

Om gødskningens indflydelse på græsmarksafgrødernes mineralstofindhold

Ved AAGE HENRIKSEN

594. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Med henblik på det stigende antal tilfælde af græstetani (*hypomagnesæmi*) og andre forstyrrelser i mineralstofskiftet hos græssende kvæg blev der i årene fra 1955 til 1957 gennemført en række undersøgelser til belysning af gødskningens indflydelse på græsmarksafgrødernes indhold af mineralstoffer. Markforsøgene blev gennemført ved Statens Marskforsøg i Højer, analysearbejdet på Statens Planteavls-Laboratorium i Vejle. Resultaterne meddeles i nærværende beretning, der er udarbejdet af afdelingsbestyrer *Aage Henriksen*, Vejle, med bistand af forstander *Viggo Nielsen*, Højer.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Indledning

Det har længe været kendt, at en række mineralstoffer er nødvendige for husdyrenes liv og trivsel. Selvom de mængder, hvori disse forskellige mineralstoffer indgår i dyrelegemet, er vidt forskellige, varierende fra nogle få milligram til flere kilo, er de alle lige uundværlige, forsåvidt som mangel på blot et af de livsvigtige stoffer giver sig udslag i mere eller mindre udprægede sygdomstilstande, i sværere tilfælde endog ofte med døden til følge.

En af de mangelsygdomme hos kvæg, som i de senere år har fået større og større udbredelse såvel herhjemme som i udlandet, er den såkaldte græstetani. Sygdommen betegnes nu i almindelighed som hypomagnesæmi, hvorved forstås en tilstand, der er karakteriseret ved et lavt magnesiumindhold i blodet, men som dækker over andre sygdomme med samme årsag, for eksempel laktationstetani. Da nærværende beretning imidlertid kun omhandler problemer i forbindelse med hypomagnesæmi hos græssende kvæg, vil betegnelsen græstetani blive anvendt i det følgende.

Græstetani synes første gang at være beskrevet herhjemme af *Cleemann* (1932), men først i de senere år er det tydeligt, at sygdommen har fået større udbredelse. I foråret 1955 optrådte græstetani således flere steder i landets sydvestlige egne, medens der i de følgende år er forekommet tilfælde spredt over hele landet. Da sygdommens symptomatologi og behandling fornylig er udførlig omtalt af *Simesen* (1957), skal der her kun refereres enkelte hovedpunkter.

Græstetani optræder hyppigst hos højtydende nykælvere i de første uger efter udbindingen, men kan også optræde hos kvier og stude, specielt når græsset er meget frodigt. De første symptomer på sygdommen er i regelen ophørt ædelyst, nervøsitet samt et ejendommeligt stirrende blik og stive bevægelser. Ved sværere angreb optræder voldsomme krampeanfald med lammelser ind imellem, og denne tilstand får ofte dødelig udgang, hvis behandling med injektion af magnesiumopløsning ikke omgående iværksættes.

Ved undersøgelse af blod fra angrebne dyr påvises altid lavt magnesiumindhold - 0.1 - 1.2 mg Mg pr. 100 ml blod - mod normalt 1.8 - 3.2 mg Mg pr. 100 ml blod hos sunde dyr. Blodets calciumindhold ligger i regelen også lavt hos angrebne dyr, medens fosforindholdet synes uden sammenhæng med sygdommen.

Da græstetani således er associeret med lave Mg-værdier i blodet og kan helbredes ved tilførsel af magnesium, ville det være mest nærliggende at søge sygdommens årsag i utilstrækkelige magnesiumtilførsler med foderet. Eksperimentelt har det da også vist sig muligt at fremkalde hypomagnesæmi ved i længere tid at holde magnesiumtilførslen nede på minimale værdier (*Breirem, Ender, Halse og Slagsvold*, 1949); men på den anden side har det i talrige tilfælde vist sig, at græstetani har optrådt hos kvæg på græsmarker, hvis magnesiumindhold ved normal afgræsningsration skulle give kreaturerne en daglig magnesiumtilførsel, som lå betydelig over det minimale behov. Her spiller sikkert det forhold ind, at magnesium ikke resorberes særligt effektivt; men den omstændighed, at dyrene ofte kan have lavt magnesiumindhold i blodet uden at vise sygdomstegn, tyder på, at der skal een eller måske flere udløsende faktorer til for at bringe sygdommen til udbrud. I de senere år har forskere fra flere lande, specielt

Holland, Belgien og England, arbejdet intensivt på at finde frem til disse udløsende faktorer, og selv om problemerne deromkring endnu ikke kan betragtes som endeligt klarlagte, er der dog fundet visse holdepunkter.

Sjollema satte allerede i begyndelsen af 30-erne græstetaniens opståen i forbindelse med en »forgiftningsfaktor«, fremkaldt af det hurtigtvoksende græs' høje protein- og nitratinghold. *Hoflund* (1949) fremsatte overensstemmende hermed den teori, at ammoniak fra nedbrydningen af proteinstoffer i vommen absorberes, fremkalder alkalose i blodet, og som følge deraf nedsætter ionisationen af calcium og magnesium. Den kendsgerning, at sygdommen kun optræder hos drøvtyggere, og at der sædvanligvis kun er få angrebne dyr indenfor en flok, støtter teorien, og andre forskere er ligeledes af den opfattelse, at det udløsende moment er en fordøjelsesforstyrrelse, fremkaldt ved opslugning af giftige stoffer. Imidlertid foreligger der hidtil ingen beviser for disse teorier.

Da græstetani navnlig optræder i lande, hvor man er gået over til mere rationel græsmarksdrift, og sygdommen iøvrigt er tiltaget i hyppighed parallelt med intensiveringen af landbruget, har en væsentlig del af de senere års undersøgelser koncentreret sig om gødskningens indflydelse på græsafgrødernes mineralstofsammensætning, kombineret med observationer over antal tilfælde af græstetani hos kvæget på de undersøgte arealer. Sådanne undersøgelser er blandt andet udført af *Verdeyen* (1952), som fandt, at forholdet milliekvivalenter $K/(Ca + Mg)$ altid var meget højt i tetanifremkaldende græsafgrøder. *Verdeyen* angiver på basis af sine undersøgelser, at der er fare for græstetani, når det nævnte forhold er over 2.20, medens der er mindre fare, når forholdet ligger under denne værdi. Disse resultater er senere blevet bekræftet af *Kemp* og *vHart* (1957), som sammenlignede mineralsammensætningen af græs fra marker uden og med tilfælde af græstetani. I græsprøver fra 170 arealer, hvor græstetani ikke forekom, fandtes forholdet $K/(Ca + Mg)$ til 1.67, medens prøver fra 100 arealer, hvor græstetani forekom, viste et $K/(Ca + Mg)$ -forhold på 2.37. Her var kaliumindholdet iøvrigt højere, men indholdet af calcium og natrium lavere end i prøverne fra arealer uden græstetani. Indholdet af råprotein, magnesium, fosfor,

chlorid og sulfat var omtrent ens i de to grupper. Det fremgår således af undersøgelserne, at forholdet mækv. $K/(Ca + Mg)$ i græstørstoffet har indflydelse på forekomsten af græstetanitilfælde, og indflydelsen bliver naturligvis størst, hvor der ikke gives tilskudsfoder til de græssende dyr.

Rent eksperimentelt er det gennem engelske forsøg (*Allcroft, Parr et al.*, 1954) påvist, at kraftig gødskning af græsmarkerne øger risikoen for græstetani, hvis der ikke samtidig tilføres magnesium. *Simesen* (1957) beskriver 13 tilfælde af græstetani på en gård med ca. 100 malkekøer, hvor man – efter nedskæring af græsarealet – gødgede særlig stærkt for at forøge udbyttet på det reducerede areal. De angrebne dyr befandt sig her hovedsagelig i en gruppe med så lav mælkeydelse, at der ikke gaves kraftfoder-tilskud.

Da der i årene fremover sikkert vil ske en yderligere stigning i anvendelsen af kunstgødning på vore græsarealer, må det befrægtes, at græstetani vil få en stigende udbredelse i takt med den øgede gødningsanvendelse. Det er derfor af interesse i praksis at få belyst, hvorledes gødningerne, enkeltvis og i kombination, påvirker græsmarksafgrødernes mineralstofindhold med særligt henblik på forholdet mellem kalium og calcium + magnesium. Men man må på forhånd gøre sig klart, at hele dette spørgsmål ikke kan besvares eengydigt ud fra undersøgelser på en enkelt lokalitet og i marker med en blandet bestand af græsmarksplanter. Dette er en simpel følge af den kendsgerning, at grundstofferne i de anvendte gødninger ikke er de eneste faktorer, som påvirker mineralstofindholdet i en græsafgrøde. Jordbundsforholdene, her i første række jordens indhold af plantetilgængelige næringsstoffer, græsmarkens botaniske sammensætning, klimaet og tidspunktet for gødningsudbringningen er også i høj grad medbestemmende for, hvilke ændringer i mineralstofindholdet en given mængde af et gødningsstof frembringer.

Til illustration af jordbundsforholdenes indflydelse kan anføres resultater af undersøgelser, gennemført af Foreningen af jydsk Landboforeningers Græsmarkssektion (beretningen for 1945). I græsafgrøder fra 3 forsøg på jorder uden fosforsyremangel fandtes et gennemsnitligt fosforsyreindhold på 0.88 pct. P_2O_5 i tørstoffet, medens der i afgrøder fra 3 forsøg på jorder med stærk

fosforsyremangel kun fandtes et indhold på 0.58 pct. Tilførsel af 400 kg superfosfat pr. ha forøgede afgrødens indhold af fosforsyre med 0.07 pct. på den ikke-fosforsyretængende jord, medens forøgelsen på fosforsyretængende jord androg 0.39 pct. Resultaterne bekræfter den almindelige regel, at lavt indhold af et næringsstof i jorden sædvanligvis også medfører lavt indhold af det pågældende næringsstof i afgrøden og ligeledes, at stigningen efter en tilførsel af næringsstoffet er desto mere udpræget, jo fattigere jorden er.

For kløvergræssets vedkommende danner kvælstof dog en vigtig undtagelse fra denne regel, idet kløveren, ved rodknoldbakteriernes hjælp, er istand til at assimilere kvælstof direkte fra luften. Tilføres kvælstofgødning til en kløverrig græsmark, vil græssernes vækst stimuleres kraftigt, medens kløveren trykkes og således kommer til at udgøre en procentvis mindre del af udbyttet. Da kløveren har et betydeligt større indhold af kvælstof end græsserne; resulterer kvælstoftilførslen i en nedgang i den samlede afgrødes kvælstofprocent. Kun i kløverfattige græsmarker vil kvælstoftilførsel kunne frembringe en stigning i den samlede afgrødes procentiske indhold, idet stigningen i græssernes kvælstofindhold overvejer virkningen af nedgangen i kløverprocenten. Forsøgsresultater, der viser dette forhold, findes blandt andet i Den jyske Græsmarkssektions Jubilæumsberetning, 1944, side 143. Vi står her over for et eksempel på, at græsafgrødens botaniske sammensætning er ganske afgørende for, hvilken indflydelse en gødningstilførsel får på afgrødens mineralstofindhold. Samtidig viser eksemplet, at gødskningen ikke alene indvirker på mineralstofindholdet direkte, men også indirekte ved at forårsage ændringer i den vegetative kombination.

Kvælstof er ikke det eneste næringsstof, der har denne indirekte virkning. Superfosfat, men dog navnlig kaligødning, virker fremmende på kløverens vækst; et forhold som sikkert hænger sammen med, at bælgeplanterne har relativt svært ved at optage engyldige kationer, medens dette ikke er tilfældet for græssernes vedkommende. Er forsyningen af fosforsyre og de øvrige næringsstoffer rigelig, men kaliumforsyningen dårlig, konkurrerer græsserne derfor let kløveren ud på grund af kaliummangel.

Om mineralstofindholdet, specielt indholdet af calcium og mag-

nesium, i de forskellige græsmarksplanter foreligger hidtil kun få danske undersøgelser. *R. K. Kristensen* giver i Landbrugets Ordbog (1938) en oversigt over de foreliggende analyser, suppleret med analysemateriale fra Sverige og Tyskland. Nedenstående gives uddrag fra denne oversigt.

	I pct. af tørstoffet					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO
Hvidkløver	2.92	0.79	2.01	0.75	2.20	0.76
Rødkløver	2.83	0.66	1.97	0.60	2.28	0.62
Alsike	2.77	0.60	1.94	0.77	2.12	0.56
Timothe	1.30	0.53	1.81	0.22	0.81	0.27
Hundegræs	1.30	0.54	1.93	0.26	0.73	0.26
Engsvingel	1.13	0.52	1.71	0.23	0.75	0.27
Alm. rajgræs	1.05	0.52	1.61	0.23	0.74	0.27
Agerhø, 1. slæt	1.93	0.55	1.85	0.47	1.43	0.40
Enghø, 1. »	1.62	0.57	1.80	0.36	0.96	0.31

Ifølge ovenstående gennemsnitstal indeholder kløverarterne ca. 3 gange så meget calcium og natrium og ca. dobbelt så meget magnesium og kvælstof som græsserne, medens kalium- og fosforsyreindholdet er omtrent ens i kløver og græs. Der foreligger imidlertid ikke oplysninger om, på hvilket udviklingstrin analyserne er foretaget, men retningslinierne i resultaterne falder ret godt i tråd med resultaterne af engelske undersøgelser over samme spørgsmål. *Thomas et al.*, (1952) analyserede 8 græsarter og 4 kløverarter, dyrket under samme jordbunds- og klimaforhold, og fandt følgende gennemsnitstal.

	I pct. af tørstoffet			
	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
Græsser	0.55	0.40	2.39	0.48
Kløver	2.37	1.15	2.89	0.87

Forskellen mellem græssernes og kløverarternes indhold er meget stor i disse undersøgelser og det kan i denne forbindelse nævnes, at *Allcroft og Parr* (1954) kun fandt ca. dobbelt så meget calcium og magnesium i kløverarterne som i de almindeligt dyrkede græsser. *Van Den Heende og Cottenie* (1953) fandt ligeledes ca. dobbelt så meget calcium i rødkløver som i alm. rajgræs, men kun ca. 15 pct. større magnesiumindhold og – i modsætning til de referere-

rede danske og engelske undersøgelser – ca. 50 pct. højere kaliumindhold i rajgræsset end i kløveren.

Virksomheden af ændring i temperatur på mineralstofoptagelsen hos rajgræs er undersøgt af *Dijkshoorn* og *t'Hart* (1957). Rajgræsset blev dyrket i kar, således at alle vækstfaktorer, bortset fra temperaturen, var konstante. Det fandtes, at en overflytning af karrene fra 10° til 20° C medførte en stigning i planternes kationindhold. Da stigningen hovedsagelig falder på kaliumindholdet, betyder det samtidig en forøgelse af forholdet milliekvivalenter $K/(Ca + Mg)$. I løbet af få dage steg kaliumindholdet med over 1 pct. K_2O og nåede sit højdepunkt omkring 10 dage efter overflytningen til den højere temperatur, hvorefter der igen indtrådte et fald. Dette forhold forklarer den af *Kemp* og *t'Hart* (1957) gjorte iagttagelse, at der forekommer en tydelig forøgelse i antallet af græstetaniltfælde, begyndende omkring 5 dage efter en temperaturstigning fra et område under ca. 14° C. Ved temperaturfald gik såvel kaliumindholdet som forholdet milliekvivalenter $K/(Ca + Mg)$ i græsset ned, og antallet af græstetaniltfælde aftog.

Parks og *Fisher* (1958) har ligeledes studeret temperaturens indflydelse på mineralstofindholdet i rajgræs, men høstede først græsset 57 døgn efter forsøgets start. Græsset var da gået i blomst ved de to højeste af de tre prøvede temperaturer, 10°, 20° og 30° C, men trods det sene høsttidspunkt fandtes en stigning i kaliumindholdet på 0.55 pct. K_2O for en forøgelse af temperaturen fra 10° til 20° C. Imidlertid steg også calcium- og magnesiumindholdet så stærkt i denne periode, at temperaturforøgelsen resulterede i en nedgang i $K/(Ca + Mg)$ -forholdet.

Som nævnt i det foregående har der hidtil – bortset fra kvælstofbestemmelser – kun været foretaget ganske enkelte undersøgelser over gødskningens indflydelse på græsmarksplanternes mineralstofindhold. De udførte undersøgelser har i næsten alle tilfælde været foretaget i forbindelse med gødningsforsøg, der har taget sigte på at undersøge gødningernes virkning på det kvantitative udbytte af tørstof og råprotein, og resultaterne kan derfor hverken helt eller delvis besvare spørgsmålet om gødskningens indflydelse på mineralstofsammensætningen. Der blev derfor i 1955 ved Sta-

tens Marskforsøg i Højer anlagt et 8-leddet gødningsforsøg i en vedvarende græsmark, hvorfra der regelmæssigt udtoges prøver til analyse for mineralstofindhold. Endvidere udtoges prøver fra et forsøg med store kvælstofmængder til græs og fra forsøg med græsarter. Efter prøveudtagning i 3 græsningssæsoner afsluttedes forsøget i 1957 og i det følgende meddeles resultaterne af de foretagne analyser.

De udførte forsøg

FORSØGSBETINGELSER

Forsøgene er gennemført på middelsvær marskjord, dels på Nørregaard, dels på Hohenwarte, hvortil Statens Marskforsøg overflyttedes i 1956. Jorden må på begge lokaliteter betegnes som god marsk, og da den holder godt på fugtigheden, kan der avles store og sikre udbytter af græs.

I jordprøver, udtaget på de ugødede parceller, er der foretaget bestemmelse af Rt, Ft, TK og TMg samt indhold af ombytteligt natrium og calcium. Resultaterne af analyserne fra de forskellige forsøgsarealer meddeles under omtalen af de enkelte forsøg, og det samme gælder forsøgsplanerne.

I forsøget med store kvælstofmængder til græs samt i forsøgene med græsarter er der foretaget udbyttebestemmelser. Dette er derimod ikke tilfældet i det store gødningsforsøg, der udelukkende er gennemført med det formål for øje at undersøge de forskellige gødningers indflydelse på mineralstofsammensætningen i græsset. Fra alle forsøgene er der udtaget en fællesprøve af hvert forsøgsled og hvert slæt til tørstofbestemmelse, som blev udført på forsøgsstationens eget laboratorium. I tørstoffet er der på Statens Planteavls-Laboratorium i Vejle foretaget bestemmelse af råprotein, samt af CaO, MgO, K₂O, Na₂O og P₂O₅.

Ved bestemmelserne af totalkvælstof er anvendt den almindelige Kjeldahlmetode uden tilsætning af HgSO₄. Resultaterne er omregnet fra pct. totalkvælstof til pct. råprotein ved multiplikation med 6.25. Fosfor (P₂O₅) er bestemt kolorimetrisk efter den af *Benjaminsen* og *Jensen* (1955) beskrevne vanadatmetode. Kalium (K₂O) og natrium (Na₂O) er bestemt flammefotometrisk

ved hjælp af et Beckman flammefotometer, model DU. Calcium (CaO) og magnesium (MgO) er bestemt ved kompleksometrisk titrering efter samme princip, som beskrevet for analyser af jord-ekstrakter (*Jensen og Henriksen, 1955*). Indholdet af tunge metaller i afgrødeekstrakterne har i nogle tilfælde været så stort, at det måtte fjernes forud for titreringen ved hjælp af natriumdiethylthiocarbamat og udrystning med tetrachlorkulstof, men i de fleste tilfælde har titreringen kunnet foretages direkte. Såvel de flammefotometriske som de kompleksometriske analyser er udført i saltsure udtræk af de tørforaskede afgrødeprøver.

Ved de foretagne omregninger fra procentisk indhold af råprotein og de forskellige metaliliter til milliækvivalenter pr. 100 g tørstof er følgende faktorer anvendt:

pct. råprotein	×	11.4	=	milliækvivalenter N
» CaO	»	35.7	»	Ca
» MgO	»	49.6	»	Mg
» K ₂ O	»	21.2	»	K
» Na ₂ O	»	32.3	»	Na
» P ₂ O ₅	»	42.2	»	P

Den opgivne omregningsfaktor for P₂O₅ forudsætter, at fosfor er tilstede som tregyldig fosfation.

Tabel 1 giver en oversigt over temperatur- og nedbørsforholdene i månederne april–september ved Statens Marskforsøg i Højer for årene 1955–1957.

I 1955 var græsmarkerne meget længe om at komme igang på grund af det kolde, fugtige forår, især maj. I 2. tidøgn af maj var

Tabel 1. Vejrforholdene ved Højer i forsøgsårene

Måned	Temperatur, °C				Nedbør, mm			
	normal	afv. fra normalen			normal	afv. fra normalen		
		1955	1956	1957		1955	1956	1957
April.....	6.2	−0.3	−1.0	+0.4	39	−11	−30	−25
Maj.....	10.8	−1.7	+0.6	−1.5	43	+40	−15	−15
Juni.....	14.0	−1.3	−1.0	+0.6	52	−2	−12	−14
Juli.....	16.3	+1.3	+0.5	+0.1	71	−52	−43	−23
August.....	15.7	+2.5	−1.9	−0.1	88	−8	+65	+37
September.....	12.9	+1.4	0	−1.2	81	+6	−27	+60

middeltemperaturen således kun 7.4° C, men nedbøren 40 mm hvilket omtrent svarer til normalen for hele måneden. De varme sommermåneder satte dog gang i væksten, så græsmarkerne gav et godt udbytte.

I 1956 led græsmarkerne en del skade under den hårde frost i februar måned, hvor temperaturen lå 7.4 grader under normalen. Nattefrosten vedvarede lige til begyndelsen af maj, og da foråret samtidig var tørt, blev der også dette år sen græsning. Maj måned gav, med store temperaturudsving, gennemsnitstemperatur over det normale, og hvor bælgplantebestanden var god, gav sommeren stort græsudbytte.

I 1957 overvintrede græsmarkerne godt og gav god græsning. Selvom foråret iøvrigt må betegnes som mildt, forekom der dog en kuldeperiode i første tidøgn af maj med helt ned til 1.9 grads frost.

Forsøgsresultater

1. MINERALSTOFFORSØGET

Dette forsøg blev anlagt i varig græsmark ved Højer i 1955 udelukkende med det formål at undersøge gødskningens indflydelse på græsafgrødens mineralstofindhold. Gødningstilførslen foretoges efter følgende plan (kg pr. ha):

Forsøgsled 1	Ugødet	(= O)
» 2	1000 sup.	(= P)
» 3	0 » , 300 kalig.	(= K)
» 4	1000 » , 300 »	(= PK)
» 5	0 » , 0 » , 900 ks.	(= N)
» 6	1000 » , 0 » , 900 »	(= NP)
» 7	0 » , 300 » , 900 »	(= NK)
» 8	1000 » , 300 » , 900 »	(= NPK)

Superfosfat og kaligødning udbragtes i 1955 den 7/5; i 1956 og 1957 den 20/4. Kalksalpeter udbragtes ad 5 gange med 100 kg den 20/4 (i 1955 dog først 7/5) og 200 kg den 2/6, 2/7, 2/8 og 2/9.

For samtidig at undersøge indflydelsen af forskellig antal slæt, deltes forsøget i 2 afdelinger, hvoraf den ene (1. række) blev slået den 1. og 15. i hver måned (ialt 10 slæt), medens den anden (2. række) kun blev slået den 1. i hver måned (ialt 5 slæt). Slæt-

datoerne, der er ens for alle tre forsøgsår, fremgår iøvrigt af nedenstående oversigt.

Slæt:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1. række...	$\frac{15}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{15}{6}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{15}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{15}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{15}{9}$	$\frac{1}{10}$
2. række...	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{10}$					

I 1955 og 1956 gennemførtes forsøget, der var anlagt som rækkeforsøg, med 3 fællesparceller à 4.5 m², på Nørregaard i en varig græsmark, lagt ud i 1938 med følgende frøblanding: 5 kg hvidkløver (vild, engelsk), 6 kg alm. rajgræs, 4 kg engsvingel, 2 kg timothe og 2 kg engrapgræs, ialt 19 kg pr. ha. Ved forsøgets anlæg i 1955 var kløveren så godt som helt forsvundet; det kan i denne forbindelse anføres, at marsk-jorden giver særdeles gode betingelser for græssernes vækst, men relativt dårlige betingelser for kløverens. Ligeledes var de fleste af de såede græsser fortrængt; tilbage var kun en del engrapgræs og enkelte planter af de øvrige. Resten af plantebestanden bestod af selvsåede græsser og en del kvik. Af de selvsåede græsser udgjorde alm. rapgræs hovedparten; dette græs var i det hele taget fremherskende, men også fioringræs, rød svingel og enkelte andre arter forekom. I det store og hele kunne plantebestanden karakteriseres som typisk for, hvad man regner for en god naturgræsgang i den ældre del af marsken.

I 1957 flyttedes forsøget til en 1-års græsmark ved Hohenwarte, udlagt med følgende frøblanding: 5 kg hvidkløver (vild, engelsk), 6 kg alm. rajgræs, 3 kg timothe, 6 kg engsvingel, 6 kg hundegræs og 3 kg engrapgræs. I foråret 1957 var kløverbestanden dårlig, og af græsserne var hundegræsset det fremherskende. Fra omkring midten af juli var kløverbestanden yderligere reduceret, og i de forsøgsled, hvor der blev givet kvælstofgødning, var den helt forsvundet.

Analysen af jordprøver fra de to forsøgssteder viste følgende resultater:

						Milligram/ 100 g jord			
						Na	Ca		
			Dybde,	Rt	Ft	TK	TMg		
			cm						
Før forsøg	1955		0—20	5.8	6.4	11.6			
Nørregaard	efter	» 1958	0—20	6.8	6.4	3.7	7.5	2.44	161
»	»	»	20—40	6.1	3.8	3.5	7.2	2.35	87
Hohenwarte	før	» 1957	0—20	7.8	7.5	8.3	30.6	2.94	306
»	»	»	20—40	7.8	7.2	11.5	34.2	4.28	290

Typemæssigt set må jorden såvel ved Nørregaard som ved Hohenwarte betegnes som lettere marskjord, men der er ret udpræget forskel på de 2 jorders kalktilstand. Det store fald i kaliumtallet ved Nørregaard fra 1954 til 1958 kan i nogen grad forklares ved, at de 2 prøver fra 1958 er udtaget i vækstperioden og på et areal lige uden for det gamle forsøg. Formålet med denne prøveudtagning var i første række at få bestemt TMg og ombytteligt natrium, såvel i 0-20 som i 20-40 cm dybde. Disse størrelser ændrer sig erfaringsmæssigt kun meget lidt i løbet af de ca. 4 år, som er forløbet mellem de to prøveudtagninger. Kaliumindholdet må sikkert betragtes som nogenlunde ens på de 2 forsøgsarealer, ligesom der ikke er større forskel på fosforsyreindholdet og indholdet af ombytteligt natrium. Derimod er magnesiumindholdet ca. 4 gange så højt ved Hohenwarte som ved Nørregaard, og man kan derfor vente, at en kaliumtilførsel vil give anledning til større ændringer i græssets indhold af magnesium i forsøget ved Nørregaard end i forsøget ved Hohenwarte. Som det senere skal vises, har dette også været tilfældet.

I det hele taget er resultaterne fra 1957 på flere punkter afvigende fra resultaterne fra 1955 og 1956; medvirkende hertil er også den omstændighed, at forsøget ved Nørregaard er gennemført i en græsmark med en helt anden botanisk sammensætning end 1. års marken ved Hohenwarte. I det følgende vil resultaterne fra 1957 derfor blive omtalt særskilt, medens resultaterne fra 1955 og 1956, der trods forskelligheder i årenes vejrlig viser god overensstemmelse, vil blive behandlet under eet.

I indledningen er nævnt, at tilførsel af gødningsstoffer ikke alene vil påvirke mineralstofoptagelsen direkte gennem forøgelsen af lettilgængeligt plantenæringsstof, men også indirekte ved at ændre bestandens botaniske sammensætning. I forsøget ved Nørregaard, hvor plantebestanden praktisk talt udelukkende bestod af naturgræsser, har den forskellige gødskning imidlertid ikke indvirket særligt på bestandens botaniske sammensætning. Kun i de kvælstofgødede parceller blev kvikgræsset noget mere fremtrædende, men igrøvrigt har der ikke været foretaget botaniske analyser i de enkelte forsøgsled. I forsøget ved Hohenwarte blev hundegræsset mere og mere dominerende i sommerens løb og da ganske særligt i de parceller, som fik tilført kvælstofgød-

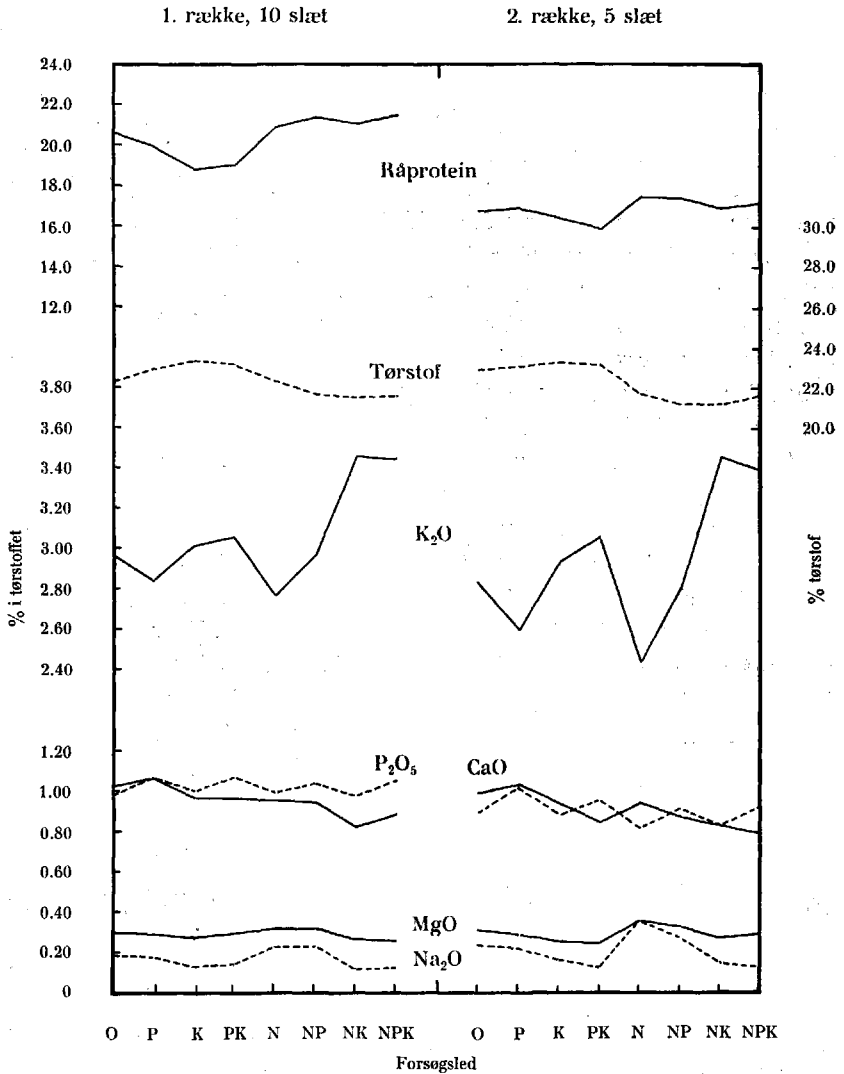
ning. Heller ikke her foreligger botaniske analyser, og yderligere kan man i forsøg med blandet bestand af græsmarksplanter ikke være sikker på, at fordelingen af de forskellige arter er helt ens i alle forsøgsled. Det foreliggende materiale, såvel fra dette som de øvrige i beretningen omtalte forsøg, kan derfor ikke danne grundlag for en eksakt vurdering af, hvordan de forskellige gødninger påvirker optagelsen af og forholdet mellem de enkelte mineralstoffer, men kun give oplysning om, hvordan virkningen har været under de anførte forsøgsmæssige betingelser.

I en del af talmaterialet har afdelingsbestyrer *K. Dorph-Petersen*, Lyngby, beregnet variansanalyser. Resultaterne viste, at varians for led og slæt overordentlig sikkert er større end restvariansen; det vil sige, at analyseresultaternes variation i alt overvejende grad er variation indenfor de to sæt summer for led og slæt, og at disse derfor kan bruges til beskrivelse af alle tallene. I det følgende anvendes i overensstemmelse hermed de beregnede gennemsnitstal direkte, og der er i teksten kun opført så mange resultater, som er skønnet nødvendigt for at give læseren et overskueligt og tilpas detaljeret indtryk af forsøgene. En samlet oversigt over gennemsnitsresultaterne for de enkelte forsøg for hvert led og slæt i de tre forsøgsår, samt udførlige tabeller, omfattende alle de enkelte analyseresultater findes i maskinskrevne eksemplarer og kan udlånes fra Statens Planteavlskontor.

Gødskningens indflydelse på mineralstofindholdet.

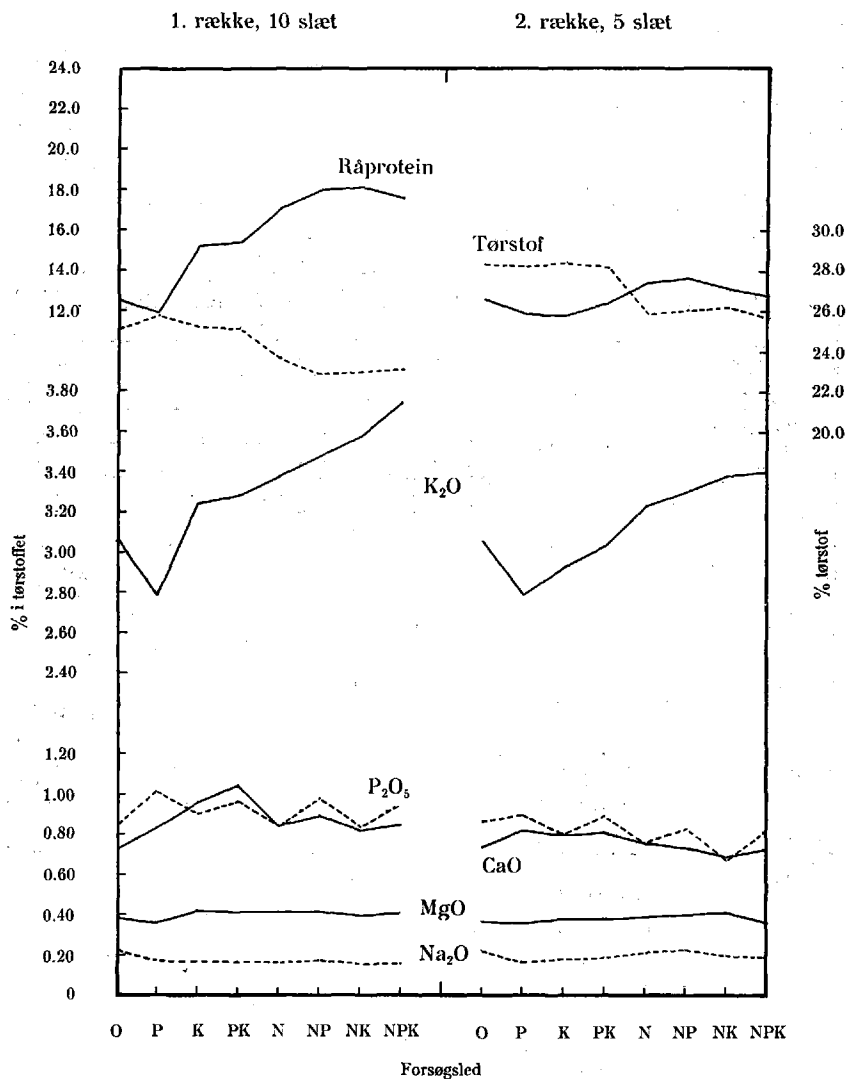
Figur 1 og figur 2 giver en oversigt over de anvendte gødningers indflydelse på tørstofindholdet og på det procentiske indhold af de forskellige mineralstoffer i tørstoffet. Kurverne i figur 1 er tegnet på basis af gennemsnitstallene fra forsøget ved Nørregaard 1955 og 1956, hvor der hvert år er taget 10 slæt i 1. række og 5 slæt i 2. række, altså ialt henholdsvis 20 og 10 slæt. Kurverne i figur 2 viser gennemsnitstallene fra forsøget ved Hohenwarte 1957 og repræsenterer henholdsvis 10 og 5 slæt.

I forsøget ved Nørregaard har tørstofprocenten været omtrent uforandret, hvadenten der har været taget 10 eller kun 5 slæt, og i begge tilfælde er kurveformen, det vil sige de af gødskningen forårsagede ændringer i tørstofprocenterne, ganske ens. I forsø-



Figur 1. Tørstof- og mineralstofindhold i græs ved forskellig gødskning. Gennemsnitstal 1955-56, Nørregaard.

get på 1-årsmarken ved Hohenwarte (figur 2) gav det lille antal slæt derimod gennemsnitligt 3 pct. højere tørstofindhold. På begge forsøgssteder findes de højeste tørstofprocenter i de for-



Figur 2. Tørstof- og mineralstofindhold i græs ved forskellig gødskning. Gennemsnitstal 1957, Hohenwarte.

søgsled, som kun har fået kaligødning, medens de laveste værdier findes, hvor kalksalpeter har været givet sammen med superfosfat eller kaligødning. Det må ved vurderingen af disse resultater

erindres, at kløverbestanden har været meget lille i forsøget ved Hohenwarte og lig nul i forsøget ved Nørregaard. Dette forhold medfører ligeledes, at råproteinindholdet stiger ved tilførsel af kalksalpeter, således at kurverne for råproteinindholdet faktisk kommer til at danne et spejlbillede af de tilsvarende kurver for tørstofindhold. De laveste råproteinindhold findes, hvor superfosfat eller kaligødning har været givet enkeltvis og de højeste, hvor superfosfat har været givet sammen med kalksalpeter.

Slætantallet har indvirket stærkt på råproteinindholdet. Ved Nørregaard er dette gennemgående ca. 3 pct. lavere for det mindste antal slæt, uafhængig af gødskningen. Ved Hohenwarte er råproteinindholdet derimod upåvirket af slætantallet i det ugødede forsøgsled og ligeledes, hvor der kun har været givet superfosfat; i de øvrige forsøgsled er råproteinindholdet 3–4 pct. højere for det store antal slæt. Årsagen til den kraftige stigning i råproteinindholdet for tilførsel af kali og kvælstof ved det høje slætantal må sikkert søges i, at disse gødninger har stimuleret hundegræssets vækst stærkt. Da de helt unge skud af hundegræs har et højt proteinindhold, og da genvæksten er hurtig, kan dette have præget afgrødens indhold.

Fosforsyreindholdet er, som kurverne på figurerne viser, en ret konstant størrelse, men i alle forsøgsled, hvor der er tilført superfosfat, er der en beskedent, men sikker stigning i fosforsyreindholdet. Nedenstående tabel viser det gennemsnitlige indhold af P_2O_5 i afgrøden fra forsøgsleddene uden og med tilførsel af superfosfat.

		pct. P_2O_5	
		0 sup.	1000 sup.
10 slæt:	Nørregaard 1955/56.....	0.99	1.05
	Hohenwarte 1957.....	0.86	0.98
5 »	Nørregaard 1955/56.....	0.87	0.96
	Hohenwarte 1957.....	0.77	0.86

Stigningen for tilførsel af 1000 kg superfosfat pr. ha udgør gennemsnitligt ca. 0.10 pct. P_2O_5 og er uafhængig af, om superfosfat er givet alene eller i kombination med andre gødninger. Ved slæt hver 14. dag er afgrødens fosforsyreindhold højere, end når der kun tages slæt hver måned; endvidere bemærkes, at alle gød-

ningskombinationer, henholdsvis med og uden superfosfat, giver samme niveau af fosforsyreindhold. Ved slæt hver måned er der derimod et jævnt fald i fosforsyreindholdet i den rækkefølge, hvori forsøgsleddene er anført i figurerne; med andre ord henimod den gødningskombination, der må forventes at give det største udbytte. Når gødsningen i disse forsøg ikke har påvirket fosforsyreindholdet i højere grad, hænger det sikkert sammen med, at jordens fosforsyreindhold på begge forsøgsarealer er ret højt (Ft 6.5-7.5).

Indholdet af natrium er hovedsagelig påvirket af kalium- og kvælstofgødskning; førstnævnte har virket nedsættende og sidstnævnte forøgende på græssets procentiske indhold af Na_2O . *Dorph-Petersen og Steenbjerg* (1949) fandt i karforsøg med tilførsel af kalium til bederoer aftagende natriumindhold i rod ved tilførsel af kaligødning, medens toppens indhold var omtrent upåvirket. *Van Den Heende og Cottenie* (1953) fandt ligeledes lavere natriumindhold i græs, gødet med kali, og øget indhold, hvor der var givet kvælstofgødning. Forholdet fremgår tydeligst af figur 1, forsøget ved Nørregaard, 2. række, hvor natriumindholdet er tredoblet i forsøgsleddet med kalksalpeter alene, sammenlignet med forsøgsleddet, hvor der er givet superfosfat og kaligødning.

Gødsningens indflydelse på græssets magnesiumindhold er stort set den samme som på natriumindholdet. Det har således længe været kendt, at tilførsel af kaligødning kan udløse magnesiummangelsymptomer på en del land- og havebrugsafgrøder, særlig hvis jordens magnesiumindhold er lavt. Fra udenlandske forsøg med stigende kalimængder foreligger analyseresultater, der viser, at kaliumindholdet i planterne stiger med voksende kalitilførsel samtidig med, at det procentiske magnesiumindhold falder. Det omvendte sker ved stigende magnesiumtilførsel. Forholdet kan illustreres med følgende forsøgsresultater, citeret efter *Russell & Russell* (1950), (tallene omregnet fra milliækvivalenter til pct. af de respektive metaliter).

	Engragræs			Stenkløver		
	CaO	MgO	K_2O	CaO	MgO	K_2O
Grundgødet	0.98	0.85	2.55	2.85	1.25	2.22
» +Ca	1.15	0.75	2.50	3.47	1.15	2.12
» +Mg	0.84	1.27	2.36	2.80	1.96	1.98
» +K	0.64	0.48	4.48	2.02	0.77	4.81

Analyserne viser, at øget tilførsel af en af de tre kationer Ca, Mg eller K øger planternes indhold af vedkommende stof, men nedsætter indholdet af de to andre. Kalium er i så henseende mest virksom.

Hvor stærkt planternes magnesiumindhold nedsættes af en kaliumtilførsel, vil først og fremmest afhænge af den pågældende jords indhold af magnesium, men også i nogen grad af dens kaliumindhold. Jorden ved Nørregaard må med hensyn til indhold af ombytteligt magnesium og kalium nærmest betegnes som en gennemsnitsjord, medens jorden ved Hohenwarte har et meget højt magnesiumindhold. Overensstemmende hermed har tilførsel af kaligødning virket formindskende på magnesiumindholdet i forsøget ved Nørregaard, men ikke i forsøget ved Hohenwarte. Nedenstående gennemsnitstal viser ligeledes, at magnesiumindholdet i græsset ligger på et noget højere niveau på den magnesiumrige lokalitet.

		pct. MgO	
		+ kaligødning	÷ kaligødning
10 slæt:	Nørregaard 1955/56.....	0.26	0.31
	Hohenwarte 1957.....	0.41	0.40
5 »	Nørregaard 1955/56.....	0.28	0.33
	Hohenwarte 1957.....	0.39	0.38

I de forsøgsled ved Nørregaard, hvor kalksalpeter er givet alene eller sammen med superfosfat, ses en ret udpræget stigning i græssets magnesiumindhold. Denne indirekte virkning er endnu tydeligere i et forsøg med store kvælstofmængder til græs, som vil blive omtalt senere i beretningen. At nitratkvælstof mindsker eller helt kan ophæve magnesiummangel, angives ofte i udenlandsk litteratur, og herhjemme er tilsvarende iagttagelser gjort af *Lars Hansen* (1953). Overensstemmende hermed angiver *Mulder* (1956) på basis af kar- og markforsøg, at nitratgødninger forøger planternes magnesiumindhold, medens ammoniakgødninger – i alt fald på sure jorder – har den modsatte virkning. Såvel kar- som markforsøg viste, at både 1-årsvirksomheden og eftervirkningen af svovlsur ammoniak var hæmmende for planternes magnesiumoptagelse, hvorimod den fremmende virkning af nitrat kun konstateredes det første år. Forholdet er værd at er-

indre, specielt ved gødskning af de mange engarealer, hvor reaktionstallet er lavt.

De foreliggende forsøgsresultater giver ikke noget klart billede af gødskningens indflydelse på græsafgrødernes calciumindhold. Ganske vist er der tendens til fald henimod det fuldgødgede forsøgsled, men udsvingene er små. *Russell & Russell* (1950) og *Lundblad* (1955) påviste et stærkt fald i indhold af calcium i græsmarksplanter ved tilførsel af kalium; noget tilsvarende kan i nærværende materiale kun lige påvises i forsøget ved Nørregaard, derimod slet ikke ved Hohenwarte. Forholdet fremgår af nedenstående gennemsnitstal.

		pct. CaO	
		+kaligødning	÷kaligødning
10 slæt:	Nørregaard 1955/56.....	0.91	1.01
	Hohenwarte 1957.....	0.92	0.83
5 »	Nørregaard 1955/56.....	0.85	0.97
	Hohenwarte 1957.....	0.75	0.76

Ved vurderingen af disse resultater må det erindres, at græsafgrøderne på begge forsøgssteder var kløverfri, og ligeledes, at jorden, specielt ved Hohenwarte, er meget calciumrig. Dette er sikkert også årsagen til, at der ligeledes ikke, som af *Scharrer* og *Jung* (1955) og *Parks* og *Fisher* (1958), er fundet stigning i calciumindholdet ved tilførsel af nitratgødning. Begge forskere anvendte almindelig rajgræs som forsøgsplante; oplysninger om voksemediets reaktionstal eller indhold af ombytteligt calcium foreligger ikke. Det er imidlertid rimeligt at antage, at gødskning med kali vil virke nedsættende og gødskning med kalksalpeter forøgende på afgrødens calciumindhold i en væsentlig del af Danmarks græsmarker, men spørgsmålet bør afklares gennem fortsatte forsøg.

Indholdet af kalium (K_2O) er den størrelse, som er relativt stærkest påvirkelig af gødskningen. Forholdet kommer tydeligst frem i forsøget ved Nørregaard og ved det laveste antal slæt; her er forskellen mellem det højeste og det laveste gennemsnitsindhold i forsøgsleddene 1.02 pct. K_2O mod kun 0.68 pct., hvor der er taget 10 slæt. Iøvrigt er rækkefølgen af de forskellige forsøgsled, opført efter stigende kaliumindhold, fuldstændig ens for lille eller

stort antal slæt, hvilket måske tydeligst fremgår af nedenstående oversigt.

Forsøgsled	pct. K ₂ O	
	1. række, 10 slæt	2. række, 5 slæt
N	2.78	2.45
P	2.84	2.60
NP	2.96	2.80
O	2.87	2.84
K	3.01	2.94
PK	3.05	3.07
NPK	3.45	3.40
NK	3.46	3.47

Superfosfat, men navnlig kvælstofgødning (nitrat) har virket nedsættende på græsafgrødens kaliumindhold, når der ikke samtidig er tilført lettilgængelig kalium i form af kaligødning. Dette er i overensstemmelse med henholdsvis svenske og hollandske forsøgsresultater over spørgsmålet (*Lundblad*, 1955; *Dijkshoorn* 1958). At tilførsel af kaligødning virker forøgende på afgrødens indhold af kalium, fremgår af et stort antal undersøgelser, hvoraf enkelte er refereret i det foregående. Undersøgelser af *Van Den Heende* og *Cottenie* (1953) viser ligeledes, at de fuldgødede forsøgsled sædvanligvis giver græsafgrøder med højere kaliumindhold end de forsøgsled, hvor der kun er givet kalium.

Forsøget ved Hohenwarte 1957 viser imidlertid et noget afvigende billede. Af kurverne for kaliumindhold (fig. 2) fremgår, at kun superfosfat har virket nedsættende på kaliumindholdet, medens alle de øvrige gødninger har virket forøgende, og stærkest ved det største antal slæt. Forklaringen skal sikkert søges i samme forhold, som må formodes at have givet anledning til den stærke stigning i råproteinindholdet, nemlig indflydelsen af hundegræsset, hvis evne til hurtig genvækst er velkendt. Kali-, men navnlig kvælstofgødning, har stimuleret væksten af dette græs så stærkt, at det er kommet til at spille en mere og mere dominerende rolle. Det skal i denne forbindelse nævnes, at hundegræs har et meget højt kaliumindhold, hvilket vil fremgå af resultater af undersøgelser af græsarter, som bliver omtalt senere i beretningen.

Som omtalt i indledningen er det gennem undersøgelser af *Verdeyen* (1952) og *Kemp og t'Hart* (1957) fastslået, at risikoen for græstetani øges, jo højere græssets indhold af kalium er i forhold til indholdet af calcium og magnesium. Ved beregning af forholdet mellem de tre nævnte mineralstoffer kan man derfor, med et enkelt tal, udtrykke en vigtig kvalitativ egenskab hos græsmarksafgrøderne; er forholdet højt (over 2.20) er der betydelig større risiko for tilfælde af græstetani, end hvor det er lavere.

Før beregningen af forholdet $K/(Ca + Mg)$ omregnes græstørstoffets procentiske indhold fra de respektive metaliter til milliækvivalenter pr. 100 g tørstof¹⁾, idet sidstnævnte, såvel fra et plante- som dyrefysiologisk synspunkt, langt rigtigere udtrykker det virkelige forhold mellem mineralstofferne.

Figur 3 giver en oversigt over gødskningens indflydelse på forholdet milliækvivalenter $K/(Ca + Mg)$ i det foran omtalte forsøg. Kurverne genspejler naturligvis variationerne i græssets indhold af K_2O , CaO og MgO , de enkelte forsøgsled imellem, men grundet omregningen til milliækvivalenter får variationen i calcium- og magnesiumindholdet større, men variationen i kaliumindholdet mindre vægt. Årsagen hertil er, at kalium har betydelig højere ækvivalentvægt (39) end calcium og magnesium (henholdsvis 20 og 12). Men da kaliumindholdet som tidligere nævnt er den størrelse, der er stærkest påvirkelig af gødskningen, bliver det imidlertid hovedsagelig variationen i dette indhold, der bliver bestemmende for $K/(Ca + Mg)$ -forholdet (sammenlign kaliumkurverne på figur 1 og 2 med de respektive kurver på figur 3).

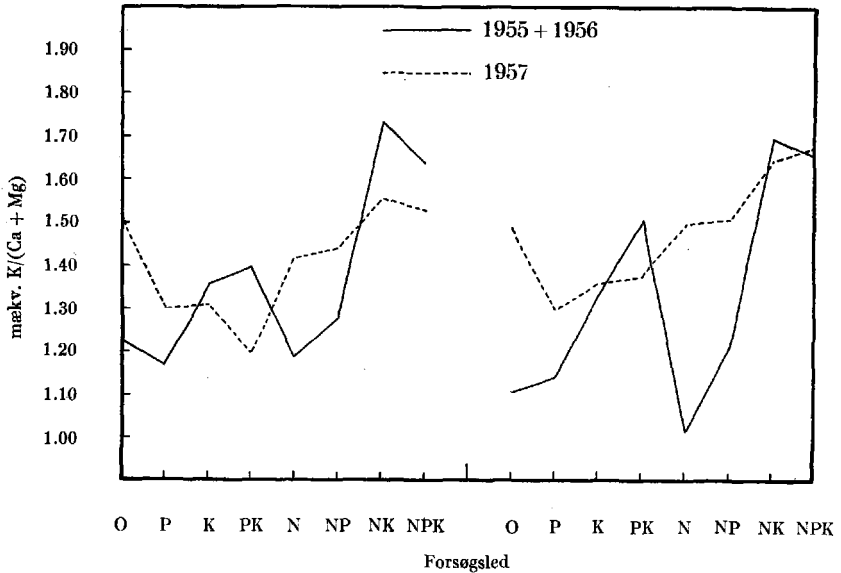
De mulige årsager til de stærkt afvigende resultater på de to forsøgssteder er diskuteret i det foregående; her skal blot understreges, at den mest ugunstige mineralsammensætning i begge tilfælde forekommer, hvor kalium- og kvælstofgødning er givet sammen.

Da græstetani kan udløses, blot $K/(Ca + Mg)$ -forholdet i et kortere tidsrum stiger over den kritiske værdi, er det af betydning ikke blot at kende den gennemsnitlige virkning af en gødning eller gødningskombination, men ligeledes at få fastslået, i

1. Omregningsfaktorer findes anført side 9.

1. række, 10 slæt

2. række, 5 slæt



Figur 3. Forholdet mækv. K/(Ca + Mg) i græs ved forskellig gødskning. Gennemsnitstal 1955 + 1956, Nørregaard og 1957, Hohenwarte.

hvor høj grad gennemsnitsvirkningen er identisk med virkningen på de enkelte slæt. I tabel 2 er for begge afdelinger af forsøget og hvert enkelt forsøgsår angivet, hvilken gødningskombination, der har givet henholdsvis det højeste og laveste K/(Ca + Mg)-forhold i det pågældende slæt.

Forsøget ved Nørregaard 1955 og 1956 udviser stor regelmæssighed i begge år. Hele vækstperioden igennem forekommer det højeste K/(Ca + Mg)-forhold i det forsøgsled, som er gødet med kalksalpeter og kaligødning eller i det fuldgødede forsøgsled. Kun i 2. række, 1955, er der et par afvigelser, som imidlertid næppe kan tillægges nogen betydning. Forsøget ved Hohenwarte 1957 starter med det højeste K/(Ca + Mg)-forhold i det ugødede forsøgsled for begge afdelingers vedkommende. Først fra henholdsvis 6. og 2. slæt, bliver det også her det kalksalpeter-kaligødede forsøgsled eller det fuldgødede, der har det højeste K/(Ca + Mg)-forhold. Årsagen hertil må sikkert søges i den kendsgerning, at

Tabel 2. Oversigt over forsøgsled med højeste og laveste K/(Ca + Mg)-forhold i de enkelte slæt for hvert forsøgsår

Slæt	1. række, 10 slæt						2. række, 5 slæt					
	højeste			laveste			højeste			laveste		
	1955	1956	1957	1955	1956	1957	1955	1956	1957	1955	1956	1957
1.	NK	NK	O	NP	N	PK	PK	NK	O	N	O	N
2.	NK	NK	O	N	PK	NPK	NK	NPK	NK	O	N	O
3.	NPK	NK	O	P	N	PK	NPK	NK	NPK	N	N	P
4.	NK	NPK	O	O	N	PK	NPK	NK	NPK	O	N	P
5.	NK	NK	O	N	N	PK	PK	NK	NP	N	N	K
6.	NK	NK	NK	NP	P	PK						
7.	NK	NPK	NPK	N	P	P						
8.	NK	NK	NK	P	N	P						
9.	NK	NPK	NPK	P	PK	O						
10.	NK	NPK	NPK	O	O	P						

hundegræsset i sommerens løb blev den dominerende plante i de kvælstofgødede parceller og ligeledes, at dette græs har en særdeles effektiv kaliumoptagelse.

De laveste værdier af K/(Ca + Mg)-forholdet i forsøget ved Nørregaard forekommer skiftevis i det ugødede, det fosforsyre-gødede eller det kvælstofgødede forsøgsled. Om nogen årstidsvariation kan man ikke tale, og der må i denne forbindelse peges på, at forskellen i gennemsnitstallene for de tre forsøgsled er meget lille. Men også med hensyn til, hvilke forsøgsled der viser den laveste værdi af K/(Ca + Mg)-forholdet, adskiller forsøget fra Hohenwarte sig fra forsøget ved Nørregaard, specielt for 1. rækkes vedkommende. Her er det de fosforsyre-kaligødede parceller, der ligger lavest til og med 6. slæt, hvorefter den fosforsyregødede parcel overtager pladsen. Til forklaring af dette, såvel som andre forhold iøvrigt, kræves fortsatte undersøgelser, såvel med rene arter som almindelige græsmarksblandinger.

Mineralstofindholdets afhængighed af tidspunktet i vækstperioden.

I det foregående er nævnt en del af de faktorer, som påvirker græsmarksafgrødernes mineralstofsammensætning. Men herudover er der endnu en væsentlig faktor, som øver indflydelse, nemlig tidspunktet i vækstperioden. Det foreliggende forsøgsmate-

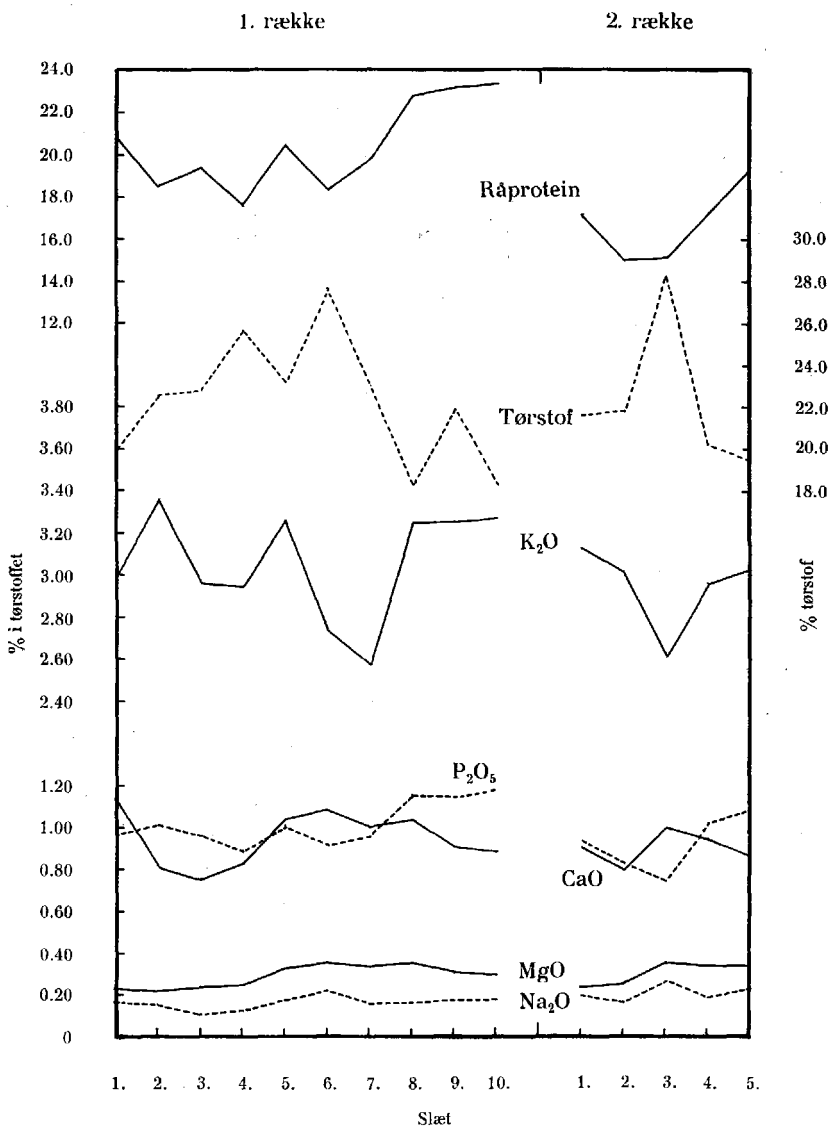


Fig. 4. Variationen i græssets tørstof- og mineralstofindhold gennem vækstperioden. Gennemsnitstal af 8 forsøgsled 1955 og 1956, Nørregaard.

riale giver, med de korte, regelmæssige slætintervaller, et udmærket grundlag for undersøgelser af variationen i mineralstofind-

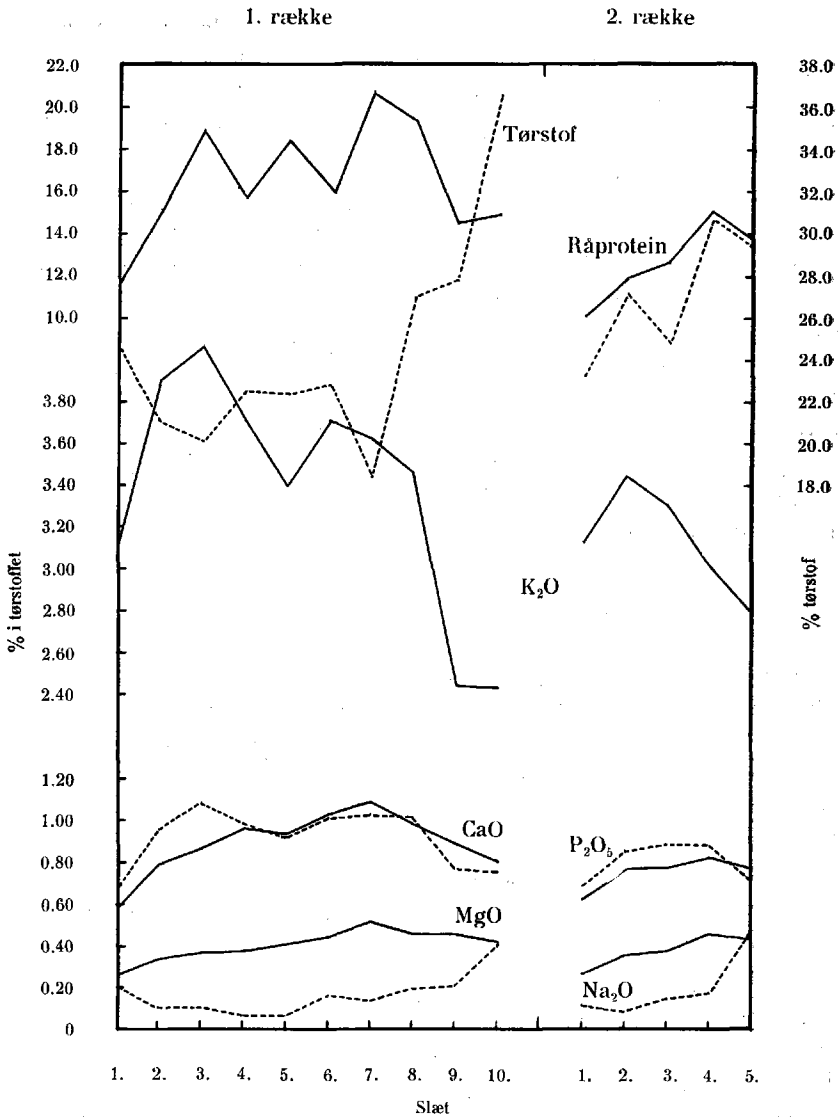


Fig. 5. Variationen i græssets tørstof- og mineralstofindhold gennem vækstperioden. Gennemsnitstal af 8 forsøgsløb 1957, Hohenwarte.

holdet gennem vækstperioden, og resultater heraf meddeles i det følgende.

Da resultaterne fra forsøget ved Nørregaard også med hensyn til denne variation viser god overensstemmelse i begge år, angives de som gennemsnitstal af 2×8 forsøgsled for hvert slæt, såvel i 1. som i 2. række. Figur 4 giver en oversigt over disse, medens figur 5 giver en tilsvarende oversigt over gennemsnitstallene for hvert slæt fra forsøget ved Hohenwarte 1957.

Tørstofindholdets variation gennem vækstperioden er stærkt knyttet til variationen i jordens vandindhold og dermed til vejrforholdene. Overensstemmende hermed iagttages i forsøget ved Nørregaard en stigning i tørstofindholdet fra 1. slæt i maj, til maximum nås i sidste halvdel af juli (henholdsvis 6. og 3. slæt). Nedbøren i august og september får igen tørstofindholdet til at falde, så det ved vækstperiodens slutning i september ligger lidt lavere end ved begyndelsen i maj. I Hohenwarte-forsøget 1957 kan der, trods stor nedbør i august og september, ikke iagttages en lignende sammenhæng, men det meget høje tørstofindhold i sidste slæt kan i nogen grad forklares ved et stort sandindhold i tørstoffet.

På begge forsøgssteder viser kurverne for råproteinindholdet stigning, når tørstofindholdet falder og omvendt; forholdet er parallelt med, hvad der fremgår af figur 1 og figur 2, der viser indflydelsen af gødskningen. Men virkningen af det forøgede råproteinindhold i de fire kvælstofgødgede parceller slår naturligvis også her igennem. På figur 4, 1. række, kan man således se virkningen af kvælstoftilførselen før 1. og efter 2., 4., 6. og 8. slæt. Iøvrigt bestyrker resultaterne ikke påstanden om det stærkt æggehvideholdige forårsgræs; på begge forsøgssteder har efterårsgræsset haft det højeste indhold. Og selv om græsmarken havde haft en god kløverbestand, var forholdet næppe blevet anderledes; såvel rød- som hvidkløver kommer senere i vækst om foråret end græsserne, og kløverens højere æggehvideindhold kommer først senere på vækstperioden til at præge den samlede afgrødes indhold.

Indholdet af mineralstoffer undergår, som figur 4 og 5 viser, meget store svingninger i løbet af vækstperioden. For flere stoffers vedkommende er årstidsvariationen større end den af gødskningen forårsagede variation, og for at lette overblikket over dette forhold, er der i tabel 3 givet en oversigt, der viser de størst fore-

Tabel 3. Største variation mellem gennemsnitstal for forsøgsled og for slæt

	Nørregaard 1955 + 1956				Hohenwarte 1957			
	1. række		2. række		1. række		2. række	
	led	slæt	led	slæt	led	slæt	led	slæt
pct. tørstof	1.8	9.4	2.1	8.9	2.9	18.2	2.7	7.5
» råprotein	2.6	5.8	1.6	4.2	6.3	9.0	1.9	5.0
» P ₂ O ₅	0.09	0.29	0.19	0.44	0.17	0.58	0.24	0.20
» Na ₂ O	0.10	0.11	0.24	0.09	0.05	0.34	0.06	0.37
» K ₂ O	0.68	0.78	1.02	0.52	0.95	1.63	0.60	0.63
» CaO	0.24	0.38	0.24	0.20	0.31	0.49	0.14	0.20
» MgO	0.07	0.14	0.11	0.12	0.06	0.25	0.07	0.20

kommende differenser mellem gennemsnitstal for samtlige forsøgsled og slæt.

Det fremgår af tabellen, at tørstof- og råproteinindholdets års-tidsvariation er mellem 2 og 6 gange større end den af gødskningen forårsagede variation. Tørstoffets indhold af de forskellige mineralstoffer er ligeledes gennemgående stærkere påvirket af tidspunktet i vækstperioden end af den forskellige gødskning. Dette gælder i udpræget grad for 1. række, begge forsøg, hvor der kommer flest svingninger med, og dermed størst chance for at få yderpunkterne frem.

Enkelte af årsagerne til de sæsonmæssige svingninger er allerede nævnt. Vejrforholdene spiller således en stor rolle, og det er navnlig udtalt, at stigende temperatur i forårstiden kan øge planternes kaliumindhold med helt op til 1 pct. i løbet af få dage, mens indholdet af de øvrige mineralstoffer forbliver omtrent uændret. Dette er en følge af den omstændighed, at kalium i plantevæv synes at vandre meget lettere end de togyldige kationer, calcium og magnesium. Men også planterne selv undergår ændringer i løbet af vækstperioden, gennemløber forskellige faser, der særlig er karakteriseret ved rodudviklingen, hvilken igen hænger sammen med jordens fugtighedsindhold. *Verdeyen* (1953) beskriver skematisk denne udvikling således:

»Om foråret ligger de virksomme rødder ret overfladisk i jorden. Efter hver græsning eller afhugning udvikles nye rodskud, der erstatter de blade, der er blevet fjernet, og samtidig producerer nye rødder. Når jorden bliver tørrere i juni-juli, nedsættes ud-

viklingen af rodskud og nye rødder, og næringsoptagelsen foregår nu hovedsagelig ved hjælp af de gamle rødder, som trænger dybere og dybere ned i jorden og når lag, der som oftest er næringsstoffattigere, og ialtfald mindre påvirket af de gødningsstoffer, der bindes i jordoverfladen. Men med den større nedbør i august og september tager udviklingen af rodskud og nye rødder igen fart, og de ældre rødder visner væk; ligesom om foråret kommer de nye, og mere overfladisk liggende rødder igen til at spille en afgørende rolle for næringsoptagelsen.

Forår og efterår sker optagelsen af næringsstoffer altså fortrinsvis fra de øverste jordlag, hvor fosforsyre- og kaliumindholdet – specielt i ældre græsmarker – er højt. Det medvirker til, at optagelsen af disse næringsstoffer bliver størst i begyndelsen og slutningen af vækstperioden. Ved høj kaliumoptagelse nedsættes optagelsen af calcium, natrium og specielt magnesium på grund af vekselvirkningen. Forholdet er tydeligst udtrykt i forsøget ved Nørregaard, medens resultaterne fra forsøget ved Hohenwarte »mangler« stigningen i kaliumindholdet om efteråret. Der er imidlertid her sket en ændring i den botaniske sammensætning i løbet af vækstperioden, hvilket gør det vanskeligt at udrede de enkelte faktorer. Det forhold, at der har været et ret stort sandindhold i de to sidste, i 2. række dog kun i sidste slæt, er nok medvirkende til, at kaliumindholdet er blevet lavere. Endelig kan der være tale om direkte udvaskning af kalium fra bladene i løbet af den meget regnrige september måned 1957, parallelt med, hvad der er fundet for en række forskellige plantearter (Ahrens, 1934).

Figur 6 giver en oversigt over $K/(Ca + Mg)$ -forholdet i hvert slæt. Kurverne er tegnet på basis af gennemsnitstallene for de 2×8 forsøgsled 1955 + 1956 og for 8 forsøgsled 1957 for begge rækker vedkommende. Virkningen af den ovenfor omtalte større kaliumoptagelse forår og efterår med følgende mindre calcium- og magnesiumoptagelse viser sig tydeligt i kurverne fra forsøget ved Nørregaard. Højdepunktet i $K/(Ca + Mg)$ -forholdet nås i sidste halvdel af maj; derefter sker et kraftigt fald, til den laveste værdi nås omkring 1. august. Herefter sker en ny stigning, der vedvarer til slutningen af vækstperioden.

Den fundne årstidsvariation giver en sandsynlig forklaring på det fra praksis kendte forhold, at tilfælde af græstetani hoved-

1. række

2. række

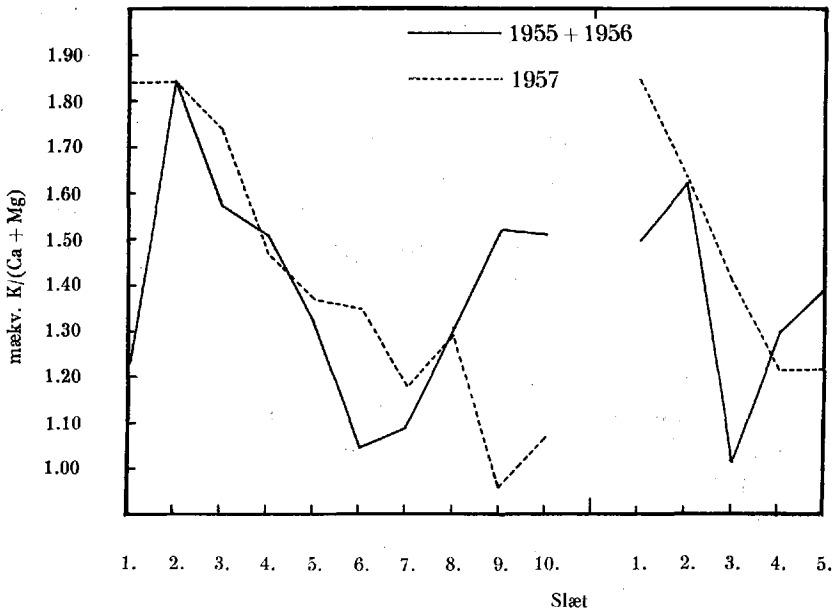


Fig. 6. Variationen i forholdet mækv. K (Ca + Mg) gennem vækstperioden. Gennemsnitstal af 8 forsøgsled 1955 + 1956, Nørregaard, og 1957, Hohenwarte.

sagelig forekommer i de første uger efter kvægets udbinding, men praktisk talt aldrig om sommeren. Derimod kommer der ofte igen i september enkelte tilfælde af sygdommen. Figur 6 viser ligeledes, at det højeste K/(Ca + Mg)-forhold findes i 1. række, hvor der er taget 10 slæt. Det stemmer overens med, at de fleste tetanitilfælde forekommer hos kvæg, der græsser på arealer med ungt, hurtigtvoksende græs.

Ligesom for de enkelte næringsstoffer er årstidsvariationen i K/(Ca + Mg)-forholdet gennemgående større end den af gødskningen forårsagede variation. Størst betydning har dog den omstændighed, at forholdet når sin højeste værdi ved hyppige slæt i sidste halvdel af maj, hvor det kali-kvælstofgødede og det fuldgødede forsøgsled i flere tilfælde har været over den kritiske værdi, 2.20. Dette var således tilfældet ved Nørregaard, 1. række, 2. slæt 1955, hvor værdierne var henholdsvis 2.96 og 2.47. I 3. slæt, 15. juni, var de pågældende tal faldet til 1.77 og 1.86.

2. KALKSALPETER TIL ALMINDELIG GRÆSMARK

Til belysning af virkningen af store mængder kalksalpeter til afgræsningsmark blev der i 1955 anlagt forsøg på marskjord ved Nørregaard efter følgende plan: a, grundgødnet; b, c, d og e grundgødnet + henholdsvis 450, 900, 1350 og 1800 kg kalksalpeter pr. ha. Forsøget blev gennemført med 5 fællesparceller à 80 m², hvoraf den ene halvdel blev afgræsset, medens den anden halvdel blev indhegnet, så der kunne foretages udbyttebestemmelser ved slæt een gang månedlig. I forbindelse med udbyttebestemmelserne blev der udtaget prøver fra forsøgsled a, c og e til bestemmelse af mineralstofindhold.

Grundgødningen, bestående af 300 kg superfosfat og 100 kg kaligødning årlig, blev udstrøet i det tidlige forår. Kalksalpeter udbragtes med $\frac{1}{8}$ ca. 20. april, $\frac{1}{4}$ efter 1., 2. og 3. slæt og $\frac{1}{8}$ efter 4. slæt.

I 1955 og 1956 er forsøget gennemført ved Nørregaard i en omlagt græsmark, der imidlertid atter havde antaget karakter af god naturgræsmark. Plantebestanden bestod udelukkende af græsser, hvoraf ca. 50 pct. var rajgræs af en gammel marsktype, der nærmest kan sammenlignes med sildig rajgræs, blot er den endnu sildigere. Resten af plantebestanden udgjordes af forskellige rapgræsser samt fioringræs. I 1957 flyttedes forsøget til en varig græsmark ved Hohenwarte, hvor der til forskel fra marken ved Nørregaard var 15–20 pct. hvidkløver i bestanden. Græsbestanden domineredes også her overvejende af rajgræs, gammel marsktype, medens resten var rapgræsser.

Jordbundsanalyser på de 2 forsøgsarealer viste følgende resultater.

	Dybde, cm	Rt	Ft	TK	TMg	Milligram/ 100 g jord	
						Ca	Na
Nørregaard	0—20	7.3	7.2	12.5	11.4	97	5.0
	20—40	7.2	4.3	8.3	12.0	103	5.1
Hohenwarte	0—20	7.8	6.5	8.7	36.0	357	4.9
	20—40	7.8	6.4	8.7	22.9	338	6.4

Det bør særlig bemærkes, at jorden ved Hohenwarte har højere reaktionstal og ca. 3 gange så højt indhold af ombytteligt calcium

og magnesium end jorden ved Nørregaard. Fosforsyre- og kaliumtallene er omtrent ens på begge forsøgssteder, og sidstnævnte ret høje.

Slæt datoerne har været ens i alle tre år, og fremgår af følgende: 1. slæt 25/5; 2. slæt 25/6; 3. slæt 25/7; 4. slæt 25/8; 5. slæt 25/9 og 6. slæt 21/10. I 1957 blev der dog kun taget 5 slæt.

Totaludbyttet i hkg tørstof pr. ha i de tre forsøgsår har været følgende.

	0 ks	900 ks	1800 ks
1955.....	48.7	86.9	110.1
1956.....	48.6	92.1	113.5
1957.....	53.2	85.0	112.6

Stigningen i udbyttet for tilførsel af kalksalpeter er meget stor og udbyttet i de forskellige led særdeles ensartet i alle tre forsøgsår, hvorimod udbyttets fordeling gennem vækstperioden naturligvis er påvirket af årenes vejrforhold. Da forsøget er sluttet, og beretning om tørstofudbytte m. v. er under udarbejdelse, skal der ikke her gås nærmere ind på denne side af forsøgets resultater.

Den store forskel i jordens calcium- og magnesiumindhold mellem forsøgsarealet ved Nørregaard og Hohenwarte, samt den forskellige botaniske sammensætning af de to græsmarker medfører, at resultaterne fra 1955 og 1956 ikke direkte kan sammenlignes med resultaterne fra 1957. Forholdet er i nogen grad det samme som i det foran omtalte mineralstofforsøg, hvor resultaterne fra de to forsøgssteder ligeledes er behandlet særskilt.

En oversigt, der viser hvordan de stigende kvælstofmængder har påvirket tørstofindholdet og indholdet af råprotein og mineralstoffer i græstørstoffet fra forsøget ved Nørregaard, er givet i figur 7. Figuren viser samtidig variationen i indholdet af de pågældende stoffer som funktion af slættiden. Figur 8 giver en tilsvarende oversigt over forsøget ved Hohenwarte 1957.

På begge forsøgssteder viser tørstof- og råproteinindholdet den typiske linie for et forsøg på en ren græsmark: faldende tørstofindhold og stigende indhold af råprotein ved øget tilførsel af kalksalpeter. Årstidsvariationen er i store træk som ved mineralstofforsøget: høj tørstofprocent i juli-august måned og lavere ved begyndelse og slutning af vækstperioden. Det særlig lave tørstof-

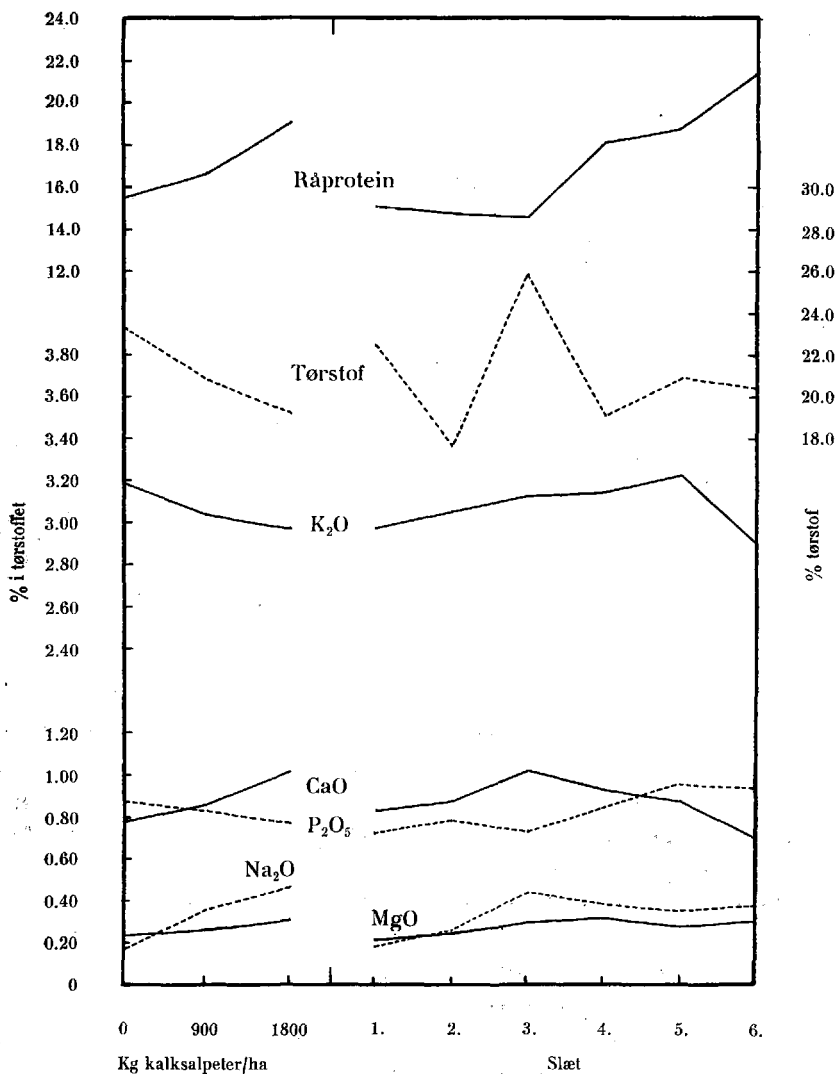


Fig. 7. Virkningen af store salpetermængder på tørstof- og mineralstofindholdet i græs, samt variationen gennem vækstperioden. Gennemsnitstal af henholdsvis 6 slæt og 3 forsøgsled, 1955-56, Nørregaard.

indhold i 1. slæt 1957 skyldes et usædvanligt stort udbytte; endvidere var kløverindholdet størst i dette led.

Indholdet af fosforsyre viser både ved Nørregaard og Hohen-

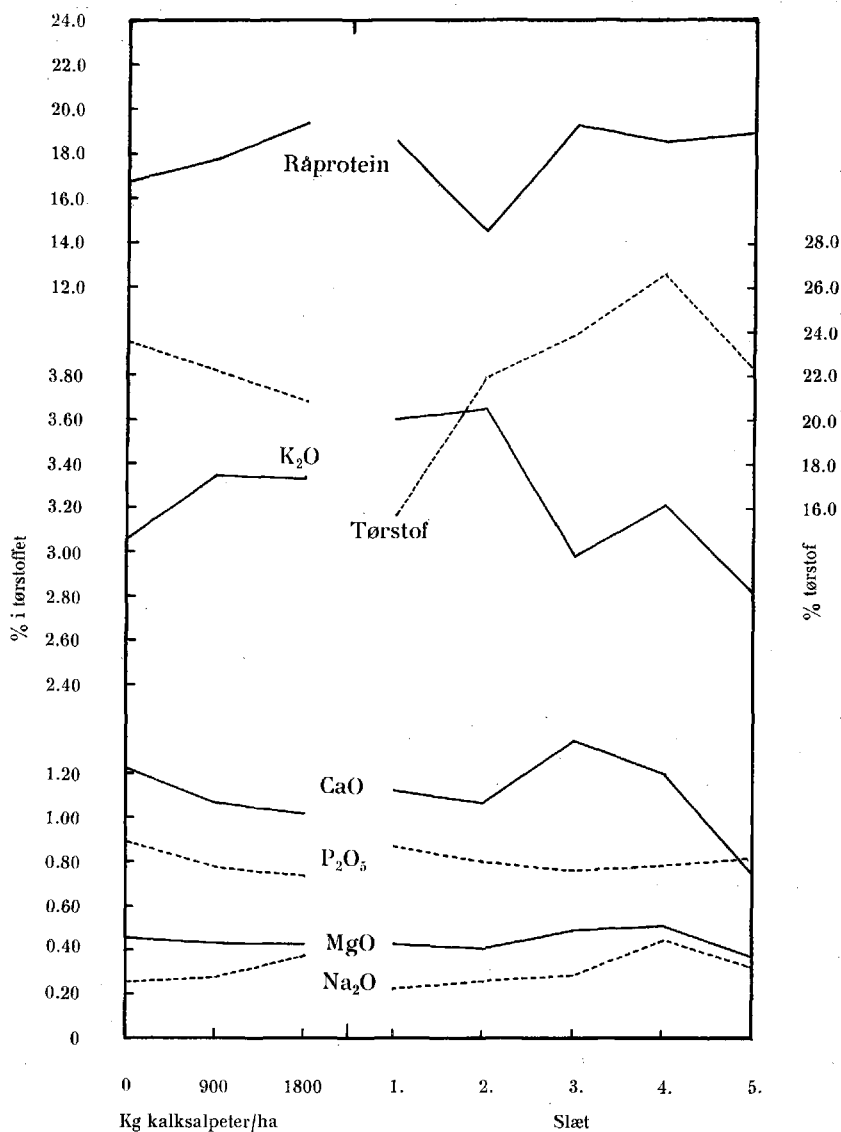


Fig. 8. Virkningen af store salpetermængder på tørstof- og mineralstofindholdet i græs, samt variationen gennem vækstperioden. Gennemsnitstal af henholdsvis 5 slæt og 3 forsøgsled, 1957, Hohenwarte.

warte jævnt faldende tendens ved stigende salpetertilførsel. Begge steder udgør reduktionen i pct. P_2O_5 ca. 0.12 for den største salpetermængde. Nedgangen er imidlertid yderst beskedene i de første 2 slæt; først fra 3. slæt gør virkningen sig gældende og viser sig med forøget styrke til sidste slæt. Forholdet er ganske analogt med resultater af tidligere undersøgelser, hvor tiltagende tørstofudbytte ligeledes følges af aftagende fosforsyreindhold. Derimod har salpetertilførslen naturligvis medført en kraftig stigning i den totale optagelse af P_2O_5 i kg pr. ha (se tabel 4). Årstidsvariationen peger i retning af højest indhold ved vækstperiodens begyndelse og slutning.

Bevægelserne i natriumindholdet er i overensstemmelse med, hvad der fandtes i mineralstofforsøget. Kalksalpeter har også her en tydelig forøgende virkning på natriumindholdet, som bliver mere og mere udpræget hen igennem vækstperioden, hvor den i sidste slæt udgør helt op til 0.5 pct. Na_2O for den højeste salpetermængde. Det vil sige, at salpetergødskning ikke alene forøger den absolutte, men også den relative natriumoptagelse.

Indholdet af kalium viser nedgang i forsøget ved Nørregaard, men stigning i forsøget ved Hohenwarte for øgede tilførsler af kalksalpeter. Disse tilsyneladende modstridende resultater må hovedsagelig forklares ved den forskellige plantebestand på de to forsøgsarealer. Ved Nørregaard i varig græsmark er kaliumindholdet åbenbart faldet på grund af det stærkt forøgede udbytte, analogt med, hvad tilfældet er for fosfor. Der er her ikke sket nævneværdige ændringer i plantebestanden. Ved Hohenwarte har de store salpetermængder derimod ændret plantebestanden væsentligt, idet kløvereren blev helt fortrængt, hvor der blev givet 1800 kg, medens der endnu fandtes enkelte kløverplanter, hvor der kun blev givet 900 kg salpeter pr. ha.

De modsatte bevægelser i calcium- og magnesiumindholdet på de to forsøgsarealer har samme årsager som for kaliumindholdet. Jo mere græsserne dominerer, des lavere bliver calcium- og magnesiumindholdet. Ved Nørregaard stiger calcium- og magnesiumindholdet ved tilførsel af kalksalpeter, og årstidsvariationen forløber ligeledes i store træk som ved mineralstofforsøget. Da disse og andre forhold i tilknytning hertil er ret udførligt behandlet under omtalen af dette forsøg, skal der henvises hertil.

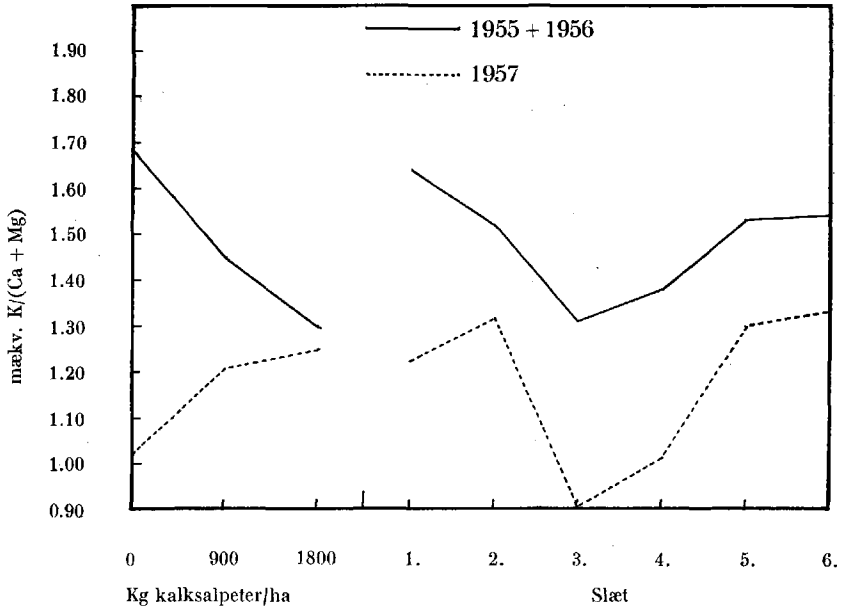


Fig. 9. Virkningen af store salpetermængder på forholdet mækv. K/(Ca + Mg) i græs, samt virkningen gennem vækstperioden. Gennemsnitstal af henholdsvis 6—5 slæt og 3 forsøgsled, Nørregaard og Hohenwarte.

Figur 9 viser virkningen af de store salpetermængder på K/(Ca + Mg)-forholdet i græsafgrøderne, såvel som årstidsvariationen for begge forsøgssteder. Årsagerne til de modstridende resultater er diskuteret dels ovenstående, dels under omtalen af mineralstofforsøget, men eksemplet viser, i hvor høj grad virkningen af en bestemt gødskning på forholdet mellem mineralstofferne afhænger af jordbundsforholdene og græsmarkstypen. Årstidsvariationen er derimod typisk for begge forsøgssteder: højest K/(Ca + Mg)-forhold om foråret, fald til et lavpunkt omkring 1. august og derefter påny stigning.

På grundlag af de foreliggende udbyttotal for hvert forsøgsled og slæt er totaloptagelsen af de forskellige mineralstoffer beregnet, og resultaterne deraf anført i tabel 4.

Ved bedømmelsen af størrelsesordenen af de totalt optagne mængder af næringsstoffer må man erindre, at der i de kvælstofgødede forsøgsled er høstet meget store tørstofudbytter og lige-

Tabel 4. Totaloptagelse af forskellige mineralstoffer i græs ved tilførsel af stigende mængder kalksalpeter

Stof	Totaloptagelse i kg/ha ved forskellige mængder ks								
	1955			1956			1957		
	0	900	1800	0	900	1800	0	900	1800
P ₂ O ₅	40.7	70.6	85.6	42.5	74.8	86.9	45.6	67.9	85.2
Na ₂ O.....	9.3	28.6	42.9	7.1	35.4	61.6	13.4	23.2	42.2
K ₂ O.....	157.4	282.4	372.2	146.5	267.1	303.0	177.3	296.6	380.3
CaO.....	39.5	78.5	108.4	39.2	83.8	133.6	80.4	92.6	111.4
MgO.....	11.6	25.6	34.7	11.7	19.3	34.4	24.2	36.6	48.0

ledes, at jorderne har et højt kalium- og magnesiumindhold. De fundne mængder for de enkelte næringsstoffer vil derfor ligge en del over gennemsnittet, hvilket fremgår af nedenstående oversigt, hvor der til sammenligning er refereret gennemsnitstal for indhold af plantenæringsstoffer fra 51 jydsk forsøg, 1920–1931 (Jydske Græsmarkssektions Jubilæumsberetning, 1944, side 132).

	Optaget kg plantenæring/ha, gns.		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Nørregaard 1955/56, 1800 ks	86	338	121
Svarer til 100 kg gødning/ha ¹)	4.8	6.8	—
Hohenwarte, 1957, 1800 ks	85	380	111
Svarer til 100 kg gødning/ha ¹)	4.7	7.2	—
Gns., 51 jydsk forsøg, 1920/31	57	187	92
Svarer til 100 kg gødning/ha ¹)	3.2	3.7	—

1. 18 pct. superfosfat; 50 pct. kaligødning.

Beregning af totaloptagelsen har interesse, ikke alene for at få et indtryk af, hvor store næringsstofmængder afgrøderne fjerner fra jorden, men også for at få et rigtigere billede af, hvordan tilførslen af eet eller flere plantenæringsstoffer reelt påvirker optagelsen af de øvrige. I det foregående er udelukkende anvendt gennemsnitstal for de procentiske indhold af de enkelte næringsstoffer, og disse tal svarer til vidt forskellige tørstofudbytter, som imidlertid ved denne beregningsmåde alle får lige stor vægt. Den anvendte fremgangsmåde er rigtig, når det drejer sig om at fastslå græssets tetaniproducerende evne, som formålet har været, men utilstrækkelig, hvis man vil prøve på at danne sig et mere sikkert skøn over vekselvirkningen ved optagelsen.

Tabel 5. Forholdstal for tørstofudbytte og næringsstofoptagelse ved forskellig kvælstofgødskning

	Nørregaard 1955+1956			Hohenwarte 1957		
	0 ks.	900 ks.	1800 ks.	0 ks.	900 ks.	1800 ks.
Tørstof	100	184	228	100	160	212
P ₂ O ₅	100	175	207	100	150	187
Na ₂ O	100	390	760	100	173	315
K ₂ O	100	181	222	100	167	214
CaO	100	206	307	100	115	139
MgO	100	192	296	100	151	198

I tabel 5 er opført forholdstal for tørstofudbytte og for optagelse af de forskellige mineralstoffer ved tilførsel af 900 og 1800 kg kalksalpeter pr. ha, idet udbytte og optagelse i grundgødet er sat lig 100. Forholdstallene er beregnet udfra materialet i tabel 4 og udbyttetallene på side 31.

Ved sammenligning mellem forholdstallene for tørstof og de enkelte næringsstoffer i ovenstående tabel kan følgende udledes: I begge forsøg er fosforoptagelsen steget lidt mindre end tørstofudbyttet; det vil sige, at indholdet er nedsat en smule som følge af kvælstoftilførslen. Natriumoptagelsen er derimod i begge forsøg steget betydelig mere end tørstofudbyttet, hvilket må bero på, at nitrattilførslen fremmer optagelsen af natrium. På den anden side er kaliumoptagelsen i begge forsøg ganske upåvirket af tilførslen af salpeter, idet forholdstallene for tørstofudbytte og kaliumoptagelse forløber ganske parallelt. Calcium- og magnesiumoptagelsen er forøget i forsøget ved Nørregaard, men formindsket i forsøget ved Hohenwarte uagtet den kendsgerning, at jorden ved Hohenwarte har et langt højere calcium- og magnesiumindhold end jorden ved Nørregaard. Da der, som tidligere nævnt, er sket ændring i græssets botaniske sammensætning ved Hohenwarte, er forholdene imidlertid vanskelige at udrede.

3. MINERALSTOFINDHOLD I GRÆSARTER

I årene 1955-1957 er der fra forskellige forsøg med græsarter, udsået i blanding med hvid- eller rødkløver, udtaget prøver til bestemmelse af tørstof, råprotein og mineralstofindhold.

Et forsøg med tidlig og sildig rajgræs, timothe og hundegræs blev udlagt i 1954 ved Hohenwarte, og er høstet i alle tre år. Alle græsserne var udlagt i blanding med 3 kg hvidkløver pr. ha; af rajgræsserne blev sået 12 kg og af timothe og hundegræs henholdsvis 6 og 8 kg pr. ha. Forsøget gennemførtes med 8 fællesparceller à 20 m², og der gødedes hvert forår med 300 kg superfosfat og 100 kg kaligødning. I 1955 og 1956 tilførtes ikke kvælstofgødning, hvorimod der i 1957 anvendtes 1800 kg kalksalpeter pr. ha, fordelt med 1/8 i det tidlige forår, 1/4 efter 1., 2. og 3. slæt og 1/8 efter 4. slæt.

Jordbundsanalyser fra forsøgsarealet viste følgende resultater.

	mg/100 g jord					
	Rt	Ft	TK	TMg	Na	Ca
0—20 cm dybde	7.6	8.6	9.2	36.9	3.7	333
20—40 » »	7.8	7.2	9.6	27.9	4.5	343

Analyseresultaterne, såvel som jordbundsforholdene iøvrigt, svarer ret nøje til dem, hvorunder mineralstof- og kvælstofforsøget er gennemført i 1957 ved Hohenwarte.

Der er i alle tre år taget 4 slæt af hver græsart (i 1957 dog 5 slæt af hundegræs). Slæt datoerne har været følgende.

	1.	2.	3.	4.	5.
1955 og 1956, alle arter . .	1/6	4/7	27/8	24/10	
1957, rajgræs og timothe .	20/5	20/6	18/7	28/8	
1957, hundegræs	18/5	20/6	18/7	5/8	28/8

Totaludbyttet i hkg tørstof pr. ha for de tre forsøgsår fremgår af nedenstående

	1955	1956	1957
Tidlig rajgræs	81.6	66.6	101.1
Sildig »	89.8	68.6	95.6
Timothe	86.4	64.1	96.7
Hundegræs	80.5	72.2	107.9

I 1.-års afgrøde 1955 var hvidkløverbstanden ret kraftig, specielt i rajgræs og timothe, hvilket har bidraget til det gode udbytte, såvel direkte som indirekte. I 1956 var kløverbstanden svækket en del og udbyttet nedadgående, hvorfor der i 1957 gødedes med 1800 kg kalksalpeter pr. ha efter den foran omtalte plan. Derved

Tabel 6. Gennemsnitsindholdet af tørstof, råprotein og mineralstoffer i forskellige græsarter, Hohenwarte, 1955—1957

	% tørstof	råprotein	% i tørstoffet				
			CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅
Tidlig rajgræs 1955.....	20.8	14.7	1.18	0.40	3.86	0.18	0.82
1956.....	17.5	15.4	1.09	0.48	2.91	0.26	0.81
1957.....	20.7	19.0	1.04	0.41	3.48	0.29	0.81
Gennemsnit 1955—57 ...	19.7	16.4	1.10	0.41	3.25	0.24	0.81
Sildig rajgræs 1955.....	19.1	15.6	1.23	0.40	3.51	0.17	0.78
1956.....	16.9	16.3	1.17	0.44	3.21	0.26	0.85
1957.....	19.8	20.1	1.15	0.42	3.76	0.27	0.82
Gennemsnit 1955—57 ...	18.6	17.3	1.18	0.42	3.49	0.23	0.82
Timothe 1955.....	16.7	17.5	1.18	0.39	3.97	0.14	0.84
1956.....	22.1	14.5	0.86	0.38	3.13	0.18	0.88
1957.....	19.6	19.0	0.87	0.36	3.64	0.13	0.82
Gennemsnit 1955—57 ...	19.5	17.0	0.97	0.38	3.58	0.15	0.85
Hundegræs 1955.....	18.3	16.5	1.19	0.38	4.10	0.13	0.91
1956.....	21.5	14.4	0.86	0.40	3.63	0.16	0.92
1957.....	18.3	20.9	0.75	0.45	4.65	0.24	0.84
Gennemsnit 1955—57 ...	19.4	17.3	0.93	0.41	4.13	0.17	0.89

forsvandt resten af kløveren, således at græsserne i sidste år faktisk er høstet i renbestand. Virkningen af den forskellige bestand på indholdet af mineralstoffer fremgår af tabel 6, hvor gennemsnitstallene af de 4 slæt for hver art og år er opført. Indflydelsen af forskelle i årenes vejrforhold og kvælstofgødningens direkte virkning spiller imidlertid også ind her, ligesom græssets fremadskridende alder formentlig også gør det.

Gennemsnitligt har det procentiske indhold af calcium været højest i 1955, rimeligvis som følge af hvidkløverbestanden. Navnlig i 2. og 3. slæt, hvor kløveren har spillet den største rolle, ligger indholdet højt. Med nedgangen i kløverindholdet går calciumindholdet ned i 1956 for yderligere at falde i 1957, da græsserne blev høstet i renbestand. Forskellen i calciumindhold, de fire græsarter imellem, bliver ligeledes mest udpræget i de sidste 2 år, hvor timothe og hundegræs ligger tydeligt lavere end rajgræsserne.

Magnesiumindholdet er omtrent uforandret i alle tre år og ens for alle græsarter, medens kaliumindholdet viser store svingninger, dog med udpræget lavest indhold i 1956 og højest i 1957. Muligvis skyldes det lave indhold i 1956 kvælstofmangel, idet der intet var tilført med gødning, og kløveren kun i ringe omfang har kunnet afgive kvælstof til græsset. Udviklingen af nye rødder kan følgelig have været nedsat, så planterne har optaget en større procentdel af mineralstofferne fra de dybereliggende, mindre kaliumrige jordlag. Tilførslen af store kvælstofmængder i 1957 har så igen stimuleret græssernes vækst stærkt, så nye og mere overfladisk liggende rødder er dannet i større omfang.

Som man på grundlag af de tidligere meddelte resultater kunne vente, viser natriumindholdet gennemgående stigning for salpertilførslen i 1957. Indholdet af natrium i timothe er dog ikke påvirket. I det hele taget har timothe og hundegræs lavere natriumindhold end rajgræsserne, men omvendt lidt højere gennemsnitligt fosforsyreindhold.

Ved beregningen af $K/(Ca + Mg)$ -forholdet kommer forskellen mellem rajgræsserne på den ene side, og hundegræs og timothe på den anden side, dog tydeligst frem. Resultaterne af beregningerne er fremstillet grafisk i figur 10, hvor også årstidsvariationen (gennemsnit af 4-5 slæt for hver græsart) er vist.

Årstidsvariationen viser også her det typiske forløb; højt $K/(Ca + Mg)$ -forhold i første slæt (sidste halvdel af maj), aftagende til minimum i 3. slæt (omkr. 1. august) og igen stigende i sidste slæt.

Årsvariationen viser ingen større udsving fra 1955 til 1956, men dog tendens til faldende værdier af $K/(Ca + Mg)$ -forholdet som følge af, at nedgangen i kaliumindholdet har været større end nedgangen i calciumindholdet. Derimod sker der en kraftig stigning i forholdet i 1957 for timotheens, men dog navnlig for hundegræssets vedkommende.

Forskellen mellem græsarterne er særdeles udpræget. Medens rajgræssernes $K/(Ca + Mg)$ -forhold ligger på et relativt beskedent niveau, og er nogenlunde upåvirket af kvælstoftilførsel, er timothe, men dog navnlig hundegræs, særdeles stærkt påvirket af kvælstoftilførsel og har også uden kvælstof et langt højere $K/(Ca + Mg)$ -forhold. De er altså »farlige« græsarter, hvor der

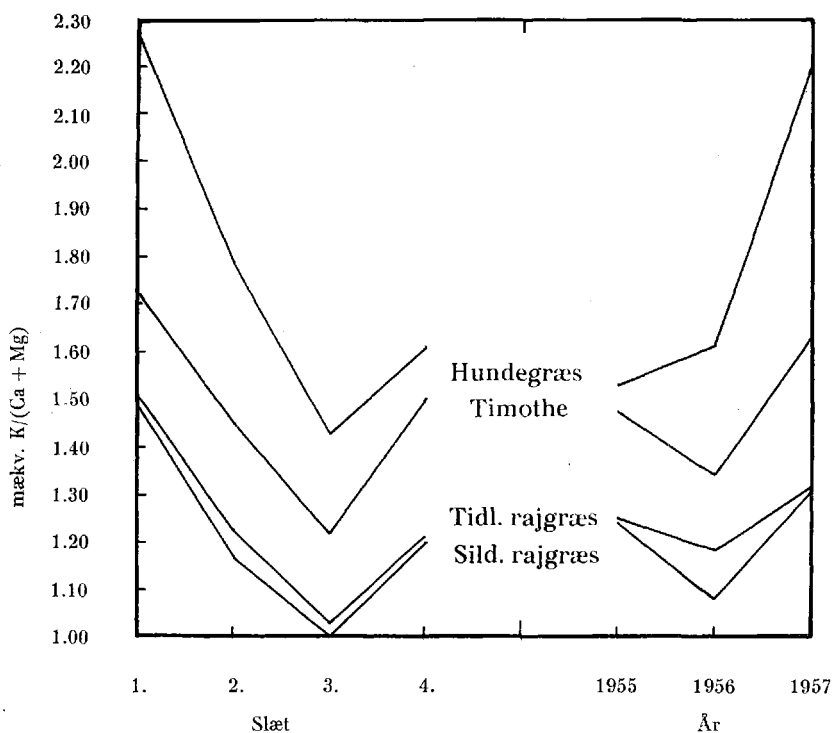


Fig. 10. Forholdet mækv. K/(Ca + Mg) i 4 græsarter gennem vækstperioden og 3 år. Gennemsnitstal af henholdsvis 3 år og 4 slæt.

gødes kraftigt, hvilket også fremgår af resultaterne fra det tidligere omtalte mineralstofforsøg ved Hohenwarte i 1957.

Udfra udbyttetotal og analyseresultater er der foretaget beregning af græsarternes totaloptagelse af de forskellige mineralstoffer. Da resultaterne af disse beregninger – ved samme tørstofudbytte – omtrent svarer til de i tabel 4 fra kvælstofforsøget anførte, skal der angående størrelsesordenen af de optagne mængder henvises hertil. Ligeledes er der i forbindelse med ovennævnte foretaget beregning af optagelsen af de forskellige mineralstoffer i pct. af den samlede afgrøde, altså med vægt efter slætstørrelsen. Trods det varierende tørstofudbytte i de enkelte slæt faldt resultaterne af disse beregninger godt sammen med de i tabel 6 anførte, der er fremgået som simpelt gennemsnit uden hensyn til afgrødestørrelsen.

Foruden prøver fra det 3-årige forsøg med græsarter ved Hohenwarte, hvoraf resultaterne er meddelt ovenfor, er der i 1955 undersøgt prøver af sildig og tidlig rajgræs samt timothe fra en 2. års mark ved Nørregaard. Græsserne var udlagt med 12 kg pr. ha af rajgræsserne og 8 kg af timothe, alle udsået i blanding med 3 kg hvidkløver. Endvidere er der i 1957 udtaget prøver af 4 slæt fra en 1. års mark ved Hohenwarte med følgende græsarter: Almindelig rajgræs, tidlig og sildig; engsvingel, timothe samt hundegræs, afgræsningstype og slættetype. Alle græsserne var udsået i blanding med 10 kg halvsildig rødkløver og 2 kg hvidkløver pr. ha; af rajgræs og engsvingel blev udsået 12 kg, af timothe 6 og af hundegræs 8 kg pr. ha. I begge forsøg er gødet med 300 kg superfosfat og 100 kg kaligødning pr. ha i det tidlige forår. Jordbundsforhold og -analyseresultater svarer omtrentligt til, hvad der er angivet for de to lokaliteter under omtalen af mineralstof-forsøget..

Da der i begge forsøg har været en meget kraftig kløverbestand, kan det ikke påregnes, at resultaterne viser nogen sikker forskel mellem de enkelte græsarter. Derimod fremgår kløverens virkning på mineralstofindholdet tydeligt af resultaterne i tabel 7. Ved Hohenwarte 1957 er indholdet af calcium 0.3–0.6 pct. højere end i de kløverfattige til kløverfri afgrøder af samme græsarter i det foran omtalte forsøg under samme jordbundsforhold. Lige-

Tabel 7. Gennemsnitsindhold af tørstof, råprotein og mineralstoffer i forskellige græsarter i blanding med kløver; Nørregaard 1955 og Hohenwarte 1957

	% tørstof	råpro- tein	% i tørstoffet					K	
			CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	Ca + Mg	
Nørregaard, 1955, 2. år, gns. af 5 slæt:									
Tidlig rajgræs	17.0	23.4	1.60	0.45	3.01	0.39	0.79	0.80	
Sildig »	16.9	24.0	1.64	0.45	3.06	0.37	0.80	0.80	
Timothe	20.2	19.9	1.12	0.34	3.11	0.22	0.81	1.16	
Hohenwarte, 1957, 1. år, gns. af 4 slæt:									
Tidlig rajgræs	20.0	17.2	1.44	0.50	3.49	0.10	0.73	0.97	
Sildig »	19.3	17.0	1.44	0.55	3.52	0.12	0.75	0.95	
Timothe	17.6	20.3	1.70	0.58	3.93	0.10	0.78	0.93	
Engsvingel	18.7	18.6	1.56	0.51	3.70	0.09	0.78	0.97	
Hundegræs, afgr.	19.0	18.0	1.52	0.57	4.19	0.10	0.82	1.08	
» slæt	18.4	18.5	1.49	0.56	3.97	0.11	0.88	1.04	

ledes er magnesiumindholdet ca. 0.10 pct. højere, medens kalium- og fosforsyreindholdet er af samme størrelsesorden.

Afgrøderne fra forsøget ved Nørregaard, hvor kløveren var så kraftig, at den ligefrem »trykkede« græsserne, har ligeledes højt calciumindhold, men lavere magnesiumindhold end afgrøderne fra Hohenwarte. Det må her erindres, at jordens magnesiumindhold er ca. 4 gange større på sidstnævnte lokalitet.

K/(Ca + Mg)-forholdet er lavt helt igennem, først og fremmest på grund af det høje indhold af calcium og magnesium, og forskellen mellem de forskellige græsarter anes kun lige netop. Men hundegræsset viser dog også her det mest ugunstige forhold mellem de tre kationer, først og fremmest på grund af det højere kaliumindhold.

Årstidsvariationen er ikke særlig udpræget; dog har 1. og 2. slæt de højeste K/(Ca + Mg)-forhold. Her spiller rimeligvis også det forhold ind, at kløveren kommer senere i vækst om foråret end græsserne.

Slutteligt skal anføres resultater af analyser i græsprøver fra 2 ejendomme, a og b, i Sønderjylland, hvor der i foråret 1955 indtraf dødsfald blandt kreaturerne som følge af græstetani. Prøverne, der blev udtaget den 16. maj, viste følgende resultater.

	pct. tørstof	Rå- protein	pct. i tørstoffet					K/(Ca+Mg)
		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅		
a	23.0	21.2	0.84	0.22	3.87	0.11	1.03	2.01
b	23.6	24.3	0.87	0.22	3.82	0.11	1.00	1.93

På begge ejendomme er K/(Ca + Mg)-forholdet højt, men dog ikke over den kritiske værdi, 2.20. Det må imidlertid erindres, at prøverne først er udtaget, efter at sygdommen havde vist sig, og at det fundne mineralstofindhold derfor ikke behøver at være identisk med det, der havde fremkaldt sygdomstilfældene. En ændring i afgrødernes kaliumindhold kan, ved de stærkt svingende temperaturer i forårstiden, i løbet af få dage forrykke K/(Ca + Mg)-forholdet væsentligt. Men det er måske værd at mærke sig det relativt høje råprotein- og fosforsyreindhold i de to afgrødeprøver i forbindelse med det ikke særligt høje magnesiumindhold. Ved omsætningen af det proteinrige foder dannes store mængder ammoniak i vommen, som i forbindelse med græssets fosforind-

hold kan tænkes at vanskeliggøre magnesiumoptagelsen. Flere forskere angiver dette forhold som en ialtfald medvirkende faktor ved udløsningen af græstetani. Det kan i denne forbindelse nævnes, at sygdommen optrådte voldsomst på ejendom b.

Hele spørgsmålet om gødskningens indvirkning på græsafgrødernes mineralstofindhold kan ikke siges at være endeligt afklaret med de her omtalte forsøg. De har været gennemført på en speciel jordtype og tildels også i en speciel græsmarkstype; undersøgelserne bør derfor udvides til også at omfatte andre græsmarkstyper under mere varierende jordbundsforhold.

Ved fremtidige undersøgelser kan man gå to veje. Enten kan man – mere teoretisk – undersøge den her omtalte specielle form for gødningsvirkning på arter af græsmarksplanter i renbestand, og derudfra danne sig et indtryk af virkningen på en blandet bestand i en almindelig græsmark. Men da gødskningen også påvirker det indbyrdes mængdeforhold mellem de forskellige arter i en almindelig græsmark, klarer en undersøgelse i renbestand kun een side af spørgsmålet.

Mere praktisk kan man – som det hovedsagelig har været tilfældet i de her beskrevne forsøg – undersøge gødningernes virkning på mineralstofoptagelsen i en almindelig græsmarksblanding, som den bruges i praksis. Herved bliver virkningen af en eventuel ændring i bestanden samtidig indbefattet i forsøgsresultatet. En fejlkilde ved en sådan fremgangsmåde opstår imidlertid let derved, at man ikke kan være sikker på, at den botaniske sammensætning er helt ens i de forskellige forsøgsled. Det ideelle vil derfor være en kombination af begge undersøgelsesmetoder.

OVERSIGT

På grundlag af foreliggende litteratur er i indledningen til beretningen givet en kort beskrivelse af græstetaniens symptomatologi og mulige årsager.

Da græstetani fortrinsvis optræder, hvor man er gået over til mere rationel græsmarksdrift med kraftig gødskning, har en væsentlig del af de senere års udenlandske undersøgelser koncentreret sig om gødskningens indflydelse på græsafgrødernes

mineralstofsammensætning, kombineret med observationer over antallet af græstetaniltfælde på de undersøgte arealer. Der er herved, gennem omfattende undersøgelser, fundet en sikker korrelation mellem forholdet $K/(Ca + Mg)$ i græsset, regnet i milliækvivalenter, og hyppigheden af græstetaniltfælde. Er dette forhold højt (over 2.20), er der betydelig større risiko for græstetani, end hvor det er lavere.

Med det stigende antal tilfælde af græstetani her til lands som baggrund, påbegyndtes i 1955 forsøg og undersøgelser over gødsknings indflydelse på græsafgrødernes mineralsammensætning. Da fremtidige undersøgelser over græstetaniens årsager måske vil vise, at også andre mineralstoffer end magnesium, calcium og kalium kan have betydning, er der desuden bestemt råprotein-, fosfor- og natriumindhold i prøverne fra de pågældende forsøg.

De udførte undersøgelser, hvis resultater er beskrevet i nærværende beretning, omfatter mineralstofbestemmelser i prøver fra følgende forsøg: 1). Et 8-leddet gødningsforsøg, anlagt specielt til formålet. 2). Et forsøg med store kvælstofmængder til græs. 3). Forsøg med forskellige græsarter. Alle tre forsøg har været gennemført både ved Nørregaard og Hohenwarte, på forskellig jord og i græsmarker med forskellig botanisk sammensætning; yderligere var førstnævnte forsøg delt i 2 rækker, hvoraf der i 1. række blev taget slæt hver 14. dag, medens der i 2. række kun blev taget et slæt hver måned.

Udover undersøgelse af gødsknings indflydelse på mineralstofsammensætningen i græs giver det foreliggende materiale således mulighed for at undersøge en række af andre årsager til variation i en græsafgrødes indhold af mineralstoffer. Idet der lægges hovedvægt på de forskellige faktorerers indflydelse på forholdet mækv. $K/(Ca + Mg)$ kan de fundne resultater kort resumeres således:

1.) Forsøgene har understreget, at jordens indhold af plantetilgængelige næringsstoffer, men dog navnlig græsafgrødens botaniske sammensætning, er bestemmende for, hvilke ændringer i mineralstofindholdet en gødningstilførsel frembringer. Forholdene kompliceres af den kendsgerning, at en gødningstilførsel ikke alene påvirker mineralstofoptagelsen direkte, men også in-

direkte ved at forårsage ændringer i den botaniske sammensætning.

2.) På naturlig marskgræsgang ved Nørregaard forblev plantebestandens sammensætning imidlertid omtrent upåvirket af gødningstilførslen, hvorfor gødningernes virkning på græssets mineralstofindhold tydeligst fremgår af dette forsøg. Resultaterne viste, at tilførsel af 300 kg kaligødning pr. ha, selv på denne ret kaliumholdige jord, forøgede græssets indhold af stoffet, og dermed $K/(Ca + Mg)$ -forholdet. Den ugunstige virkning af kaliumtilførslen bliver dog først udpræget, når kaligødningen gives i kombination med kvælstofgødning eller fosforsyre-kvælstofgødning.

Forsøget ved Hohenwarte på calcium- og magnesiumrigere jord, og med anden plantebestand, gav i hovedtrækkene samme resultat.

3.) I kløver- og hundegræsfrimarker virker gødskning med kalksalpeter formindskende på $K/(Ca + Mg)$ -forholdet. Er en eller begge af de nævnte græsmarksplanter tilstede i væsentlige mængder virker salpetergødskning derimod forøgende på forholdet, altså i ugunstig retning.

4.) Fosforsyregødskning har på begge lokaliteter virket nedsettende på $K/(Ca + Mg)$ -forholdet. Virkningen er mest udpræget på 1.-års marken ved Hohenwarte med et lille indhold af kløver og et stort indhold af hundegræs.

5.) Virkningen af forskelligt indhold af plantenæring i jordbunden fremgår ved sammenligning mellem forsøgsresultaterne fra Nørregaard og Hohenwarte. På sidstnævnte lokalitet er jordens magnesiumindhold ca. 4 gange højere end ved Nørregaard, og der kan her ikke iagttages nogen virkning på afgrødens magnesiumindhold som følge af gødskningen. Ved Nørregaard nedsetter kaligødning derimod afgrødens magnesiumindhold, medens kalksalpeter omvendt virker forøgende. I det hele taget er græsafgrødernes magnesiumindhold på et højere niveau ved Hohenwarte.

6.) Undersøgelser af mineralstofsammensætningen i forskellige græsarter viser, at timothe, men dog navnlig hundegræs, har et meget ugunstigt $K/(Ca + Mg)$ -forhold. Undersøgelsesresultater tyder på, at såvel kvælstofgødning som kaligødning, givet

sammen eller enkeltvis, yderligere forhøjer hundegræssets i forvejen meget høje kaliumindhold.

7.) Forsøgene viser, at årstidsvariationen i $K/(Ca + Mg)$ -forholdet er større end den af forsøgsgødskningen forårsagede variation. $K/(Ca + Mg)$ -forholdet har sin højeste værdi i sidste halvdel af maj; falder jævnt til den laveste værdi nås i slutningen af juli, hvorefter der påny sker en stigning til vækstperiodens slutning. Kurven for denne årstidsvariation svarer til rytmen i antallet af græstetanitilfælde, som hyppigst optræder i sidste halvdel af maj, men derimod sjældnere om sommeren. I efterårstiden sker der igen en stigning i antallet af tetanitilfælde.

8.) I den hundegræsrigge mark ved Hohenwarte, såvel som i naturgræsmarken ved Nørregaard, forekom de højeste værdier af $K/(Ca + Mg)$ -forholdet i 1. række, hvor der blev taget 10 slæt.

9.) Om gødskningsmæssige forholdsregler til at modvirke højt $K/(Ca + Mg)$ -forhold i græsafgrøder, og dermed græstetani, kan følgende siges:

På kaliumrige, men magnesiumfattige arealer bør hundegræs udelades af frøblanding på grund af dette græs' høje $K/(Ca + Mg)$ -forhold og store evne til at præge bestanden. Er der hundegræs i en mark sammen med en så lille kløverbestand, at kvælstofgødskning skønnes rentabel, bør udbringningen af gødningen ikke påbegyndes før i første halvdel af juni. For kaligødning gælder det samme. Kaligødning bør anvendes med forsigtighed, specielt i marker med hundegræsbestand og navnlig, når der samtidig gives kvælstofgødning. Her må tilførsel i første halvdel af juni ligeledes anbefales, da græsserne i det tidlige forår fortrinsvis optager næringsstoffer fra de øverste jordlag. Ved den senere udbringning vil de tetanifremkaldende høje værdier af $K/(Ca + Mg)$ -forholdet om foråret kunne imødegås.

SUMMARY

Influence of fertilizer treatment on the content of mineral constituents of pasture crops

Grass tetany in cattle occurs predominantly where pasture improvement has been undertaken and heavy amounts of fertilizers applied. Much research work from recent years has therefore dealt with the influence of fertilizer treatment on the mineral composition of pasture

plants, combined with observations on the incidence of grass tetany in areas under investigation. Extensive studies have demonstrated a definite positive correlation between this condition and the ratio $K/(Ca+Mg)$ (as milliequivalents) in the herbage; when this ratio exceeds 2.20 the risk of grass tetany is considerably greater than at lower ratios.

The increasing number of grass tetany cases in Denmark has led to investigations, commenced in 1955, on the mineral composition of herbage as influenced by fertilizer treatment. In addition to potassium, calcium and magnesium, some other constituents of possible significance in the etiology of grass tetany were determined: sodium, phosphorus and total nitrogen.

The investigations reported here comprise analyses of herbage samples from several field experiments: (A) an experiment planned for this special purpose and including eight fertilizer treatments, (B) an experiment with heavy applications of nitrogen to grass, and (C) various experiments with different grass species. All three groups of experiments were conducted at two localities in southwestern Jutland: Nørregaard and Hohenwarte, on reclaimed salt marsh soil of somewhat different character and carrying swards of different botanical composition. Experiment (A) was divided into two sections where the grass was cut either ten times with biweekly intervals or five times with monthly intervals, commencing in May. The results may be briefly summarized as follows:

(1). Changes in the mineral composition induced by fertilizer application depend to some extent on the soil content of plant nutrients but more so on the botanical composition of the sward.

(2). In an unimproved pasture at Nørregaard the botanical composition remained largely unaffected by the fertilizer treatment which here exhibited its influence on the mineral composition of the plant material with particular clarity. Although the soil itself was rich in potassium, an application of 300 kg/ha potash salts further increased the potassium content and hence the ratio $K/(Ca+Mg)$ of the herbage. This undesirable effect only becomes pronounced if the potassium is supplied in addition to nitrogen or nitrogen plus phosphorus. Essentially similar results were found on soil at Hohenwarte, of higher calcium and magnesium content and carrying a sward of different botanical composition.

(3). Nitrate of lime reduces the ratio $K/(Ca+Mg)$ in plant material from pastures without clover and cocksfoot but has the opposite effect if one or both of these plants are present to any considerable extent.

(4). Phosphate reduced the ratio $K/(Ca+Mg)$ at both localities but more strongly at Hohenwarte in the first-year pasture rich in cocksfoot and poor in white clover.

(5). Fertilizer treatment did not influence the magnesium content of

plant material from Hohenwarte soil with 300-340 p.p.m. exchangeable magnesium. On the other hand the magnesium content of plant material from Nørregaard soil with 72-75 p.p.m. exchangeable magnesium was decreased by potash fertilizer but increased by nitrate of lime.

(6). Timothy and particularly cocksfoot have a very unfavourable $K/(Ca+Mg)$ -ratio. Nitrogenous as well as potassic fertilizers tend to further increase the high potassium content of cocksfoot. The grasses from field experiments were harvested in association with large proportions of clover; owing to the high calcium content of the clover the $K/(Ca+Mg)$ -ratio of the mixture was less than one-half of that of unmixed grasses.

(7). Seasonal variations in the $K/(Ca+Mg)$ -ratio exceeded those induced by fertilizer treatment. The ratio has its maximum in the second half of May, declines gradually until late July and then rises again until the end of the growth season. This rhythm of seasonal variation coincides with that of grass tetany frequency.

(8). The highest values of $K/(Ca+Mg)$ -ratio were observed in that section of Experiment (A) where the grass was cut ten times.

(9). The following measures may be recommended in order to reduce the ratio $K/(Ca+Mg)$ and thus to minimize the risk of grass tetany:

(a). Cocksfoot should not be sown on soils of high potassium and low magnesium content. If cocksfoot is associated with a proportion of clover so small that the use of nitrogenous fertilizer is indicated, its application should not begin earlier than the first or second week of June.

(b). Potassic fertilizers should likewise be used with caution, particularly to pastures rich in cocksfoot and even more so if nitrogenous fertilizer are also applied. It is emphatically advised to postpone the potash application until July, because during the spring the grass chiefly takes up its nutrients from the upper layers of soil. Delayed fertilizer dressing may contribute towards reducing the $K/(Ca+Mg)$ -ratio below the limit likely to induce grass tetany in spring time.

LITTERATURFORTEGNELSE

Ahrens, K., 1934. - Die kulkuläre Exkretion des Laubblattes. - *Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, 80, 248-300.

Allcroft, R., Parr, W. H., Bartlett, S., Brown, B. B., Foot, A. S., og Rowland, S. J., 1954. - The influence of fertiliser treatment of grassland on the incidence of hypomagnesiemia in milking cows. - *The British Veterinary Journal*, 110, 3-19.

Benjaminsen, J., og Jensen, J., 1955. - En kolorimetrisk metode til bestemmelse af fosforindholdet i planter. - *Tidsskrift for Planteavl*, 59, 96-105.

Breirem, K., Ender, F., Halse, K., og Slagsvold, L., 1949. - Experiments on

- hypomagnesemia and ketosis in dairy cows. -- *Acta Agriculturae Suecana*, 3, 89-120.
- Cleemann, J. H.*, 1932. -- Pseudomælkefeber -- Græstetani. -- Medlemsblad for Den Danske Dyrlegeforening, 15, 29-37.
- Dijkshoorn, W.*, og *t'Hart, M. L.*, 1957. -- The effect of alteration of temperature upon the cationic composition in perennial ryegrass. -- *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 5:1, 18-36.
- Dijkshoorn, W.*, 1958. -- Nitrogen, chlorine and potassium in perennial ryegrass and their relation to the mineral balance. -- *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 6:2, 131-138.
- Dorph-Petersen, K.*, og *Steenbjerg, F.*, 1949. -- Forsøg med natriumholdige Gødninger. -- *Tidsskrift for Planteavl*, 52, 484-519.
- Hansen, Lars*, 1953. -- *Gartner-Tidende*, 527-528.
- Hoflund, S. A.*, 1949. -- The connection between deficiency diseases and disturbances in the microflora of the rumen. -- Report of the XIVth International Veterinary Congress, III, 81-92.
- Jensen, H. L.*, og *Henriksen, Aage*, 1955. -- Microbiological and chemical determination of magnesium in soil. -- *Acta Agriculturae Scandinavica*, V:I, 98-112.
- Kemp, A.*, og *t'Hart, M. L.*, 1957. -- Grass tetany in grazing milking cows. -- *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 5:1, 4-17.
- Lundblad, K.*, 1952. -- Gödslingens inverkan på vegetation och mark. -- *Meddelande från Statens Jordbruksförsök*, nr. 42.
- Mulder, E. G.*, 1956. -- Nitrogen-magnesium relationships in crop plants. -- *Plant and Soil*, 7:4, 341-376.
- Parks, W. L.*, og *Fisher jr., W. B.*, 1958. -- Influence of soil temperature and nitrogen on ryegrass growth and chemical composition. -- *Soil Science Society of America Proceedings*, 22, 257-259.
- Russell, E. J.*, og *Russell, E. W.*, 1950. -- Soil conditions and plant growth, side 437. 8. udg., Longmans, Green & Co., London.
- Scharrer, K.*, og *Jung, J.*, 1955. -- Der Einfluss der Ernährung auf das Verhältnis von Kationen zu Anionen in der Pflanze. -- *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde*, 71.1, 76-94.
- Simesen, M. G.*, 1957. -- Hypomagnesæmi -- Græstetani. -- *Nordisk Veterinærmedicin*, 9, 305-321.
- Thomas, B.*, *Thompson, A.*, *Oyenuga, V. A.*, og *Armstrong, R. H.*, 1952. -- The ash constituents of some herbage plants at different stages of maturity. -- *Empire Journal of Experimental Agriculture*, 20, 19-22.
- Van Den Heende, A.*, og *Cottenie, A.*, 1953. -- The variability of mineral content in plant tissues as influenced by soil treatment. -- *Course on Pasture Fertilisation and Grassland Renovation*, Ghent, 1953.
- Verdeyen, J.*, 1952. -- La relation entre la plante et l'animal. -- *Comptes rendus de Recherches de l'I.R.S.I.A.*, nr. 9.
- Verdeyen, J.*, 1953. -- The manuring of grassland in relation to the mineral content of the herbage. »Theoretical study of manuring«. -- *Course on Pasture Fertilisation and Grassland Renovation*, Ghent, 1953.