



Norges Geologiske Undersökelse

Nr. 114

OM VEGETATIONSFORSØK
MED GLIMMERMINERALERNE
BIOTIT OG **SERICIT**
SOM KALIKILDE

AV

B. HANSTEEN CRANNER

MED 10 PLANCHER OG „ZUSAMMENFASSUNG“

**STATENS RAASTOFKOMITE
PUBLIKATION Nr. 14**

KRISTIANIA 1922

I KOMMISSION HOS H. ASCHEHOUG & CO.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE. Nr. 114

OM VEGETATIONSFORSØK
MED GLIMMERMINERALERNE
BIOTIT OG SERICIT
SOM KALIKILDE

AV
B. HANSTEEN CRANNER

MED 10 PLANCHER OG „ZUSAMMENFASSUNG“

STATENS RAASTOFKOMITE
PUBLIKATION Nr. 14

KRISTIANIA 1922
I KOMMISSION HOS H. ASCHEHOUG & CO

Indledning.

I et for kort tid siden publiceret, betydningsfuldt arbeide: V. M. GOLDSCHMIDT og E. JOHNSON »*Glimmermineralernes betydning som kalikilde for planterne*»¹ paaviser prof. dr. V. M. GOLDSCHMIDT bl. a., at særlig kaliumrike glimmermineraller som biotit og sericit (muskovit) forekommer i helt ubegrænsede mængder over største delen av vort land, og at de avgir sit kali overordentlig hurtig og let — langt lettere end kalifeltspat. Paa grundlag av disse kjendsgjæringer opstiller han da ogsaa med fuld ret det høist vigtige spørsmåal, om ikke disse glimmere kan benyttes som effektiv kalinæring for vore kulturplanter. Skulde dette være tilfældet, vilde det være en sak av den største økonomiske betydning for vort land, idet vi da skulde kunne producere kalirike jordforbedringsmidler og denne produktion vilde bli billig, fordi de nævnte glimmere ikke vilde trænge anden forutbehandling end at pulveriseres til en viss grad.

Det var derfor med stor glæde jeg gjennem hr. prof. GOLDSCHMIDT i vaar mottok en opfordring fra Statens Raastofkomité til paa mit institut at anstille nedenfor omtalte eksperimentelle undersøkelser til nærmere prøvelse av dette spørsmåals fysiologiske side.

At glimmermineraller er betyddlig mere virksomme som kalinæring for kulturplanterne end feltspater, er tidligere godtgjort ved talrike sandkulturforsøk, som er blit anstillede av forskjellige fremstaaende agrikulturkjemikere.

¹ Norges Geologiske Undersøkelses skrifter no. 108, Kristiania, 1922. Statens Raastofkomité, Publikation no. 8.

I 1906 beretter saaledes D. PRIANISCHNIKOW¹ om forsøk, som han anstillede paa foranledning av prof. WOTSCHAL, der skulde ha iagttat en betyde'lig bedre planteutvikling med glimmer end med feltspat som kalikilde. Til disse forsøk benyttede han sandkulturer av hirse, solsikke (*Helianthus*), boghvene, byg og havre i glaskar med 5 kg. kvartssand, som var godt utvasket først med saltsyre, saa med vand, og som, idet kvælstofmængderne overalt var de samme, indeholdt kaliet dels som klorkalium — normalkulturerne —, dels som pulveriseret feltspat eller kaliglimmer og da i mængder, hvis kaliindhold forholdt sig til kaliindholdet i normalkulturerne som 1 : 1, 1 : 2, 1 : 4 og 1 : 8.

I hvorvel glimmerkaliet ikke helt kunde erstatte kaliumkloridet, opnaaedes dog ved den 8-dobbelte glimmermængde en betydelig planteutvikling eller en total tørsubstansmængde, som var henimot 10 ganger saa stor som den, planten gav, naar den hadde utviklet sig uten kali. Derimot var den kun ca. dobbelt saa stor med orthoklas.

Senere, i 1912², sammenligner han i mere utvidede forsøk kalivirkningen hos forskjellige feltspater og glimmere, som orthoklas, mikroklin, sanidin, nefelin, muskovit, biotit, elæolith, leucit, apophyllit og phillipsit, med den hos klorkalium og ogsaa her ved sandkulturer av meget forskjellige kulturplanter som sennep, boghvene, hirse, havre, hvete og vikke.

Av disse forsøk kan han slutte, at av alumosilikaterne er der nogen, som er temmelige gode kalikilder, medens andre indeholder forbindelser, som er helt utilgjengelige for planterne; de prøvede materialer kunde efter deres skikkethet som kaligjødning ordnes i følgende række: bedst skikket er nephelinsten, glimmerskifer og biotit, daarligere er phillipsit og muskovit og endnu daarligere er elæolith, leucit, apophyllit, sanidin, orthoklas og mikroklin. Den anvendte biotit med den bedste virkning stammede fra Miask i Rusland og indeholdt 8,7⁰ o kali, og naar nefelinstenen gav saa udmerkede resultater er det mulig, at

¹ D. PRIANISCHNIKOW, Feldspat und Glimmer als Kaliquellen, Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen, Bd. 63, 1906, p. 151.

² D. PRIANISCHNIKOW, Vegetationsversuche mit verschiedenen kalihaltigen Mineralien. Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen, Bd. 77, 1912, p. 399.

dette netop berodde paa dens biotitindhold. Med denne glimmer opnaaedes en midlere total tørsubstansmængde, som enten kom meget nær op mot den i normalkulturerne med klorkalium, eller som endog var noget større end denne (hos boghvete).

BIELÉR-CHATELAN¹ fandt ogsaa, likesom PRIANISCHNIKOW, ved sandkulturforsøk med raigræs under anvendelse av muskovit, at denne kan tjene som kalikilde. Imidlertid kan man ikke tillægge disse forsøk nogen større betydning, da den anvendte glimmer før forsøket blev behandlet med saltsyre. Samme aar, 1910, beretter ogsaa SAMOJLOFF² om et forsøk med sanidin og biotit samt vikke som forsøksplante. Ogsaa her fandtes glimmeren biotit at være feltspat betydelig overlegen som kalikilde.

I 1912 offentliggjør E. BLANCK³ resultatene av meget eksakt gjennomførte sandkulturforsøk med biotit og muskovit. Han benyttede sig av store, indvendig med jernlak godt bestrokkne zinkkar med 18 kg. ren, saa at si kalifri Odersand og 30 planter av Ligowo-havre i hvert. Forsøksanordningen var 4 kar uten kaligjødning, 4 med 20 g. og 4 med 40 g. muskovit, og det samme antal kar med de samme mængder biotit. Forsøkestiden varede ca. 10 uker, fra den 19. april til den 26. juni, da planterne netop hadde avblomstret, og den hele tid søktes kulturernes vandindhold holdt paa 12⁰ o. Muskoviten stammede fra Auvergne og indeholdt 8,84⁰ o, biotiten fra Ural og indeholdt 8,06⁰ o totalkali.

Sammenlignet med kulturerne uten kali hadde begge glimmerne befordret produktionen av tørsubstans sterkt, dog biotiten i betragtelig sterkere grad end muskoviten. Imidlertid gav den større mængde muskovit eller biotit relativt mindre tørsubstans end den mindre (40 g. mot 20 g. pr. kar). Nogen bestemt forklaring paa dette uventede forhold kan BLANCK ikke gi, men sier herom følgende: »Nun ist es im allgemeinen offenbar recht unwahrscheinlich, dass ein Stoff, der in einer geringen Gabe

¹ BIELÉR-CHATELAN. Rôle des micas dans la terre arable, Comptes rendus de l'Académie des sciences, Paris, 1910, p. 1132.

² SAMOJLOFF, Über die mineralogische Bedeutung der Vegetationsversuche, Centralblatt f. Mineralogie, o. s. v. 1910, s. 261.

³ E. BLANCK, Die Glimmer als Kaliquelle für die Pflanzen und ihre Verwitterung, Journal für Landwirtschaft, Jahrg. 60, 1912, p. 97.

angewandt günstig gewirkt hat, in einer höheren Dosis weniger günstig abschneiden soll, um so mehr, als es sich im vorliegenden Fall weder um einen Stoff, der als Pflanzengift in Frage kommen könnte, handelt, noch wir es mit einem leicht löslichen Körper zu tun haben. Es muss daher die Ursache für dieses merkwürdige Verhalten in einer andren Art der Wirkung der Glimmer als in ihrer stofflichen Beschaffenheit gesucht werden, falls man nicht der Annahme zuneigen will, dass in beiden Fällen die Verminderung der Erntetrockensubstanz überhaupt nicht vorhanden ist, denn nach den wahrscheinlichen Fehlern zu urteilen, könnte der Ernteausschlag auch ebensogut höher sein. . . . Eine andere Möglichkeit der Erklärung liegt in der physikalischen Beschaffenheit des Odersandes und des Einflusses, den die Glimmer auf diese auszuüben vermögen. Der zu den Versuchen als Bodenmaterial benutzte Odersand besitzt nämlich an und für sich schon eine sehr geringe Wasserkapazität wie überhaupt eine sehr ungünstige physikalische Beschaffenheit, welche durch die ein so grosses Volumen einnehmenden Glimmerblättchen beträchtlich verstärkt wird. Dies fällt namentlich bei der doppelten Menge der Glimmer ins Gewicht, (s. d. nævnte sted, p. 107 flg.).

Men ikke alene gav biotit en større produktion av plantemasse end muskovit. Dets kali utnyttedes ogsaa meget bedre av planten. Saaledes fandtes følgende procent kali utnyttet for muskovitens vedkommende ved enkel mængde 1,66 og ved dobbelt 2,86, for biotitens vedkommende derimot ved enkel mængde 14,7 og ved dobbelt 10,37. Biotitens overlegenhet likeoverfor muskovit med hensyn til kaliavgivelse skulde altsaa dermed være bevist. Biotit er jo beviselig meget lettere angripbar end muskovit. Medens nemlig denne med vand kun gir en svak, men dog tydelig alkalisk reaktion, gir biotit straks en meget sterk saadan¹.

At biotitglimmerens kali ogsaa utnyttedes i betydelig grad bedre av planten end feltspatkaliet viser BLANCK ved senere forsøk med havre og forskjellige feltspater². Utnyttelsen var

¹ Se forøvrig ogsaa E. BLANCK, Die Bedeutung der Glimmerminerale für den Ackerbau, Fühling's landwirtschaftliche Zeitung, Jahrg. 1915, p. 20.

² E. BLANCK, Die Bedeutung des Kalis in den Feldspaten für die Pflanzen, Journal für Landwirtschaft, Bd. 61, 1913, p. 1.

nemlig følgende i procent: hos biotit 14,67, hos orthoklas 2,23, hos oligoklas 3,50, hos labradorit 3,45 og hos albit 7,07.

I 1912 kan BLANCK¹ meddele, at ifølge forsøk med hirse, havre og hvete er vistnok ogsaa elæolith og leucit gunstige som kalikilde, men at de som saadan ikke paa nogen maate kan maale sig med biotit, og endelig kommer SODERBAUM² ved vegetationsforsøk med granitmel til det resultat, at naar saadant mel kan vise sig gunstig som kalikilde, maa dette skyldes et indhold av glimmer.

Ovennævnte forsøk viser altsaa alle i den bedste indbyrdes overensstemmelse, at glimmermineraller, og da i første linje biotit, kan tjene som kalikilde for kulturplanterne. Dog blev der selv ved biotit gjennomgaaende kun opnaaet en produktion av plantemasse, som ikke kom op mot den, der opnaaedes ved klorkalium som kalikilde, og i BLANCK's forsøk produceredes der endog mindre mængder tørsbstans ved større mængder biotit end ved mindre — et forhold, som altsaa BLANCK ikke kan gi nogen avgjørende forklaring paa, idet han, som ovenfor nævnt (se s. 5 flg.), mener, at aarsaken kan ligge enten i virkningene, som ikke har noget med biotitens stofflige beskaffenhet at gjøre, eller i den benyttede Odersands fysikalske beskaffenhet.

Imidlertid har, saavidt det kan sees, hverken BLANCK eller PRIANISCHNIKOW nogensinde undersøkt kultursandens reaktion under sine forsøk. Dette er saa meget merkeligere, som ialfald BLANCK selv, som ovenfor nævnt (s. s. 6), uttrykkelig gjør opmerksom paa, at biotit allerede straks avgir saa meget kali til vand, at dette blir sterkt alkalisk. I mine egne, nedenfor omtalte sandkulturforsøk gav da ogsaa sanden saa at si daglig saa sterk alkalisk reaktion, at den maatte neutraliseres ved vanding av kulturerne med saltsurt vand, og i desto sterkere grad gjorde selvfølgelig dette for forsøksplanternes røtter saa skadelige forhold sig gjældende, jo større mængder biotit kulturerne indeholdt. I dette forhold

¹ E. BLANCK, *Der Phonolith als Kalidüngemittel o. s. v.*, Fühlings landwirtschaftliche Zeitung, Bd. 61, 1912, p. 721.

² H. G. SÖDERBAUM, Redogörelse för några under somaren 1912 utförda vegetationsförsök, Meddelande no. 71 från Centralanstalten för jordbruksområdet, 1912, p. 14—17.

ligger sikkert aarsaken til, at biotit, likesom i alle tidligere, ogsaa i mine sandkulturer ikke formaadde at vise sig helt likeværdig med kontrolkulturernes kalisalt som kalikilde. Ti i mine vandkulturforsøk, hvor planterne paa grund av deres overordentlig raske og sterke utvikling aapenbart optok det avspaltede kali saa at si «in statu nascendi», og hvor derfor opløsningernes reaktion ogsaa holdt sig helt neutral under hele forsøktiden, gav biotiten en produktion, som var indtil flere ganger saa stor som i kontrolkulturerne med kaliumfosfat.

Til mine forsøk benyttedes de 2 ekstremste typer av let oppløselige, norske glimmerarter, nemlig en meget jernrik biotit, varietetet lepidomelan, fra nefelinsyenitpegmatitgangene ved Langesundsfjorden og en jernfattig sericit fra metamorfe silur-skifere i form av takskeeravfald fra Østre Slidre, Valdres.

Begge erholdtes i pulveriseret og analyseret tilstand fra Universitetets mineralogiske institut i Kristiania. Efter meddelelse derfra blev store, uforvitrede biotitkrystaller, som indeholdt ca. 22⁰/₀ jern (beregnet som metal) tilblandet 5⁰/₀ kvarts og i en kulemølle av jern malt til et fint pulver, hvis kornstørrelse var følgende:

0,1 — 2	mm.	25,4 ⁰ / ₀
0,05 — 0,1	"	27,3 "
0,01 — 0,05	"	40,0 "
under 0,01	"	7,3 " (som diff.).

Det indeholdt av K_2O 7,38 — 7,49, i middel 7,44⁰/₀. Lepidomelanen indeholder forøvrig: SiO_2 ca. 35, TiO_2 ca. 4—5, Al_2O_3 7—10, jernoxyder 25—40, MnO 1—2, MgO 3—4, CaO 0—1, Na_2O 0,5—2 og av H_2O 2—3⁰/₀.

Sericitmaterialet var en tæt, grønligråa sericitskifer. Hovedbestanddelen var finskjælet sericit, desuten fandtes kvarts og klorit. Den maltes derfor uten kvarts og pulveret viste følgende kornstørrelser:

0,1 — 2	mm.	27,5 ⁰ / ₀
0,5 — 0,1	"	21,0 "
0,01 — 0,05	"	47,7 "
under 0,01	"	3,8 " (som diff.).

Den indeholdt av K_2O 5,14 (hele kaliindholdet bundet i form av sericit); forøvrig indeholder saadan skifer: SiO_2 ca. 60—65⁰ o. Al_2O_3 ca. 16, jernoxyd ca. 6, MgO ca. 1, CaO ca. 0,5, titansyre ca. 1, fosforsyre ca. 0,1 og av Na_2O ca. 0,5⁰ o. Av alle disse bestanddele er sandsynligvis kun kali letopløselig. 1 del lepidomelan vil altsaa med hensyn til kali tilsvare ca. 1,5 deler sericitskifer.

Sanden til sandkulturforsøkene var en overmaade ren kvartssand, saadan som den brukes til glasfabrikationen. Den erholdtes ved hr. ingeniør ULSTRUP's store elskværdighet fra Høvik glasverk, og viste sig ved en av prof. Goldschmidt foretat mikroskopisk undersøkelse at bestaa av rundagtige kvartskorn, uten enhver synlig forurensning, naar bortsees fra en ganske liten mængde ugjennemsigtigt støv (koks eller kul). Den indeholdt av forurensninger følgende mængder: Fe_2O_3 0,03, Al_2O_3 0,01, MgO spor, CaO 0,01 og kul ca. 0,1⁰ o. Kiselsyreindholdet skulde saaledes være ca. hele 99,9⁰ o, d. v. s., sanden kunde betragtes som et fysiologisk helt neutralt substrat.

Ovenanførte analyser og kornstørrelsebestemmelser er utført paa Universitetets mineralogiske institut av ingeniør v. KROGH og frk. VOGT.

I de forskjellige kulturer benyttedes saadanne biotit- eller sericitmængder, at disses kaliindhold var det samme eller indtil det flerdobbelte av kaliindholdet i normalkulturernes kalisalt

Forsøkene.

Disse utførtes foruten ved sandkulturer væsentlig ved vandkulturer, fordi glimmermineralets fysiologiske virkninger sikkert vilde kunne komme renest til uttrykk i disse.

1. Vandkulturforsøk med biotit og sericit.

Som grundopløsning i disse forsøk benyttedes en saltopløsning, som F. WEIS i sit arbeide: »Vandkulturforsøk i forskjellige næringsopløsninger, specielt til belysning av manganets og brintkoncentrationens betydning»¹ har kaldt »Hansteen Cranners nitratopløsning«.

¹ Se -Den kongl. Veterinær- og Landbohøjskoles Aarsskrift, 1919. Meddelelse fra plantefysiologisk Laboratorium, p. 239—280. Resumé français.

og som han ved række forsøk med havre og mais har fundet »særlig god, ogsaa Knop's opløsning overlegen«, — en erfaring, som man ogsaa har gjort ved det herværende botaniske institut. Jeg har utarbeidet den saaledes paa grundlag av mine tidligere studier over kulturplanternes forhold til jordsaltene¹, at den er fysiologisk avbalanceret, d. v. s. indeholder de forskjellige metaljoner i saadanne indbyrdes mængdeforhold, at de avgifter hverandre. Bortsees fra de i forsøkskulturene stigende biotitmængder var overalt saltkoncentrationen ca. 3 pr. mille, og i de benyttede avbalancerede mængder av KH_2PO_4 og $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ indeholdtes paa det nærmeste likemeget fosfor, nemlig henholdsvis 0,1026 og 0,1022 gr.

Kulturopløsningerne i forsøkene med biotit indeholdt pr. 1000 ccm. dest. vand:

Kontrollkulturopløsninger med eller uten kali.

1. Normalopløsning med kali.

1,18 g. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
0,56 » CaCl_2
0,45 » KH_2PO_4 (= 0,1556 g. K_2O og 0,1026 g. P).
0,615 g. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
0,15 g. NaCl

2. Opløsning uten kali.

1,18 g. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
0,56 » CaCl_2
0,45 » $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (0,1022 g. P).
0,615 g. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
0,15 g. NaCl .

Forsøksopløsninger med stigende mængder biotit.

3. Opløsning som i 2, men + 2,10 g. biotit (= 0,1562 g. K_2O , beregn. efter midlere kaliindhold i den anvendte biotit 7,44⁰/₀, s. s. 8).

¹ B. HANSTREIN. Über d. Verhalten d. Kulturpflanzen zu d. Bodensalzen, I u. II, Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. 47, 1910, p. 289—367.

4. *Oplosning som i 3, men + 4,20 g. biotit (= 0,3124 g. K₂O).*
5. *Oplosning som i 3, men + 6,30 g. biotit (= 0,4686 g. K₂O).*
6. *Oplosning som i 3, men + 16,8 g. biotit (= 1,2499 g. K₂O).*

Til hver av de ovennævnte opløsninger sattes desuten til at begynde med 12 draaper av en 5⁰ -ig jernkloridopløsning.

Før at se om biotitens kali er fysiologisk likeværdig med kaliet i kaliumfosfatet, økede, som man ser, K₂O-indholdet i de i forsøkskulturerne 4—6 anvendte biotitmængder med 2, 3 og 8 ganger kaliindholdet i normalkulturen 1.

Kulturopløsningerne i forsøkene med sericit indeholdt pr. 1000 ccm. de samme salter og saltmængder som de tilsvarende i biotitforsøkene, kun tilsattes her istedetfor biotit 1,5 ganger saa store mængder sericit, idet 1 del biotit med hensyn til indhold av kali tilsvarer 1,5 deler av denne glimmer (s. dennes ovenfor s. 9 anførte kaliindhold = 5,14⁰).

Som kulturkar benyttedes dels vidhalsede saadanne av glas med ca. 1, dels helt glasserede, hollandske lerkrukker med ca. 2 liter rumindhold. Samtlige blev før bruken gjentagende og grundig vaskede med destilleret vand, de sidstnævnte desuten godt paraffinerte indvendig. Ogsaa alle benyttede og likeledes godt utvaskede korker paraffinertes, og glaskrukkene var under forsøks tiden tæt dækkede med sort karton.

Som kulturobjekter benyttedes alm. hvithavre og gule ertter, formen »Onsrud-ertter«. En større mængde frø herav blev lagt til spiring paa spirebredt under glastrakt, og av kimplanterne utvalgte omhyggelig til forsøket kun saadanne, som kunde ansees for at være heltlikeværdige med hensyn til baade utviklingsgrad og utviklingsevne. I hver kulturkrukke kom kun 1 plante, som paa vanlig vis ved hjælp av bomuld fæstedes i korkens centrale gjennemboring, og for ertekulturenes vedkommende blev hver plante efter nogen dages forløp berøvet sine næringsrike frøblader.

Var kulturene istandbragte, opstilledes de frit, i enkelt række foran vinduerne i laboratoriets glashus, hvor temperaturen under forsøks tiden gjennemsnittlig var ca. 25 °C. Paa ekseptionelt solklare, varme dager beskyggedes de ved alm. sprinkelrammer, eller de flyttedes ind i laboratoriets store mot nordvest vendende vinduer,

hvor temperaturen var lavere. Hver dag erstattedes den av planten forbrukte vandmængde med destilleret vand og kontrollertes opløsningernes reaktion med lakmuspapir.

Ved indhøstningen av de forskjellige kulturer vaskedes først røtterne grundig, men forsiktig, først med alm. ledningsvand, derefter med store mængder destilleret vand. Derpaa tørredes røtter, stengler + blader og korn + agner for kornplanternes vedkommende — eller bælger + frø — for erternes vedkommende — hver for sig i tørreskap først ved 50°, saa ved 110° C. til konstant vegt. Røtterne blev avskaarne nøiagtig paa overgangsstedet til stenglen.

A. Forsøk med biotit.

a. Forsøk med ert. 2 forsøksrækker.

Række 1.

Forsøket igangsattes den 9. mai med 5 kulturer, hvorav kult. 1 fungerte som kontrolkultur med opløsning 2 uten kali og biotit, mens kult. 2—5 var forsøkskulturer med henholdsvis 2,10, 4,20, 6,30, og 16,8 g. biotit, men ellers uten kali (s. s. 10, opløsningerne 3—6). Kulturkarrene var de ovennævnte, med sort karton dækkede glaskrukker à ca. 1 liter.

Den 13. mai var kimstenglene kommet op over korkens overflate og røtterne vokset sterkt til i længde. Reaktionen i opløsningerne var overalt helt neutral, og saadan holdt den sig ogsaa senere hen gjennem hele forsøks tiden.

I begyndelsen av juni begyndte planterne i biotitkulturerne — særlig de i kult. 4 og 5 — at vise temmelig sterke symptomer paa klorose eller jernmangel. Ved tilsætning av 12 draaper 5⁰ o-ig jernkloridopløsning til hver kultur 2—3 ganger med 1 ukes mellemrum gik imidlertid klorosen helt tilbake under dannelse av dypt grønne blader og gjentok sig saa ikke mer.

Den 16. juni var planten i kult. 1 kun ca. 20 cm. høi og av et høist sykelig utseende med alle symptomer paa kalimangel: dens nedre blader var hvitgule og døde, mens de øvre vistnok endnu var grønne og levende, men meget smaa, de øverste av rent minimal størrelse.

Derimot var planterne i samtlige biotitkulturer overalt meget sterkt og rikt udviklede, med overalt store, kraftige blader og 80—90 cm. høje.

Pl. I viser et fotografi av kulturerne den 27. juni, altsaa efter 7 ukers forsøksstid. De forskjellige ertekulturer viste da følgende forhold:

Kult. 1. Oplosning 2, uten kali og uten biotit. Planten kun 30 cm. høi. Nedre blader helt visne og hvitgule, de øvre smaa og abnorme.

Kult. 2. Oplosning 3, uten kali, men med 2,10 g. biotit. Planten 118 cm. høi med overalt store, dypt grønne blader og usedvanlig kraftige og stive stengler, som dertil var sterkt blaaduggede. En blomsterknop var dannet.

Kult. 3. Oplosning 4, uten kali, men med 4,20 g. biotit. Planten 103 cm. høi. Relativt den svakest utviklede av alle biotitkulturerne. Den viste den sterkeste tendens til klorose og endnu ingen tegn til blomstring. Imidlertid kan aarsaken hertil ha ligget deri, at stenglen var sykkelig deformeret ved sin grund, hvor den desuten var sterkt angrepet av sop. Dette blev imidlertid helbredet ved rensning av det syke sted og ved rensning og omparaffinering av korken, hvori planten var fæstet.

Kult. 4. Oplosning 5, uten kali, men med 6,3 g. biotit. Planten 123 cm. høi og rikt utviklet med tyk, kraftig og stiv stengel samt store, brede blader, som imidlertid endnu viste tendens til klorose. En blomsterknop under utvikling.

Kult. 5. Oplosning 6, uten kali, men med 16,8 g. biotit. Planten 140 cm. høi og ogsaa forøvrig den sterkest utviklede av samtlige biotitplanter. Viste heller ikke den tendens til klorose, som disse. Den var ogsaa sterkt blaadugget og hadde en stor blomsterknop.

I samtlige biotitkulturer var desuten røtterne ikke alene usedvanlig lange, men ogsaa rikt utstyrte med velutviklede, lange siderøtter. I den kali- og biotitfri kontrollkultur var derimot hovedroten ogsaa vistnok lang, men siderøtterne var kun korte og sparsomme — roten artet sig altsaa her som en ren hungertype.

Den 1. juli skiftedes alle opløsninger og tilsattes hver 12 draaper jernklorid pr. 1000 cem. Pl. II viser kulturernes forhold

den 14. juli. Planten i kult. 1 var da kun 42 cm. og helt vissen; i kult. 2 derimot 120, i kult. 3 170, i kult. 4 150 og i kult. 5 190 cm. høi.

Den 31. juli var ogsaa alle biotitplanter hendoende. Samtlige kulturer indhøstedes da paa ovennævnte maate og gav følgende tørvegter i gram:

Kult. no.	Stgl. bl.	Bælg. fro.	Røtter.	Totalsubst.
1. Uten kall og blotit.	1,0838		0,1250	1,2088
2. - - men 2,10 g. biot.	5,9313		0,9510	6,8823
3. - - - 4,20 g. -	2,8652	1,4626	0,3412	4,6690
4. - - - 6,3 g. -	6,3236		1,0020	7,3256
5. - - - 16,8 g. -	6,8122	1,1194	1,0302	8,9618

Biotitplanterne i kult. 4 og 5 hadde, som man ser, git ca. 6—7 ganger saa meget stengel- og bladsustans, vel 8 ganger saa meget rotsustans og ca. 6—7 ganger saameget totalsustans som planten i kontrolkulturen uten kali og biotit. Lignende merproduktion viser ogsaa planten i kult. 2 med kun 2,10 g. biotit. Derimot hadde produktionsevnen hos planten i kult. 3 med 4,20 g. biotit været relativt liten — noget, som imidlertid vel har hat sin grund i denne plantes ovenfor nævnte sygdom den første del av forsøktiden.

Række 2.

Forsøket igangsattes den 6. juni med 6 kulturer, hvorav nr. 1 og 2 fungerede som kontrolkulturer uten biotit — 1 imidlertid med kali i form av KH_2PO_4 , 2 derimot uten saavel kali som biotit. Kult. 3—6 var forsøkskulturer med henholdsvis 2,10, 4,20, 6,3, 16,8 g. biotit, ellers uten kali. Kulturkarrene var i denne række de nævnte, hollandske, indvendig glasserede og desuten godt paraffinerte lerkrukker à 2 liter. De til forsøket benyttede, likeverdige planter hadde først i en kuvette med ledningsvand utviklet ca. 6 cm. lange røtter.

Den 10. juni, da samtlige planter hadde en stengellængde av ca. 15 cm., fjernedes overalt deres frøblader. Den 17. juni var

reaktionen i kulturopløsningerne 1—3 ganske svakt sur, i de øvrige kulturer derimot helt neutral med lakmus — et forhold, som saa holdt sig uforandret ogsaa gjennem hele den øvrige forsøks-tid. Den 1. og den 3. juli tilsattes hver gang og til hver kultur atter 12 draaper jernklorid, idet planterne nu hadde begyndt at vise utvetydige tegn paa jernmangel. Den 14. juli skiftedes opløsningerne i samtlige kulturer og hver opløsning fik 12 draaper jernklorid pr. 1000 ccm. Planterne holdt sig da senerchen helt fri for klorose.

Den 21. juli, altsaa efter vel 6 ukers forsøks-tid, hadde planterne i de forskjellige kulturer opnaad den utvikling, som pl. III viser: i kult. 1 140 cm. høi, men uten blomster; i kult. 2 kun 70 cm. og bladene hvitgule, visne nedtil, grønne, men abnormt smaa optil; i kult. 3 165 cm. med en ung bælg, 4 utsprungne blr. og 2 blr.-knopper; i kult. 4 145 cm. med 3 utspr. blr. og 3 blr.-knopper; i kult. 5 185 cm. med 1 utspr. blomst og 2 blr.-knopper; og i kult. 6 125 cm. uten blomster, men med 3 ca. 40 cm. lange, velutviklede og kraftige sideskud nederst.

Den 1. august, — efter 8 ukers forsøks-tid — var planten i normalkulturen 1, uten biotit, men med KH_2PO_4 , 142 cm. høi, men nu henvisnende, hvorfor den indhøstedes. Biotitkulturerne hadde derimot endnu store, friske, mørkegrønne blader og sterkt fortsat vekst og utvikling. Først den 13. august — altsaa efter ca. 10 ukers forsøks-tid — var ogsaa de færdige til indhøstning og viste da den paa pl. IV gjengivne utvikling: Planten i kult. 3 med 2,1 g. biotit 193 cm. høi og med 4 bælg; i kult. 4 med 4,2 g. biotit 174 cm. og med 4 bælg; i kult. 5 med 6,3 g. biotit 241 cm. og med 5 bælg; og i kult. 6 med 16,8 g. biotit 208 cm. med flere sideskud, hvorav et 130 cm. langt, men uten bælg; flere blomster var vistnok tilstede, men disse var i begrep med at falde av uten dannelse av frugt. I kult. 2 uten kali og biotit var planten derimot vistnok 75 cm. høi, men stænglen var abnormt tynd og svak og bladene abnormt smaa. Pl. V viser den bedste av biotitplanterne, kult. 5, i sammenligning med paa den ene side en voksen mand av almindelig høide, paa den anden side planten i kultur 2.

Kulturerne gav følgende tørvegter i gram:

Kult. no.	Stgl. bl.	Bælg. + frø	Røtter	Totalsubst.
1. KH_2PO_4 , normalkultur....	3,6859		0,3566	4,0425
2. Uten kali og uten biotit....	1,7245		0,2223	1,9468
3. - - - men 2,1 g. biotit	4,8571	3,5010	0,7118	9,0669
4. - - - 4,2 g. -	7,4298	0,8312	0,7238	8,9848
5. - - - 6,3 g. -	8,1020	3,1101	0,7020	11,9141
6. - - - 16,8 g. -	14,5700		0,8218	16,3918

Som man ser, har produktionsevnen med hensyn til samtlige organer hos planterne 2—6 gjennemgaaende været indtil betydelig større end i de tilsvarende kulturer i forsøksrække 1. Dette har sikkerlig sin grund i, at kulturkarrene rummede 2 liter mot 1 i denne. Imidlertid viser ogsaa her, likesom i forsøksrække 1, biotitplanterne allesammen en produktionsevne, som er betydelig overlegen den hos plante 2 uten kali og biotit. Men ikke alene det, som fotografierne samt de opnaadde plantehøider og tørsubstansmængder viser det, har deres utvikling i alle henseender ogsaa været saa meget rikere end endog hos planten i normalkulturen med kali i form av KH_2PO_4 , at den trygt kan karakteriseres som luksuriøs. Saadan plantehøide, som den i biotitkulturerne 5 og 6, med samtidig saa rikt utstyrede stengler, blader og røtter, har jeg da heller aldrig set hos nogen av de mangfoldige erteplanter, som jeg selv eller mine studerende under deres laboratoriumsøvelser gjennom aarene har opdradd i normale næringsopløsninger med et almindelig kalisalt som kalikilde.

Som det fremgaar av de i ovenstaaende tabel anførte tørsubstansvegter, har biotitplanterne produceret ca. 1,3—4 ganger saa stor stengel- og bladmasse, ca. 2—5 ganger saa stor rotmasse og ca. 2—4 ganger saa meget totalsubstans som planten i normalkulturen med kaliumfosfat. Denne paafaldende store merproduktion har uten tvil sin grund i biotitens gavnlige virkninger som plantenæring. Den skyldes sikkerlig ikke nogen tilfældighet eller det at planten i normal-

kulturen av en eller anden ukjendt grund skulde hat ekseptionelt daarlige yttre eller indre utviklingsmuligheter. Ved forsøkets begyndelse var den fuldt likeværdig med forsøksplanterne, den vokset op under nøiagtig de samme lys- og temperaturforhold som disse og dertil i en næringsopløsning, som efter foreliggende erfaringer at domme endog kan være den bekjendte KNOP'ske overlegen. Vistnok var den henimot indhøstningstiden endel angrepet av skimmel, men dette gjaldt kun de naturligt henvisnende blader likesom ogsaa alle biotitplanterne. Og endelig kommer hertil, at i havreforsøkene viste ogsaa de med biotit gjødede planter gjennemgaaende en større produktionsevne end den med kaliumfosfat gjødede kontrolplante (s. tabellen s. 20).

Ogsaa i dette forsøk hadde biotitplanterne utviklet usedvanlig rikt utstyrede rotsystemer, som hvad masse angaar endog var 2—5 ganger større end det hos kaliumfosfatplanten. Likesom i forsøksrække 1 var deres røtter ekseptionelt lange og rikt besatte med lange og talrike siderøtter.

At domme efter mine ovennævnte vandkulturforsøk skulde altsaa den benyttede biotit for erteplanten være et overmaade gunstigt kalinæringsmiddel, som ikke alene synes fuldt ut at tilfredsstille dens kalibehov, men i sine virkninger m. h. t. kalium endog synes at være gunstigere end kaliumfosfat og da ikke alene hvad angaar utviklingen av plantens overjordiske deler, men ogsaa av dens røtter.

Med hensyn til spørsmålet om biotitkaliets virkeevne likeoverfor ertes, viser forsøkene saavel i forsøksrække 1 (her maa av ovennævnte grunde bortsees fra kult. 3) som 2, at plantens produktionsevne øker jevnt og sterkt med de økende mængder av biotit i næringsopløsningen, men dog saaledes, at i række 2 har allerede planten i opløsning 3 med 2,1 g. biotit pr. 1000 ccm., d. v. s. med samme kaliindhold — 0,1562 g. — som i normalkulturen 1 med 0,45 g. KH_2PO_4 , produceret over dobbelt saa meget totalsubstans som i denne. Har dette resultat generel gyldighet, skulde altsaa biotitens kali for erteplantens vedkommende virke gunstigere end kaliet i kaliumfosfat — forutsat at alle øvrige betingelser er ens. Og i samme række

bragte planten i kult. 6 med 16,8 g. biotit pr. 1 000 ccm., d. v. s. med 8 ganger saa meget kali — 1,2499 g. — som i normalkulturens kaliumfosfat, det til en 4 ganger saa sterk produktion av plantemasse som i denne kultur.

Under forsøksrække 1, s. 13 er nævnt, at planterne i biotitkulturene udmerkede sig ikke alene ved store, velutviklede blader, men ogsaa ved særlig kraftige, tykke og stive stengler, som desuten var i paafaldende grad blaaduggede, d. v. s. voksklædte. Disse gavnlige egenskaper præget nu ogsaa i høi grad biotitplanterne i forsøksrække 2 og skyldes saaledes utvilsomt, at biotiten øver en egenartet, men gunstig indflydelse paa celledannelse og cellebygning, en indflydelse, som kanske maa tilskrives biotitmolekylets letopløselige aluminium like saameget eller mere end dets indeholdte kali. I ethvertfald er dette forhold av stor praktisk og teoretisk interesse og fortjener en særlig, detaljeret undersøkelse.

b. **Forsøk med havre. 2 forsøksrækker.**

Række 1.

Forsøket igangsattes den 9. mai, samtidig med forsøksrække 1 med erter og som denne i glaskrukker á 1 liter. Til forsøket utvalgte med omhu 6 likeværdige kimplanter med 2 cm. lange røtter, 1 plante i hver av 6 kulturer, hvorav nr. 1 og 2 fungerede som kontrolkulturer uten biotit — nr. 1 imidlertid med kali som kaliumfosfat, nr. 2 derimot uten saavel kali som biotit. Kult. 3—6 var forsøkskulturer med henholdsvis 2,10, 4,20, 6,30 og 16,8 g. biotit — ellers uten kali.

Den 13. mai var reaktionen i de 2 kontrolkulturer svakt sur, derimot helt neutral i alle de øvrige kulturer. Den 18. mai var den neutral i alle kulturer, og saadan holdt den sig nu hele den senere forsøksstid. Den 16. juni fornyedes samtlige kulturopløsninger.

Ogsaa her bemerkedes temmelig snart tendens til klorose hos biotitplanterne. Men denne tendens kom ikke paa langt nær saa sterkt til uttryk som hos erteplanterne og helbrededes ogsaa meget lettere ved fornyet tilsætning av jernklorid til opløsningerne.

Den 30. juni viste desværre planten i normalkulturen 1 tegn til sykелighet, uvist av hvilken grund. Den blev straks erstattet

av en ny kraftig plante med ca. 3 cm. lang kimstengel og en ny næringsopløsning. Denne plante var altsaa ca. 3 uker yngre end de øvrige, hvorfor den ogsaa blev indhøstet 3 uker senere end disse. Og selvfølgelig kom den under hele forsøks tiden under de samme lys- og temperaturbetingelser.

Den 27. juni fotografertes planterne 2—6, altsaa efter 7 ukers forsøks tid. Pl. I viser deres forhold da:

Kult. 1, opl. 2, uten kali og uten biotit. Høide (til øverste bladtop) 60 cm. Enkel og spinkel stengel. Bladene meget smale, de 4 nederste helt visne, det 5. halvveis visnet, de 3 øvre visne i spisserne. Viste altsaa utprægede symptomer paa kalimangel. Ikke engang antydning til blomstring.

Kult. 2, opl. 3 med 2,1 g. biotit. Høide 102 cm. En 18 cm. lang blomstertop kommet ut av øverste bladskeide. Busket med stive, tykke straa og kraftig utviklede, brede og mørkegrønne blader.

Kult. 3, opl. 4 med 4,2 g. biotit. Høide 110 cm. Overmaate rikt utviklet. Sterkt busket med tykke stive stengler og brede, yppige blader. En 19 cm. lang blomstertop kommet ut av øverste bladskeide.

Kult. 4, opl. 5 med 6,3 g. biotit. Høide 110 cm. Ogsaa her sterk buskning med kraftige, stive stengler og brede, rikt utstyrte blader. Men her endnu ikke kommet nogen blomstertop tilsyne.

Kult. 5, opl. 6 med 16,8 g. biotit. Høide kun 105 cm., men ellers forholdt planten sig aldeles som den i kult. 4.

Foruten denne rike utvikling av de overjordiske deler viste samtlige biotitkulturer ogsaa i motsætning til kult. 2 prægtige, store rotsystemer med usedvanlig lange og talrike røtter, som dertil var rikt klædte av store, velutviklede rothaar.

Den 3. juli blomstret smaa-aksene i kult. 2 og 3. Den 14. juli fotografertes atter kulturerne og nu sammen med kult. 1 med kaliumfosfat, hvor planten nu var naadd frem til blomstring. Pl. VI viser deres forhold da. Som man ser, hadde nu ogsaa planten i den kali- og biotitfri kult. 2 faat en liten blomstertop. Men blomsterne var helt golde og planten forøvrig saa at si helt bortdød.

Den 12. august indhøstedes kulturerne 2—6. De hadde da modne korn og bladene var begyndt at gulne sterkt. Samtlige biotitplanter 3—6 hadde opnaadd en overordentlig rik utvikling, de var alle rikt buskede med tykke, stive, 141—155 cm. lange straa, brede, yppige blader og hver plante med 5 til 8 store topper. Derimot hadde planten i kult. 2 kun en meget svakt utviklet stengel, smale, forlængst visne blader og kun en ganske liten og dertil helt gold top.

Planten i normalkulturen 1 kunde derimot ikke indhøstes for den 5. september, idet den da først hadde hat den samme utviklingstid som de øvrige kulturer i forsøksrækken (s. s. 18). Den viste imidlertid da den samme modningsgrad som disse, og var 125 cm. høi, sterkt busket og forsynt med flere store topper.

Tørvegtene var følgende i gram:

Kult. no.	Stgl. bl.	Korn agn.	Røtter	Totalsubst.
1. Norm. kult. med KH_2PO_4 . .	6,4760	1,8470	0,4898	8,8128
2. Uten kali og uten biotit . .	0,4387	0,1973	0,0468	0,6828
3. - - - men 2,1 g. biotit	4,3012	3,5840	0,5738	8,4590
4. - - - 4,2 g. -	6,3060	4,6366	0,8062	11,7488
5. - - - men 6,3 g. -	6,7030	4,5802	0,9577	12,2409
6. - - - men 16,8 g. -	5,5910	3,4400	0,7364	9,7674

Række 2.

Forsøket igangsattes den 6. juni med de ovenfor omtalte 2 liters lerkrukker som kulturkar og med 5 kulturer, hvorav no. 1 fungerte som kontrollkultur uten kali og biotit, no. 2—5 derimot som forsøkskulturer med henholdsvis 2,1, 4,2, 6,3, og 16,8 g. biotit pr. 1000 cem. opl. — ellers uten kali. Til forsøket utvalgte helt likeverdige kimplanter med ca. 4 cm. lange kimrøtter.

Den 17. juli var reaktionen i kontrollkulturen og kult. 2 svakt sur, i de øvrige kulturer derimot helt neutral. Senere utjevnedes denne forskjel, saa samtlige oppløsninger tilslut reagerte neutralt. Den 14. juli fornyedes alle oppløsningerne. Med hensyn til tendensen til klorose og dennes helbredelse gjaldt det samme som i række 1.

Den 11. august, altsaa efter vel 9 ukers forsøksstid, viste planterne følgende forhold, idet høiderne maalttes til øverste blomst i blomstertoppen: Planten i kult. 1 uten kali og uten biotit vistnok 114 cm. høi, men hadde kun en eneste og dertil meget spinkel stengel med kun 5 smale blader, hvorav kun et var nogenlunde friskt, de øvrige 4 helt visne. 1 blomstertop, men ogsaa denne var abnormt liten med kun faa blomster. Planten repræsenterte i det hele tat en utpræget hungertype. Derimot viste planterne i samtlige biotitkulturer en rik utvikling, de var sterkt buskede med stive, kraftige stengler, store mørkegrønne, kraftige blader, som i kult. 5 endog var indtil 2 cm. brede, 126—141 cm. høie og forsynede hver med indtil 5 store og smaa, velutviklede blomstertopper.

Den 6. september, altsaa efter 13 ukers forsøksstid, var samtlige kulturer færdige til indhøstning — med modne korn og overalt sterkt gulnende blader. Biotitplanterne viste da den paa pl. VII fotografisk gjengivne utvikling, som ogsaa trygt kan karakteriseres som rent luksuriøs.

Tørvegterne var følgende i gram:

Kult. no.	Stgl. bl.	Korn agn.	Rotter	Totalsubst.
1. Uten kali og uten biotit ..	1,2232	0,1187	0,2854	1,6573
2. - - men 2,1 g. biotit	4,9336	3,7744	0,4664	9,1744
3. - - - 4,2 g. -	4,3174	2,9154	0,4081	7,6409
4. - - - 6,3 g. -	6,4336	4,6716	0,5242	11,6294
5. - - - 16,8 g. -	8,2761	1,8604	0,6766	10,8131

Disse tørvegter og de som ovenfor er anførte for række 1 viser, at ogsaa i disse vandkulturforsøk med havre har biotitplanterne — likesom de i erteforsøkene — produceret en total plantemasse, som ikke alene er ca. 7—18 ganger saa stor som den hos kulturerne uten kali og biotit, men som ogsaa er indtil 1,4 ganger saa stor som den planten gav i en normalkultur med kali som kaliumfosfat (s. tørvegterne til række 1). Dette gjælder nu vel at merke i begge rækker biotitkulturerne med 6,3 g. biotit pr. 1000 ccm. oppløsning. Denne biotitmængde (0,4686 g. K_2O) viste sig i forsøksrække 1 som den, der ogsaa var den mest virksomme med hensyn til

utviklingen av plantens enkelte organer. I nævnte række hadde saaledes planten i vedkommende biotitkultur 5 git vel saa meget blads substans og 2—2,5 ganger saa meget korn og røtter som den med kaliumfosfat gjødete plante i normalkulturen 1. I erte-forsøkene viste derimot, som vi har set, først 16,8 g. biotit pr. 1000 ccm. opløsning sig som den gunstigste mængde. Hvorvidt dette forhold er konstant hos havre og ertes, ogsaa ute i marken, maa først senere forsøk avgjøre.

I ethvertfald, efter mine ovenomtalte vandkultur-forsøk at dømme, skulde altsaa den til disse benyttede biotit ogsaa for havre være et kalium-næringsmiddel, som ikke alene synes fuldt ut at kunne tilfredsstille havreplantens kalibehov, men som ogsaa, naar det er tilstede i en bestemt mængde, synes at være en endog gunstigere kalikilde for den end kaliumfosfat.

I forsøkene med ertes udmerkede, som vi har set, overalt de med biotit gjødete planter sig ved sine særlig kraftige, tykke og stive stengler samt ved sine usedvanlig rikt utstyrte rot-systemer — ved siden av at bladene ogsaa altid var særlig store og velutviklede. Disse gavnlige egenskaper prægede nu ogsaa, som det sees av det ovennævnte, i høi grad biotitplanterne i mine havreforsøk. Biotiten øvet altsaa ogsaa hos havre-planten en egenartet, men gunstig indflydelse paa dennes celledannelse og cellebygning.

B. Forsøk med sericit.

Disse forsøk igangsattes den 17. juli i 2 rækker, en med ertes og en med havre, og med de glasserede lerkrukker å 2 liter som kulturkar. De benyttede kulturopløsninger indeholdt i henhold til det ovenfor s. 11 nævnte følgende saltmængder pr 1000 ccm. i hver av rækkerne:

Kontrolkulturer med eller uten kali.

1. Normalopløsning med kali.

- 1,18 g. Ca (NO₃)₂ · 4H₂O
- 0,56 g. CaCl₂
- 0,45 g. KH₂PO₄
- 0,615 g. MgSO₄ · 7H₂O
- 0,15 g. NaCl

2. Oplosning uten kali.

Som i 1, men NaH₂PO₄ · H₂O istedetfor KH₂PO₄.

Forsøksopløsninger med stigende mængder sericit.

- 3. Oplosning som i 2, men + 3,15 g. sericit.
- 4. Oplosning som i 2, men + 6,3 g. sericit.
- 5. Oplosning som i 2, men + 9,45 g. sericit.
- 6. Oplosning som i 2, men + 25,2 g. sericit.

De her i form av sericit tilsatte kalimængder skulde da tilsvare de, som indeholdtes i de til biotitforsøkene benyttede biotitmængder. Til hver færdig opløsning tilsattes desuten 20 draaper 5⁰ o-ig jernkloridopløsning. Den 24. august fornyedes samtlige kulturopløsninger.

a. Forsøksrække med erter.

Ved forsøkets begyndelse var de benyttede planter helt likeværdige med ca. 2 cm. lange kimstengler og 5 cm. lange kimerøtter. Den 21. juli fjernedes deres frøblader. I sericitkulturerne 4, 5 og 6 med de største sericitmængder fremkom snart haardnakket klorose, saa der (den 28. juli) til hver av dem maatte tilsættes yderligere 15 draaper jernklorid. Den 2. august viste røtterne sterke sygdomssymptomer hos kult. 4 og 5, likesom planterne her fremdeles viste haardnakket klorose. En særlig skadelig reaktion i opløsningerne kunde ikke være grunden; opløsningerne reagerede her som i de øvrige kulturer helt neutralt. Angjældende planter overfortes straks i helt nye opløsninger, som tilsattes 15 draaper jernklorid. Planten i kult. 5 viste da hel helbredelse og vokset nu frodig videre. Derimot stod planten i kult. 4 ikke til at redde og maatte kasseres.

Den 18. september — altsaa efter 9 ukers forsøksstid — var samtlige kulturer færdige til indhøstning og viste da den udvikling, som er gjengit paa pl. VIII, fig. 1.

Plante 1 i normalkulturen med kaliumfosfat var 152 cm. høj og havde en liten bælg og golde blomster. Planten i kultur 2 uten kali og uten sericit var forlængst død, med kun 40 cm. høj, spæd stengel og abnormt smaa blader. Planten i kult. 3 uten kali, men med 3,15 g. sericit pr. 1000 ccm. opl., var 136 cm. høj, men hadde hverken bælger eller blomster. Planten i kult. 5 med 9,45 g. sericit var 110 cm. høj og hadde et meget kraftigt, 85 cm. langt sideskud, men hverken blomster eller bælger. Planten i kult. 6 med 25,2 g. sericit var høiere end plante 1 i normal-kulturen, nemlig 158 cm. — i det hele tat kraftigere utviklet end denne. Den hadde da ogsaa 4 bælger med velutviklede frø.

Tørvegterne var følgende i gram:

Kult. no.	Stgl. bl.	Bælg. frø	Rotter	Totalsubst.
1. Norm. kult. med KH_2PO_4 .	1,7210	0,0462	0,1243	1,8915
2. Uten kali og uten sericit. . .	0,3918		0,0618	0,4536
3. - - - men 3,15 g. sericit	1,9900		0,2178	2,2078
5. - - - 9,45 g. -	3,2570		0,5800	3,8370
6. - - - 25,2 g. -	3,0918	0,7592	0,2888	4,1398

Saa vel disse tørvegter som fotografiet, fig. 1, pl. VIII, viser, at ingen av planterne i dette forsøk bragte det til den rike utvikling som planterne i de tidligere biotitrækker. Dette skyldes sikkerlig, at forsøket først blev sat igang saa sent som den 17. juli, hvorved planternes væsentligste utviklingstid faldt i høstmaanederne august og september med de daarligere livsbetingelser. Imidlertid viser de erholdte tørvegter, at alle 3 sericitplanter har produceret mere totalsubstans end planten i normalkulturen 1 med kaliumfosfat. Dette gjælder da saavel bladmasse som rotter og frugter. Særlig har sericitkulturerne 5 og 6 med de størst-sericitmængder hat en relativt overlegen produktionsevne, idet de har produceret 2 eller vel 2 ganger saa meget substans som normalkulturen.

Efter dette forsøk at dømme skulde ogsaa den benyttede sericitskifer kunne være en gunstig

kalikilde for erteplanter, en kalikilde, som tilstede i bestemte mængder ikke alene synes at kunne tilfredsstille disse planters kalibehov, men ogsaa, likesom biotiten, stimulere deres udviklingsevne. Dog synes sericiten i denne henseende ikke at komme op mot biotiten, i allefald gav den ikke de store og rikt utstyrede rot-systemer som denne. Tvertimot udmerket rotsystemerne i samtlige sericitkulturer sig ved, i modsætning til i biotitkulturerne, at være usedvanlig korte, men vistnok til gjengjæld tykke og sterkt buskede. Forøvrig var det ogsaa eiendommeligt, at alle de yngre og yngste blader i samtlige sericitkulturer havde langsgaaende foldninger mellem sidenerverne.

Sammenlignet med planten i kult. 2 uten kali og sericit hadde som man ser, samtlige sericitplanter produceret betragtelig mere, indtil næsten 10 ganger saameget substans.

b. Forsøksrække med havre.

Ved forsøkets begyndelse hadde de helt likeværdige forsøksplanter et ca. 6 cm. langt, første løvblad, og ca. 5 cm. lange kimrøtter.

Planterne viste under forsøket ikke den sterke tendens til klorose som erteplanterne og heller ikke noget tegn til sykелighet.

Den 25. september — altsaa efter 10 ukers forsøks-tid — var samtlige kulturer færdige til indhøstning. De gav da det billede, som fig. 2, pl. VIII viser. Planten i normal-kulturen 1 med kaliumfosfat var 85 cm. høi, sterkt busket og hadde 2 topper. Planten i kult. 2 uten kali og sericit var kun 39 cm. høi med en enkel, spæd stengel og ingen egentlig top, kun 2 smaa korn. Planterne i kulturerne 3—5 med stigende mængder sericit hadde hver en top og paafaldende stive 75—80 cm. høie stengler. Bedst udviklede var planterne i kult. 5 og 6, hvor de var sterkt buskede med forholdsvis brede og store blader.

Som man ser av tabellen s. 26 har samtlige sericitplanter været planten i kult. 2 uten kali og sericit betydelig overlegne med hensyn til produktionsevne. Derimot har de ikke produceret mere end i hoiden vel halvt saameget totalsubstans som normalplanten i kult. 1 med kaliumfosfat. Særlig har de dannet mindre av stengler, blader og korn end denne.

Tørvegterne var følgende i gram :

Kult. no.	Stgl. + bl.	Korn + agn.	Rotter	Totalsubst.
1. Norm. kult. med KH_2PO_4 .	3,0466	0,8422	0,2972	4,1860
2. Uten kali og uten serieit . .	0,1647	0,0361	0,0240	0,2248
3. - - - men 3,15 g. serieit	1,0898	0,3266	0,2244	1,6408
4. - - - 6,3 g. -	0,9850	0,3278	0,2342	1,5470
5. - - - 9,45 g. -	1,6714	0,2484	0,2603	2,1801
6. - - - 25,2 g. -	1,7195	0,4038	0,2466	2,3699

Efter dette forsøk at dømme skulde altsaa for havrens vedkommende den benyttede serieitskifer ikke komme op mot kaliumfosfat som kalikilde. Dog er det ikke umulig, at den sene forsøksstid i allefall til en viss grad har nogen skyld i dette resultat. Heller ikke her viste nemlig nogen av planterne i forsøket den yppige utvikling, som havreplanterne i de meget tidligere paa sommeren utførte biotitforsøk.

2. Sandkulturforsøk med biotit.

Som kulturkar benyttedes her almindelige, uglasserte blomsterpotter av brændt lere. De blev først grundig vasket, derpaa behandledes de gjentagende med kokende vand og saa endelig grundig utvaskede med destilleret vand.

Som kultursubstrat benyttedes den s. 9 omtalte kvartssand, som altsaa bestod av ca. 99,9⁰ kiselsyre og saaledes maatte være at anse som fysiologisk helt neutral. Desuten sigtedes den gjennom en meget fin sigt, hvorved alle dens synlige forurensninger fjernedes, og efter at være overført i de vaskede pottes blev den gjennomstrømmet av store mængder destilleret vand. Hver potte rummede 1,682 kg. sand. Forat denne ikke skulde kunne sive ut tildækkedes hullet i potternes bund med et tæt tilliggende potteskaar.

Forsøksobjekterne var her kun alm. hvithavre. Som i vandkulturforsøkene lagdes en større mængde korn til spiring paa spirebrett, og naar kimrøtterne hadde opnaadd en længde av ca. 2 cm., utvalgtes omhyggelig til forsøket kun saadanne kimplanter, som var helt normale og som syntes helt likeverdige med hensyn til saavel utviklingsevne som utviklingsgrad. Av disse

plantedes forsigtig 20 i hver potte, men senere, da planterne havde rotfæstet sig og dannet grønne løvblader, fjernedes av disse 20 de 12, saaledes at der i hver potte nu kun kom 8 helt ensartet utseende planter.

Av de 14 potter dannede 2 og 2 hver sin kulturgruppe, som pr. kg. sand indeholdt:

Gr. 1. Normalkulturer.

0,3538 g. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
 0,5776 g. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
 0,5 g. $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 0,5 g. K_2SO_4 (0,2703 g. K_2O).

Gr. 2.

0,3538 g. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
 0,5776 g. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
 0,5 g. $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 0,5 g. Na_2SO_4 + 3,6 g. biotit (0,2678 g. K_2O)

beregnet efter et midlere kaliindhold av 7,44⁰/₁₀₀ i den anvendte biotit.

Gr. 3. Som i gr. 2, men her + 7,2 g. biotit (0,5357 g. K_2O).

Gr. 4. Som i gr. 2, men her + 14,4 g. biotit (1,0714 g. K_2O).

Gr. 5. Som i gr. 2, men her + 28,8 g. biotit (2,1428 g. K_2O).

Gr. 6. Som i gr. 2, men her + 57,6 g. biotit (4,2856 g. K_2O).

Gr. 7. Som i gr. 2, men her + 100 g. biotit (7,44 g. K_2O).

Desuten overalt i hver potte pr. kg. sand 0,001 g. jernklorid.

Saltblandingerne i hver gruppe utrørtes i noget destilleret vand og tilsattes paa denne maate suksessive og meget forsigtig, saa intet taptes gjennem pottens bund, de respektive potter. Disse dækkedes utadtil av hylstere av sort karton og opstilledes saa paa glasserte stentøiskaaler saa frit som mulig og i enkelt række i laboratoriets glashus, hvor de ved sprinkelrammer beskyttedes mot for sterk belysning og opvarmning. Hver dag kontrollertes sandens reaktion med lakmuspapir og erstattedes det i hver kultur tapte vand med destilleret vand — idet det herunder blev strengt iagttat, at intet vand kom fra potten ut i skaalen. Det viste sig, at 100—200 ccm. vand til hver potte daglig holdt kulturerne jevnt middelsfugtige og ga dem samme fugtighetsgrad.

Ved indhøstningen av de forskjellige kulturer blev straaene avskaarne noiagtig paa grænsen til røtterne og deres nedre deler ved vaskning omhyggelig befriet fra vedhængende sand og andre forurensninger. Derpaa tørredes straa + blader og korn + agner hver for sig først ved 50, saa ved 110 C. til konstant vegt.

Forsøket igangsattes den 16. mai. Der viste sig den meget uheldige omstændighed, at reaktionen i samtlige biotitkulturer daglig var alkalisk, og da i desto sterkere grad, jo større biotitmængder kulturen indeholdt — et forhold, som aldrig viste sig i de ovenfor omtalte vandkulturforsøk, vel paa grund av, at her optok planterne under sin langt sterkere vekst det av biotiten avspaltede kali efterhvert, som det utløstes (s. ogsaa s. 8). For mest mulig at ophæve denne skadelige alkalitet maatte biotitkulturene saavidt mulig daglig vandes med vand, som var gjort svakt sur ved saltsyre.

Pl. IX viser de forskjellige kulturers utvikling den 27. juli efter 6 ukers forsøksstid. Da begge kulturer i hver kulturgruppe tilsynelatende var helt likeverdige, blev for plassens skyld kun den ene av dem fotografert. Som man ser, viste planterne i biotitkulturene 2—5 en likesaa sterk utvikling som planterne i normalkultur 1 med kaliumsulfat. Derimot var denne meget bedre utviklet end biotitkulturene 6 og 7 med de største biotitmængder.

Den 10. juli hadde samtlige kulturer fuldt utviklede blomstertopper. Pl. X viser kulturernes utviklingsstadium den 13. juli, efter vel 8 ukers forsøksstid, fig. 1 den bedste, fig. 2 den daarligste kultur i hver kulturgruppe. Hos de bedste kulturer varierte stengelhøiden fra 95—100 cm., hos de daarligste fra 82—96 cm. Naar undtages kulturerne 6 og 7, viser alle de øvrige biotitkulturer den samme yppige utvikling som normalkulturene 1 med kaliumsulfat.

Den 8. august, efter 12 ukers forsøksstid, indhøstedes kulturerne. De var da overalt helt færdige med modne korn og sterkt gulnende straa og blader.

Uagtet altsaa planterne i biotitkulturene 2—5 ved indhøstningen i alle henseender syntes at være likesaa sterkt utviklede som planterne i normalkulturene 1 med kaliumsulfat — se ogsaa pl. X — viser de s. 29 anførte tørvegter, at de dog hadde

mineral biotit kunne tilfredsstillende vore kulturplanter, ialfald ertens og havrens, krav til kali. Dette gjælder for erteplantens vedkommende sandsynligvis ogsaa den likeledes hos os i rike mængder forekommende sericitskifer, om end aapenbart i mindre grad.

Men utstrakte forsøk ute i det fri paa naturlig jordbund faar prøve disse resultatets rækkevidde i praksis.

Et spørsmål, der, likesom spørsmålet om biotitaluminiumets aapenbart meget gavnlige indflydelse (s. ovenfor s. 18), fortjener en nærmere undersøkelse, er det, hvorfor planterne i saavel biotit- som sericitvandkulturerne altid viste den ovenomtalte, særlig hos erteplanterne meget haardnakkede tendens til klorose. Foreløbig maa det antas, at aarsaken er den, at jernet fastlægges i en saadan form, at det blir litet eller ikke tilgjengelig for planten, eller ikke kan avgives til denne saa hurtig, som det trænges, naar dens utviklingshastighet er usedvanlig stor eller dens jerntrængende bladmasse er særlig rik — saaledes, som det jo ogsaa var tilfældet først og fremst i biotitvandkulturerne med ertes.

*Botaniske institut ved Norges Landbrukshøiskole,
Aas, i oktober 1922.*

Zusammenfassung.

Vegetationsversuche mit den Glimmermineralen Biotit und Sericit als Kaliquelle.

Im Voranstehenden wird über Vegetationsversuche berichtet, die auf Veranlassung des Rohstoffkomitees des norwegischen Staates (Vorsitzender Prof. Dr. V. M. GOLDSCHMIDT, mineralogisches Institut der Universität in Kristiania) im botanischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule Norwegens diesen Sommer vorgenommen wurden, und die zur Absicht hatten, die von Prof. GOLDSCHMIDT¹ gestellte Frage experimentell zu prüfen, ob nicht die in Norwegen in sozusagen unbegrenzten Mengen vorkommenden Glimmerminerale Biotit und Sericit als geeignete Kaliquelle für unsere Kulturpflanzen dienen können.

Nach früheren Untersuchungen von besonders D. PRIANISCHNIKOW und E. BLANCK zu urteilen, war eine positive Antwort auf diese Frage zu erwarten.

Die Versuche wurden als Sand- und besonders Wasserkulturen im Mai—September, und zwar mit gewöhnlichem Weißhafer und gelben Erbsen, der norwegischen Form »Onsruderbsen« vorgenommen. Die benutzten Glimmerminerale stammten beide aus Norwegen, und wurden mir in fertig gemahlenem Zustande vom mineralogischen Institut der Universität geliefert, der Biotit mit im Mittel 7,44⁰/₀ K₂O als eine sehr eisenreiche Varietät Lepidomelan aus den Nephelinsyenitpegmatitgängen am Langesundsfjord, der eisenarme Sericit mit 5,14⁰/₀ K₂O in Form von metamorphem Silurschiefer (Dachschiefer) von Östre Slidre, Valdres. Sie kamen in fein gemahlenem Zustande mit der oben S. 8 angegebenen Korngröße zur Anwendung.

¹ Statens Raastofkomité, Publikation No. 8, V. M. GOLDSCHMIDT u. E. JOHNSON: Glimmermineralernes betydning som kalikilde for planterne. Norges Geologiske Undersøkelse, nr. 108, Kristiania, 1922.

Bei den Wasserkulturen waren die aufs sorgfältigste gereinigten Kulturgefäße teils durch schwarzen Karton vor Licht geschützte, weithalsige Glasflaschen à 1, teils glasierte und innen gut paraffinierte, holländische Tonkrüge à 2 Liter. Als Kulturlösungen wurden HANSTEEN CRANNERS physiologisch abbalanzierte Nitratnährlösungen¹ benutzt, deren Zusammensetzung oben S. 10 genannt ist, und die als Kaliquelle teils KH_2PO_4 , teils Biotit oder Sericit in steigenden Mengen enthielten. Die Objekte waren ganz gleichmäßig entwickelte Keimpflänzchen von Erbsen und Hafer, und bei den letzteren wurden nach einigen Tagen die nahrungsreichen Kotyledonen entfernt. Bei der Ernte wurden zuerst die Wurzeln gründlich, aber vorsichtig, mit dest. Wasser gewaschen, dann Wurzeln, Stengel + Blätter und Hülsen + Samen resp. Körner + Spelzen jede für sich erst bei 50, dann bei 110 C. bis zum konstanten Gewicht getrocknet.

Die Versuche mit Biotit umfaßten 2 Serien mit Erbsen und 2 mit Hafer, und während der Versuchszeit wurden überall die Lösungen einmal erneuert.

Pl. I und II zeigen die Entwicklung der Erbsenpflanzen der einen Reihe nach 7 resp. 9-wöchentlicher Versuchszeit und die Tabelle S. 14 ihre Trockengewichte in Gr., Pl. III und IV die Entwicklung der Erbsenpflanzen der anderen Reihe nach 6 resp. 10-wöchentlicher Versuchszeit und die Tabelle S. 16 ihre Trockengewichte. Pl. V zeigt die beste der Biotitpflanzen dieser Reihe — Kultur 5 mit 6,3 g. Biotit = 0,4686 g. K_2O pr. Liter Wasser — in Vergleich mit einerseits einem Manne von gewöhnlicher Höhe und anderseits der Pflanze in der Kultur 2 ohne Kalium und ohne Biotit. Sie war 241 cm. hoch mit 5 reifen Hülsen. Die Pflanze in Kultur 3 mit 2,1 g. Biotit — Pl. IV — war 193 cm. hoch mit 4 Hülsen, diejenige in Kultur 4 mit 4,2 g. Biotit 174 cm. mit 4 Hülsen und diejenige in Kultur 6 mit 16,8 g. Biotit 208 cm. ohne Hülsen, aber mit mehreren Seitenprossen, von welchen einer 130 cm. lang war. Die Pflanze in der Normalkultur 1 mit Kaliumphosphat war 142 cm. und endlich diejenige

¹ Siehe FR. WEIS: Vandkulturforsok i forskjellige Næringsopløsninger o. s. v., Den kgl. Veterinær- og Landbohoiskoles Aarsskrift, 1919. Meddelelse fra plantefysiologisk Laboratorium, p. 239—280, Résumé français.

in der Kultur 2 ohne Kali und ohne Biotit nur 75 cm. mit ausserdem einem ganz schwachen Stengel und abnorm kleinen Blättern.

Die Trockengewichte dieser Reihe (Tab. S. 16) zeigen auch, daß die Biotitpflanzen ein Produktionsvermögen gehabt haben, das nicht allein demjenigen der Pflanze ohne Kaliumphosphat und ohne Biotit weit überlegen ist, sondern auch so viel grösser ist als dasjenige bei der Pflanze mit Kaliumphosphat als Kaliquelle, daß ihre Entwicklung geradezu als luxuriös charakterisiert werden kann. Die betreffenden Pflanzen hatten dann auch aussergewöhnlich reich ausgestattete Stengel und Blätter.

Auch in der ersten Reihe waren die Biotitpflanzen reich und normal entwickelt und hatten in den Kulturen 2,4 und 5 mit bezw. 2,1, 6,3 und 16,8 g. Biotit 5—7mal so viel Stengel- und Blattsubstanz, ca. 8mal so viel Wurzelsubstanz und ca. 6—7mal so viel Totalsubstanz als die Pflanze in Kultur 1 ohne Kali und ohne Biotit produziert (s. d. Tab. S. 14). Wenn das Produktionsvermögen bei der Pflanze in Kultur 3 mit 4,2 g. Biotit dagegen relativ sehr klein gewesen war, hat dies wohl darin seinen Grund, daß diese Pflanze schon früh von Pilzen an dem Wurzelhalse stark angegriffen wurde.

Auch zeigen in voller Übereinstimmung die beiden Versuchsreihen, daß das Produktionsvermögen der Pflanze mit den steigenden Mengen von Biotit in den Kulturlösungen gleichmässig und stark gestiegen ist, und zwar so, daß die Pflanze in Kultur 6, Reihe 2, mit 16,8 g. Biotit pr. 1000 cem. Wasser, d. h. mit 1,2499 g. oder 8mal so viel K_2O als in der Normalkultur mit KH_2PO_4 , es zu einer Produktion brachte, die 4mal so stark war als in dieser Kultur.

Endlich ist zu bemerken, daß in beiden Reihen die Biotitpflanzen sich durch auffallend reich ausgestattete Wurzelsysteme und besonders kräftige, steife Stengel und große Blätter auszeichneten. Der Biotit schien also einen besonders günstigen Einfluß auf Zellbildung und Zellbau auszuüben — vielleicht zum großen Teil auf Grund seines großen löslichen Aluminiumgehaltes. Dagegen trat bei den Biotitpflanzen sehr leicht Chlorose ein.

Die Biotit-Wasserkulturen mit Hafer umfaßten auch zwei Reihen. Pl. VI zeigt die Entwicklung der Pflanzen in der ersten Reihe, Pl. VII diejenige in der zweiten, und die Tabelle S. 20 bezw. 21 geben die produzierten Trockengewichte in Gr. an.

Auch hier zeigen die photographischen Aufnahmen, daß die Biotitpflanzen sich überall — ohne Ausnahme — durch eine außergewöhnlich üppige Entwicklung auszeichneten, und die Gewichtstabellen, daß sie eine totale Pflanzenmasse produziert hatten, die nicht allein 7—18mal größer als in den Kulturen 2 bezw. 1 ohne Kali und ohne Biotit, sondern auch bis 1,4mal so groß war als in der Normalkultur mit KH_2PO_4 (s. Tab. S. 20). Hier gaben aber in beiden Versuchsreihen 6,3 g. Biotit (0,4686 g. K_2O) pr. 1000 ccm. Lösung die größten Mengen von Totsubstanz. Übrigens übte auch hier der Biotit ganz denselben stimulierenden Einfluß auf Zellbildung und Zellbau wie bei den Erbsenpflanzen aus. Die Wurzelsysteme hatten außergewöhnlich lange und zahlreiche Wurzeln mit einer reichen Kleidung von wohlentwickelten Wurzelhaaren, die Stengel waren dick und steif und die kräftigen Blätter bis 2 cm. breit.

Die Wasserkulturversuche mit dem Sericit umfaßten eine Reihe mit Erbsen und eine mit Hafer in Lösungen, deren Zusammensetzung oben S. 23 genannt ist.

Pl. VIII, Fig. 1 zeigt die Entwicklung der Erbsenpflanzen und die Tabelle S. 24 die geernteten Trockengewichte in Gr. Man sieht, daß die Sericitpflanzen in Kultur 3 mit 3,15, Kultur 5 mit 9,45 und Kultur 6 mit 25,2 g. Sericit (1,5 Teile Sericit mit Bezug auf Kali — 1 Teil Biotit, s. S. 9) in allen Teilen bis über 2mal so viel Trockensubstanz als selbst die Pflanze in der Normalkultur 1 mit Kaliumphosphat produziert haben. Im Vergleich mit der Pflanze in der Kultur 2 ohne Kali und ohne Sericit war ihre Produktionsfähigkeit bis beinahe 10mal so groß gewesen. Danach zu beurteilen, sollte also auch der benutzte Sericit für Erbsen eine günstige und stimulierende Kaliquelle sein, obwohl offenbar nicht in dem Maße wie der Biotit. Übrigens war zu bemerken, daß im Gegensatz zu den Biotitkulturen die Wurzelsysteme sämtlicher

Sericitpflanzen außergewöhnlich kurz, aber dick und stark buschig waren.

Die Pflanze in Kultur 4 mit 6,3 g. Sericit ging leider schon während der ersten Versuchszeit zu Grunde — ungewiß aus welchem Grunde.

Pl. VIII, Fig. 2 zeigt die Entwicklung der Haferpflanzen und die Tabelle S. 26 ihre Trockengewichte. Wie man sieht, sind sämtliche Sericitpflanzen in den Kulturen 3—6 mit bezw. 3,15, 6,3, 9,45 und 25,2 g. Sericit der Pflanze in Kultur 2 ohne Kali und ohne Sericit mit Bezug auf Produktionsvermögen bedeutend überlegen gewesen. Dagegen haben sie nicht mehr als höchstens nur halb so viel Totalsubstanz produziert als die Pflanze in der Normalkultur 1 mit Kaliumphosphat produziert. Nach diesem Versuche zu beurteilen, scheint also der benutzte Sericitschiefer den Bedarf der Haferpflanze an Kali nicht befriedigen zu können. Doch ist zu bemerken, daß die Pflanzen dieser Versuchsserie überhaupt, also auch die Pflanze in der Normalkultur, wahrscheinlich wegen der späten Versuchszeit, 17. Juli—25. September, eine relativ schwache Entwicklung aufwiesen.

Bei den mit Weißhafer angestellten Sandkulturen waren die Kulturgefäße gewöhnliche, unglasierte Blumentöpfe mit 8 ganz gleichmäßig entwickelten Keimpflänzchen und 1,682 kg. Sand in jedem. Dieser Sand war ein physiologisch ganz neutraler Quarzsand, der nach Analysen im mineralogischen Institut der Universität in Kristiania 99,9⁰/₀ SiO₂ (s. p. 9) enthielt, und der nach sorgfältigster Reinigung durch wiederholtes Schlämmen mit dest. Wasser mit dem S. 27 genannten und in jeder Kulturgruppe von 2 Kulturen benutzten Salzgemische innig vermischt wurde. Als Kaliquelle diente in den Normalkulturen 1 Kaliumsulfat mit 0,2703 g. K₂O, in den Versuchskulturen 2—7 steigende Mengen von Biotit, so mit bezw. 3,6, 7,2, 14,4, 28,8, 57,6 und 100 g., oder mit bezw. 0,2678, 0,5357, 1,0714, 2,1428, 4,2856 und 7,44 g. K₂O pr. kg. Sand. Jeden Tag wurden den Kulturen, die in dem Gewächshause des Laboratoriums möglichst frei aufgestellt waren, 100—200 ccm. dest. Wasser gegeben — wodurch sie sich mittels und überall gleichmäßig feucht hielten — und die Reaktion des Kultursandes mittels Lakmus kontrolliert. Der Versuch begann den 16. Mai.

Pl. IX zeigt die Entwicklung der Kulturen nach 6 Wochen Versuchszeit, doch, da beide Kulturen in jeder Gruppe anscheinend ganz gleichmäßig entwickelt waren, nur diejenige in der einen von ihnen. Wie man sieht, hatten die Pflanzen in den Biotitkulturen 2—5 sich ebenso stark entwickelt als die in der Normalkultur 1 mit Kaliumsulfat. Dagegen war diese Kultur viel besser entwickelt als die Biotitkulturen 6 und 7 mit den größten Biotitmengen.

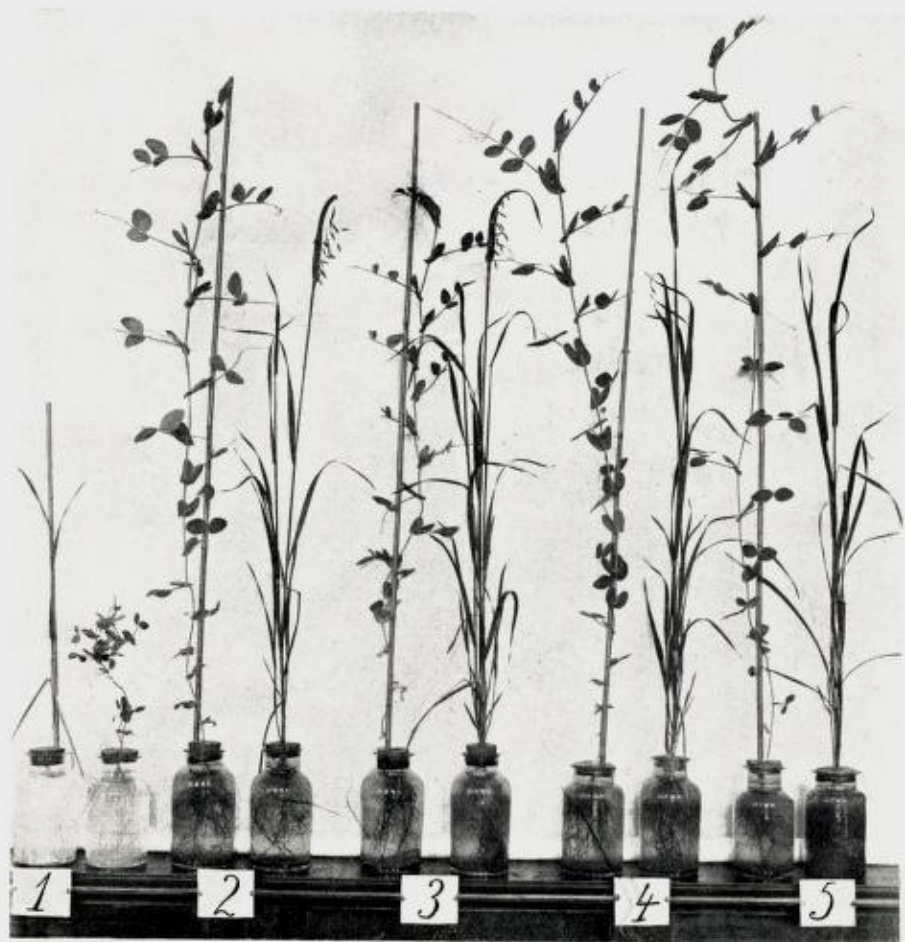
Pl. X, Fig. 1 zeigt die Entwicklung der besten, Fig. 2 diejenige der schlechtesten Kulturen innerhalb jeder Kulturgruppe den 13. Juli, und in der Tabelle S. 29 sind die den 8. August, also nach einer 12-wöchentlichen Versuchszeit geernteten Trockengewichte angeführt. Diese zeigen, daß trotzdem die Pflanzen in den Biotitkulturen 2—5 bei der Ernte ebenso üppig aussahen wie die Pflanzen in der Normalkultur 1, sie doch etwas weniger Trockensubstanz als diese produziert hatten.

Dies Resultat braucht doch nicht zu bedeuten, daß der Biotit als Kaliquelle minderwertig gewesen ist. Es hat sicherlich seinen wesentlichsten Grund in der starken Alkalinität, die sich täglich in den Biotitkulturen geltend machte, und zwar in desto stärkerem Grade, je mehr Biotit die Kultur enthielt — ein Verhalten, das sich niemals in meinen oben erwähnten Wasserkulturen zeigte, wohl deshalb, weil die Pflanzen hier durch ihr weit schnelleres Wachstum das von dem Biotite abgespaltete Kali alsbald oder sozusagen „in statu nascendi“ in sich aufnahmen. Um diese Alkalinität möglichst aufzuheben, mußten die Kulturen täglich mit schwach salzsaurem Wasser begossen werden. Daß die genannten Biotitpflanzen sich trotzdem so reich und normal zu entwickeln vermochten, zeigt vielmehr, daß der Biotit einen sehr günstigen, wachstumbefördernden Einfluß auf sie ausgeübt haben muß — so wie auch in den Wasserkulturen. Der Biotit muß aber dann nicht in zu großen Mengen zugegen sein. Dies zeigt die bedeutend kleinere Produktion in den Kulturen 6 und 7 mit den größten Biotitmengen.

Überhaupt wird man also wohl auf Grundlage meiner sämtlichen oben genannten Versuche sagen können, daß das in Norwegen so reichlich auftretende Glimmermineral Biotit den Bedarf unserer Kulturpflanzen,

jedenfalls denjenigen der Erbsen und des Hafers, an Kali befriedigen kann. Und dies gilt bei der Erbse wahrscheinlich auch den bei uns ebenfalls in reichen Mengen vorkommenden Sericitschiefer, obwohl sicherlich in geringerem Grade.

Die praktische Tragweite dieser Resultate muß aber selbstverständlich durch ausgedehnte Versuche im Freien auf natürlichem Erdboden geprüft werden.















1

2

3

4

5

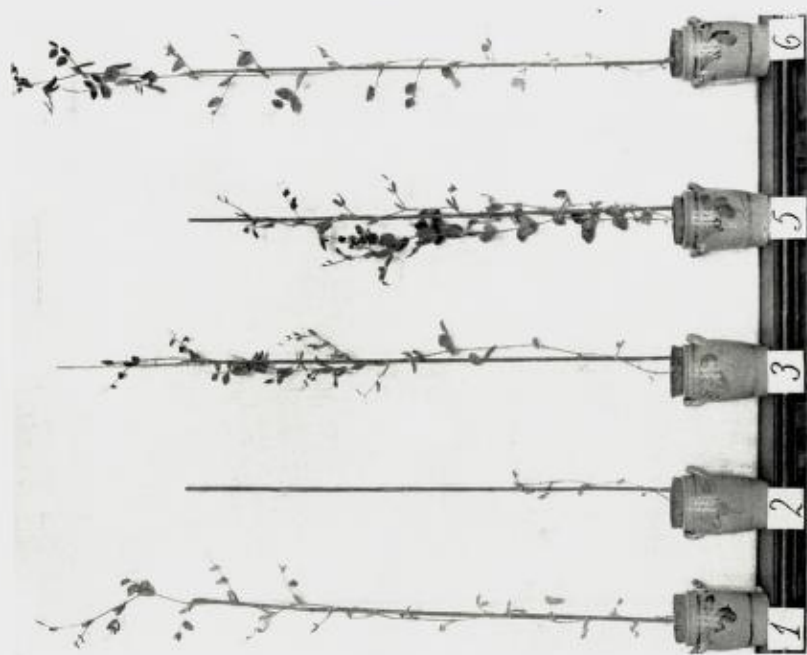


Fig. 1.

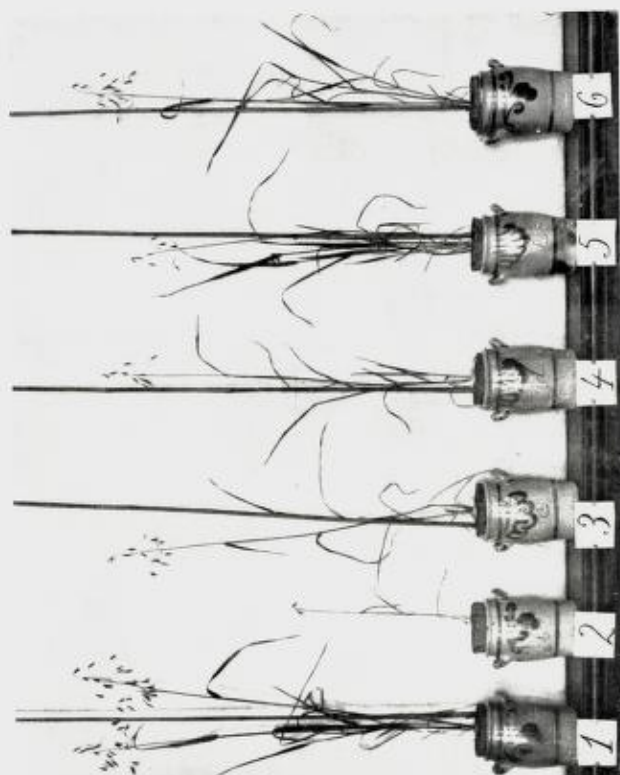


Fig. 2.

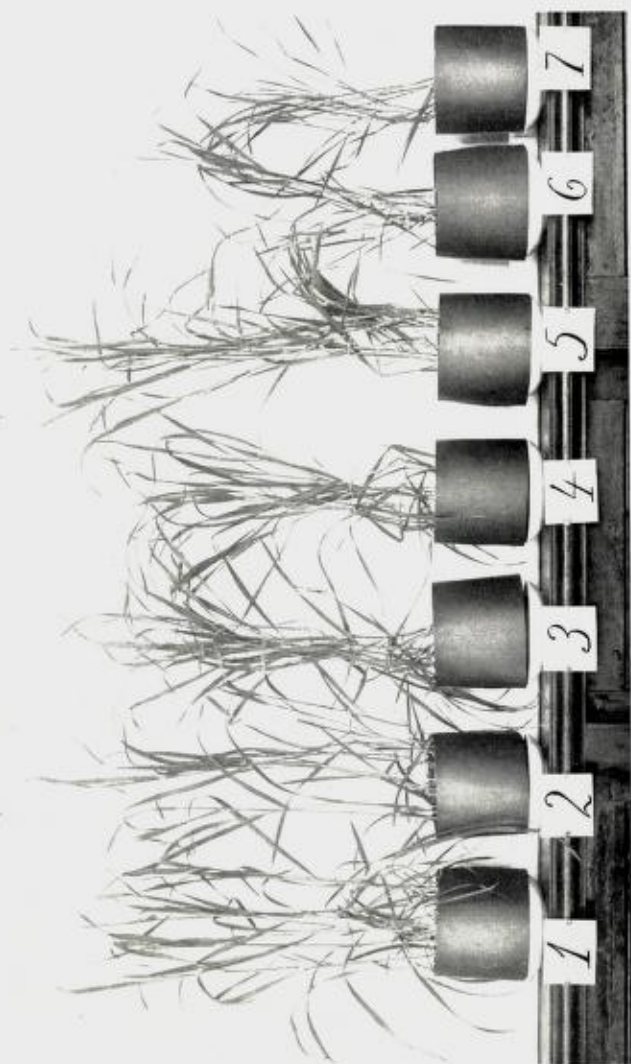




Fig. 1.



Fig. 2.