 2 kun ved det mellemste N-trin.

Ifølge fig. 1 til 4 er der tendens til en vekselvirkning mellem kvælstofmængder og udbringningsmåder. Udbyttestigningerne ved at vande straks efter gødningsudbringning eller at opløse gødningen i vandingsvandet, stiger med stigende kvælstoftilførsel.

Det blev iagttaget, at efter et stort 1. slæt var der ofte dårlig genvækst i 2. slæt. I tabel 2 er vist den procentiske udbyttefordeling på slæt og totaludbyttet, gennemsnit af alle led.

Af tabel 2 ses, at 2. slæt kun har givet omkring 20% af årsudbyttet. 2. slæt er produceret i perioden fra omkring 1. juni og 5-6 uger frem, dvs. i perioden med den største lysintensitet. Under kontrolleret vand og næringsstofforsyning kunne det antages, at produktionen blev større.

Den dårlige genvækst efter 1. slæt forårsagede ofte små eller ingen merudbytter for stigende kvælstofmængder. I 1982 var genvæksten særlig dårlig efter 1. slæt. Der kunne observeres bare pletter i de stærkest gødede led. Udbytter faldt i

Tabel 2. Procentisk udbyttefordeling på slæt og totaludbytter.

Yield in % per cut and total yields.

År	1.sl.	2.sl.	3.sl.	4.sl.	5.sl.	Totaludbytte, FE
1978	35	20	25	20	—	10505
1980	36	23	18	16	7	13676
1981	41	16	20	13	10	12255
1982	43	23	16	16	2	11025
1983	30	20	28	18	4	11126

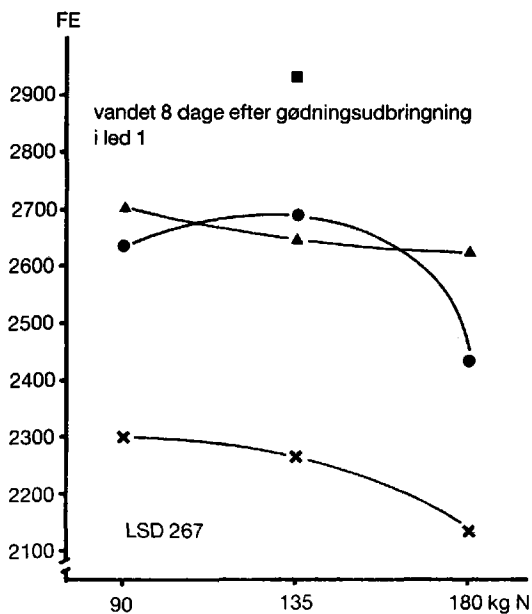


Fig. 5. Udbyttet i FE ved forskellige udbringningsmåder for N, 2.sl. 1982.

Yields of feed units at different methods of nitrogen application. Second cut 1982.

denne slæt med stigende kvælstoftilførsel. Dette er vist i fig. 5. På grund af forhalet slættid, blev udbyttet dog 23% af årsudbyttet.

Af fig. 5 fremgår, at genvæksten forbedres, når der vandes straks efter gødningsudbringning, eller gødningen udbringes med vandingsvand. Udbyttet stiger ved at udbringe NPK-gødning med vandingsvand har her været særlig markant.

Der er ikke faldet nedbør i de første dage efter gødningsudbringning, men der er vandet med 30 mm ved et underskud på 30 mm, 8 dage efter gødningsudbringning i led 1. Der har derfor ikke været tale om tørkestress. Det lavere udbytte i led 1 skyldes, at gødningen ikke har kunnet udnyttes før vanding.

Mineralstofoptagelse

I de følgende figurer er vist optaget (høstede) mængder i kg pr. ha af N, P, K og Mg. Der er desuden vist det gennemsnitlige indhold i tørstof af

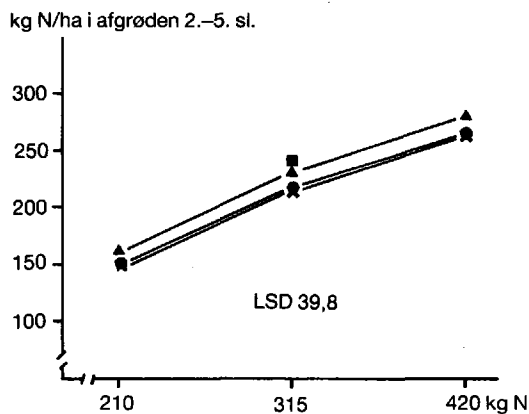


Fig. 6. Høstet kg N pr. ha. Nitrogen harvested, kg per ha.

nævnte stoffer. Alle tallene er gennemsnit af forsøgsperioden og er sum af 2. til 5. slæt.

På talmaterialet, der er grundlag for figurerne er beregnet LSD. Disse LSD værdier er anført ved figurerne.

Fig. 6 viser kvælstofoptagelsen i kg pr. ha. Der er signifikant stigende kvælstofoptagelse med stigende tilførsel, medens dette ikke er tilfældet mellem udbringningsmetoderne.

Det gennemsnitlige kvælstofindhold er vist i fig. 7. Her gælder det samme som for kvælstofoptagelse.

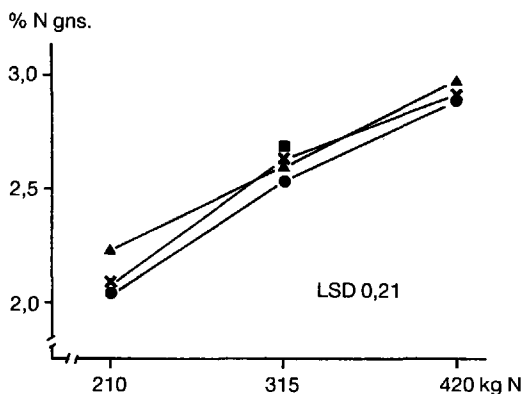


Fig. 7. Gns. % N i tørstof. Means of % nitrogen in dry matter.

kg P/ha i afgrøden 2.-5. sl.

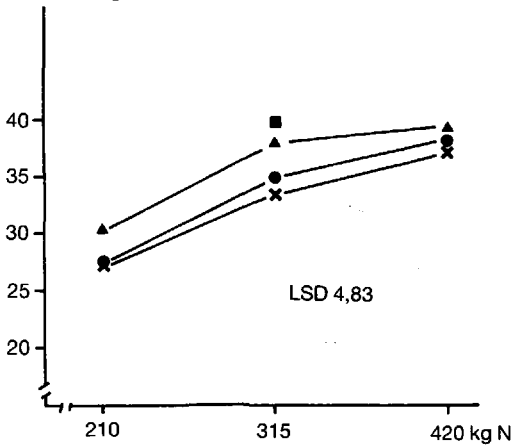


Fig. 8. Høstet kg P pr. ha.
Phosphor høstet, kg per ha.

Af fig. 8 fremgår, at fosforoptyagelsen stiger med stigende N-tilførsel. Der er overalt signifikant forskel mellem laveste og højeste N-trin. I led 2 og 3 er der desuden signifikant forskel mellem laveste og mellemste N-trin.

Mellem udbringningsmetoder er der ingen signifikant forskel undtagen i led 4y, hvor der er signifikant forskel i forhold til led 1y.

Fig. 9 viser det procentiske indhold af P i tørstof. Der er en reel stigning i P-indholdet fra første til andet N-trin, det samme er tilfældet mellem led 1 og 3.

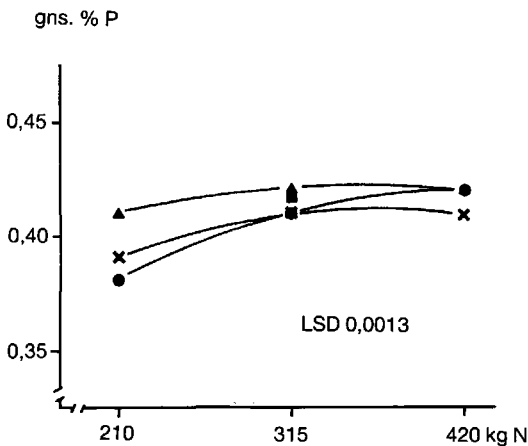


Fig. 9. Gns. % P i tørstof.
Means of % phosphor in dry matter.

kg K høstet

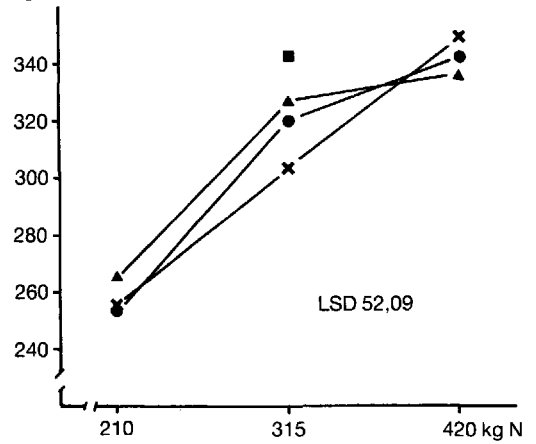


Fig. 10. Høstet kg K pr. ha.
Kalium høstet, kg per ha.

Af fig. 10 ses, at kaliumoptagelsen stiger stærkt med stigende N-tilførsel. Stigningen er mest markant mellem første og andet N-trin, hvor forskellen er signifikant, dette er ikke tilfældet mellem andet og tredje N-trin. Mellem udbringningsmetoderne er der ingen signifikant forskel. Det procentiske indhold af kalium er vist i fig. 11.

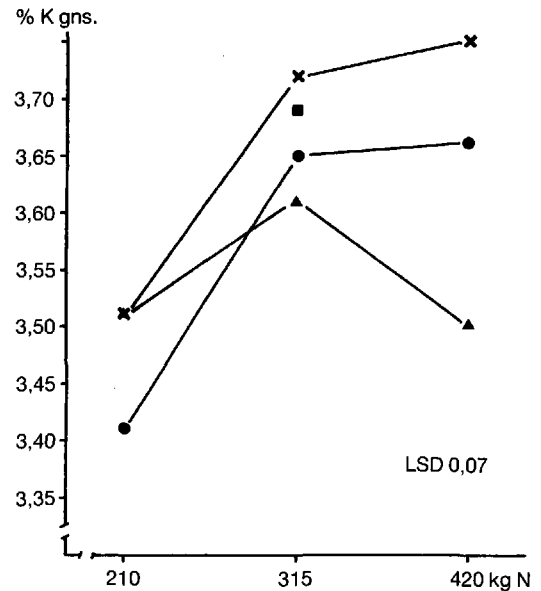


Fig. 11. Gns. % K i tørstof.
Means of % potassium in dry matter.

Kaliumindholdet er stigende fra første til andet N-trin. Kaliumindholdet er højest ved traditionel gødningsudbringning.

kg Mg i afgrøden 2.-5. sl.

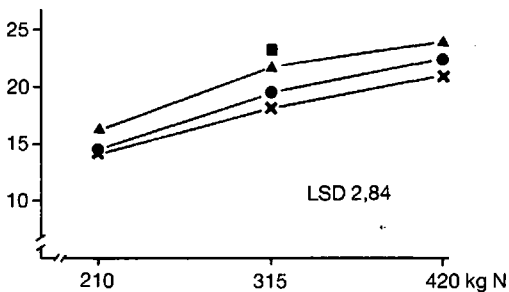


Fig. 12. Høstet kg Mg pr. ha. Magnesium harvestet, kg per ha.

Fig. 12 viser, at magnesiumoptagelsen stiger stærkt med stigende kvælstoftilførsel. Der er signifikant forskel mellem første og andet N-trin, det samme er tilfældet for andet til tredje N-trin i led 1 og 2. For udbringningsmetoder er der for andet og tredje N-trin signifikant forskel mellem led 3 og led 1. Af fig. 13 fremgår, at Mg-indholdet i tørstoffet stiger med stigende N-tilførsel. Der er også stigning ved at vande gødningen ned efter udbringning, eller ved at udbringe den med vandingsvand. Led 1 og 2 ved 1. N-trin ligger dog omtrent på samme niveau, henholdsvis 0,20 og 0,21%.

% Mg gns.

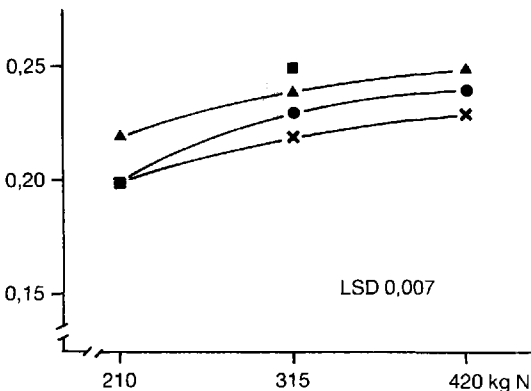


Fig. 13. Gns. % Mg i tørstof. Means of % magnesium in dry matter.

Diskussion

Forsøget viser, at udbyttet i FE stiger ved at nedbringe gødningen med vandingsvand efter udbringning. Udbyttet stiger yderligere ved at udbringe N-gødning eller fuldgødning opløst i vandingsvandet. Udbyttet stigningen er afhængig af tidsintervallet fra gødningsudbringning til der falder nedbør eller vandes. Af fig. 3, 4 og 5 fremgår, at der har været sikre udslag for de alternative udbringningsmetoder, når der har været et tidsrum på omkring en uge mellem gødningsudbringning i led 1, til der er faldet nedbør eller vandet.

Udbytteforskellene i kg råprotein pr. ha var større end for FE, her var der signifikant forskel mellem led 1 og 3 ved mellemste N-trin. Der var tendens til en vekselvirkning mellem udbringningsmetoder og kvælstofmængder.

Udbytteforskellene ved at vande straks efter gødningsudbringning, eller opløse gødningen i vandingsvand i forhold til traditionel gødningsudbringning, steg med stigende kvælstoftilførsel. Tilsvarende er fundet af Søgaard (1984).

Der var i forsøgsperioden dårlig genvækst efter 1. slæt. I enkelte år var der i 2 slæt faldende udbytter efter stigende N-mængder. Dette forhold har reduceret udbytteforskellene på gennemsnitsresultater. Dårlig genvækst efter en stor slæt kan skyldes forskellige faktorer. Forskellig persistens i arter og stammer har betydning, desuden slættidspunkt og kvælstofmængde til 1. slæt. Disse spørgsmål trænger til nærmere forsøgsmæssig belysning.

Høstede mængder af N, P, K og Mg var normalt stigende med stigende N-mængder, som følge af stigende udbytter.

Forskellen mellem udbringningsmetoderne, var oftest ikke signifikant.

Det procentiske indhold i tørstof af nævnte stoffer steg fra første til andet N-trin, for N og P også til tredje N-trin.

Et forsøg med N-30 til græs (Fogh, 1979), hvor gødningen blev udsprøjtet dels efter slæt, og dels senere i slætperioden viste, at hvor kalkammonsalpeter og N-30 var udbragt på samme tidspunkt, gav kalkammonsalpeter 7,8% mere tørstof og 14,6% mere i høstet N pr. ha end N-30.

Årsagen til forskellen mellem disse 2 forsøg kan være, at der ved udsprøjtning af N-30 til græs ofte er sket svidningsskader. Der kan desuden være tale om kvælstoftab til luften. Ved nedvanding af N-30 i perioden fra begyndelsen af 2. slæt, hvor jordtemperaturen er høj, vil ureaen i N-30 hurtigt omdannes til ammonium og nitrat. De efterfølgende vandinger ved 30 mm underskud vil bevirke, at kvælstofoptagelsen kan ske kontinuerlig efter behov.

Interessen for alternative kvælstofgødninger samler sig i øjeblikket omkring urea. Dette skyldes ureaens gunstige pris i forhold til andre faste N-gødninger. Da halvdelen af kvælstofindholdet i N-30 er urea, kan dette forsøg eventuelt give et fingerpeg med hensyn til anvendelse af urea i forbindelse med vanding. Ved at udbringe urea med vandingsvand sker der ikke noget kvælstoftab under vandingen (Jensen, 1984). Tabet vil formentlig også være minimalt ved at udbringe urea med gødningsspreader og derefter nedvande.

Konklusion

Ved at udbringe gødning med vandingsvand eller vande straks efter udbringning af fast gødning steg udbyttet i FE og råprotein.

Udbytteforskellene var størst ved de højeste N-mængder. Udbyttet stigningen vil være afhængig af tidsafstanden fra gødningsudbringning til der falder nedbør eller vandes.

Udbringningsmetoderne påvirkede ikke det procentiske indhold af N og P i nævneværdig grad. Mg-indholdet steg ved at vande straks efter gødningsudbringning, eller ved at udbringe gødningen med vandingsvandet, for K var tendensen modsat.

Litteratur

- Fogh, H. T. (1976): Flydende, trykfri N-gødning og kalkkammonsalpeter til byg og bederoer. Tidsskr. Planteavl 80, 556-568.
- Fogh, H. T. (1979): Flydende, trykfri N-gødning og kalkkammonsalpeter til hvede og græs. Tidsskr. Planteavl 83, 405-414.
- Jensen, F. (1984): Kvælstoftab ved vanding med kvælstofholdigt vand. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1765.
- Kofoed, A. Dam, Lindhardt, J. & Søndergaard Klausen, P. (1965): Forsøg med flydende kvælstofgødning UAN-30. Tidsskr. Planteavl 68, 737-748.
- Olesen, J. & Ullerup, B. (1963): Forsøg med flydende, vandfri ammoniak, flydende kvælstofgødning UAN-30 og urea. Beretning om fællesforsøg i Landbo- og Husmandsforeningerne 1962, 166-181.
- Skriver, K. (1978): Forsøg med flydende gødning. Oversigt over forsøg og undersøgelser i Landbo- og Husmandsforeningerne 1977, 112-113.
- Søgaard, K. (1984): Vand og kvælstof til alm. rajgræs I. Statens Planteavlsforsøg, Beretning nr. S 1704.

Manuskript modtaget den 25. april 1984.