OZM

DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

THE DANISH FOREST EXPERIMENT STATION
STATION DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE DANEMARK
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN IN DÄNEMARK

BERETNINGER UDGIVNE VED
DEN FORSTLIGE FORSØGSKOMMISSION

REPORTS WITH SUMMARIES IN ENGLISH
RAPPORTS AVEC DES RÉSUMÉS EN FRANÇAIS
BERICHTE MIT DEUTSCHER ZUSAMMENFASSUNG

Ole Zethner
FAO Forest Officer (Entomology)
UNDP/FAO Project PAK 30
Forest Research Institute
Chittagong.

BIND XXIX

HÆFTE 1

INDHOLD

H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Kalium- og magnesiummangelsymptomer i gødningsforsøg i jyske rødgrankulturer. (Potassium and Magnesium Deficiency Symptoms in Fertilizing Experiments in Norway Spruce Plantations in Jutland). Side 1. (Beretning nr. 222).

H. HOLSTENER-JØRGENSEN: Et kvalitativt gødningsforsøg i en bøgekultur på gammel græsslette i Jægersborg Dyrehave. (A qualitative Fertilizing Experiment in a Beech Plantation on an old Grassy Plain in Jægersborg Dyrehave). Side 25. (Beretning nr. 223).

O. KJERSGÅRD: Et planteafstandsforsøg i rødgran. (An Experiment in Spacing of Norway Spruce). Side 55. (Beretning nr. 224).

KØBENHAVN
TRYKT I KANDRUP & WUNSCH'S BOGTRYKKERI
1964

KALIUM- OG MAGNESIUMMANGELSYMPTOMER I GØDNINGSFORSØG I JYSKE RØDGRANKULTURER

POTASSIUM AND MAGNESIUM DEFICIENCY SYMPTOMS IN FERTILIZING EXPERIMENTS IN NORWAY SPRUCE PLANTATIONS IN JUTLAND

AF

H. HOLSTENER-JØRGENSEN

Indtil de senere år har man antaget, at kvælstof (N) var det eneste plantenæringsstof, som i almindelighed manglede i de jyske hedeplantager (jfr. *Møller og Schaffalitzky de Muckadell* 1957 og *Oksbjerg* 1956—57). Kun i forbindelse med dyrkning af bælgplanter anså man det for nødvendigt at bruge fosfor (P)- og kalium (K)-gødninger. Flere forsøg har nemlig vist, at bælgplanter kræver tilskud af disse to stoffer, hvis kulturerne skal lykkes.

Nyere forsøg har imidlertid vist, at der også findes plantagejorder, hvor en tilførsel af P forbedrer væksten af rødgran og andre træarter. Foreløbig drejer det sig om midtjyske lokaliteter (Sdr. Omme-området, jfr. *Olsen, Rafn og Scheurer,* 1960) og om vestjyske lokaliteter (Dejbjerg plantage, jfr. *West-Nielsen og Oksbjerg,* 1961 og Klosterheden, jfr. *Holstener-Jørgensen,* 1963).

På denne baggrund er det naturligt at hævde, at der er brug for mange gødningsforsøg endnu (jfr. *Holstener-Jørgensen,* 1962 a). Det forsøgsarbejde, som hidtil er gennemført, har ladet adskillige problemer åbne.

Forsøgsvæsenet anlagde i foråret 1963 10 nye gødningsforsøg i rødgrankulturer på jyske sandjorder. Disse forsøg er geografisk blevet spredt bedst muligt i landsdelen for at få oplyst, hvilke næringsstoffer der mangler, og hvor de mangler. I forbindelse med målearbejdet i gødningsforsøgene gøres der forskellige iagttagelser. Der gøres for eksempel notater om vildtbid og andre skader (jfr. *Holstener-Jørgensen,* 1963). Vigtigt er det, at der også omhyggeligt holdes øje med mangelsymptomer, hvadenten de som for eksempel kvælstofmangel giver sig til kende ved farveforskelle, eller de viser sig på anden måde. I et tidligere arbejde er det vist, hvorledes netop en opgørelse af farveforskelle kan give oplysninger om kvælstofernæringen i en bøgekultur (*Holstener-Jørgensen og Klubien,* 1957). I det nævnte tilfælde gav denne farveopgørelse oplysninger, som man vanskeligt kunne have fået på anden måde.

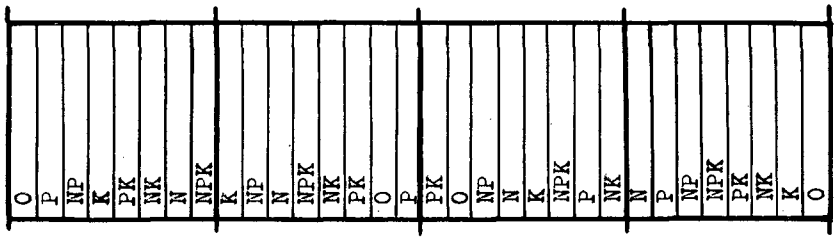
Mangelsymptomer er af stor diagnostisk værdi, og det er muligt, at de ligeledes kan blive af praktisk betydning ved fastsæt-

telse af gødningsdosers størrelse (jfr. den omtalte publikation). Det skal dog understreges, at ofte kan mangel på flere næringsstoffer helt tilsløre de enkelte mangelsymptomer. De dækker over hinanden, og i sådanne tilfælde er de ikke til nogen hjælp.

I det følgende gøres der rede for undersøgelse af kalium- og magnesiummangelsymptomer i *nogle* af de nyeste af forsøgsvæsenets forsøg.

1. FORSØGSAREALERNE

De 10 nyanlagte forsøg er kulturforsøg. De er anlagt efter samme forsøgsplan, som tidligere er anvendt på Klosterheden (se figur 1). Det er stribeforsøg med 4 blokke, d. v. s. 4 gen-



F i g. 1. Parcelfordelingen i gødningsforsøget på Klosterheden (*Holstener-Jørgensen,* 1963). Tilsvarende forsøgsplaner er anvendt i de gødningsforsøg, som nærværende beretning handler om.

F i g. 1. The distribution of plots in the fertilizing experiment at Klosterheden (Holstener-Jørgensen, 1963). Similar arrangements were used in the fertilizing experiments reported here.

tagelser, og indenfor blokkene er de enkelte behandlinger fordelt ved lodtrækning. Gødningsdoserne er de samme som i sin tid blev anvendt på Klosterheden, nemlig:

1000 kg superfosfat pr. ha
600 kg kalksalpeter pr. ha
300 kg 50 % kaliumgødning pr. ha

I de nye anlæg er der bevidst stræbt efter at finde kulturer med blanding af så mange træarter som muligt. Ved at anlægge forsøgene i blandingskulturer får man mulighed for at se og måle virkningen af gødskning på alle forsøgenes træarter. Den gennemgående træart på alle arealer er rødgran, og de efterføl-

gende undersøgelser vedrører kun denne træart. Derfor gives der her kun oplysning om denne træarts alder m. m. i de forsøg, som indgår i nærværende opgørelse af mangelsymptomer.

Areal 6 ligger i Kompedal plantage, afd. 318. Efter fuldbearbejdning er arealet tilplantet i foråret 1960. De anvendte rødgranplanter var 2/1.

Areal 7 ligger i Feldborg Sønderskov, afd. 300. Den oprindelige hede blev skrælpløjet i 1954. I 1955, 1957 og 1958 blev der knivharvet. I 1958 blev der opfuret og grubbet og i foråret 1959 plantet. Der anvendtes 2/2 rødgran.

Areal 8 ligger i C. E. Flensborgs plantage, afd. 32. Efter dybpløjning og 2 gange knivharvning blev arealet tilplantet i efteråret 1959. De anvendte rødgranplanter var 2/2.

Areal 9 i Rønhøj plantage, afd. 20, er tidligere tjenestejord. Efter rendepløjning og grubning blev det tilplantet i foråret 1961 med 2/2 rødgran.

2. UNDERSØGELSERNE VEDRØRENDE KALIUMMANGEL HOS RØDGRAN I GØDNINGSFORSØG I JYLLAND

a. K-mangelsymptomer hos rødgran.

K-mangelsymptomet hos rødgran er velkendt. Det har ofte været beskrevet i litteraturen (se f. eks. *Jørgensen* 1934, *Jessen* 1952, *Björkman* 1953, *Ingestad* 1960 og 1962 og *van Goor* 1963). Jørgensens fortrinlige arbejde fra 1934 synes iøvrigt at være den første beskrivelse og undersøgelse af K-mangel hos rødgran. Forfatteren har intetsteds stødt på tidligere publikationer om sagen. I den citerede litteratur findes der ikke henvisninger til *Jørgensens* arbejde, formentlig fordi det kun foreligger på dansk. Sygdommen er i Sverige meget malende blevet kaldt „Granens gulspidssyge", og dette navn dækker godt over de symptomer, som er fundet ved nærværende undersøgelse. Disse er:

Nålene på skudspidserne er lysegrønne til gule, og dette giver hele planten et gulligt udseende. Selve nålespidsen får ofte en rødlig farve. I ekstreme tilfælde bliver de yderste nåle brunvisne. Det kan tilføjes, at fænomenet ofte forekommer pletvis i kulturen.

Gode farvegengivelser findes hos følgende af de citerede forfattere:

Björkman, 1953, fig. 2.
Ingestad, 1960, fig. 1,
van Goor, 1963, fig. 7 og 8.

For fuldstændighedens skyld skal det nævnes, at det et enkelt sted i litteraturen angives, at K-mangelsymptomet afhænger af rødgranernes alder. *Ingestad* (1962, s. 96) skriver: „Thus, in older trees chlorosis is found in the older leaves but in seedlings the tops are coloured yellow to brown".

Van Goor (1963) skelner mellem K-mangelsymptomer ved lavt N-niveau og ved højt N-niveau (se hans figurer 7 og 8). Med de erfaringer forfatteren foreløbig har, ser det ud til, at man også kan foretage en sådan adskillelse under danske forhold. Det er dog ikke gjort ved nærværende undersøgelse.

K-mangel medfører altså en klorose hos planterne. Klorose er karakteristisk ved mange andre mangelsymptomer hos rødgran. N-mangel klorosen er velkendt. Ved N-mangel gulner imidlertid alle plantens nåle, og symptomet forekommer i regelen jævnt fordelt på hele arealet.

Manganmangel kan ligeledes give en klorose (jfr. *Tamm,* 1953). Han skriver (l. c. side 392): „Även dessa plantor hade gula årsskott, om också något avvikande från den typiska gulspetssjukan. Den rödaktiga färgningen av barrspetsarna saknades".

Endelig giver også magnesiummangel en klorose. Denne er dog let at skille fra K-klorosen (jfr. s. 16).

b. Iagttagelserne.

I hver parcel er der i forbindelse med topskudsmålinger på 30 rødgranplanter i november—december 1963 gjort notater om tilstedeværelsen af mangelsymptomer. På forsøgsarealerne nr. 6, 8 og 9 er alle 32 parceller undersøgt. På forsøgsareal nr. 7 er kun parcellerne i to af blokkene undersøgt, det vil sige 16 af forsøgets 32 parceller.

Tabellerne i det følgende viser tælleresultaterne. Tallene i tabellerne angiver direkte antallet af optalte planter med K-mangelsymptomer i de enkelte parceller. I tabelranden findes dels (sidste kolonne) summerne for de enkelte blokke, og dels (sidste linie) summerne for de enkelte behandlinger. Disse summer

Tabel 1. *Areal 6, Kompedal plantage.*
Table 1. Area No. 6, the Kompedal Plantation.
Antal rødgranplanter af 30 inspicerede med *K-mangel.*
Number of plants with K-deficiency out of 30 Norway spruce plants examined.

Blok *Block*	O	N	P	K	NP	NK	PK	NPK	
I	2	0	4	0	2	0	0	0	8
II	1	5	3	0	10	0	0	0	19
III	2	5	3	0	1	1	0	0	12
IV	6	3	7	0	9	0	0	1	26
	11	13	17	0	22	1	0	1	65

viser dels variationerne fra blok til blok (jordbundsvariation), dels de forskellige behandlingers indflydelse på K-mangelen.

Tabel 1 viser tælleresultaterne fra areal 6 i Kompedal plantage. Det fremgår af tallene, at der er K-mangel i de ubehandlede O-parceller. Fra 1 til 6 af de 30 planter har klare symptomer. Tendensen går i retning af, at såvel N-gødskning som P-gødskning fremmer K-mangelen (kolonnerne N, P og NP sammenlignet med kolonne O). Denne tendens kan dog ikke tillægges nogen synderlig vægt, idet variansanalyserne (se tabel 5 og side 12) ikke viser et sådant udslag. Det må imidlertid understreges, at ganske de samme udslag genfindes på de øvrige arealer med varierende statistisk sikkerhed.

Det mest iøjnefaldende træk i tabel 1 er, at K-tilførsel nedsætter antallet af planter med K-mangelsymptomer. I de 4 K-gødede parceller og i de 4 PK-gødede parceller er der ikke fundet en plante med K-mangelsymptomer. I de 4 NK-gødede parceller er der blandt 120 besete planter fundet 1 plante med K-mangelsymptomer. Det samme er tilfældet i de 4 NPK-gødede parceller. K-gødskningens indflydelse på antallet af planter med K-mangelsymptomer er højt signifikant (tabel 5).

På areal 7 i Feldborg Sønderskov er der som tidligere nævnt kun foretaget tælling af planter med K-mangelsymptomer i 2 af forsøgets 4 blokke. Tabel 2 viser resultaterne af disse tællinger.

På dette forsøgsareal er der ligeledes K-mangel i de ugødede parceller. Der er fundet ialt 13 planter med K-mangelsymptomer mellem de 60 undersøgte planter.

Tallene viser en tendens til, at N-gødskning fremmer K-mangelen noget (kolonne N sammenlignet med kolonne O og kolonne

T a b e l 2. *Areal 7, Feldborg Sønderskov.*
T a b l e 2. Area No. 7, Feldborg Sønderskov.
Antal rødgranplanter af 30 inspicerede med *K-mangel.*
Number of plants with K-deficiency out of 30 Norway spruce plants examined.

Blok *Block*	O	N	P	K	NP	NK	PK	NPK	
III	8	9	16	1	19	0	2	2	57
IV	5	7	17	1	20	0	1	2	53
	13	16	33	2	39	0	3	4	110

NP sammenlignet med kolonne P). Der er dog ikke noget signifikant udslag (tabel 5).

P-gødskning har øget antallet af planter med K-mangelsymptomer væsentligt (kolonne P sammenlignet med kolonne O og kolonne NP sammenlignet med kolonne N). I dette tilfælde er der tale om et højt signifikant udslag (tabel 5).

K-gødskningens indflydelse på antallet af planter med K-mangelsymptomer fremgår af kolonnerne K (sammenlignet med O), NK (sammenlignet med N), PK (sammenlignet med P) og NPK (sammenlignet med NP). Den statistiske analyse viser, at K-virkningen er højt signifikant, men tillige viser den, at der er signifikante samspil mellem P og K og mellem N og K (tabel 5). Det vil blandt andet sige, at det ikke på det foreliggende grundlag kan afgøres, i hvor høj grad den fundne K-virkning skyldes samspillene (jfr. side 13).

T a b e l 3. *Areal 8, C. E. Flensborgs plantage.*
T a b l e 3. Area No. 8, C. E. Flensborg's Plantation.
Antal rødgranplanter af 30 inspicerede med *K-mangel.*
Number of plants with K-deficiency out of 30 Norway spruce plants examined.

Blok *Block*	O	N	P	K	NP	NK	PK	NPK	
I	0	0	0	0	10	0	1	1	12
II	2	4	2	0	11	0	1	0	20
III	0	3	2	0	3	0	0	0	8
IV	0	3	0	1	5	0	0	1	10
	2	10	4	1	29	0	2	2	50

Tabel 3 viser optællingsresultaterne på areal 8 i C. E. Flensborgs plantage. Her er antallet af planter med K-mangelsymptomer ubetydeligt i de ugødede parceller (2 af 120 planter).

Både N-gødskning og P-gødskning har øget antallet af planter med K-mangelsymptomer. Det fremgår af følgende sammenligninger: kolonnerne N, P og NP med kolonne O. N-gødskning har den største virkning, hvilket bekræftes af den statistiske analyse (tabel 5).

Tabel 3 viser videre, at på dette areal nedsætter K-tilførsel klart antallet af planter med K-mangelsymptomer i de N og NP-gødede parceller (kolonne N sammenlignet med kolonne NK og kolonne NP sammenlignet med kolonne NPK). K-virkningen er altså i dette tilfælde i det væsentlige indskrænket til de parceller, hvor K-mangelen er induceret ved gødskning med andre stoffer.

Tabel 4. *Areal 9, Rønhøj plantage.*
Table 4. Area No. 9, the Rønhøj Plantation.
Antal rødgranplanter af 30 inspicerede med *K-mangel.*
Number of plants with K-deficiency out of 30 Norway spruce plants examined.

Blok *Block*	O	N	P	K	NP	NK	PK	NPK	
I	0	12	5	1	6	2	0	0	26
II	0	10	0	0	17	0	0	0	27
III	3	14	9	0	14	0	0	1	41
IV	1	1	10	2	16	0	0	2	32
	4	37	24	3	53	2	0	3	126

Det samme er tilfældet på areal 9 i Rønhøj plantage. Tabel 4 viser, at også på dette areal øger såvel N- som P-tilførsel antallet af planter med K-mangelsymptomer. N-tilførselen har den største virkning. Sammenlign følgende kolonner: N med O, P med O og NP med O. Den inducerede K-mangel er helt forsvundet efter K-tilførsel. Det ses ved at sammenligne følgende kolonner: NK med N, PK med P og NPK med NP.

c. *Den statistiske analyse.*

Talmaterialer som de fremlagte er ikke normalfordelte. Forsøgsanlæggene er lavet sådan, at materialerne kan behandles ved variansanalyse, hvis forudsætningerne for denne analysemetode er opfyldte. For at kunne anvende variansanalyse må de indsamlede tal i det foreliggende tilfælde transformeres. En almindeligt anvendt transformation er at anvende

$$y = 2 \arcsin x$$

hvor $x = \frac{k}{n}$. k er antal planter med K-mangelsymptomer og n = 30. *Hald* (1952) har tabeller for denne størrelse. Transformationen er dog ikke tilstrækkeligt „effektiv", når man arbejder med meget små eller meget store værdier. I det indsamlede materiale er 0 en hyppigt forekommende størrelse, mens de store værdier, det vil sige tal på og lige under 30, ikke forekommer. Der har været foreslået forskellige veje til at imødegå en sådan „restskævhed" (se f. eks. *Pearce* 1953, side 70).

Forfatteren har valgt at følge et forslag om at indsætte $\frac{\frac{1}{4}}{30-\frac{1}{4}}$ i stedet for $\frac{k}{n} = 0$ i ovenstående formel. Efter denne operation resterer der endnu en del af skævheden. Det må imidlertid erindres, at en statistisk analysemetode er en tilnærmelse på linie med en hvilken som helst anden analysemetode (jfr. *Holstener-Jørgensen,* 1962b). Selv om man er klar over, at der sikkert kan udarbejdes en metode, som er endnu bedre, det vil sige endnu bedre eliminerer restskævheden, så betyder denne restskævhed kun, at den anvendte statistiske analysemetode måske ikke afslører alle de udslag, som findes i materialet.

Tabel 5. Variansanalyseresultater vedrørende K-mangelsymptomer.
*** betyder, at der er signifikans på 99.9 %-niveauet (sandsynligheden p > 99.9 %)
** betyder 99 % < p < 99.9 %
* betyder 95 % < p < 99 %
° betyder 80 % < p < 95 %

Table 5. Results of analyses of variance relating to K-deficiency.
**** means that there is a significance on the 99.9 %-level (probability p > 99.9 %)*
*** means 99 % < p < 99.9 %*
** means 95 % < p < 99 %*
° means 80 % < p < 95 %

Variations-årsag *Causes of variation*	Areal nr. 7 *Area No. 7* Feldborg: Friheds-grader *Degrees of freedom*	Varians-kvotient *Variance quotients*	Friheds-grader *Degrees of freedom*	Varianskvotienter på areal nr. *Variance quotients on areas Nos.*: 6. Kompedal	8. C. E. Flensborg	9. Rønhøj
Blokke *Blocks*	1	1.5	3	2.0°	1.4	0.7
N	1	1.5	1	0.4	12.6**	10.8**
P	1	133.4***	1	1.6	7.3*	2.9°
K	1	607.2***	1	44.2***	23.3***	37.0***
NP	1	4.3°	1	0.0	2.7°	0.0
NK	1	6.9*	1	0.0	15.5***	8.4**
PK	1	42.8***	1	1.5	2.4°	4.4*
NPK	1	1.3	1	0.0	1.6	0.7
rest	7		21			

Metoden er muligvis for grov, men de udslag man finder med den, vil man også finde med en mere fintmærkende metode.

Tabel 5 viser de varianskvoter, som er beregnet ved variansanalyserne på de således transformerede værdier. Som det fremgår af tabellen, er antallet af frihedsgrader ens på arealerne 6, 8 og 9, hvor alle parceller er undersøgt. På areal 7 er der et lavere antal frihedsgrader, hvilket skyldes, at kun halvdelen af parcellerne er undersøgt.

En del af tabellens angivelser er omtalt i den foregående gennemgang af resultaterne for de enkelte arealer. Det falder derfor naturligt at benytte tabellen til en sammenfattende sammenligning af arealerne. Ved denne ses i første omgang bort fra samspillene.

Det gennemgående træk i tabel 5 er, at K-gødskning har haft en højt signifikant indflydelse på antallet af planter med K-mangelsymptomer. Tabellen viser imidlertid også, at varianskvoterne er forskelligt store fra areal til areal. Dette tyder på, at K-tilførselen har haft forskellig kraftig virkning på de forskellige arealer, og det er nærliggende at antage, at virkningen er afhængig af den oprindelige K-forsyning på de enkelte arealer.

I det foregående ses det, at antallet af planter med K-mangelsymptomer i O-parcellerne på nogle arealer er stort (f. eks. areal 7, 5—8) på andre lille (f. eks. areal 8, 0—2). Antallet er sikkert afhængigt af K-forsyningen. Hvis det er tilfældet, må man forestille sig, at der er en sammenhæng (korrelation) mellem antal planter med K-mangelsymptomer i O-parcellerne og varianskvoterne i tabel 5. Nedenstående oversigt viser tydeligt, at en sådan korrelation er sandsynlig. For sammenlignelighedens skyld er der anvendt summen af planter med K-mangelsymptomer i O-parcellerne, og for areal 7 er dette tal multipliceret med 2. I oversigten er foruden varianskvoterne fra tabel 5 også deres kvadratrødder angivet. Da K-virkningen i det foreliggende tilfælde har 1 frihedsgrad, er disse kvadratrødder t-værdier.

Oversigten ser således ud:

Areal	Antal planter med K-mangelsymptomer i O-parceller	Varianskvoter efter tabel 5	$t = \sqrt{\text{Varians-kvoter}}$
7	26	607.2	24.6
6	11	44.2	6.7
9	4	37.0	6.1
8	2	23.3	4.8

Oversigten viser som sagt en klar sammenhæng, men man bemærker dog, at der er et meget stort spring i varianskvoter mellem areal 6 og areal 7, også efter at kvadratrødderne er uddraget. I denne forbindelse skal der erindres om, at varianskvoterne er baseret på et forskelligt antal iagttagelser, det vil sige et forskelligt antal frihedsgrader. På arealerne 6, 8 og 9 har restvariansen 21 frihedsgrader, på areal 7 kun 7 frihedsgrader. Størrelserne er altså ikke helt sammen-

lignelige. Ved samme sandsynlighed (p) skal man have en væsentlig større varianskvote eller t-værdi på areal 7 end på de tre øvrige arealer. Følgende oversigt giver et overblik over dette forhold. Indeks til t angiver frihedsgrader.

p	$t_{(7)}$	$t_{(21)}$	$\frac{t_{(7)}}{t_{(21)}}$
99.9 %	5.41	3.82	1.42
99.0 %	3.50	2.84	1.23
95.0 %	2.37	2.08	1.14
80.0 %	1.42	1.33	1.07

Forholdet i sidste kolonne bliver større med voksende sandsynlighed, og det kan forklare springet fra areal 6 til areal 7.

Alt i alt er der meget, som tyder på, at der er sammenhæng mellem antal planter med K-mangelsymptomer på et areal og sandsynligheden for et positivt udslag for K-tilførsel ved gødskning. Dette leder til en hypotese om, at K-mangelsymptomer kan benyttes til fastlæggelse af gødningsdosers størrelse, en hypotese, som det er værd at søge bekræftet ved fortsatte forsøg.

Tabel 5 viser andre signifikante udslag end K-udslagene. På areal 7 er der højt signifikant udslag for P-tilførsel. På areal 6 er der ikke udslag, på areal 8 er der signifikant udslag, og endelig er der på areal 9 en temmelig stor sandsynlighed (lige ved 90 %) for, at der er et P-udslag. Som man ser, varierer forholdene fra areal til areal.

Denne forskel mellem forsøgsarealerne får man bekræftet, når man ser på N-virkningen. Tabel 5 viser, at der er signifikante udslag for N-tilførsel på areal 8 og areal 9, men ikke på areal 6 og areal 7.

Disse udslag i K-mangelsymptomer for tilførsel af andre næringsstoffer end K kan skyldes, at N- eller P-tilførsel hemmer K-optagelsen. Det er dog efter vore hidtidige erfaringer lidet sandsynligt. De kan også skyldes, at N eller P fremmer væksten så stærkt på de respektive arealer, at K-optagelsen ikke kan følge trit, med mindre der også tilføres K. Det sidste er mest sandsynligt, men først når der foreligger nåle- og vækstanalyser, bliver det muligt at bedømme forholdet.

Variansanalyserne afslører en række samspil. Tabel 5 viser, at der på areal 7 er et højt signifikant samspil mellem P og K og signifikant samspil mellem N og K og tendens til samspil mellem N og P. På areal 8 er der et højt signifikant samspil mellem N og K og tendens til samspil mellem N og P — og P og K. På areal 9 er der signifikant samspil mellem N og K og mellem P og K. På areal 6 ser der ikke ud til at være samspil.

Samspillene viser, at der ikke er en additiv virkning af de omhandlede næringsstoffer. Dette skal belyses med et par taleksempler fra tabel 2 (areal 7). Sumværdierne for behandlinger anvendes. I O-parcellerne er der 13 planter med K-mangelsymptomer. P-tilførsel

øger antallet med 20 (P — O = 33 — 13 = 20), K-tilførsel nedsætter antallet med 11 (K — O = 2 — 13 = — 11). Efter dette måtte man, hvis P' og K' virkning var additiv, vente, at der i PK-parcellen var 22 planter med K-mangel (13 + 20 — 11 = 22). Der er kun 3.

N-tilførsel øger antallet af planter med K-mangel med 3 (N — O = 16 — 13 = 3). I NP-parcellerne må vi vente, at der er 36 planter med K-mangel (13 + 3 + 20 = 36). Der er ialt 39 stk., og dette antal er så nær ved det ventede, at man under hensyntagen til forsøgsfejlene må anse, at de to tal er lige store. Variansanalysen viser da også kun en tendens til samspil mellem N og P. N og P virker additivt.

I NPK-parcellerne må vi vente at finde 25 planter med K-mangel (13 + 3 + 20 — 11 = 25). Der er fundet 4, og dette antal afviger så meget fra det forventede, at det er klart, at virkningen af PK (og NK) ikke er additiv.

Der skal endelig gøres opmærksom på, at de primære virkninger af stofferne N, P og K ikke kan adskilles fra samspilsvirkningen. Tabel 5's varianskvoter er alle baserede på rest-varianserne. De viser, f. eks. for areal 7, at varianserne for [1]) PK-samspillet, [2]) NK-samspillet, [3]) K-virkning og [4]) P-virkning alle er signifikant større end restvariansen. Derimod viser andre test, at f. eks. K-variansen ikke er signifikant større end PK-variansen. En serie test viser, at ingen af varianserne for primærvirkninger afviger signifikant fra de samspilsvarianser, som er fundet at være signifikant større end restvarianserne. Forholdet skal ikke kommenteres nærmere ved denne lejlighed.

3. UNDERSØGELSERNE VEDRØRENDE MAGNESIUM-MANGEL HOS RØDGRAN I GØDNINGSFORSØG I JYLLAND

a. Mg-mangelsymptomer hos rødgran.

Under målearbejdet på et par arealer blev der foruden K-mangelsymptomet iagttaget et andet karakteristisk symptom. På mange planter var der gule nåle ved basen af 1963-skuddene. Gulfarvningen aftog mod skudspidserne. Symptomet sås bedst i plantens øvre del, navnlig i den øverste grenkrans og på topskuddet. De enkelte nåle gulner fra spidsen.

Symptomet er uden tvivl et Mg-mangelsymptom. Det er karakteristisk, at Mg-mangelsymptomer og K-mangelsymptomer i praksis ofte forekommer på samme areal (jfr. nedenstående litteraturgennemgang og den senere behandling af nærværende undersøgelses resultater), og det er karakteristisk, at begge symptomer ofte er beskrevet i forbindelse med gødningsforsøg, hvor gødskning med det ene element tit fremkalder symptomer på mangel af det andet. Det skal også nævnes, at mangelsymptomerne for begge stoffer som oftest forekommer i pletter i na-

turen. *Ingestad* (1960 s. 70) skriver om Mg-mangelsymptomerne: „Detta är mycket markant vid magnesiumbrist, då starkt sjuka plantor ofta står intill helt friska".

I det følgende gives der en kort gennemgang og vurdering af litteraturen om Mg-mangel, specielt hos rødgran.

Forfatteren har tidligere beskrevet Mg-mangelsymptomer hos rødgranplanter (*Holstener-Jørgensen* 1958 og *Holstener-Jørgensen* 1960). Der var dengang tale om planteskoleplanter, og mangelsymptomet forsvandt ved Mg-gødskning, mens antallet af planter med symptomet øgedes meget stærkt ved K-gødskning. Gødningsforsøget viste, at symptomet virkelig var et Mg-mangelsymptom. Det mangelsymptom, som blev fundet dengang, blev beskrevet således (*Holstener-Jørgensen,* 1958, s. 490):

„Nålene på de yngste skud får gule spidser (ca. 1/5 af nålelængden), der senere bliver brune. I svære magnesiummangeltilfælde bliver hele nålen brun i vinterens løb."

Symptomet er først beskrevet af *Jessen* i 1939 (se *Jessen,* 1952). Det er også kendt i Sverige, hvor *Ingestad* har beskrevet det for planteskoleplanter i 1960 (*Ingestad,* 1960). Fra hans beskrivelse kan som supplement til den danske citeres følgende (l. c. s. 71): „Vid stark magnesiumbrist gulnar barren ända ned till basen, som vanligen förblir grön. Samtidigt brunfärgas barrspetsarna."

Holstener-Jørgensen, 1958, skriver videre (l. c. s. 490):

„Det må understreges, at mangelsymptomerne først optræder på de unge skud. På andre plantearter (korn f. eks.) optræder magnesiummangel først på de ældste blade, hvilket tyder på en vandring af magnesium fra ældre skuddele til yngre (*Scheffer og Welte,* 1955). En sådan vandring synes ikke at foregå hos rødgran."

Dette har allerede *Jessen* konstateret, og samme forfatter tilføjer yderligere, at det: „bestätigt eine von *W. Jessen* (1931) bei Hafer und Gerste gemachte Beobachtung" (l. c. s. 210).

En enkelt forfatter (*van Goor,* 1963) meddeler noget helt andet. Han skriver (l. c. s. 137): „Bij Piceasoorten en bij douglas treedt ook een geelkleuring van de naaldtoppen op, doch dan alleen van de oudste naalden, nooit van de eenjarige."

Indenfor frugtavlen er Mg-mangel velkendt. *Weber* (1954) har i forbindelse med udgivelsen af nogle hollandske farvetavler

her i landet givet fortrinlige beskrivelser af fænomenet. Det er et gennemgående træk, at de ældste blade først viser symptomer, og der er ofte tidligt bladfald fra den nederste del af langskuddene (se f. eks. *Weber* 1954, s. 22).

Forfatteren har set lignende symptomer på en hæk af liguster og med held bekæmpet „sygdommen" ved at gøde med magnesiumsulfat.

Det er altså et almindeligt træk hos løvtræer og løvfældende buske samt landbrugsplanter (bortset fra *Jessens* citerede iagttagelse), at Mg-mangelsymptomerne begynder på årsskuddenes nedre del.

Ser man bort fra *van Goor*'s meddelelse, synes der at være enighed om, at Mg-mangel hos rødgran ytrer sig på en anden måde end hos løvtræer (frugttræer og -buske) og hos landbrugsplanter. De tidligere beskrivelser er imidlertid baseret på iagttagelser på planteskoleplanter og ofte på det tidspunkt om efteråret, hvor mangelsymptomet er så kraftigt, at man virkelig lægger mærke til det. Det er velkendt, at netop Mg-mangelsymptomer i reglen først bemærkes lige før vækstperioden er forbi. I Kompedal var der intet at se omkring 1. september, mens symptomet var iøjnefaldende i begyndelsen af december. Tillige er symptombeskrivelsen i reglen knyttet til arealer, hvor mangelen er kraftig. Det er derfor muligt, at de begyndende magnesiummangelsymptomer hos rødgran altid ser ud som de, der er fundet i Kompedal plantage.

Disse symptomers forekomst minder stærkt om den forekomst, som er fundet på f. eks. frugttræer; nemlig at symptomerne starter nederst på årsskuddene og herfra breder sig mod årsskudsspidsen. Symptomet er dog stadig knyttet til de yngste skuds nåle og findes fortrinsvis i plantens øvre del.

I denne forbindelse er det værd at mærke sig *Stone*'s (1953) omtale af de tidlige europæiske beskrivelser af Mg-mangel hos skovfyr. Han skriver (l. c. s. 297): „Magnesium deficiency in *Pinus sylvestris* is well known in Europe. Apical yellowing of the needles is considered the characteristic symptom of this malady, „Gelbspitzigkeit", although the needle analyses and fertilizer responses reported suggest that it is frequently accompanied by potassium deficiency." *Stone*'s eget arbejde, der behandler Mg-mangel hos nogle amerikanske fyrrearter på New York sandjorder, er iøvrigt karakteriseret ved, at også han på samme lo-

kalitet arbejder både med K- og Mg-mangel. Han skriver f. eks. (l. c. s. 298): „Spring applications of magnesium sulphate at rates up to 50 lbs. Mg/acre to deficient trees only slightly reduced the development of deficiency symptoms during the following fall. By the end of the second or third year after application, however, magnesium deficiency symptoms had disappeared or were greatly reduced, in some cases revealing clear-cut potassium-deficiency symptoms."

Ingestad's arbejde fra 1960 er også i vidt omfang baseret på undersøgelser på lokaliteter, hvor Mg- og K-mangel forekommer side om side. Det samme gælder undersøgelserne i nærværende arbejde. Dette viser, at K- og Mg-problemer ofte i praksis er koblede, og tillige at der, navnlig i ældre arbejder, kan være sket en sammenblanding af symptomerne, som kan være med til at forklare de uoverensstemmelser, der er imellem de forskellige publikationer. Det understreger også, at fortsat arbejde med problemerne kan give endnu nogle ændringer i opfattelserne.

Forfatterens egen konklusion vedrørende Mg-mangelsymptomer hos rødgran er herefter foreløbig følgende:

Symptomet er en gulnen fra spidsen af nåle af sidste årgang. Symptomet begynder ved basen af de yngste skud og breder sig herfra mod skudspidsen. Nålene kan, hvor mangelen er stærk, gulne næsten helt til basen, og i svære tilfælde bliver nålespidsen brunvissen. I de værste tilfælde visner nålene helt og afkastes i løbet af vinteren og det tidlige forår. Symptomet ses bedst (forekommer fortrinsvis?) i toppen af planterne.

b. Iagttagelserne.

Optællingen af planter med Mg-mangelsymptomer er foretaget på ganske samme måde som optællingen af planter med K-mangel (se side 6). Planterne med symptomerne er iagttaget på arealerne 6, 8 og 9. På areal 9 er der kun set en enkelt plante, og dette areal er derfor ikke omtalt nærmere.

De to følgende tabeller viser tælleresultaterne fra areal 6 og areal 8. Tabellerne er iøvrigt opbygget på samme måde som tabellerne vedrørende K-mangel. Tabelhovedet angiver behandlingerne. Tallene i tabellerne er direkte antallet af optalte planter med Mg-mangelsymptomer i de enkelte parceller. Tabellens sidste kolonne er tværsummerne, som viser variationen fra blok til blok, og sidste linie er summerne for de enkelte behandlinger,

Tabel 6. *Areal 6, Kompedal plantage.*
Table 6. Area No. 6, the Kompedal Plantation.
Antal rødgranplanter af 30 inspicerede med *Mg-mangel.*
Number of plants with Mg-deficiency out of 30 Norway spruce plants examined.

Blok *Block*	O	N	P	K	NP	NK	PK	NPK	
I	0	2	2	12	7	0	2	1	26
II	1	4	0	9	1	8	1	11	35
III	2	1	0	3	2	8	5	8	29
IV	2	1	1	8	1	15	7	7	42
	5	8	3	32	11	31	15	27	132

og de giver mulighed for at skønne over forskellene mellem de enkelte behandlinger.

Tabel 6 viser optællingsresultaterne fra forsøgsareal nr. 6. Mg-mangelsymptomerne forekommer i de ugødede O-parceller (ialt 5 planter). I de N-gødede parceller er der lidt flere planter med symptomer end i O-parcellerne, medens der er lidt færre i de P-gødede parceller. Det man først og fremmest lægger mærke til er imidlertid, at antallet af planter med symptomet er væsentligt større i de K-gødede parceller (K, NK, PK og NPK) end i de øvrige parceller (O, N, P, NP).

Den statistiske analyse viser da også, at i dette tilfælde er det eneste signifikante udslag et K-udslag (se side 19).

Tabel 7. *Areal 8, C. E. Flensborgs plantage.*
Table 7. Area No. 8, C. E. Flensborg's Plantation.
Antal rødgranplanter af 30 inspicerede med *Mg-mangel.*
Number of plants with Mg-deficiency out of 30 Norway spruce plants examined.

Blok *Block*	O	N	P	K	NP	NK	PK	NPK	
I	1	0	1	0	0	3	0	0	5
II	0	0	0	0	2	0	0	0	2
III	0	4	0	0	0	0	0	0	4
IV	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	1	4	1	0	2	4	0	0	12

Tabel 7 giver optællingsresultaterne for areal 8. På dette areal er antallet af planter med Mg-mangelsymptomer lille, ialt

12 stk. på hele det undersøgte areal. Det eneste som synes at fremgå af tallene er, at der gennemgående er flere planter med Mg-mangelsymptomer i de N-gødede parceller (N + NP + NK + NPK = 10) end i de øvrige parceller (O + P + K + PK = 2). Den statistiske analyse viser den samme tendens, men der er dog ikke fuldt signifikant udslag for N-tilførsel (se side 19).

Man bemærker, at på dette areal har K-tilførsel *ikke* øget antallet af planter med Mg-mangelsymptomer. Tallene viser tværtimod færre planter med Mg-mangelsymptomer i de K-gødede parceller (K + NK + PK + NPK = 4) end i de øvrige parceller (0 + N + P + NP = 8). Denne „modgående" tendens kan dog ikke tillægges nogen vægt (jfr. den statistiske analyse).

c. *Den statistiske analyse.*

Vedrørende grundlaget for den statistiske analyse og nødvendigheden af at transformere tallene gælder det samme, som allerede er sagt i forbindelse med gennemgangen af K-mangelmaterialet (se side 9). Ved bearbejdningen af Mg-mangelsymptomerne er anvendt den samme transformation. Tabel 8 er en oversigt over variansanalyseresultaterne. Ligesom i tabel 5 er det varianskvoterne, som er givet i tabel 8.

T a b e l 8. Variansanalyseresultater vedrørende Mg-mangelsymptomer. Se iøvrigt tabel 5.
T a b l e 8. Results of analyses of variance relating to Mg-deficiency. See also Table 5.

Variations-årsag *Causes of variation*	Friheds-grader *Degrees of freedom*	Variationskvotienter på areal nr. *Variance quotients on areas Nos.* 6. Kompedal	8. C. E. Flensborg
Blokke *Blocks*	3	0.5	0.4
N	1	1.3	1.8°
P	1	0.9	1.0
K	1	15.8***	0.5
NP	1	1.1	1.0
NK	1	0.2	0.0
PK	1	0.7	0.2
NPK	1	0.2	0.2
Rest	21		

Tabellen viser, som det allerede tidligere er nævnt, at den eneste signifikante kvotient er kvotienten for K-virkning på areal 6. På areal 8 er denne kvotient meget lille.

Endvidere viser tabellen, at på areal 8 er kvotienten som vedrører N-virkningen med sandsynligheden 80 % $< p <$ 95 % forskellig fra 1.00. Der er altså en tendens til, at N-tilførsel har øget antallet af planter med Mg-mangelsymptomer på areal 8. Det er værd at lægge mærke til, at på areal 6 er den samme kvotient den næststørste af de beregnede kvotienter. Tabel 6 viser (som tidligere berørt), at antallet af planter med Mg-mangelsymptomer på areal 6 gennemgående er større i de N-gødede parceller (N + NP + NK + NPK = 77) end i de øvrige parceller (O + P + K + PK = 55). Selvom der *ikke* er signifikante udslag, finder forfatteren grund til at gøre opmærksom på denne tendens i det foreliggende materiale. Man ser nemlig ofte angivet, at N-tilførsel kan modvirke lette tilfælde af Mg-mangel.

Weber (1954, s. 19) skriver f. eks.: „Lette tilfælde af magnesiummangel kan nitratkvælstof modvirke."

Jacob (1955, s. 38) skriver: „Der Nitratstickstoff befähigt die Pflanze durch seine wachstumsfördernde Wirkung, den Magnesiagehalt des Bodens besser auszunutzen, während der Ammoniakstickstoff durch seine antagonistische Wirkung die Schädigungen durch Magnesiamangel verschärft."

I de danske gødningsforsøg er der anvendt kalksalpeter, det vil sige nitratkvælstof. Talmaterialet viser altså en tendens, som går stik imod den virkning, man ellers regner med, at nitrat-N har på Mg-mangel.

4. SLUTNING

De fremlagte forsøgsresultater bekræfter efter forfatterens mening det, som allerede er berørt i indledningen.

Der er brug for mange, velplanlagte gødningsforsøg endnu, før vi får et blot nogenlunde indblik i næringsstofbalancen i de danske hedeplantager.

Det synes ikke uberettiget at hævde, at det hidtidige forsøgsarbejde har ladet de fleste problemer uløste, og vi har derfor endnu et meget dårligt grundlag for at give gødningsvejledning i praksis.

Den hidtidige udvikling tyder på, at vi stadig har en del overraskelser til gode. Det kan belyses med følgende oversigt vedrørende vores kumulative, underbyggede og publicerede viden om, hvilke næringsstoffer vi antagelig vil få udbytte af at tilføre i *rødgran*kulturer på jydsk hede:

År	Antal nærings-stoffer	Litteratur
1957	N	*Møller og Schaffalitzky de Muckadell,* 1957
		Oksbjerg, 1956—57
1960	NP	*Olsen, Rafn og Scheurer,* 1960
1961	NP	*West-Nielsen og Oksbjerg,* 1961
1963	NP(Mg?)	*Holstener-Jørgensen,* 1963
1964	NPKMg	Nærværende undersøgelse.

Selv uden ekstrapolation er oversigten en god støtte for ovenstående postulat.

SUMMARY

In some fertilization experiments, established in the spring of 1963 in *Norway spruce* plantations on Jutland heathland, plants suffering from K- and Mg-deficiency were counted in December 1963. The programme for the experiments is set out in Fig. 1. The following doses of fertilizers were applied:

N = 600 kg Ca $(NO_3)_2$ per hectare
P = 1000 kg superphosphate per hectare
K = 300 kg 50 % KCl per hectare.

The deficiency symptoms were the following:

K-deficiency yellows the needles at the ends of the shoots, and the tips of the shoots often get a reddish colour. In extreme cases the needles at the ends of the shoots wither. (Cf. *Jørgensen,* 1934, *Jessen,* 1952, *Björkman,* 1953, *Ingestad,* 1960 and 1962, and *van Goor,* 1963).

Mg-deficiency yellows the tips of the last year's needles during the autumn. (Cf. *Jessen,* 1952, *Holstener-Jørgensen,* 1958, and *Ingestad,* 1960). The present experiment showed that this yellowing of the needles started at the base of the shoots. It should be mentioned that *van Goor* (1963) states that the symptom occurs in the oldest needles, not in the one-year-old needles. Nobody else seems to have made this observation.

Tables 1, 2, 3 and 4 show the results of the counting of plants suffering from K-deficiency symptoms. Table 5 shows the results of the statistical analyses which were made after transformation of the figures of Tables 1—4 (y = 2 arc sin x). The figures speak for themselves. Only the following points should be mentioned here:

The statistical analyses disclose both main effects and first-order interactions. None of the variances relating to main effects differ significantly from the variances bearing on first-order interactions.

The significant first-order interactions show that there are non-additive effects.

The areas differ from each other by the different effects of the fertilization. In area No. 6 (Tables 1 and 5) only an effect of the K-

fertilization can be demonstrated. In areas Nos. 7 and 8 (Table 2, 3 and 5) the number of plants with K-deficiency symptoms is significantly higher after P-fertilization, and in areas Nos. 8 and 9 (Tables 3, 4 and 5) the N-fertilization has increased the number of plants with K-deficiency symptoms.

The number of plants with K-deficiency symptoms in the O-plots vary from area to area. The variance quotients for K in Table 5 also vary considerably, and these two quantities — the number of plants with K-deficiency in the O-plots and the variance quotients — are positively correlated. It is possible that knowledge of the exact number of plants with K-deficiency in an area may be useful when working out the K-doses before fertilization.

Tables 6 and 7 show the number of plants with Mg-deficiency in two of the areas, Table 8 shows the result of the variance analysis. In area No. 6 the number of plants with Mg-deficiency symptoms is significantly higher in the K-fertilized plots than in the other plots. This is not the case in area No. 8. In both areas there is a tendency for the Mg-deficiency to be more marked in the N-fertilized plots than in the other plots. This tendency is in direct opposition to the published experience that NO_3 — N counteracts Mg-deficiency. (*Jacob,* 1955, p. 38).

Finally it is emphasized that still many experiments are needed before we shall have a fairly good knowledge of the fertilization problems in Jutland heathland. As late as in 1957 N was considered to be the only deficit in Norway spruce plantations in Jutland. Now it is known that P, K and Mg must also be included in the fertilization experiments.

LITTERATUR

Björkman, E., 1953: Om „granens gulspetssjuka" i plantskolor. (The „Yellow Tip Disease" of Spruce (*Picea Abies* Karst.) Plants in Forest Nurseries). Svenska SkogsvFören. Tidskr., bd. 51, s. 211—229.

Van Goor, C. P., 1963: Bemestingsvoorschrift voor naaldhoutculturen (Fertilization of conifer plantations). Korte Meded. Bosbouwproefsta. Wageningen. Nr. 56, s. 129—142.

Hald, A., 1952: Statistical Tables and Formulas. New York.

Holstener-Jørgensen, H., 1958: Magnesiummangel hos rødgran i en planteskole (engl. Summary). Dansk Skovforen. Tidsskr. bd. 43, s. 488—494.

Holstener-Jørgensen, H., 1960: Eftervirkningen af planteskoleplanters ernæringstilstand i det første kulturår. (The effects of the nutritive condition of nurserygrown plants during their first year after transplantation). Forstl. Forsøgsv. Danm. bd. 26, s. 371—387.

Holstener-Jørgensen, H., 1962 a: Om målsætningen for gødningsforsøg ved det forstlige forsøgsvæsen i Danmark. Svenska Skogsv-Fören. Tidskr. bd. 60, s. 365—366.

Holstener-Jørgensen, H., 1962 b: Grundvandstand, nedbør og vandforbrug. Dansk Skovforen. Tidsskr. bd. 47, s. 184—193.

Holstener-Jørgensen, H., 1963: Et gødningsforsøg i en kultur med rødgran og japansk lærk på Klosterheden. (A Fertilizing Experiment in a Plantation of Norway Spruce and Japanese Larch at Klosterheden). Forstl. Forsøgsv. Danm. bd. 28, s. 67—95.

Holstener-Jørgensen, H. og Klubien, E., 1957: Diagnosticering af kvælstofmangel i bøgekulturer. Dansk Skovforen. Tidsskr. bd. 42, s. 593—600.

Ingestad, T., 1960: Några iakttagelser av magnesiumbrist hos gran i skogsträdsplantskolor. (Some notes on magnesium deficiency of spruce in forest nurseries). Svenska SkogsvFören. Tidskr. bd. 58, s. 69—76.

Ingestad, T., 1962: Macro Element Nutrition of Pine, Spruce, and Birch Seedlings in Nutrient Solutions. Medd. SkogforsknInst., Stockh. bd. 51, hft. 7, s. 1—150.

Jacob, A., 1955: Magnesia — der fünfte Pflanzenhauptnährstoff, Stuttgart, s. 1—110.

Jessen, W., 1952: Kalium- und Magnesiummangelerscheinungen und Wirkung einer Düngung mit Kaliumchlorid und Kaliummagnesia auf das Wachstum verschiedener Holzarten. — In: Magnesium ein Pflanzennährstoff. Berlin, s. 207—212.

Jørgensen, C. A., 1934: Om Angreb af Snyltesvampe og Skadedyr i de jydske Klitplantager. København, s. 1—16.

Møller, C. M. og Schaffalitzky de Muckadell, M., 1957: Skovbrugsafdelingens gødningsforsøg i rødgran. (Experiments with fertilizers in young plantations of Norway spruce). Dansk Skovforen. Tidsskr. bd. 42, s. 391—453.

Oksbjerg, E., 1956—57: Om rødgranens næringsoptagelse på fattig jord. Hedeselsk. Tidsskr. bd. 77, s. 103—114, 345—357 og 359—366, bd. 78, s. 18—23 og 40—42.

Olsen, H. C., Rafn, J. og Scheurer, E., 1960: Revision af et gødningsforsøg i en stagnerende rødgrankultur i fængselsvæsenets plantage ved Sdr. Omme. (Revision of a Fertilizing Experiment on a Stagnating Norway Spruce Stand on a Heath in Central Jutland). Forstl. Forsøgsv. Danm. bd. 26, s. 325—338.

Pearce, S. C., 1953: Field Experimentation with Fruit Trees and Other Perennial Plants. Commonwealth Agricultural Bureaux, s. 1—131.

Scheffer, F. und Welte, E., 1955: Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde. II. Pflanzenernährung. Stuttgart, s. 1—240.

Stone, E. L., 1953: Magnesium deficiency of some northeastern pines. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., bd. 17, s. 297—300.

Tamm, C. O., 1953: Mera om granens gulspetssjuka (Some more observations on the „yellow tip disease" of spruce). Svenska SkogsvFören. Tidskr. bd. 51, s. 390—396.

Weber, A., 1954: Ernæringssygdomme hos frugttræer og frugtbuske. København, s. 1—64.

West-Nielsen, G. og Oksbjerg, E., 1961: Et jordforbedringsforsøg i Dejbjerg plantage. Hedeselskabets Funktionærbl., Nr. 57, s. 211—221.