HØST- OG VÅRGJØDSLING MED FOSFOR OG KALIUM

Fertilising with phosphorus and potassium in the autumn and in the spring.

Av

Nils Vikeland.

Høstgjødsling med handelsgjødsel er trolig relativt lite anvendt i vårt land selv om det kanskje har vært noe økende interesse for denne driftsmåte i de senere år. I våre naboland, først og fremst Danmark og Sverige, har derimot høstgjødsling fått betydelig omfang, — i første rekke til åkervekster. Denne utvikling har nok vesentlig sin bakgrunn i økonomiske og driftstekniske forhold, men faktorer av jordbunns- og jordkulturmessig karakter har også spilt en betydelig rolle. I våre naboland har denne utvikling vært fullt opp med atskillig innsats fra jordbruksforskningens side.

Tidligere forsøk i Norden.

I Danmark har Landboforeningene (2) utført endel forsøk med høst- og vårgjødsling med superfosfat og kaliumgjødsel på fastmark. Forsøkene har vært utført i 2 perioder, 1921 og 1936/38. Forskjellen mellom gjødsling høst og vår har i disse forsøk vært liten og usikker for de fleste veksters vedkommende. Det konkluderes med at vårgjødsling i alminnelighet må ansees å være mest fordelaktig. Det tas likevel forbehold når det gjelder økonomiske betraktninger. I årene 1952/55 er det videre utført en rekke forsøk på fastmark med høst- og vårgjødsling med kalium (6). Også i disse forsøk har det vært liten og usikker forskjell mellom høst- og vårgjødsling, men høstgjødsling har tendert å være mest fordelaktig og da i første rekke til vekster som poteter og rotvekster. Som forklaring på dette forhold er nevnt at det gjennom vinteren kan vaskes ut endel av kaliumgjødslas klorinnhold.

I Finland ble det i årene 1922/27 utført et forsøk med høst- og vårgjødsling med fosfor og kalium. Forsøket har ligget i eng på grasmyr (12 og 13). I konklusjonen i meldingen fra dette forsøk blir det slått fast at det intet er i veien for å gjødsle med fosfor om høsten, og at det sannsynligvis heller ikke er noen risiko ved å nytte kalium på samme måte. Det tas imidlertid forbehold når det gjelder jord som er utsatt for flomvann eller oversvømmelser.

I Sverige har høst- og vårgjødsling med handelsgjødsel vært gjen-

stand for tallrike forsøk (1). Også i disse forsøkene er det slått fast at risikoen for utvasking av fosfor er liten, men det advares mot høstgjødsling på jord i dårlig kalktilstand hvor det er fare for binding av fosfor. På jord i tilfredsstillende kalktilstand har derimot forsøkene vist at høstgjødsling med fosfor har hatt samme effekt som vårgjødsling. Når det gjelder kalium har de svenske forsøk gitt resultater som er vel overensstemmende med de danske. Også i Sverige har høstgjødsling med kalium til poteter og rotvekster vist seg fordelaktig sammenlignet med vårgjødsling.

Som allerede antydet i innledningen har høstgjødsling med handelsgjødsel vært relativt lite nyttet i Norge. Dette skyldes trolig ulike forhold av driftsmessig art. Det er også publisert få resultater fra forsøk som omhandler dette problem.

Forsøksstasjonen på Mæresmyra har imidlertid en betydelig andel i det som er utført på dette felt her i landet. I årene 1908/10 ble det ved forsøksstasjonen utført et forsøk på eng på nydyrket grasmyr. Forsøksplanen omfattet 3 gjødselmengder med henholdsvis 15, 30 og 45 kg thomasfosfat og 15, 30 og 45 kg kainit pr. dekar. Avlingen i middel av 3 høsteår ble 367 kg høy pr. dekar ved høstgjødsling og 377 kg ved vårgjødsling. Det var imidlertid atskillig variasjon mellom de enkelte år. I 1908 var således høstgjødsling mest fordelaktig, mens det motsatte var tilfelle i 1909 og 1910. *Lende-Njå* (8) sier i sin omtale av forsøket at forskjellen mellom forsøksleddene ikke er større enn at dette godt kan skrive seg fra uunngåelige forsøksfeil. Høstgjødsling så ellers ut til å være mer fordelaktig jo sterkere gjødslingen var. Dette blir tolket som et resultat av at det skadelige klorinnhold i kainiten lettere blir vasket ut ved høstgjødsling. Ved store gjødselmengder vil naturligvis konsentrasjonen av klor i jorda bli desto større. Som allerede nevnt er denne oppfatning av klorets negative innvirkning blitt støttet gjennom senere danske og svenske forsøk. I 1944 er det ved myrforsøksstasjonen publisert resultater fra to nye forsøk med høst- og vårgjødsling, men denne gang med bare fosfor (3). Forsøkene er utført i årene 1929—37 og omfatter bl.a. også ulike fosforgjødselslag. I denne sammenheng er det forholdet mellom høst- og vårgjødslinga som har størst interesse.

I forsøkene er det nyttet 1,54 kg P pr. dekar. I det første forsøk, og i middel av en 5 årsperiode, stod høst- og vårgjødsling temmelig likt med henholdsvis 892 og 896 kg høy pr. dekar. I det andre forsøk i perioden 1934/37 var tallene henholdsvis 724 og 896 kg høy pr. dekar. Her var således vårgjødsling av superfosfat mest fordelaktig. Det må imidlertid nevnes at bare ett år av perioden hadde signifikante meravlinger. Avlingene av hå gikk i alle år i favør av vårgjødsling, og det er først og fremst håavlingene som gjør forskjellen mellom høst- og vårgjødsling så stor. Høstgjødslingen i forsøket 1929/34 er i middel utført 3. november og i forsøket 1934/37 3. oktober. I

begge tilfelle er dette noe seint på høsten og det synes kanskje noe uventet at det seineste gjødslingstidspunkt skulle være det gunstigste. Forsøkene er imidlertid ikke utført i samme tidsrom og materialet er dessuten for lite til å trekke noen sikre slutninger om dette forhold. I forsøkene var det også tatt med noen tungt oppløselige fosforgjødselslag. Avlingsutslagene for disse varierte betydelig, men vårgjødsling ble her funnet å være mer fordelaktig enn høstgjødsling.

Forsøkene på Mære 1963/66.

I 1963 ble spørsmålet om høstgjødsling kontra vårgjødsling med handelsgjødsel tatt opp i nye forsøk. Forsøkene ble lagt i timoteieng på godt formoldet grasmyr. Forsøksplanen, latinsk kvadrat, omfattet følgende gjødselmengder i kg pr. dekar:

Forsøksledd	Kalksalp.	Kraftsuperfosfat		Kaliumgjødsel	41 %
	Vår	Høst	Vår	**Høst**	Vår
a	40	15			**20**
b.	40	15		20	
c.	40	15		20	
d.	40		15		20
e.	20+20		15		20

Som det vil fremgå av planen, omfatter den først og fremst en sammenligning mellom tidlig (b) og sein (c) høstgjødsling med P og K og vårgjødsling (d) med de samme stoffer. Tidlig høstgjødsling er utført omkring 2. september og sein omkring 24. september. Vårgjødsling er i middel utført 4. mai. I planen er også tatt med en sammenligning mellom tidlig høstgjødsling og vårgjødsling med P alene. Dessuten er det tatt med et ledd hvor N-gjødsla er delt, med en halvdel sammen med PK-gjødsla om våren og den andre halvdel etter at graset var ca. 10 cm langt. På alle ledd er N gitt om våren.

Jordarten på feltene var som før nevnt en godt formoldet grasmyr. Jorda var sur med pH omkring 5,0, men kalktilstanden var likevel noenlunde tilfredsstillende med over 400 kg CaO pr. dekar. Kalkingforsøk i eng på denne jorda har således gitt små og usikre meravlinger (5). Myrdybden varierte endel mellom feltene, fra 0,4 m på felt 1 til 0,9 på feltene 2 og 3. Myra er grøftet med 16,0 m avstand mellom grøftene. Grøftedybden varierte mellom 70 og 80 cm.

De klimatiske forhold i forsøksperioden har ikke budt på større avvik fra det normale. Riktignok var 1964 et fuktig år, men det er grunn til å peke på at tyngden av nedbøren kom i juni og juli og ble etterfulgt av en relativ tørr høst hvor spesielt oktober gav gode forhold for jordarbeidet. I forsøksperioden var det heller ikke snømeng-

der ut over det normale. Avsmeltningen av snøen førte ikke til fritt flomvann av betydning. Temperaturforholdene i perioden var karakterisert av relativt høye temperaturer på forsommer og ettersommer, mens midtsommeren, juli måned, har hatt lavere temperatur enn normalt. Disse relativt lave temperaturer på midtsommeren har i første rekke gitt seg utslag i små og variable avlinger av hå.

Avlingsresultatet fra de enkelte felt og år er stilt sammen i tabell 1.

Tabell 1. *Avling i kg høy pr. dekar.*

År/felt	Forsøksledd				
	a	b	c	d	e
1963 felt 1	853	815	752	819	865
1964 »	886	934	906	855	886
1965 »	1 134	997	1 059	1 015	920
1966 »	719	784	725	755	712
1963 » 2	1 180	1 134	1 157	1 045	1 122
1964 » 2	1 021	960	982	1 002	892
1965 » 3	1 210	1 226	1 479	1 272	1 281
1966 » 3	773	813	742	873	794
Middel år/felt	972	958	975	955	935

Av tabell 1 vil det fremgå at felt 1 har 4 høsteår, mens de 2 øvrige felt har 2 høsteår hver. Det er utført slått av hå bare i 2 år, nemlig på felt 2 i 1963 og på felt 3 i 1965.

Meravlingene mellom de ulike forsøksledd er små og ikke signifikante. Dette gjelder såvel innen det enkelte år som felt, og innen det samlede forsøksmateriale. Det er heller ingen signifikante samspillseffekter mellom forsøksledd og forsøkssted.

Både tidlig og sein høstgjødsling, forsøksledd b og c, har i middel gitt litt større avling enn vårgjødsling, forsøksledd d. Det samme gjelder også høstgjødsling med bare fosfor, forsøksledd a. Delt nitrogendose, forsøksledd e, har i middel gitt den laveste avling.

Det må imidlertid som tidligere nevnt understrekes at alle avlingsdifferanser er små og usikre og derfor lite å legge vekt på. Det kan ellers nevnes at i de år det ble utført høsting av hå, har avlingene etter høstgjødsling vært fullt på høyde med avlingene etter vårgjødsling.

Alle forsøk har ligget i rein timoteieng. Det er ikke på noen av feltene observert endringer i plantebestanden som har sammenheng med de ulike gjødslingsmåter.

Undersøkelser av avlingens kvalitet er naturligvis et meget viktig kapitel i forbindelse med gjødslingsforsøk. Av økonomiske og andre

grunner har kvalitetsproblemet i de her omhandlede forsøk blitt meget mangelfullt behandlet. Det hele er begrenset til en kjemisk analyse av avlingene i 1963 fra feltene 1 og 2 og forsøksleddene b og d. Analysen er utført på protein, aske, fosfor, kalium, kalsium og magnesium. Resultatet av analysen som er utført av Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim, er gitt i tabell 2:

Tabell 2. *Kjemisk innhold i tørrstoff.*

Felt og ledd	% Rå-protein	% Aske	% P	% K	% Ca	% Mg
Felt 1, ledd b	5,9	3,9	0,15	1,56	0,21	0,07
» 1, » d	6,0	4,2	0,14	1,73	0,20	0,07
» 2, » b	7,0	3,1	0,16	0,96	0,27	0,09
» 2, » d	7,0	3,7	0,15	1,20	0,28	0,09

Selv om det er et lite analysemateriale er det likevel grunn til å merke seg at askeinnholdet er noe større etter vårgjødsling enn etter høstgjødsling. Dette har en vesentlig sammenheng med et større innhold av kalium etter vårgjødsling. Det er her en økning i prosenttallene på 0,17 og 0,24 på henholdsvis felt 1 og 2. Det er en svak tendens til det motsatte forhold for fosforets vedkommende. Kalsium og magnesium ser derimot ikke ut til å være nevneverdig påvirket, og det samme gjelder forøvrig innholdet av protein. Man vil imidlertid legge merke til at det mellom feltene er en betydelig forskjell i høyets innhold av kalium, og dette gjelder både forsøksleddene b og d. Som nevnt tidligere var det ingen påviselig variasjon i jorda mellom feltene og heller ikke i tidligere jordanalyser fra de ulike skifter var det påvist vesentlig forskjell. Det var derfor noe uventet å finne så stor differanse i prosenttallene mellom felt 1 til felt 2. Som nevnt var imidlertid myrdybden på felt 1 ca. 40 cm mens dybden på felt 2 ca. 90 cm. Det er derfor grunn til å anta at tilgjengelig kaliumreserver i undergrunnen har gjort seg sterkere gjeldende på felt 1 enn på felt 2. Når det gjelder kalsium og magnesium vil en finne et noe annet forhold idet analysetallene viser at spesielt kalsiuminnholdet i høyet fra felt 2 er betydelig høyere enn i høyet fra felt 1. Grunnen til den ulike variasjon mellom kalium og kalsiuminnholdet i høyet har trolig sammenheng med ioneantogonisme i jordmiljøet. Det skal imidlertid ikke gås nærmere inn på dette forhold her. Det som er vesentlig i denne sammenheng er det forhold at vårgjødsling synes å øke kaliuminnholdet i fôret i forhold til høstgjødsling. Selv om materialet, fra 2 forsøk og samme år, naturligvis ikke gir grunnlag for noen inngående drøfting, er det likevel

grunn til å peke på at forholdet K/Ca+Mg har tiltrukket seg stor oppmerksomhet i forbindelse med hypomagnesimi og tetani hos storfe (14). En spesiell interesse i denne sammenheng har forøvrig forsøk og undersøkelser utført av *Mudd S. H. & Brooksbank N. H.* and *Vallis* A. S. i 1967 (9) hvor de har påvist opptil 9 ganger flere tilfelle av tetani hos storfe på beite overgjødslet med kalium om våren sammenlignet med beite som var gjødslet med kalium om høsten. De har også påvist en tendens til nedgang i blodets magnesiuminnhold hos beitedyr etter vårgjødsling med kalium i motsetning til høstgjødsling.

Kommentarer og konklusjon.

De utførte sammenlignende forsøk med høst- og vårgjødsling på Mæresmyra i årene 1963/66 hadde først og fremst et økonomisk og arbeidsteknisk siktemål. Som det vil være kjent har prisene på handelsgjødsel i de senere år vært gunstigst på ettersommeren og gradvis steget utover høsten og vinteren. Tidlig gjødselinnkjøp har derfor i de fleste tilfelle vært fordelaktig for den enkelte forbruker. Nå kan det ikke være tvilsomt at dersom det var mulig å gjødsle de enkelte vekster allerede om høsten uten vesentlig avlingstap, ville fordelen ved tidlig kjøp av handelsgjødsla øke betraktelig. En kunne oppnå betydelig sparing av transport, lagerplass og lagerarbeid samtidig som, og det er kanskje ikke minst viktig, en kunne nytte en relativt avslappet periode på høstparten til gjødslingsarbeidet. Forsøkene synes å vise at de nevnte fordeler til en viss grad kan oppnåes for så vidt det gjelder gjødsling til eng med P og K på godt omsatt myrjord.

Ved opplegget av forsøket ble imidlertid også andre momenter enn de økonomiske tatt med. Vår tids krav til effektivisering og rasjonalisering har ledet til at stadig større og tyngre maskiner og redskaper har fått anvendelse i jordbruket. Denne utvikling fører nødvendigvis med seg økt risiko for pakking og elting av jorda med fare for tilstopning av jordas porevolum og reduksjon av luft og oksygentilgangen til jordas mikroorganismer og plantenes underjordiske organer. Denne større eller mindre ødeleggelse av jordstrukturen fører ofte til reduserte avlinger. Det er av *Håkansson I.* (6) og *Njøs A.* (10) og andre påvist at jordas strukturelle stabilitet og jordas bæreevne har et sterkt sammenheng med jordas vannhusholdning. Jo høyere vanninnholdet i jorda er jo mindre vil den tåle av fysisk påkjenning. De nevnte undersøkelser er i det vesentlige utført på leirjord, men det er på det rene at myrjord ikke danner noe vesentlig unntak. Tvert imot har myrjord utvilsomt et betydelig svakere jordskjelett enn f.eks. leirjord, og tåler trolig tilsvarende mindre fysisk påkjenning. Det er da også vel kjent at myrjord har lett for å bli skadet ved jordarbeiding og tung trafikk under ugunstig vanninnhold. Mest ømfintlig er naturligvis jorda under snøavsmeltning

og opptining om våren, men ofte også etter større nedbørsmengder i løpet av sommerhalvåret. Ved å nytte de muligheter som foreliggger til et friere valg av gjødslingstidspunkt f.eks. fra vår til høst, vil en kunne avbøte en betydelig del av faren ved for sterk fysisk påkjenning av jorda.

En ulempe ved høstgjødslingen er naturligvis det forhold at en ikke kan tilføre alle verdistoffer i en operasjon. Nitrogen, i alle fall den form det foreligger i de handelsførte gjødselslag i dag, er lite skikket for høstgjødsling. Det er riktignok påvist tilfelle hvor høstgjødsling kan forsvares (3), men i det vesentlige vil det nok være riktig å regne med at nitrogenet lett går tapt ved utvasking i løpet av vinterhalvåret (11), og vil da være en betydelig forurensningsfaktor. Nitrogenet kan imidlertid uten vesentlig ulempe og avlingstap tilføres enga, og trolig andre ikke modnende vekster, etter at veksten er kommet i gang. I Håndbok for gjødsling (13) er oppgitt en periode på opptil 14 dager etterat enga er begynt å bli grønn. En har således om våren for nitrogenets vedkommende et vesentlig større spillerom fremfor de andre plantenæringsstoffer som fosfor og kalium, og overgjødsling med nitrogen til enga kan derfor utføres etter at jorda er tørket opp. Dette vil dessuten oftest også være etter at den travleste del av våronna er unnagjort. At pakking av jorda og andre kjøreskader dermed også reduseres er selvsagt.

Som det fremgår av forsøksplanen omfatter sammenligningen av høst- og vårgjødsling bare en enkelt gjødselmengde. Om sterkere gjødsling som påvist i et tidligere forsøk (8), har gjort høstgjødsling mere fordelaktig er derfor et åpent spørsmål. Forsøkene er dessuten utført på eng og gir således ikke noe uttrykk for den spesifikke effekt høstgjødsling har overfor poteter og rotvekster som er påvist i våre naboland (1 og 3).

Kvalitetsundersøkelsene i forbindelse med disse forsøk er naturligvis av et for begrenset format til å trekke noen sikre slutninger, men de skulle ha en viss interesse på bakgrunn av de foran nevnte engelske undersøkelser (9) hvor høstgjødsling med kalium syntes å ha gunstig innvirkning på helsetilstanden hos storfe. Dette er spørsmål som fortjener nærmere undersøkelser.

De utførte forsøk på Mære er naturligvis både for få og for lite representative til å gi grunnlag for en entydig og klar konklusjon. Imidlertid synes det likevel, på bakgrunn av de resultater som er gjort kjent fra lignende forsøk i våre naboland, å være grunnlag for å si at under dyrkingsforhold som er tilnærmet forsøksstedets, vil en avlingsmessig stå temmelig fritt i valget mellom høst- og vårgjødsling med fosfor- og kaliumgjødsel. Økonomiske og driftstekniske faktorer kan i det enkelte tilfelle bli bestemmende ved valget, men det er også grunn til å peke på de forhold der høstgjødsling kan bety en mere skånsom behandling av jorda kontra den hurtig voksende og stadig tyngre maskinpark.

Sammendrag.

I meldingen er lagt fram resultater fra 3 forsøk utført på eng i årene 1963/66. Forsøksplanen omfatter først og fremst en sammenligning av tidlig (b) og sein (c) høstgjødsling med fosfor og kalium med vårgjødsling (d) av de samme stoffer. I planen inngikk ellers høstgjødsling med bare fosfor (a) og et ledd (e) hvor nitrogengjødsla var delt i 2 like doser med forskjellig spredningstid. Nitrogengjødsla til alle ledd ble tilført om våren.

I tabell 1 er avlingstallene i kg høy pr. dekar stilt sammen. Høstgjødsling har gitt avlinger som står fullt på høyde med vårgjødsling. Avlingsforskjellen mellom de ulike ledd er imidlertid liten og de små differanser er heller ikke signifikante. De kan derfor ikke tillegges vesentlig betydning.

I tabell 2 er gjengitt resultater fra noen få kjemiske analyser som antyder at en ved høstgjødsling kan få en gunstigere mineralstoffbalanse i høyets tørrstoff enn ved vårgjødsling.

Det er i meldingen pekt på at høstgjødsling gir mulighet for en bedre fordeling av arbeidsoppgavene på bruket samtidig som en kan gjøre seg maksimal nytte av de gunstige gjødselpriser om høsten. En står dessuten friere til å velge det heldigste tidspunkt for spredearbeidet ut fra hensynet til jordas evne til å tåle påkjenningen av tunge maskiner og redskaper. Dette har særlig betydning på jordarter med svakt jordskjelett som f.eks. myrjord.

En vesentlig ulempe ved høstgjødsling er at en ikke kan få utført hele gjødseloperasjonen på samme tid. Nitrogenet må enda så å si uten unntak tilrådes tilført om våren på grunn av faren for en mer eller mindre total utvasking i løpet av vinteren.

Valget av gjødslingstidspunkt og gjødslingsmåte vil derfor i det enkelte tilfelle være bestemt av en avveining av de nevnte fordeler og ulemper.

Summary.

This report gives the results of three experiments carried out on pasture land in the years 1963 to 1966. The primary purpose of the experiments was to compare early (b) and late (c) autumn dressings of phosphorus and potassium with spring dressings (d) of the same fertilisers, but trials were also made of autumn fertilising with phosphorus alone (a), and there was one case (e) in which nitrogen fertiliser was divided into unequal doses applied at different times. In all the experiments nitrogen fertiliser was applied in spring.

In Table I will be found the yields from these experiments, in kg of hay per decare. This table shows that the differences in yield are small, but that autumn dressing has given results every bit as good as spring dressing. The differences are not significant, and no great

importance can be attached to them. Chemical analyses that were made, Table 2, suggest that autumn dressing can provide a more favourable balance in the mineral content of the crop than spring dressing.

The conclusion is that from the point of view of yield there appears to be little risk in top-dressing pasture land with phosphorus and potassium in the autumn.

Litteratur.

1. *Alvelid S.* 1967. Gjødsling på høsten eller våren? Forskning og praktik nr. 2.
2. *Bondorff K. A.* 1939. Jordbrugets jorddyrkning II.
3. *Ericsson J.* 1968. Skal vi gjödsla på hösten. Växtnäringsnytt.
4. *Hagerup H.* 1944. Haust- og vårspredning av ymse fosfatslag. Melding nr. 32 fra Det norske myrselskaps forsøksstasjon.
5. *Hagerup H.* 1950. Kalkingsforsøk på myrjord. Forskn.fors. i Landbr. 1 : 473—530.
6. *Håkansson I.* 1966. Forsök med olika packningsgrader i matjorden och alvens översta del. Grundförbettring 281—332.
7. *Kofoed A. D.* og *Olesen J.* 1955. Forsøg med udbringning av kali efterår og forår. Beretning om fellesforsøg i landbo og husmandsforeningene 128.
8. *Lende-Njå J.* 1911. Et gjødslingsforsøk på Mære landbruksskole 1908—10. Meld. fra DNM's forsøksstasjon.
9. *Mudd C. H.* & *Brooksbank N. H.* and *Vallis A. S.* 1967. Effect of time of application of pottassie fertilizus on incidenca of hypomagnesaemia. Husbandry.
10. *Njøs A.* 1962. Norske forsøk med tromling og hjultrykk 1957/61. Grundförbettring 248—257.
11. *Nömmik H.* 1964. Kvävegödsling på hösten eller våren? Växtnäringsnytt 4 : 1 — 4 : 7.
12. *Pessi Y.* 1961. Observations at Leteensuo on laying down to grass of peat lands and the tending of the grass lays. Acta agreltlia Fennica.
13. Uhlen m. flere. 1969. Håndbok for gjødsling.
14. *Vesikivi A.* 1926. Resultat av forsök beträffande fosforsyre- och kalifattiga konstgödselmedels spredningstid å karrjordsvall. Finska mosskulturföreningens årsbok 1925.
15. *Ødelien M.* 1960. Kan gjødsling væra årsak til hypomagnesemi og tetani hos storfe? TNL. 353—370.