

# Studier over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse paa Bakterielivet og Stof- omsætningen i Jordbunden. II.

## Undersøgelser over Jordens mannitomsættende Evne.

Af Harald R. Christensen.

### 145. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Dette Arbejde, der er at betragte som en Fortsættelse af de tidligere af Forfatteren udførte Undersøgelser over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse paa Bakterielivet og Stofomsætningen i Jordbunden (81. Beretning), er udført paa Statens Planteavls-Laboratorium.

Ved det meget omfattende Analysearbejde i Tilknytning til selve Omsætningsforsøgene har Forfatteren særlig været bistaaet af Assistent, Fru *Paula Eiby*. De kemiske Jordbundsanalyser er i Hovedsagen udførte af Assistent, cand. polyt. *N. Feilberg* og Landbrugs-kandidat *H. Holmjarn*.

Beretningen er udarbejdet af Laboratorieforstander *Harald R. Christensen*.

Forsøgslederne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

I tidligere Afhandlinger har Forfatteren<sup>1)</sup> givet Meddelelser om forberedende Undersøgelser vedrørende Jordens mannitomsættende Evne, og af disse Undersøgelser, der nærmest var

<sup>1)</sup> *Harald R. Christensen*: Nyere Principper i Jordbundsforskningen: (Afsnittet Undersøgelser over *Azotobacter chroococcums* Forekomst og Udbredelse i forskellige Jorder. Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, 13. Bind, 1906, Side 172) og Samme: Studier over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse paa Bakterielivet og Stofomsætningen i Jordbunden. Tidsskrift for Planteavl, 21. Bind, 1914, Side 395.

af kvalitativ Art, fremgik det, at Jordens Evne til Omsætning af saavel dette Stof, som af en Række andre organiske Stoffer i høj Grad er betinget af dens kemiske Tilstand. Det blev saaledes konstateret, at visse Jorder var saa kalkfattige, at de i den ved den biologiske Kalktrangsbestemmelse (Azotobacterprøven) anvendte »podede« Mannitopløsning (20 g Mannit og 0.02 g  $K_2HPO_4$  til 1 Liter destilleret Vand) ikke var i Stand til at foranledige Mannitforgæring, og endvidere at visse Jorder var saa fattige paa let opløselige Fosforsyreforbindelser, at de ikke evnede at foranledige Gæring i den »podede« fosforsyre-frie Mannitopløsning (Mannit + KCl +  $CaCO_3$ ). At det virkelig var Mangel paa disse Stoffer, der under de givne Forhold var Aarsagen til Mannitforgæringens Udeblivelse, kunde let paavises ved at tilføre de paagældende Næringsvædske en ringe Mængde af henholdsvis kulsur Kalk og tobasisk fosforsur Kalk, idet der da i alle Tilfælde indtraadte en kraftig Gæring.

Efter Paavisningen af denne Sammenhæng mellem Mannitforgæringen og Jordens Kalkindhold var der Grund til at vente, at man ved Iagttagelser over Graden af denne Forgæring vilde være i Stand til inden for visse Grænser at foretage en Gradation af Kalkindholdet og dermed muligvis af Kalkmangelen i de Jorder, som ikke havde kunnet foranledige Azotobacterudvikling i denne Vædske. De med Materiale fra lokale Kalkforsøg udførte Undersøgelser (l. c. 1914) tydede da i Virkeligheden ogsaa afgjort hen paa, at de ikke eller kun i ringe Grad mannitforgærende Jorder var i særlig Grad kalktrængende, og i god Overensstemmelse hermed viste de sig da ogsaa gennemgaaende at være betydelig kalkfattigere end de kraftigt mannitforgærende Jorder. Tilstedeværelse af Kalk i basiske Forbindelser er dog ikke nogen Betingelse for Mannitforgæring, der i Mannitopløsninger ofte kan være meget kraftig selv ved Anvendelse af udpræget surt reagerende Jorder; de foretagne Undersøgelser tyder derimod hen paa, at Mannitforgæringen under de ved den biologiske Kalktrangsbestemmelse givne Forhold (Forgæring i flydende Kultur) er en Reaktion for Tilstedeværelsen af Bakterienæringsstoffet Kalk, et Resultat, som en Række eksperimentelle Undersøgelser ogsaa senere (l. c. 1914) har bekræftet, om end det dog ved disse Undersøgelser har vist sig, at de paagældende Mikroorganismer stiller bestemte Krav med Hensyn til Kalkens Forbindelsesform og ganske

særlig synes at sætte Pris paa den til Humusstofferne knyttede Kalk.

Den ved disse forberedende Undersøgelser paaviste nære Sammenhæng mellem Graden af Jordens mannitforgærende Evne og dens Indhold af visse ogsaa for Plantekulturen vigtige Stoffer gjorde det ønskeligt at tilvejebringe en Fremgangsmaade, ved hvilken man blev i Stand til at bestemme denne Evne kvantitativt. Det er Bestræbelserne i denne Retning tilligemed Resultaterne af en Række specielle Undersøgelser over Betingelserne for Mannitomsætningen og dennes Forhold til Jordbundsbeskaffenheden, som der skal gøres Rede for i denne Beretning.

Ved en endnu ikke offentliggjort Undersøgelse af en Række forskellige Jorders kvælstofbindende Evne, udført paa den Maade, at de paagældende Jordportioner blandedes med Mannit (2 pCt.) og henstilledes nogle Uger i en Termostat, kunde det iagttages, at der efter Periodens Udløb i nogle af Jorderne endnu var saa megen Mannit tilbage, at denne under Indtørringen i betydelig Mængde udkrystalliserede paa Jorddelenes Overflade, medens der ved andre Jorder kun kunde iagttages en mindre og ved atter andre slet ingen Udkrystallisering. Øjensynlig var der saaledes en udpræget Forskel paa de forskellige Jorders Evne til at omsætte den tilførte Mannit, og Spørgsmaalet blev nu, hvorledes man bedst kunde bestemme den Mængde af uomsat Mannit, der var tilbage i Jorden.

En direkte Mannitbestemmelse lod sig af flere Grunde vanskelig gennemføre, og da det, nærmere beset, i Virkeligheden ogsaa maatte forudsættes, at en Bestemmelse af hele den fra Mannitten hidrørende Mængde opløselige organiske Stoffer, der blev tilbage i Jorden, vilde give et endnu bedre Udtryk for den samlede Stofomsætning, blev der gjort Forsøg paa at bestemme dette Indhold efter en lignende Fremgangsmaade, som almindelig anvendes ved Bestemmelse af organiske Stoffer i Drikkevand.

Den anvendte Fremgangsmaade var i Undersøgelsens første Stadium følgende:

Af den mannitholdige fugtige Jord udtoges en Gennemsnitsprøve paa ca. 5 g. Denne Portion lufttørredes paa et Stykke glat Papir (for de meget fugtige Prøvers Vedkommende paa et Urglas), vejedes efter

Tørringen og førtes nu over i en Kolbe indeholdende 100 cm<sup>3</sup> destileret Vand. Efter to Timers Henstand under jævnlig Omrystning af Kolben filtreredes Blandingen, og en vis Mængde, i Regelen 10 cm<sup>3</sup>, af det klare Filtrat overførtes i et Bægerglas, der, efter yderligere at være forsynet med 50 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{60}$  n Kaliumpermanganatopløsning og 3 cm<sup>3</sup> 10 pCt. Svovlsyre, henstilledes paa et kogende Vandbad i 10 Minutter. Der tilførtes nu 50 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{60}$  n Oxalsyreopløsning til Vædsken, og efter at denne under fortsat Opvarmning var bleven klar, titreredes der tilbage med  $\frac{1}{60}$  n Kaliumpermanganatopløsning. Den forbrugte Mængde af denne Opløsning udtrykker Mængden af »Organisk Stof« i Jorden.

Denne Fremgangsmaade er under Undersøgelsernes Gang bleven i nogen Grad modificeret.

Ved de orienterende Undersøgelser var Opvarmningen af Vædsken foregaaet i smaa Vandbade, kun rummende et enkelt Bægerglas, og Overensstemmelsen mellem Fællesanalysernes Resultater var her i Regelen særdeles tilfredsstillende. Da Undersøgelserne imidlertid hurtigt antog et større Omfang, fandt Opvarmningen Sted i store Vandbade med Plads til 8 Glas, og det viste sig nu, at Overensstemmelsen mellem Fællesanalysernes Resultater ikke sjældent blev daarlig. Dette skyldtes, som en senere udført speciel Undersøgelse viste, særlig det Forhold, at den Temperatur, der opnaaedes i de paa de store Vandbade anbragte Bægerglas, var for lav til, at Iltningen af de organiske Stoffer kunde fuldføres i Løbet af 10 Minutter, og tilmed var forskellig i de enkelte Partier af Beholderen (Varmegraden i Glassene varierede mellem 55 og 70° C.; i de smaa Vandbade blev Vædsken opvarmet til ca. 80° C.), og da man gik over til at anvende en længere Omsætningstid (20 Minutter) og til at sænke Bægerglassene direkte ned i Vandbadets kogende Vand (i Stedet for at stille dem oven over Hullerne), hvorved Vædskens Temperatur hurtigt steg til ca. 80°, opnaaedes der igen en tilfredsstillende Overensstemmelse.

Temperaturens og Opvarmningstidens Indflydelse paa Iltningen af Filtraternes organiske Stoffer fremgaa af den i Tabel 1 refererede Undersøgelse.

Som det ses af denne Undersøgelse, er der opnaaet ikke alene væsentlig højere, men ogsaa mere overensstemmende Resultater ved den høje end ved den lave Varmegrad, men selv ved en Temperatur af 80° maa et Tidsrum af 10 Minutter anses for at være knapt nok tilstrækkelig for Opnaaelsen af

Tabel 1. Undersøgelse over Varmegradens og Opvarmnings-  
tidens Indflydelse ved Bestemmelsen af Indholdet af  
opløselige organiske Stoffer.

Serie	Forbrugt cm <sup>3</sup> / <sub>50</sub> n Kaliumpermanganatopløsning															
	Opvarmet til 55—70° C. i								Opvarmet til ca. 80° C. i							
	10 Min.		15 Min.		20 Min.		30 Min.		10 Min.		15 Min.		20 Min.		30 Min.	
	Enkeltbest.	Middel	Enkeltbest.	Middel	Enkeltbest.	Middel	Enkeltbest.	Middel	Enkeltbest.	Middel	Enkeltbest.	Middel	Enkeltbest.	Middel	Enkeltbest.	Middel
1	23.1 20.3	21.7	21.6 26.9	24.3	29.4 29.4	29.1 29.8	29.5	30.5 30.3	30.4	30.7 31.1	30.9	31.6 32.7	32.2	33.2 32.3	32.8	
2	19.3 18.9	19.1	21.6 21.1	21.4	22.6 22.3	22.5 22.2	22.8									
3	10.7 9.7	10.2	12.8 11.5	12.2	13.8 11.9	14.0 13.3	13.7									
4								12.7 13.1	12.9			14.8 15.4	15.1			
5 (Uden Jord- eks- trakt)								0.0 0.0	0.0	0.0 0.0	0.0	0.12 0.16	0.14	0.29 0.14	0.22	

en fuldstændig Iltning. Ved Opvarmning til 80° i mere end 15 Minutter er, saaledes som det fremgaar af Resultaterne i Serie 5, Kaliumpermanganatopløsningens Iltningsevne i nogen Grad svækket, men denne Virkning af den længere Kognings-tid er dog endnu ved 20 Minutters Opvarmning saa ringe, at den ved Undersøgelser med vort Formaal er af ringe Betydning.

Endvidere er der foretaget en Undersøgelse til Belysning af Spørgsmaalet om, hvorvidt den foran omtalte Lufttørring af den mannitholdige Jord paavirker Indholdet af opløselige organiske Stoffer, idet det kunde tænkes, at der under denne Indtørring kunde foregaa et Tab af visse under Omsætningen dannede, flygtige organiske Stoffer. Anvendelse af Jorden i lufttør Tilstand vil af laboratorietekniske Grunde være langt at foretrække, idet de tørre Prøver uden Fare for Stoftab kan opbevares i ubegrænset Tid og Analyseringen saaledes kan finde Sted ved Tid og Lejlighed. — Resultaterne af de i denne Henseende foretagne Undersøgelser var, at der ikke kunde

paavises nogen sikker Formindskelse i Indholdet af »Organisk Stof« som Følge af Lufttørringen, og denne er derfor bragt i Anvendelse ved de senere foretagne Undersøgelser.

Inden man kunde skride til direkte Undersøgelser over Jordens mannitomsættende Evne efter det foran angivne Princip, maatte den Indflydelse, som Jordens Vandindhold udøver paa denne, fastslaas.

Til Undersøgelser med dette Formaal anvendtes en let, graa Sandmuld og to lermuldede Jorder. Med Sandjorden blev Undersøgelsen udført i to Serier, idet Jorden i den ene — for at tilvejebringe saa gunstige Betingelser for Omsætningen som vel muligt — blandedes med kulsur Kalk og sekundært Kaliumfosfat. Ogsaa for den ene af de to Lerjorders Vedkommende foretoges en saadan Indblanding. Der blev gjort Forsøg med Tilførsel af fire forskellige Vandmængder svarende til henholdsvis 40, 60, 80 og 100 pCt. af Jordens fulde Vandkapacitet.

Denne bestemtes paa følgende Maade:

20 g Jord rørttes ud i en Porcellænsskaal med Overskud af Vand. Efter grundig Sammenrøring hældtes den tyktflydende Jordvælling over i en Tragt, i hvis Spids der var anbragt et lille (ca. 1 cm højt) fugtet Filter. Tragten tildækkedes med en Glasplade og efter endt Af-drypning — i Reglen først den følgende Dag — afvejedes 5 g af den vandmættede Jord i et Vejglas til Bestemmelse af Indholdet af oventørt Stof.

Til Bestemmelse af Vandindholdet i den lufttørre Jord, hvilket Indhold maa medregnes ved Tilmaalingen af Vand, blev der paa et Urglas afvejete 5 g Jord, der sammen med den vandmættede Jordportion henstilledes i et Tørreskab ved ca. 100° C. Vandkapaciteten er angivet i pCt. af oventør Jord.

Efter at Jordens Vandkapacitet var bleven bestemt, afvejedes der 8 Portioner à 100 g lufttør Jord i Petriskaale (2 × 10 cm) og ved Hjælp af en Glasspatel ordnedes Jorden saaledes, at den dannede et ensartet tykt, løst lejret Lag paa Skaalens Bund. Med en inddelt Pipette blev der derefter langsomt dryppet saa meget destilleret Vand over i Skaalen, som svarer til den ønskede Procentdel af Jordens fulde Vandkapacitet. Vandet bør, og navnlig hvor Talen er om Lerjord, dryppes ned omkring Skaalens Rand, hvorved det kapillært, og uden at den løse Struktur ødelægges, opsuges af Jorden. Ved Anvendelse af den største Vandmængde — sv. t. 100 pCt. af

Vandkapaciteten — kan den løse Struktur dog ikke bevares, og navnlig Lerjorderne er tilbøjelige til at »flyde sammen«. Dette medfører, at Lufttilførselen i væsentlig Grad hæmmes, og da der herved er bragt et nyt Moment ind i Undersøgelsen, kan man ad denne Vej ikke vente at faa absolut rene Udtryk frem for Vandindholdets Indflydelse paa Omsætningens Forløb. — Skaalene tildækkedes med Glaslaag og henstilledes i en Termostat ved en Temperatur af  $25^{\circ}$  C. Hver femte Dag udtoges der en Analyseprøve af Jorden i de enkelte Skaale, og samtidig erstattedes den i denne Periode fordampede Vandmængde ved Tildrypning af destilleret Vand.

Resultaterne af denne Undersøgelse er meddelte i Tabel 2.

Det bør først bemærkes, at Aarsagen til de undertiden forekommende større Uoverensstemmelser mellem de korresponderende Bestemmelsers Resultater utvivlsomt overvejende skyldes den paa dette Tidspunkt endnu ret ufuldstændige Metodik for Undersøgelse af »Organisk Stof« og navnlig den for kortvarige Kogning af Jordekstrakten med Kaliumpermanganatopløsningen. Med Henblik paa det her givne Formaal maa Resultaterne imidlertid siges at være tilstrækkelig vejledende.

Som det fremgaar af Tallene, er Jordens Vandindhold i meget væsentlig Grad bestemmende for ikke alene den Hurtighed, men ogsaa for den Regelmæssighed, hvormed Mannitomsætningen forløber. Ved et Vandindhold svarende til kun 40 pCt. af Vandkapaciteten, forløber Omsætningen i alle Tilfælde meget trægt og er for Sandjordens Vedkommende — selv om der ved Tilsætning af kulsur Kalk og Kaliumfosfat er tilvejebragt særlig gode Betingelser for Omsætningen (se nærmere Side 33) — endnu efter 30 Dages Forløb kun forholdsvis lidt fremskreden. I Lerjorden med den nævnte Tilsætning skrider Omsætningen dog jævnt frem, selv ved dette ringe Vandindhold, og er her fuldstændig afsluttet efter 25 Dages Forløb (se Figureerne 1 og 2), et Forhold der muligvis er betinget af Lerjordens større Vandkapacitet. Ved et Vandindhold, svarende til 60 pCt. af Vandkapaciteten, gaar Omsætningen betydelig hurtigere for sig, men har dog i Sandjorden uden Tilsætning været meget uregelmæssig, idet der i den ene af Fællesskaalene endnu efter 30 Dages Forløb findes en stor Mængde »Organisk Stof«. Hurtigst og jævnest skrider Mannitomsætningen frem ved et Vandindhold, svarende til 80 pCt. af Vand-

Tabel 2. Undersøgelse over den Indflydelse, som Jordens Vandindhold udøver paa Mannitomsætningen i Jordbunden.

Jordens Vand- indhold, udtrykt i Procent af Vand- kapaciteten	Indhold af »Organisk Stof« (udtrykt i $\text{cm}^3 \frac{1}{50}$ n Kaliumpermanganatopløsning pr. $\frac{1}{2}$ g tør Jord) efter en Omsætningstid af:																	
	5 Dage			10 Dage			15 Dage			20 Dage			25 Dage			30 Dage		
	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel
Let graa Sandmuld (Vandkapacitet 23.5 pCt.).																		
40	32.1	33.1	32.6	25.5	30.5	28.0	27.2	30.9	29.1	31.0	30.4	30.7	31.3	31.3	31.3	21.8	26.7	24.3
60	33.8	32.7	33.3	32.7	29.4	31.1	31.8	30.1	31.0	24.0	25.2	24.6	4.5	29.7	17.1	0.4	26.0	13.2
80	31.7	32.4	32.1	29.2	29.2	29.2	28.0	31.8	29.9	21.0	19.4	20.2	16.5	2.2	9.4	6.4	0.5	3.5
100	26.7	31.0	28.9	25.0	18.5	21.8	22.1	15.2	18.7	16.1	13.9	15.0	11.8	12.5	12.2	11.4	10.7	11.1
Samme Jord, tilsat 0.5 g $\text{CaCO}_3$ + 0.1 g $\text{K}_2\text{HPO}_4$ .																		
40	34.2	34.8	34.5	29.2	28.5	28.9	31.2	28.9	30.1	28.0	31.5	29.8	29.2	27.5	28.4	27.4	23.5	25.5
60	34.3	33.9	34.1	28.4	28.3	28.4	0.9	2.4	1.7									
80	33.7	34.5	34.1	0.6	1.4	1.0												
100	31.6	32.9	32.3	3.5	11.5	7.5	0.9	0.4	0.7									
Lermuld a (Vandkapacitet 38.9 pCt.).																		
40	22.9	23.7	23.3	26.7	26.9	26.8	25.7	26.9	26.3	24.5	26.1	25.3	17.2	18.3	17.8	9.8	11.9	10.9
60	23.0	24.3	23.7	24.4	24.3	24.4	21.0	19.3	20.2	10.8	10.0	10.4	1.8	1.0	1.4	0.5	0.5	0.5
80	22.6	25.9	24.3	21.5	19.5	20.5	16.5	12.5	14.5	5.6	1.3	3.5	0.4	0.3	0.4			
100	24.4	24.9	24.7	15.8	14.2	15.0	17.6	16.4	17.0	3.3	2.9	3.1	0.5	0.5	0.5			
Lermuld b, tilsat 0.5 g $\text{CaCO}_3$ + 0.1 g $\text{K}_2\text{HPO}_4$ (Vandkapacitet 28.5 pCt.).																		
40	32.9	29.8	31.4	18.8	23.2	21.0	26.2	8.0	17.1	17.6	3.3	10.5	1.3	0.7	1.0			
60	27.4	28.2	27.8	20.7	12.4	16.6	17.0	2.9	10.0	0.9	0.6	0.8						
80	30.4	29.4	29.9	2.1	0.9	1.0	0.5	0.6	0.6									
100	26.1	27.5	26.8	1.1	0.8	1.0	0.2	0.6	0.4									

kapaciteten, medens den i Jord, der er fuldstændig vandmættet, igen foregaar forholdsvis langsomt. Forskellen i Omsætningens Forløb ved 80 og 100 pCt. Vand er dog særlig fremtrædende i Jord uden Tilsætning og gør sig kun i ringe Grad (Sandjorden) eller slet ikke (Lerjord b) gældende, hvor Betingelserne for Omsætningen som Følge af Tilførsel af kultur Kalk og Kaliumfosfat er særlig gunstige.

Det for Mannitomsætningen under de givne Forhold gunstigste Vandindhold synes saaledes at være det, der svarer til



Mannitomsætningen i Forhold til Jordens Vandindhold, angivet i pCt. af den fulde Vandkapacitet.

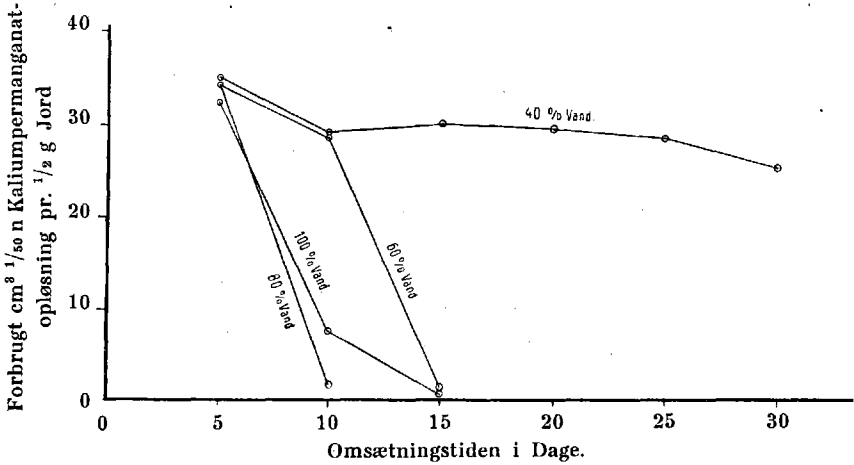


Fig. 1. Sandmuld tilsat  $\text{CaCO}_3 + \text{CaHPO}_4$ .

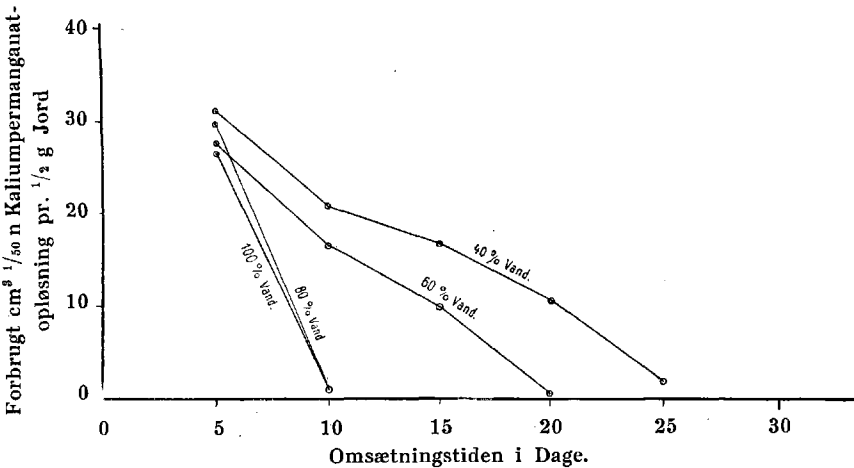


Fig. 2. Lermuld tilsat  $\text{CaCO}_3 + \text{CaHPO}_4$ .

ca. 80 pCt. af den absolute Vandkapacitet, og ved de følgende Undersøgelser er der i Henhold hertil anvendt en Vandmængde svarende til 75 pCt. af denne. Ved dette Vandindhold kan en løs Struktur endnu bevares, hvorimod Jorden, og da særlig den svære Jord, allerede ved et Vandindhold af 80 pCt. faar Tilbøjelighed til at flyde sammen og blive klæg.

Da de ved denne Undersøgelse anvendte flade Skaale (Petriskaale) kun knebent kan rumme 100 g Jord, og en Blanding af Jorden i Skaalen ved den periodevise Prøveudtagning derfor vanskeligt kan finde Sted, er der ved de i det følgende omtalte Undersøgelser anvendt Glasskaale ( $9\frac{1}{2}$  cm vide og  $6\frac{1}{2}$  cm dybe), der hver især forsynedes med en lille Glasspatel til Omrøring af Jorden. Skaalene tildækkedes med Laag af Petriskaale, og Vandfordampningen bliver paa denne Maade kun forholdvis ringe. Der er altid anvendt 2 Fælleskaale.

I Henhold til disse metodiske Undersøgelser og Erfaringer kan der nu anvises følgende fuldstændige Fremgangsmaade til Bestemmelse af Mineraljordernes mannitomsættende Evne:

Af den foreliggende Jordprøve afvejes en Jordmængde svarende til 100 g<sup>1)</sup> lufttør Jord. Denne Jordportion føres over i Glasskaalene, hvor den blandes med 2 g Mannit og derefter forsynes med saa meget destilleret Vand, som svarer til 75 pCt. af Jordens Vandkapacitet. Vandet ledes med en Pipette langsomt ned ad Skaalens Vægge. Ved Undersøgelse af lufttørre Jorder med nogenlunde stor vandholdende Evne, kan Mannitten tilføres opløst i Vandet<sup>2)</sup>; ved mindre vandholdende Jorder, hvor den tilførte Vandmængde ikke vil være i Stand til at opløse hele Mængden af Mannit, maa denne indblandes direkte i Jorden. Efter at Vandtilførselen har fundet Sted, henstaar Skaalen i Ro to à tre Timer, for at Vandet kan fordele sig saa godt som muligt i Jordmassen. Jorden røres da forsigtigt rundt med Glasspatelen og ordnes i et ensartet tykt og løst lejret Lag paa Skaalens Bund. Finder denne Behandling med Spatelen Sted, inden Vandet har naaet at blive fuldstændig ensartet fordelt, kan det, navnlig for Lerjordernes Vedkommende, blive umuligt at opnaa den ønskede løse Lejring af Jorddelene. Efter at Skaalen er vejjet og Vægtresultatet opført paa den Laaget paaklæbede Etikette, henstilles den i en Termostat ved en Temperatur af 25° C. Den følgende Dag omrøres Jorden i Skaalene og efter Forløbet af 5 Dage vejes Skaalen paany, og Svindet, der svarer til den fordampede Vandmængde, erstattes ved Tildrypning af destilleret Vand. Naar dette har fordelt sig godt i Jorden, røres der forsigtigt (for ikke at ødelægge den løse Struktur) rundt i Jorden, og der afvejes paa et Stykke glat Papir ca. 5 g Jord, der henlægges til

<sup>1)</sup> For de fleste af de undersøgte Jordprøvers Vedkommende (Tabel 3) er dog kun anvendt 75 g lufttør Jord pr. Skaal, idet Jordprøverne ofte har været for smaa. En Vægtmængde af 100 g maa imidlertid foretrækkes.

<sup>2)</sup> 10 g Mannit føres over i et Maaleglas, der fyldes op til 75 cm<sup>3</sup>. Denne Opløsning er tilnærmelsesvis mættet.

Lufttørring. Er Jorden undtagelsesvis saa vaad, at den kan afgive noget af sin Fugtighed til Papiret, bør Afvejningen foretages paa et Urglas. Skaalen vejes nu igen og sættes igen ind i Termostaten, hvor den henstaar, indtil næste Prøveudtagning 5 Dage senere finder Sted o. s. fr.

Naar den afvejede lille Jordportion er bleven lufttør, hvad der ved almindelig Stuetemperatur allerede vil være Tilfældet den følgende Dag, vejes den og føres over i et Bægerglas, indeholdende 100 cm<sup>3</sup> destilleret Vand. Efter Henstand i to Timer under jævnlig Omrysten filtreres Blandingen gennem et Papirfilter, og af det klare Filtrat bringes 10 cm<sup>3</sup>, svarende til ca. 0.5 g Jord, over i et Bægerglas. Der tilsættes 50 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{50}$  n Kaliumpermanganatopløsning og 3 cm<sup>3</sup> 10 pCt. Svovlsyre<sup>1)</sup>, og Bægerglasset stilles derefter ned i det kogende Vand i et Vandbad, hvor det henstaar i 20 Minutter. Nu tilsættes 50 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{50}$  n Oxalsyreopløsning, og naar Vædsken under fortsat Opvarmning er bleven vandklar, hvad der i Almindelighed kun varer faa Minutter, finder Titrationen med Kaliumpermanganatopløsningen Sted. Glassene maa henstaa i Vandbadet, indtil Titrationen kan finde Sted. Den forbrugte Mængde Kaliumpermanganatopløsning er et Udtryk for Indholdet af »Organisk Stof«. Forbruget af Kaliumpermanganatopløsning er angivet pr.  $\frac{1}{2}$  g lufttørret Jord. 2 g Mannit pr. 100 g Jord svarer til 0.01 g pr.  $\frac{1}{2}$  g Jord, og denne Mannitmængde, der altsaa er den, der er til Stede i Jorden ved Forsøgets Indledning, medfører et Forbrug af ca. 43 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{50}$  n Kaliumpermanganatopløsning.

### Undersøgelse over forskellige Jorders mannitomsættende Evne.

Den første Opgave, der frembød sig for de fortsatte Undersøgelser, var at søge udredet, inden for hvilke Grænser Jordens mannitomsættende Evne varierede.

Til Undersøgelserne vedrørende dette Spørgsmaal anvendtes en Række forskellige af de til Laboratoriet — overvejende med andre Formaal for Øje — indsendte Agerjorder.

Prøverne Nr. 17, 21, 22, 25, 26, 27, 35, 37, 68 og 69 hidrører fra ugedede Parceller i Forsøg (udførte 1916 el. 1917), ved hvilke der er fremkommet et større eller mindre positivt Udslag for Tilførsel af Superfosfat, men Fosforsyremangelen i de paagældende Jorder kan dog ikke paa Grundlag af dette ene Aars Resultater betegnes som sikker. Prøve Nr. 43 hidrører fra Parceller (i et Gødningsforsøg paa Askov Forsøgsstation), der gennem en lang Aarrække ikke er tilført

<sup>1)</sup> For at være sikker paa, at Svovlsyren ikke indeholder organiske Stoffer, hvilket i de senere Aar har kunnet forekomme, vil det være rigtigt at koge den benyttede koncentrerede Syre et Par Timer.

Gødning, og i hvilke Jorden nu i høj Grad mangler Fosforsyre, (se Side 41), ogsaa Prøve 59 (fra Ølstykke) maa anses for at være sikkert fosforsyretrængende (se Side 43). Prøverne 10 og 42 hidrører derimod fra Forsøgsparcer, der gennem en længere Aarrække er tilført en rigelig Mængde Superfosfat og som derfor ikke kan antages at mangle Fosforsyre. Alle de nævnte Jorder er i Tabellen mærkede <sup>1)</sup>. For alle de øvrige Jorders Vedkommende kan der derimod ikke have nogen Formodning om, hvorvidt der er Mangel paa Fosforsyre eller ikke.

Før Anvendelsen blev Jordprøverne lufttørrede og sigtede gennem en 1½ mm (rundhullet) Sigte. Man opnaaede herved at fremskaffe et fuldstændig ensartet Materiale, hvad der med Henblik paa den under Omsætningsperioden stedfindende Udtagning af ganske smaa Analyseprøver er af væsentlig Betydning. En stærk Findeling eller Sønderdeling af Jorden er dog undgaaet.

I øvrigt kan Benyttelse af lufttørrede Prøver ved Undersøgelser af denne Art, naar Anvendelsen finder Sted kort Tid efter Indtørringen (se Side 29), næppe give Anledning til større Betæneligheder af principiel Natur, idet det maa erindres, at det øverste Jordlag ude i Naturen jo hyppigt, og ofte endog gennem længere Tid, befinder sig i denne Tilstand. Den Omstændighed, at Lufttørringen, saaledes som det fremgaar af forskellige Forskeres Undersøgelser, i nogen Grad kan virke ændrende paa Jordens kemiske og mikrobiologiske Tilstand, er en Sag for sig og maa naturligvis medføre, at man ved sammenlignende Stofomsætningsforsøg i alle Tilfælde anvender enten fugtig eller tør Jord.

For at undersøge, i hvilken Grad Forskellighederne mellem de enkelte Jorders mannitomsættende Evne er betinget af kemiske eller mikrobiologiske Faktorer, er der i Overensstemmelse med det af Forfatteren tidligere angivne Undersøgelsesprincip <sup>1)</sup> samtidig henstillet saavel »upoddede« som »poddede« Kulturer. — Som Podemateriale benyttedes en med Jord hensat stærkt forgæret Mannitopløsning. Podningen fandt Sted ved Hjælp af en i Spidsen bøjet Platintraad, der kunde optage en lille Draabe af Podningsvædsken, og som fire Gange førtes fra den forgærede og i Reglen med en Azotobacterhinde forsynede Mannitopløsning over i den i Skaalen inde-

<sup>1)</sup> *Harald R. Christensen*: Studier over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse paa Bakterielivet og Stofomsætningen i Jordbunden. Tidsskrift for Planteavl 1914, 21. Bd., Side 327.

holdte fugtige Jordportion, der derefter blandedes godt ved Hjælp af en Glasspatel.

Bestemmelsen af Omsætningsgraden fandt Sted med 5 Dages Mellemlum og — saafremt Omsætningen ikke forinden var afsluttet — i Reglen indtil 30 Dage efter Forsøgets Paa-begyndelse. Da nemlig Graden af Mannitomsætningen, alt andet lige, er afhængig af Tiden, kan Evnen til denne Omsætning ikke udtrykkes ved et enkelt, men kun ved en Række Tal, der angiver den i de enkelte Tidsafsnit skete Omsætning. Disse Tal lader sig grafisk udtrykke i Omsætningskurver, gennem hvilke man faar det mest anskuelige Udtryk for Omsætningens Forløb (se Fig. 3). Blinde Bestemmelser i Jordprøver uden Mannitilsætning er ikke foretaget i de enkelte Tilfælde, men en Række Undersøgelser over forskellige Jorder har vist, at Indholdet af vandopløseligt organisk Stof pr.  $\frac{1}{2}$  g lufttør Jord kun undtagelsesvis er større, end hvad der svarer til et Forbrug af ca. 1—2 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{50}$  n Kaliumpermanganatopløsning. Naar Indholdet af »Organisk Stof« i de mannitblandede Jorder ikke overstiger et Forbrug af 3—4 cm<sup>3</sup> Kaliumpermanganatopløsning, betragtes Omsætningen som afsluttet.

Resultaterne af de foretagne Undersøgelser fremgaar af Tabel 3, i hvilken Jordprøverne er ordnede i Grupper efter deres fysiske Beskaffenhed (Sandjorder og Lerjorder), og indenfor disse Grupper igen efter deres Reaktion og Basicitet.

Som det vil ses af Resultaterne, er Jordernes mannitomsættende Evne meget varierende. En særlig stærk mannitomsættende Evne har f. Eks. Jordprøverne Nr. 35, 44, 52, 62, 90 93 og 95 været i Besiddelse af, idet den indblandede Mannit her saavel i de »upodede« som i de »podede« Kulturer er næsten fuldstændig forsvunden allerede efter 5 Dages Forløb, medens der paa den anden Side findes mange Jorder, der endnu efter 25—30 Dages Forløb indeholder en betydelig Mængde opløseligt organisk Stof. Den svageste mannitomsættende Evne er Jorderne Nr. 43 og 61 i Besiddelse af. For øvrigt er Mannitomsætningens Forløb væsentlig forskellig hos de Jorder, i hvilke Forøgningen forløber forholdsvis langsomt, idet Omsætningen i nogle Tilfælde er temmelig jævnt fremskridende, medens den hos andre efter en i Begyndelsen langsom Fremskriden pludselig tager Fart og bringes til en hurtig Afslutning. — I Fig. 3

Tabel 3. Forskellige Agerjorders

Lerjorder.		Jordens almindelige Beskaffenhed	Vandkapacitet (Vand i pCt. af Torjord)	Brusning med Syre	Reaktion	Azotobactervegetation <sup>2)</sup>	Fosforsyre indhold		Klorammiumopløselig		
Nr.	Mærke						pCt. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , opløselig i Saltsyre	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> pr. Liter kulstyremættet Vand	CaO, pCt.	MgO, pCt.	CaO + MgO, pCt.
1	D. G. U. 3	Svær Lermuld ...	28.9	ingen	stærkt sur	0	0.093	0.42	0.066		
2	Stenderup-Eltang	Svær, muldfattig Lerjord .....	33.7	ingen	stærkt sur	0	0.080	0.38	0.168	0.033	0.201
3	Aakirkeby	Svær Lermuld ...	29.6	ingen	sur	0	0.126	0.17			
4	Lyngby	Lermuld .....	29.9	ingen	sur	0	0.137	1.14	0.095	0.015	0.110
5	Ny Kirstinebjerg, Ønslev	Svær, muldfattig Lerjord .....	33.0	ingen	sur	0	0.082	0.74	0.123	0.026	0.149
6	Rørbæk	Ret svær, temmelig muldfattig Lerjord	30.6	ingen	sur	0	0.077	0.42	0.126	0.021	0.147
7	Tanderup	Let, ret muldrig Lerjord .....	44.1	ingen	sur	0	0.084	0.48	0.183	0.029	0.212
8	Askov	Lermuld .....	33.0	ingen	svagt sur	0	0.066	0.30	0.160	0.025	0.185
9	Bønlykke, Trustrup	Ret svær, muldfattig Lermuld .....	33.7	ingen	svagt sur	0	0.063	0.40	0.146	0.021	0.167
9 a	Pederstrup, Assedrup	Ret svær, muldfattig Lerjord ...	38.5	ingen	neutr. sv. sur	0	0.065	0.58	0.240	0.030	0.270
10 <sup>1)</sup>	Tystofte	Svær, muldfattig Lerjord .....	31.6	ingen	neutr.	0	0.058	1.28	0.193	0.022	0.215
11	Hakkebøllegaard	Ret svær, muldfattig Lerjord	35.2	ingen	neutr.	0	0.108	1.04	0.146	0.031	0.177
12	Vrigsted	Svær Lermuld....	37.0	ingen	neutr.	0	0.082	0.54	0.350	0.035	0.365
13	Skulsballe, Vrigsted	Lermuld .....	30.6	ingen	neutr.	0	0.067	0.62	0.321	0.029	0.350
14	Havdrup	Let Lermuld .....	35.9	ingen	neutr.	0	0.112	0.68	0.203	0.027	0.230

<sup>1)</sup> Ikke medtaget i den i Tabel 6, Side 52, givne Oversigt (se Side 11).

<sup>2)</sup> Graden af Azotobacterudviklingen er udtrykt ved Tal inden for Skalaen 0—4. 0 betegner, at der ingen Azotobacterudvikling er foregaaet, 4 betegner en maksimal Udvikling af Azotobactervegetationen: en kraftig, slimet, ofte foldet Hinde over hele Vædskeoverfladen. (Se *Harald R. Christensen: Nyere Principper i Jordbundsforskningen. Tidsskrift for Landbrugets Plante-*

## mannitomsættende Evne.

Forbrugt cm <sup>3</sup> $\frac{1}{60}$ n Kaliumpermanganatopløsning pr. $\frac{1}{2}$ g lufttør Jord efter: (Antal Dage)																						
»Upodet«										»Podet«												
5 Dage	10 Dage	15 Dage	20 Dage	25 Dage	30 D. <sup>4)</sup>	5 Dage	10 Dage	15 Dage	20 Dage	25 Dage	30 D. <sup>4)</sup>	5 Dage	10 Dage	15 Dage	20 Dage	25 Dage	30 D. <sup>4)</sup>					
De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel					
30.3	29.7	25.4	28.6	18.2	18.6	4.2	4.8	0.6	0.7			33.9	32.7	23.1	24.3	17.6	20.4	5.0	5.5	0.6	1.1	
29.1	31.8	31.8	18.9	18.9	5.4	5.4	0.7	0.7				31.4	36.8	25.5	27.3	23.2	6.0	6.0	1.6			
39.0	38.6	36.6	36.4	35.5	35.0							36.9	36.6	28.0	27.6	17.6	14.8					
38.3	36.2	36.2	34.4	34.4								36.6	36.8	27.3	27.6	11.9						
37.0	37.1	34.5	35.6	27.1	29.4	17.8	20.2	11.4	10.3	1.0		37.3	37.4	35.1	36.5	34.1	32.6	23.1	16.9	16.3	8.7	1.1
37.1	36.7	36.7	31.7	31.7	22.6	22.6	9.2	9.2				37.4	37.4	37.9	31.0	31.0	10.7	10.7	1.1	1.1		
36.1	35.8	36.5	36.7	31.2	31.4	24.1	24.4	19.0	17.8	11.2		35.2	35.4	36.8	36.9	34.6	32.9	26.2	26.4	17.9	16.3	7.1
35.5	35.8	36.9	31.6	31.6	24.6	24.6	16.5	16.5				35.4	35.4	36.9	36.9	31.2	32.9	26.8	26.8	14.6	16.3	7.1
35.5	35.1	17.9	14.9	5.2	5.8	2.4	2.2					34.3	34.9	20.1	17.8	5.8	5.6	1.7	1.8			
34.7	11.9	11.9	6.3	6.3	1.8	1.8						34.9	34.9	15.4	17.8	5.4	5.6	1.9	1.9			
39.1	40.0	38.8	38.4	42.0	41.8	35.8	35.6	31.8	34.1			37.0	38.0	38.8	39.0	38.7	38.7	31.7	32.2	18.9	17.7	
40.9	38.0	38.0	41.5	41.5	35.4	35.4	36.4	36.4				38.9	38.0	39.2	39.0	38.6	38.7	32.6	32.2	16.5	16.5	
36.2	37.1	37.5	37.4	28.4	27.8	7.3	5.0					37.1	37.2	36.3	35.3	26.2	27.1	2.5	8.2	2.5	5.0	
37.9	37.3	37.3	27.2	27.2	2.7	2.7						37.2	37.2	34.3	35.3	27.9	27.1	13.9	13.9	7.5	7.5	
33.0	33.8	33.0	31.2	32.2	32.1	22.0	23.4	14.4	16.5	7.9		33.6	30.9	27.5	27.7	25.8	24.8	22.2	22.7	16.9	19.0	13.7
34.5	29.4	29.4	31.9	31.9	24.8	24.8	18.6	18.6				28.2	30.9	27.8	27.8	23.8	24.8	23.2	23.2	21.1	19.0	13.7
39.5	40.1	37.6	37.5	36.3	35.9	33.0	30.5	24.9	27.4			41.5	40.7	36.9	36.8	32.4	32.1	27.2	26.5	19.5	19.5	
40.7	37.3	37.3	35.4	35.4	29.0	29.0	29.8	29.8				39.8	40.7	36.7	36.8	32.2	32.2	26.5	26.5	19.5	19.5	
37.3	38.0	35.3	34.6	29.4	26.2	19.3	14.9	4.6	4.8			36.6	36.4	28.2	26.9	9.3	10.2	3.5	3.5			
38.7	34.0	34.0	23.0	23.0	10.4	10.4	5.0	5.0				36.1	36.4	25.5	26.9	11.0	10.2	3.4	3.4			
38.4	38.9	34.8	34.7	21.6	22.0	4.0	7.7	3.7	4.0			37.9	38.3	5.3	4.2	3.0	3.5					
39.3	34.6	34.6	22.4	22.4	11.4	11.4	4.2	4.2				38.7	38.3	3.0	4.2	4.0	3.5					
37.8	37.6	22.1	20.3	3.9	3.4							33.9	33.9	9.0	7.0	2.5	2.3					
37.4	18.4	18.4	2.8	2.8								33.8	33.9	5.0	7.0	2.0	2.3					
38.4	38.6	33.4	33.5	26.1	25.6	12.0	9.3	2.8	2.7			38.6	38.4	29.0	28.8	20.9	19.3	4.6	4.2			
38.7	33.6	33.6	25.0	25.0	6.5	6.5	2.5	2.5				38.2	38.4	28.6	28.8	17.7	19.3	3.8	4.2			
39.3	39.2	36.7	36.3	36.0	35.5	31.0	31.8	24.4	23.5			39.2	39.6	36.7	36.6	34.9	34.7	30.6	30.7	23.7	20.4	
39.1	36.3	36.3	35.0	35.0	32.6	32.6	22.6	22.6				40.0	39.6	36.5	36.6	34.4	34.7	30.7	30.7	17.0	20.4	
39.8	40.1	36.2	35.6	27.2	27.5	6.9	7.2	3.2	3.7			38.9	39.7	36.5	36.7	26.5	25.6	8.2	5.6	2.9	3.1	
40.3	35.1	35.1	27.8	27.8	7.4	7.4	4.2	4.2				40.5	39.7	36.9	36.7	24.6	24.6	2.9	2.9	3.3	3.1	

avl, 13. Bind, 1906, Side 172, og *Harald R. Christensen* og *O. H. Larsen*:  
Undersøgelser over Jordens Kalktrang. Samme Tidsskrift, 17. Bind, 1910,  
Side 407.)

<sup>3)</sup> Ved en Fejltagelse først bestemt efter 21 Dage.

<sup>4)</sup> Enkeltresultaterne ikke medtagne paa Grund af Mangel paa Plads.

Tabel 3

Lerjorder.			Vandkapacitet (Vand i pct. af Lerjord)	Brusning med Syre	Reaktion	Azotobactervegetation	Fosforsyreindhold		Klorammiumopløselig		
Nr.	Jordens Mærke	Jordens almindelige Beskaffenhed					pCt. $P_2O_5$ , opløselig i Saltsyre	mg $P_2O_5$ pr. Liter kulysremættet Vand	CaO, pCt.	MgO, pCt.	CaO + MgO, pCt.
15	Voer Ladegaard	Ret muldfattig Lerjord .....	34.1	ingen	neutr.	0	0.134	2.22	0.218	0.027	0.245
16	Gerlev	Lermuld .....	24.4	ingen	neutr.	0	0.125	0.79	0.226	0.028	0.254
17 <sup>1)</sup>	Ny-Holme- gaard	Let, ret muldfattig Lerjord .....	32.7	meget svag	neutr.	0— 1	0.070	0.76	0.244	0.007	0.251
18	Frammers- levgaard	Let Lermuld .....	35.2	ingen	neutr.	1	0.144	8.70	0.214	0.035	0.249
19	Bellinge	Let Lermuld .....	31.6	ingen	neutr.	3	0.099	1.16	0.193	0.027	0.220
21 <sup>1)</sup>	Strøby	Svær Lermuld .....	30.1	ingen	neutr.	3	0.062	0.26	0.125	0.023	0.148
22 <sup>1)</sup>	Olstrup	Lermuld .....	34.2	ingen	neutr.	3	0.081	0.64	0.197		
23	Bjerager Skovgaard	Ret muldfattig Ler- jord .....	37.8	meget svag	neutr.	3	0.081	1.14	0.280	0.035	0.315
24	D. G. U. 6	Lermuld .....	32.7	ingen	neutr.	4	0.083	1.10	0.210	0.019	0.229
25 <sup>1)</sup>	Forlev 1916	Ret svær Lermuld	31.3	ingen	neutr.	4	0.065	0.30	0.170	0.031	0.201
26 <sup>1)</sup>	Forlev 1917	Ret svær Lermuld	33.0	ingen	neutr.	4	0.051	0.22	0.197	0.027	0.224
27 <sup>1)</sup>	Prøvelyst	Let, ret muldrig Lerjord .....	33.0	ingen	neutr.	4	0.063	0.40	0.259	0.022	0.281
28	Askov, B 4	Let Lermuld .....	35.2	ingen	neutr.	4	0.065	0.34	0.274	0.027	0.301
29	Vium Mølle	Let Lermuld .....	38.9	ingen	neutr.	4	0.118	4.86	0.273	0.030	0.303
30	Smaven, Thorsager	Let Lermuld .....	34.8	svag	neutr.	4	0.071	2.86	0.207	0.018	0.225
31	Oldager- gaard	Let Lermuld .....	37.0	ingen	neutr.	4	0.087	1.44	0.265	0.021	0.286
32	Haarup, Thorsager	Let Lermuld .....	34.1	meget svag	neutr.	4	0.066	2.64	0.210	0.019	0.229
33	Nyskov, Thorsager	Meget svær Ler- muld .....	41.7	ingen	neutr.	4	0.114	2.38	0.390	0.055	0.445



(fortsat).

Forbrugt  $\text{cm}^3 \frac{1}{60}$  n Kaliumpermanganatopløsning pr.  $\frac{1}{2}$  g lufttør Jord efter: (Antal Dage)

»Upodet«											»Podet«										
5 Dage		10 Dage		15 Dage		20 Dage		25 Dage		30D.	5 Dage		10 Dage		15 Dage		20 Dage		25 Dage		30D.
De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	Middel
9.0	39.5	36.6	36.6	34.5	34.4	26.8	27.0	17.3	17.0		37.0	36.6	33.1	31.8	28.2	26.6	13.6	10.8	3.4	3.5	
0.0		36.6		34.2		27.1		16.6			36.2		30.5		24.9		8.1		3.5		
9.0	38.7	35.4	35.3	23.7	24.5	19.7	19.8	6.3	6.4		38.6	38.0	26.2	20.9	8.6	8.5	2.3	2.1			
8.4		35.1		25.3		19.8		6.4			37.4		15.5		8.2		1.8				
2.6	31.8	18.4	18.5	11.5	11.9	1.9	2.1				31.4	30.3	14.2	13.9	7.0	5.5	1.0	0.8	1.3	1.2	
1.0		18.5		12.3		2.3					29.2		13.5		4.0		0.6		1.0		
8.7	38.7	3.5	3.5								5.0	4.9									
8.7		3.4									4.7										
3.7	34.8	25.8	26.2	22.2	23.5	11.5	15.1	1.5	2.2		37.6	36.8	31.0	29.8	30.3	28.7	18.4	17.6	5.1	3.1	
5.8		26.6		24.7		18.6		2.9			35.9		28.5		27.0		16.8		1.1		
5.4	33.9	22.6	22.8	21.9	22.1	13.3	13.8	5.3	7.3	1.2	36.8	33.9	22.9	23.8	21.6	22.3	12.6	12.7	3.8	3.9	0.6
2.2		23.0		22.2		14.3		9.3			30.9		24.6		22.9		12.7		3.9		
8.1	27.3	24.0	24.3	16.9	16.5	1.4	1.0				26.4	25.9	21.1	23.8	7.9	10.0	0.6	0.6			
6.5		24.6		16.0		0.6					25.4		26.5		12.1		0.6				
8.0	38.4	5.0	4.0								33.7	31.0	2.6	2.5							
8.7		2.9									28.2		2.4								
7.5	38.0	28.2	28.8	28.4	28.7	21.9	22.4	11.3	15.9	10.0	34.6	34.3	30.8	32.3	26.5	27.5	23.2	22.8	17.7	17.7	9.7
8.5		29.4		29.0		22.8		20.5			33.9		33.7		28.5		22.4		17.6		
5.3	34.5	21.2	22.6	13.9	16.6	4.7	8.7	0.5	5.7	1.4	38.4	37.6	16.5	19.1	21.5	20.4	11.1	10.6	7.9	4.9	1.1
3.6		23.9		19.2		12.6		10.9			36.7		21.7		19.2		10.1		1.9		
8.0	39.1	26.5	25.4	23.0	22.7	24.4	24.8	20.3	19.7	13.2	37.0	38.1	23.5	24.2	22.5	22.0	22.2	20.6	17.0	15.6	6.9
0.2		24.3		22.4		24.2		19.1			39.2		24.9		21.5		19.1		14.2		
5.4	35.8	22.5	22.4	14.8	15.2	2.9	2.4	0.7	1.0		36.9	36.1	21.7	21.3	16.3	14.1	7.5	4.2	0.9	1.0	
6.1		22.3		15.6		1.9		1.3			35.2		20.8		11.9		0.8		1.0		
6.6	36.7	35.2	35.8	34.5	34.4	31.8	31.8	25.6	24.9	13.1	37.0	36.8	36.5	35.1	34.3	31.1	25.6	20.9	9.0	5.9	3.2
6.7		36.3		34.3		31.8		24.2			36.5		33.7		27.9		16.1		2.8		
7.3	27.1	3.7	3.6								4.0	3.8									
6.8		3.4									3.6										
36.0	36.8	5.3	5.6								6.4	6.2	4.7	4.7							
37.6		5.9									5.9		4.7								
32.3	31.8	9.7	9.1	3.0	2.8						2.6	2.5									
31.2		8.4		2.6							2.3										
38.7	38.5	29.9	30.5	4.5	5.1						11.8	11.4	3.5	3.2							
38.3		31.1		5.6							10.9		2.8								
26.4	27.1	4.5	4.7								6.2	5.7									
27.7		4.9									5.1										

Tabel 3

Lerjorder.			Vandkapacitet (Vand i pCt. af Tørjord)	Brusning med Syre	Reaktion	Azotobactervegetation	Fosforsyreindhold			Klorammiumopløselig		
Nr.	Jordens Mærke	Jordens almindelige Beskaffenhed					pCt. $P_2O_5$ , opløselig i Saltsyre	mg $P_2O_5$ pr. Liter kulhydratremmet Vand	CaO, pCt.	MgO, pCt.	CaO + MgO, pCt.	
34	Egens, Rønde	Svær Lermuld . . . . .	37.8	ingen	neutr.	4	0.073	2.12	0.234	0.023	0.257	
35 <sup>1)</sup>	Lundby	Ret muldrig Lerjord . . . . .	33.0	ingen	neutr. sv. alk.	4	0.087	1.18	0.300	0.026	0.326	
36	Vejlø, Nakskov	Muldfattig, graalig Lerjord . . . . .	38.2	svag	neutr. sv. alk.	4	0.087	5.72	0.180	0.065	0.245	
37 <sup>1)</sup>	Slangerup	Lermuld . . . . .	28.3	meget svag	sv. alk.	4	0.102	1.58	0.285	0.017	0.302	
38	Akurejri, Island a.	Lermuld, stærkt jærnholdig . . . . .	71.1	svag	svagt alk.	4	0.212	1.58	0.601	0.148	0.749	
39	Kartoffelmark, Akurejri, Island b.	Lermuld . . . . .	39.7	ingen	svagt alk.	4	0.095	2.20	0.560	0.117	0.677	
40	Brøndsager	Meget svær Lermuld . . . . .	37.8	ingen	svagt alk.	4	0.080	2.70	0.282	0.027	0.300	
42 <sup>1)</sup>	Landbohøjskolen's Mark	Svær, muldrig Lerjord . . . . .	40.1	svag	alkal.	4	0.127	3.34	0.524	0.023	0.547	
43 <sup>1)</sup>	Askov, B 3 Ugødet 1919	Ret muldrig Lerjord . . . . .	29.9	meget svag	alkal.	4	0.046	0.26	0.356	0.014	0.370	
44	Kastrup Mølle	Muldrig Lerjord (Havejord) . . . . .	39.3	ret stærk	alkal.	4	0.177	10.0	0.409	0.032	0.441	
45	Horslunde	Lermuld . . . . .	38.5	ret stærk	alkal.	4	0.101	1.11	0.653	0.015	0.668	
46	Rønholt	Ret muldfattig Lerjord . . . . .	25.3	svag	alkal.	4	0.093	3.28	0.343	0.020	0.363	
47	Tystofte	Ret svær Lermuld . . . . .	28.2	ret stærk	stærkt alkal.	4	0.062	0.88	—	—	—	
48	Grønvang	Muldrig Lerjord . . . . .	49.3	stærk	stærkt alkal.	4	0.056	0.54	0.450	0.026	0.476	
49	D. G. U. 8	Svær Lermuld . . . . .	35.2	stærk	stærkt alkal.	4	0.112	1.5	0.469	0.024	0.493	
50	Borris	Let Lermuld . . . . .	32.3	stærk	stærkt alkal.	4	0.097	0.46	0.302	0.016	0.318	
51	Petersdal, Kastrup	Let, muldrig Lerjord . . . . .	30.2	meget stærk	stærkt alkal.	4	0.110	6.62	0.510	0.028	0.538	

(fortsat).

Forbrugt cm <sup>2</sup> <sup>1</sup> / <sub>50</sub> n Kaliumpermanganatopløsning pr. <sup>1</sup> / <sub>2</sub> g lufttør Jord efter: (Antal Dage)																							
»Upodet«							»Podet«																
5 Dage		10 Dage		15 Dage		20 Dage		25 Dage		30D.		5 Dage		10 Dage		15 Dage		20 Dage		25 Dage		30D.	
De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel	De enk. Skaale	Middel
39.2	38.8	11.6	11.9	3.6	3.6							11.3	9.2	4.8	4.5								
38.4		12.1	0.8	3.5								7.0	0.4	4.1									
1.0	5.2	0.9										0.3											
9.3		0.7										0.5											
35.2	33.9	3.6	3.0									2.0	2.2										
32.7		2.4										2.3											
37.7	38.6	22.3	22.2	13.2	13.0	2.6	1.5					38.5	38.6	13.5	16.6	3.2	7.1	0.8	0.7				
39.4		22.1		12.7		0.4						38.6		19.8		10.9		0.6					
36.0	33.5	4.0	3.6									4.9	4.7										
31.0		3.1										5.4											
												3.5	4.1										
												4.6											
39.5	39.4	29.7	30.0	20.3	15.0	17.1	11.6					29.5	27.3	7.3	5.7								
39.3		30.2		9.6		6.1						25.0		4.0									
14.0	19.0	5.7	5.7									3.8	3.8										
23.9		5.7										3.8											
39.4	39.8	37.1	37.6	36.6	36.7	37.6	37.5	35.6	35.7	35.4		40.1	40.4	38.6	38.1	35.9	36.8	36.3	32.0	30.3	25.3		
40.1		38.1		36.7		37.4		35.8				40.6		37.7		37.6		35.4	35.9	28.6			
0.7	1.0											5.8	3.6	1.2	1.3								
1.3												1.3		1.4									
18.1	20.7	3.8	3.2									3.6	3.7										
23.3		2.5										3.7											
33.2	33.1	22.0	18.6	2.3	2.1							9.5	12.6	4.4	4.3								
32.0		15.1		1.8								15.8		4.1									
8.7	7.9	1.1	1.3									1.9	2.4	0.9	0.9								
7.0		1.4										2.8		0.8									
15.4	15.7	2.2	1.7									18.5	17.5	1.3	1.2								
16.0		1.2										16.4		1.0									
20.2	18.8	1.3	1.1									12.3	11.5	0.7	0.7								
17.3		0.8										10.7		0.7									
36.4	36.3	4.8	7.8	3.6	2.1							26.4	29.5	1.2	1.2								
36.1		10.7		0.6								32.5		1.2									
30.7	32.3	17.0	17.4	5.3	5.3							24.8	22.8	4.9	3.8								
33.8		17.8		5.2								20.8		2.6									

Tabel 3

Lerjorder.			Vandkapacitet (Vand i pCt. af Tørjord)	Brusning med Syre	Reaktion	Azotobactervegetation	Fosforsyreindhold		Klorammiumopløselig		
Jordens	Jordens almindelige Beskaffenhed	pCt. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , opløselig i Saltsyre					mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> pr. Liter kulisyremættet Vand	CaO, pCt.	MgO, pCt.	CaO + MgO, pCt.	
Nr.		Mærke									
52	Gjerrild	Let Lermuld . . . . .	35.2	stærk	stærkt alkal.	4	0.061	3.30	0.506	0.022	0.528
53	Lou, Lolland	Ret muldfattig Lerjord . . . . .	41.3	meget stærk	stærkt alkal.	4	0.071	0.46	1.110	0.022	1.132
54	Baadesgaard, Søllested	Svær Lermuld . . . . .	35.5	svag	stærkt alkal.	4	0.084	2.15	0.749	0.027	0.776
55	Tjørnehoved, Allerslev	Meget svær Lermuld . . . . .	35.9	svag	stærkt alkal.	4	0.092	2.24	0.628	0.020	0.648

## Sandjorder.

56	D. G. U. 5	Sandmuld . . . . .	22.2	ingen	sur	0	0.048	0.68	—	—	—
57	Tylstrup	Sandmuld, meget finkornet . . . . .	33.0	ingen	sur	0	0.117	1.16	0.023	0.011	0.034
58	V. Hassing	Sandmuld, meget finkornet . . . . .	40.5	ingen	sur	0	0.099	1.10	0.106	0.021	0.127
59 <sup>1)</sup>	Ølstykke	Sandmuld . . . . .	28.9	ingen	sur	0	0.066	0.26	0.130	0.017	0.147
60	Lundgaard II	Let Sandmuld . . . . .	24.7	ingen	svagt sur	0	0.050	0.44	0.056	0.014	0.070
61	Askov Sandmark	Sandmuld . . . . .	20.2	ingen	svagt sur	0	0.069	1.80	0.049	0.013	0.062
62	Færøerne	Humusrig brunlig Sandjord . . . . .	124.2	ingen	svagt sur	0	0.778	0.62	0.136	—	—
63	Gørding S. H.	Meget let, graa Sandmuld . . . . .	27.9	ingen	svagt sur	0	0.021	0.24	0.220	0.008	0.228
64	Haverslev	Sandmuld . . . . .	33.4	ingen	svagt sur	0	0.066	0.54	0.220	0.016	0.236
65	S. P. F.	Let, mørkegraa Sandjord . . . . .	31.3	ingen	svagt sur	0	0.079	1.28	0.353	0.028	0.381
66	Hornum	Sandmuld . . . . .	25.6	ingen	svagt sur	0	0.078	1.79	0.101	0.004	0.105
67	Aalsø	Sandmuld . . . . .	31.3	ingen	neutr. sv. sur	0	0.094	1.18	—	—	—
68	Grindsted	Let, grovkornet, mørkegraa Sandj.	28.6	ingen	neutr. sv. sur	0	0.037	0.66	0.101	0.0	0.101



Tabel 3

Sandjorder.			Vandkapacitet (Vand i pCt. af Tørjord)	Brusning med Syre	Reaktion	Azotobactervegetation	Fosfor- syre- indhold			Klorammo- nium- opløselig		
Jordens		Jordens almindelige Beskaffenhed					pCt. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , op- løselig i Saltsyre	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> pr. Liter kulsyre-mættet Vand	CaO, pCt.	MgO, pCt.	CaO + MgO, pCt.	
Nr.	Mærke											
69 <sup>1)</sup>	Fedgaarden	Muldrig, mørkegraa Sandjord . . . . .	28.9	ingen	neutr. sv. sur	0	0.017	2.26	0.166	—		
70	Askov IIII	Let Sandmuld . . . .	25.6	ingen	neutr. sv. sur	0	0.082	2.14	0.115	0.014	0.129	
71	Skrold, Gandrup	Let, graalig Sand- jord . . . . .	36.2	ingen	neutr. sv. sur	0	0.064	0.64	0.112	0.023	0.135	
72	Gaaser, Gandrup	Let, graalig Sand- jord . . . . .	33.4	ingen	neutr.	0	0.084	2.22	0.131	0.021	0.152	
73	Skovsgaard, Hørby	Ret muldrig, meget finkornet Sandjord	38.9	ingen	neutr.	0	0.068	1.72	0.498	0.029	0.527	
74	Bregentved	Let Sandmuld . . . .	33.7	ingen	neutr.	0	0.075	1.09	0.239	0.021	0.260	
75	Thustrup, Skørping	Finkornet Sandjord	40.5	ingen	neutr.	0	0.123	2.72	0.265	0.027	0.293	
76	Enslev, Gerlev	Meget finkornet Sandjord . . . . .	36.6	ingen	neutr.	0— 1	0.094	1.84	0.292	0.018	0.310	
77	Studsgaard	Let, graalig Sand- muld . . . . .	28.2	ingen	neutr.	1	0.056	0.74	0.251	0.010	0.261	
78	Mejgaard	Sandmuld . . . . .	36.2	ingen	neutr.	3	0.070	1.00	0.120	0.026	0.146	
79	Askov Sand- mark, G 2	Sandmuld . . . . .	20.2	meget svag	neutr.	3	0.032	1.16	0.202	0.008	0.210	
80	Elkenøre	Meget let, ret grov- kornet Sandjord, daarlig formuldet	52.0	ingen	neutr.	4	0.048	1.80	0.223	0.021	0.244	
81	Toftegaard, Gaaser	Let graalig Sand- muld . . . . .	41.7	meget svag	neutr.	4	0.098	4.34	0.308	0.042	0.350	
82	Thorsø, Grenaa	Let Sandmuld . . . .	28.9	ingen	neutr.	4	0.072	2.94	0.188	0.018	0.205	
83	Hagestedgd., Maarsø	Meget muldfattig og meg. finkorn. Sandj.	29.9	ingen	neutr.	4	0.070	1.04	0.236	0.022	0.258	
84	Skindbjerg II	Let Sandmuld . . . .	32.0	meget svag	neutr. sv. alk.	3	0.085	3.22	0.231	0.022	0.253	
85	Skindbjerg I	Sandmuld . . . . .	32.6	ingen	neutr. sv. alk.	4	0.064	0.92	0.219	0.018	0.237	



Tabel 3

Sandjorder.			Vandkapacitet (Vand i pCt. af Torjord)	Brusning med Syre	Reaktion	Azotobactervegetation	Fosfor- syre- indhold		Klorammo- nium- opløselig		
Nr.	Mærke	Jordens almindelige Beskaffenhed					pCt. $P_2O_5$ , op- løselig i Saltsyre	mg $P_2O_5$ pr. Liter kulsyreemættet Vand	CaO, pCt.	MgO, pCt.	CaO + MgO, pCt.
86	Enslevgaard, Grenaa	Ret muldrig Sand- jord . . . . .	37.8	stærk	sv. alk.	4	0.095	4.48	0.924	0.025	0.949
87	Fladsaagaard, Næstved	Let, ret grovkornet Sandjord . . . . .	36.3	svag	sv. alk.	4	0.150	2.42	0.729	0.023	0.752
88	Aastrup	Muldrig Sandjord .	43.4	ret stærk	alkal.	4	0.095	2.34	0.646	0.029	0.675
89	Petersdal, Kastrup	Muldrig, ret grov- kornet Sandjord .	32.6	stærk	alkal.	4	0.143	12.24	0.521	0.029	0.550
90	Gjerrild	Ret muldrig Sand- jord . . . . .	36.2	stærk	alkal.	4	0.114	8.46	0.500	0.020	0.520
91	Teglværksgd., Jyderup	Let, muldfattig Sandjord . . . . .	30.6	ret stærk	alkal.	4	0.081	1.61	0.332	0.013	0.345
92	Mørkøv	Meget let, grov- kornet Sandjord .	32.6	ret stærk	alkal.	4	0.075	1.75	0.435	0.012	0.447
93	Trustrup Tegl- og Kalkværk	Sandmuld . . . . .	32.6	meget stærk	stærkt alkal.	4	0.083	2.54	0.567	0.018	0.585
94	Hulemosegd., Nyraad	Muldfattig, meget finkornet Sandjord	25.6	stærk	stærkt alkal.	4	0.054	1.55	0.406	0.016	0.422
95	Thisted Mark	Ret muldrig Sand- jord . . . . .	44.5	ret stærk	stærkt alkal.	4	0.110	2.74	0.693	0.025	0.718

er der givet Eksempler paa en Række typiske Omsætningskurver.

Tabellen giver ingen sikre Oplysninger om Aarsagerne til de fundne Forskelligheder. At disse ikke kan søges i Jordernes forskellige fysiske Beskaffenhed, fremgaar af, at der baade mellem lette Sandjorder og svære Lerjorder findes Eksempler paa saavel meget ringe som meget kraftig Omsætningsevne. Større Sammenhæng er der mellem Jordens Reaktion, og særlig dens Stødpudeindhold, og Omsætningsevnen, idet de Jorder, der har en betydelig Stødpudevirkning i Nærheden af eller over Neutralpunktet, d. v. s. er i Besiddelse af Evne til at foranledige Azotobacterudvikling i den »podede« kalkfrie Mannit-





Betydning for Mannitomsætningen. Holder vi os til de Jorder, der absolut ikke indeholder basiske Stoffer, nemlig de udpræget surt reagerende, vil man bemærke, at disse med en enkelt Undtagelse, nemlig Jorden fra Færøerne (Nr. 62), der med lige saa stor Ret kan henregnes til Humusjorderne som til Mineraljorderne, (se Side 31), er i Besiddelse af en forholdsvis ringe mannitomsættende Evne, og et vist Stødpudeindhold til Optagelse af

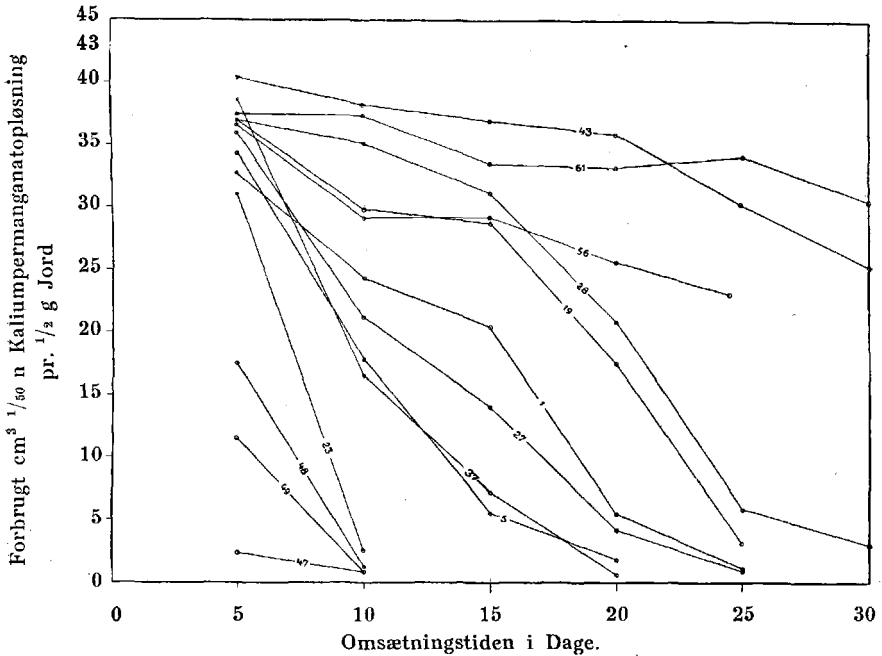


Fig. 3. Typiske Omsætningskurver. »Podede« Kulturer.  
 (Det oprindelige Mannitindhold i Jorden svarer til et Forbrug af  
 ca. 43 cm<sup>3</sup> 1/50 n Kaliumpermanganatopløsning.)  
 Numrene svarer til de i Tabel 3 anførte.

de ved Omsætningen dannede frie Syrer synes saaledes at være en Betingelse for en hurtig Mannitomsætning i Mineraljorderne.

Af Forfatterens tidligere Undersøgelser (l. c. 1914) over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse paa forskellige Stofomsætninger i Jorden fremgik det, at det særlig var dennes Indhold af Fosforsyre i en for de paagældende Mikroorganismer tilgængelig Form, der var bestemmende for Omsætningshastigheden, og for nærmere at belyse denne Faktors Indflydelse

paa Mannitomsætningen under de ved denne Undersøgelse givne Forhold, er der for de fleste af Jordprøvernes Vedkommende foretaget Bestemmelser af Indholdet af Fosforsyre i saltsyreopløselige og kulsyreopløselige Forbindelser. Desuden er der foretaget Bestemmelse af Jordens Indhold af Kalk og Magnesia i klorammioniumopløselige Forbindelser.

Fremgangsmaaden ved disse Bestemmelser har været følgende:

Fosforsyre i saltsyreopløselige Forbindelser. 37.5 g lufttør Jord koges med 75 cm<sup>3</sup> 20 pCt. Saltsyre i 1 Time under Tilbage-svaling. Efter endt Kogning bringes Kolbens Indhold over i 1/4 l Maalekolbe, der fyldes op til Mærket med destilleret Vand. Af Filtratet benyttes 25 cm<sup>3</sup> til Analysen, der gennemføres paa almindelig Maade. Saavel ved denne Bestemmelse som ved den nedenfor omtalte Bestemmelse af Fosforsyre i kulsyreopløselig Form er anvendt den direkte Molybdænmetode (Vejning af det gule Bundfald efter svag Glødning i Platin-Goochdigel).

Fosforsyre i kulsyreopløselige Forbindelser. Ved denne Undersøgelse er der i Hovedsagen gaaet frem efter den af *Mitscherlich*<sup>1)</sup> angivne Fremgangsmaade for Bestemmelse af Mætningskoncentrationen af P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i kulsyremættet Vand som Udtryk for Jordfosforsyrens Opløselighed<sup>2)</sup>. Forholdet mellem Jord og destilleret Vand har været som 1:5, og der er sædvanlig benyttet 300 g lufttør Jord og 1 1/2 l Vand. Blandingen henstod under stadig Kulsyretilledning i 24 Timer. Omrøring fandt Sted i ca. 12 Timer (foregik ikke om Natten). Opløsningsprocessen foregik ved almindelig Stuetemperatur undtagen i de sidste 6 Timer, da Temperaturen var 30° C. Kulsyretilledning fandt ogsaa Sted under Filtreringen, der med Benyttelse af Vandluftpumpen foregik gennem Pukallske Lerceller. Til hver Analyse benyttedes 500 cm<sup>3</sup> Filtrat, der straks overførtes i Jena-Bægerglas og inddampedes paa Sandbad. Efter Inddampning til et Rumfang af 10–15 cm<sup>3</sup> føres Vædske og Bundfald kvantitativt under Anvendelse af 2 × 4 cm<sup>3</sup> konc. Salpetersyre over i en Kwartsskaal, og Vædsken inddampes nu paa Vandbad. Naar Salpetersyren er afdampet, til-

<sup>1)</sup> Se *E. A. Mitscherlich* und *Wilh. Simmermacher*: Zur Düngemittelanalyse. Landwirtsch. Jahrbücher 1912, Bd. XLJII, Side 405.

<sup>2)</sup> De Værdier, der ved denne Bestemmelse fremkommer for Jordvædskens Næringsstofkoncentration (i dette Tilfælde Fosforsyrekoncentrationen), kan i nogen Grad sammenlignes med de ved den almindelige Bestemmelse af Jordvædskens Brintionkoncentration fundne Værdier. I begge Tilfælde er der jo nemlig, ligesom f. Eks. ved Gødningsforsøg, kun Tale om Bestemmelse af en øjeblikkelig Tilstand og ikke om en Bestemmelse af de absolute Mængder, hvori de paagældende Forbindelser forefindes i Jorden.

sættes for de kalkfattige Ekstrakters Vedkommende (og bedst i alle Tilfælde) nogle Draaber mættet Sodaopløsning, og efter at Inddampningen er helt afsluttet, anbringes Kwartsskaalene paa et til dette Brug særlig konstrueret Stativ (en Jærnskaerm, forsynet med 3 Tappe, der bærer Skaalen) og ophedes over en 7-Blus Bunsenbrænder i 20 Minutter. Nu tilsættes 10 cm<sup>3</sup> 10 pCt. Salpetersyre; der opvarmes til Kogning og tilsættes yderligere 20 cm<sup>3</sup> Vand. Efter Omrøring filtreres gennem et tørt Filter, hvorefter 25 cm<sup>3</sup> afmaales og fældes (ved en Temperatur af ca. 50° C.) med 25 cm<sup>3</sup> Ammoniummolybdatopløsning. Filtrering af det gule Bundfald finder tidligst Sted efter to Dages Henstand.

Klorammoniumopløselig Kalk og Magnesia. Bestemmelsen af klorammoniumopløselig Kalk er foregaaet efter den af Forf. tidligere<sup>1)</sup> skildrede *Meyerske* Metode. Bestemmelsen af Magnesia er efter den almindelig anvendte Fremgangsmaade foretaget i Filtraterne fra Kalkfældningerne.

Nogen Sammenhæng mellem Jordens Indhold af Fosforsyre i saltsyreopløselige Forbindelser og Mannitomsætningens Hastighed kan ikke paavises, hvorimod Resultaterne — naar man ser bort fra Gruppen af ikke basiske Jorder (0 Azotobactervegetation), hvor Betingelserne for Mannitomsætningen jo som foran nævnt i det hele taget er daarlige — afgjort viser hen til, at de Jorder, der udviser den største Mætningskoncentration af P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i kulsyremættet Vand, gennemgaaende ogsaa er i Besiddelse af den kraftigste mannitomsættende Evne.

Inden for Gruppen af ikke kalktrængende Jorder (hvorved, som tidligere nævnt, forstås de Jorder, som er i Stand til at foranledige Azotobacterudvikling i den »podede« kalkfrie Mannitopløsning [Azotobacterprøven]), der med Hensyn til Reaktion og Indhold af Stødpuder maa antages at yde gode Betingelser for en hurtig Mannitomsætning, er — med et Par enkelte Undtagelser blandt de neutralt eller tilnærmelsesvis neutralt reagerende Jorder — de Jorder, der har afgivet over 1.2 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pr. Liter kulsyremættet Vand, i Besiddelse af en kraftig mannitomsættende Evne (tilnærmelsesvis Afslutning af Omsætningen inden Udløbet af 10 Dage) i de »podede« Kulturer, medens paa den anden Side de Jorder, der ikke har afgivet over 0.5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pr. Liter, er i Besiddelse af en ringe mannitomsættende Evne.

<sup>1)</sup> Harald R. Christensen og O. H. Larsen: Undersøgelser over Jordens Kalktrang. Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, 17. Bd., S. 430—31.

Inden for disse Grænseværdier kan der ikke paavises nogen nærmere Sammenhæng mellem Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  og Omsætningshastigheden. For de udpræget alkalisk reagerende Jorders Vedkommende synes dog de nævnte Grænseværdier at ligge inden for et betydeligt snævrere Omraade, idet der her i alle Tilfælde er indtraadt en hurtig Mannit-sønderdeling i de »podede« Kulturer, naar Mætningskoncentrationen overstiger 0.50 mg  $P_2O_5$  pr. l. — Til den ene af Undtagelserne fra den foran nævnte Regel, Jord Nr. 37 fra Slangerup, der trods et saa forholdsvis betydeligt Indhold som 1.58 mg  $P_2O_5$  pr. Liter kulsyremaattet Vand, først har afsluttet Mannitomsætningen efter 20 Dages Forløb, saa vel som til specielle Undersøgelser over Fosforsyrens Indflydelse paa Mannitomsætningens Forløb, vil der senere blive Lejlighed til at vende tilbage.

Alt i alt maa de foreliggende Resultater afgjort siges at tyde hen paa, at naar de ikke kalktrængende Jorder (med Azotobactervegetation) og specielt de udpræget alkalisk reagerende Jorder gennemgaaende er i Besiddelse af en betydelig kraftigere mannitomsættende Evne end de kalktrængende Jorder (ingen Azotobactervegetation), beror dette foruden paa Forskellen i Stødpudeindholdet utvivlsomt ogsaa for en væsentlig Del paa, at de førstnævnte Jorders Indhold af Fosforsyre i let opløselige og for de paagældende Mikroorganismer tilgængelige Forbindelser er betydeligt større end de sidstnævntes. Et særligt talende Vidnesbyrd om Fosforsyrens Indflydelse paa Mannitomsætningens Hastighed faar man ved at betragte de ved Anvendelse af Jord Nr. 43 opnaaede Resultater. Denne Jord, der, som nærmere omtalt Side 41, stammer fra en Parcel i Askov Forsøgsstations Lermark (Forsøget med Staldgødning og Kunstgødning), der har henligget ugødet i 26 Aar, er den eneste af de udpræget alkalisk reagerende Jorder, som har foranlediget en meget langsom Mannit-sønderdeling, og, som det fremgaar af Tabel 3, er Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  i Kulsyreekstrakten ogsaa yderst ringe (0.26 mg pr. l)<sup>1)</sup>. Men for

<sup>1)</sup> Et Omsætningsforsøg, der med samme Jordprøve blev foretaget ca. 12 Maaneder senere, er i denne Forbindelse af ikke ringe Interesse. Jorden havde under denne Tid henstaaet i lufttør og pulveriseret Tilstand i en Glaskrukke, opstillet i Laboratoriets Opbevaringsrum. Omsætningsforsøget udførtes med »podede« Kulturer. Det viste sig nu, at Mannitomsætningen

øvrigt viser det sig, at flere af de ikke kalktrængende Jorder og, som netop nævnt særlig de udpræget alkalisk reagerende Jorder, ved en forholdsvis ringe Mætningskoncentration af  $P_2O_5$  i Kulsyrestrakten har været i Stand til at foranledige en hurtig Mannitomsætning.

For enkelte af de lerede Jorders Vedkommende er det iagttaget, at der nogle Dage (sædvanlig 3—6) efter Omsætningsforsøgets Paabegyndelse optraadte slimede Azotobacterbelægninger, og et nærmere Eftersyn viste da som Regel, at hele Jordmassen var gennemtrængt af disse Belægninger, der kunde medføre, at Jorden fik en klæbrig Konsistens. En saadan makroskopisk Azotobacterudvikling i Jorden synes, som omstaaende Sammenstilling (Side 31) viser, at forudsætte et forholdsvis betydeligt Indhold af let opløselige Fosforsyreforbindelser.

forløb væsentlig hurtigere end første Gang. Resultaterne er sammenstillede i nedenstaaende Oversigt:

	mg $P_2O_5$ pr. l kulsyremættet Vand	Værdier for Mannitomsætningen					
		5 Dage	10 Dage	15 Dage	20 Dage	25 Dage	30 Dage
Omsætningsforsøg 1919	0.26	40.4	38.1	36.8	35.9	30.3	25.3
— 1920	0.85	36.0	22.9	6.2			

Som det vil ses, er Jordfosforsyrens Opløselighed betydelig større i den opbevarede end i den forholdsvis friske Jordprøve, og i Henhold til de foran omtalte Undersøgelser vil det være rimeligt at antage, at det er denne Omstændighed, der er Hovedaarsagen til den hurtigere Mannitomsætning. Det Forhold, at en længere Tids Henliggen af Jorden i lufttørret Tilstand synes at kunne betinge en forøget Opløselighed af Jordfosforsyren, er af ikke ringe Interesse, og ved Jordbundsundersøgelsen vil det være nødvendigt at tage Hensyn hertil. I øvrigt har tidligere Undersøgelser af *O. Rahn*\*) over Lufttørringens Indflydelse paa Jordbundens biologiske Aktivitet vist, at Indtørringen i betydelig Grad har forøget denne, og med Henblik paa Fosforsyrens meget betydningsfulde Indflydelse paa de forskellige biologiske Stofomsætninger, tør det vel betegnes som sandsynligt, at denne Forøgelse i væsentlig Grad har været betinget af Lufttørringens Indflydelse paa Jordfosforsyrens Opløselighed. Forskellige Undersøgelser (se f. Eks. *J. König* og *J. Hasenbäumer*\*\*) viser da ogsaa, at Jordens Indtørring forøger Opløseligheden af forskellige Stoffer i denne.

\*) *Otto Rahn*: Bakteriologische Untersuchungen über das Trocknen des Bodens. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. 20, 1908, Side 38.

\*\*) *J. König* og *J. Hasenbäumer*: Die Bedeutung neuere Bodenforschungen für die Landwirtschaft. Landwirtschaftliche Jahrbücher, Bd. LV, 1920, S. 185.

Jord Nr.	Reaktion	Kloram- monium- opløselig CaO	pCt. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> i saltsyreopl. Forb.	Mætnings- koncentra- tion af P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> i Kulsyre- ekstrakten, mg pr. l	Mannitom- sætningen i de »podede« Kulturer, afsluttet efter
18 (Tabel 3)	neutral	0.21	0.144	8.70	5 Dage
29 ( — )	—	0.27	0.118	4.86	5 —
31 ( — )	—	0.27	0.087	1.44	5 —
33 ( — )	—	0.39	0.114	2.38	5 —
44 ( — )	alkalisk	0.41	0.177	10.00	5 —
9 ( — 5)	—	0.58	0.137	1.10	5 —
10 ( — )	—	0.52	0.123	3.34	5 —
a ( <sup>1</sup> )	—	0.37	0.062	2.16	10 —
b ( <sup>1</sup> )	—	0.26	0.112	6.52	5 —

Muligvis har ogsaa enkelte andre af de undersøgte Jorder fremvist den nævnte Azotobacterbelægning, idet der ikke fra Undersøgelsens Paabegyndelse er udført systematiske Iagttagelser vedrørende dette Forhold. — Ved de senere omtalte Undersøgelser (se Side 33) med direkte Tilførsel af en rigelig Mængde Fosfater optraadte denne Azotobacterbelægning hyppigt i »Fosfat-Skaalene«, men derimod aldrig i de Skaale, der ikke var tilført Fosfater. Azotobacterbelægning i Jorden under de ved de almindelige Omsætningsforsøg givne Forhold kan da aabenbart betragtes som en kvalitativ biologisk Fosforsyre-reaktion, der kan være særdeles vejledende ved Vurderingen af Jordens Indhold af let opløselige Fosforsyreforbindelser, men paa den anden Side er det dog sandsynligt, at der for Fremkomsten af en synlig Azotobacterbelægning udkræves et betydeligt større Indhold af disse Forbindelser, end der medgaar til at dække de almindelige Afgrøders Fosforsyretang.

For de mere eller mindre surt reagerende Jorders og navnlig de sure Lerjorders Vedkommende kan der ikke paa-vises nogen Sammenhæng mellem Variationerne i Mætningskoncentrationen af P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i Kulsyreekstrakterne og Mannitom-sætningens Hastighed, idet disse Jorder med et Par enkelte Undtagelser mellem Sandjorderne altid omsætter Mannitten temmelig langsomt.

Disse Undtagelser er de to humusrige Sandjorder Nr. 62 (Færøerne) og Nr. 69 (Fedgaarden), der med lige saa stor Ret kan henregnes til Humusjorder som til Mineraljorder. Meget tyder i øvrigt hen paa, at Humusjorderne udviser et væsentligt andet Forhold over

<sup>1</sup>) Disse Jorder hører til en anden Undersøgelsesserie og findes derfor ikke opførte i nogen af nærværende Afhandlings Tabeller.

for Mannitomsætningen end Mineraljorderne, saaledes at de indeholder en forholdsvis stor Mængde kulsyreopløselige Fosforsyreforbindelser. Til dette Forhold, der maa gøres til Genstand for specielle Undersøgelser, vil der ventelig en anden Gang blive Lejlighed til at vende tilbage.

Hvad endelig angaar Forholdet mellem Jordens Indhold af »klorammoniumopløselig Kalk« og Mannitforgæringens Forløb, synes dette i Hovedsagen at svare til det for Jordreaktionen omtalte, idet det viser sig, at de kalkrige Mineraljorder, der i Almindelighed er alkaliske, er i Besiddelse af en kraftigere mannitomsættende Evne end de kalkfattige, der jo for en stor Del forefindes mellem de surt reagerende Jorder. At et betydeligt Indhold af Næringsstoffet Calcium ikke kan ophæve den hæmmende Virkning, som Mangel paa basiske Stoffer i Jorden udøver paa Mannitomsætningen, bærer Resultaterne flere Vidnesbyrd om, og særlig tydelig er dette Forhold traadt frem ved Undersøgelsen af Jord Nr. 73 (Skovsgaard), der trods et forholdsvis stort Kalkindhold og en ret betydelig Mætningskoncentration af  $P_2O_5$  i Kulsyreekstrakten, kun er i Besiddelse af en ret ringe mannitomsættende Evne. — Mellem Jordens Indhold af »klorammoniumopløselig Magnesia« (der for øvrigt varierer inden for langt snævrere Grænser end Indholdet af klorammoniumopløselig Kalk) og dens Evne til Mannitsønderdeling kan der derimod ikke paavises nogen Sammenhæng, hvad der sandsynligvis maa forklares ved, at der ikke bestaar nogen Relation mellem Magnesiaindholdet og Jordreaktionen (se Tabel 6, Side 52).

Som det vil ses af Tabellen, er Mannitomsætningen gennemgaaende forløbet noget hurtigere i de »podede« end i de »upodede« Kulturer, og kun ganske undtagelsesvis er Forholdet omvendt (som ved Jord Nr. 68). Ved enkelte af Jorderne (15, 32, 40 og 67) er Forskellen ret fremtrædende, vel et Udtryk for, at Ændringerne i disse Jorders mikrobiologiske Tilstand ikke har holdt Skridt med stedfundne Ændringer i den kemiske Tilstand, eller m. a. O., at der endnu ikke er opnaaet Ligevægt mellem Jordens kemiske og mikrobiologiske Tilstand. Men i de allerfleste Tilfælde er Forskellen udlignet efter 1 à 2 Perioders Forløb, et Forhold der viser, at de fleste dyrkede Mineraljorder indeholder tilstrækkelig af mannitsoenderdelende Mikrober for Opnaaelsen af en tilnærmelsesvis maksimal Søn-



derdelingshastighed, og at de ved Undersøgelsen paaviste Forskelligheder i de mineralske Jorders mannit-sønderdelende Evne saaledes overvejende maa være betinget af Forskelligheder med Hensyn til deres kemiske S sammensætning.

Til nærmere Belysning af Arten af de kemiske Faktorer, der her gør sig gældende, er foretaget de i Tabel 4 refererede Undersøgelser, der er udførte efter en lignende Plan som Forfatterens tidligere Undersøgelser (l. c. 1914) over Pepton- og Cellulosesønderdeling. Til Forsøgene anvendtes Jordprøver, som ved foregaaende Undersøgelser havde vist sig i Besiddelse af en forholdsvis ringe mannitomsættende Evne. Undersøgelse-ernes Udførelse fremgaar i øvrigt af Tabellen. Der anvendtes udelukkende »podede« Kulturer.<sup>1)</sup>

Resultaterne af denne Undersøgelse viser, at det særlig er Jordens Indhold af basiske Kalkforbindelser og af Fosforsyreforbindelser, der er bestemmende for den Hastighed, hvormed Mannitomsætningen forløber. Som tidligere fremhævet af Forf. (l. c. 1914) ved Omtalen af Undersøgelserne vedrørende Cellulosesønderdeling, kan den kulsure Kalk tænkes at fremme Stofomsætningen paa fire forskellige Maader, nemlig 1) ved direkte at virke som Kalknæring for de medvirkende Mikrober, 2) ved at virke reaktionsændrende og 3) syremættende (Stødpudevirkningen) samt 4) ved at bringe visse af Jordens tungt opløselige Plantenæringsstoffer over i en for de paagældende Mikroorganismer tilgængelig Form. Medens det af Undersøgelserne over Betingelserne for Cellulosesønderdeling i Mineraljorder fremgik, at den førstnævnte Virkning ikke har været af nogen Betydning for denne Proces, der forløb lige saa hurtigt ved Anvendelse af sekundært Kaliumfosfat ( $K_2HPO_4$ ) som ved Anvendelse af dette Fosfat i Forbindelse med kulsur Kalk, tyder de her foreliggende Undersøgelsesresultater hen paa, at selve Calcium-

<sup>1)</sup> Det maa bemærkes, at en Del af disse Undersøgelser, f. Eks. de med Jorden fra Lundgaard udførte, er foretagne inden Analyseringsmetodikken var tilstrækkelig udarbejdet, og i denne Omstændighed maa man søge Forklaringen paa, at de fundne Værdier for Indholdet af »Organisk Stof« efter Afslutningen af en Periode kan være større end i en forudgaaende Periode, et Tilfælde, der ikke er indtruffet siden den forbedrede Analysemetode blev bragt i Anvendelse. Til Orientering i de stillede Spørgsmaal var de fremkomne Resultater imidlertid tilstrækkelig vejledende og er derfor medtagne her.

Tabel 4. Forskellige Stoffers Indflydelse paa

Jordens Mærke og Nr.	Jordens almindelige Beskaffenhed	Brusning med Syre	Reaktion	Azotobactervegetation	Tilsætning <sup>1)</sup>
<i>Forlev (1917)</i> (Nr. 26, Tabel 3)	Ret svær Lermuld	ingen	neutral	4	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + KCl..... CaCO <sub>3</sub> + KCl + CaHPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .....
<i>Strøby</i> (Nr. 21, Tabel 3)	Svær Lermuld	ingen	neutral	3	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + KCl..... CaCO <sub>3</sub> + KCl + CaHPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .....
<i>Askov</i> (Nr. 8, Tabel 3)	Lermuld	ingen	svagt sur	0	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... CaHPO <sub>4</sub> ..... K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .....
<i>Askov (B 3)</i> (Nr. 43, Tabel 3)	Lermuld	meget svag	alkalisk	4	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + KCl..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> + KCl..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> + KCl + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ..... CaHPO <sub>4</sub> ..... K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .....
<i>Stangerup (1917)</i> (Nr. 37, Tabel 3)	Lermuld	meget svag	svagt alkalisk	4	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> + KCl..... CaCO <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .....

<sup>1)</sup> Af de enkelte Stoffe er anvendt følgende Mængder pr. Skaal (75 g Jord): 0.75 g CaCO<sub>3</sub>, 0.30 g CaHPO<sub>4</sub>, 0.15 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 0.113 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> og 0.075 g KCl.

## Mannitomsætningen i Jord. (»Podede Kulturer«.)

Indhold af »Organisk Stof«, udtrykt ved Forbruget af  $\text{cm}^3 \frac{1}{50}$  n Kaliumpermanganatopløsning pr.  $\frac{1}{2}$  g tør Jord efter: (Antal Dage)

5 Dage			10 Dage			15 Dage			20 Dage			25 Dage			30 Dage		
Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel
34.3	30.3	32.3	26.3	27.5	26.9	26.3	22.4	24.4	19.1	22.4	20.8	15.6	14.5	15.1			
32.8	26.9	29.9	10.9	1.0	6.0	1.1	1.0	1.1									
30.3	24.5	27.4	9.9	1.1	1.0												
34.5	31.9	33.2	10.6	1.0	5.8												
30.5	34.4	32.5	0.9	1.2	1.1												
28.6	30.1	29.4	0.6	1.1	0.9												
27.9	29.1	28.5				15.4	0.8	8.1	6.3	(0.8)	3.8						
32.3	30.9	27.1	29.1	28.1	28.6	27.4	26.8	27.1	14.8	13.4	14.1	1.1	3.6	2.4			
13.7	22.5	18.1	0.9	0.4	0.7												
1.1	1.1	1.1															
10.4	15.5	13.0	0.6	0.3	0.5												
1.2	0.9	1.1															
1.2	0.6	0.9															
19.9	22.4	21.2	13.2	21.9	17.6	15.2	24.2	19.7	7.2	6.5	6.9	5.8	1.5	3.7			
35.2	33.7	34.5	28.9	29.8	29.3	27.3	27.7	27.5	25.8	28.6	27.2	25.6	23.8	24.8	16.1	15.1	15.6
32.8	35.0	33.9	31.3	29.3	30.3	1.7	1.4	1.6									
29.1	28.5	28.8	1.5	0.8	1.2												
27.0	13.4	20.2	1.9	1.2	1.6												
34.1	35.5	34.8	32.3	30.9	31.6	27.2	21.6	24.4	19.4	13.7	16.6	1.1	0.7	0.9			
32.9	33.7	33.3	32.0	29.6	30.8	28.3	23.9	26.1	21.4	15.2	18.3	11.1	5.3	8.2	1.5	1.3	1.4
35.6	35.4	35.5	(23.8)	(26.3)	<sup>2)</sup>	30.4	31.4	30.9	21.8	19.0	20.4	9.0	12.6	10.8	1.1	0.8	1.0
39.5	39.5	39.5	36.5	35.7	36.1	29.6	24.9	27.3	18.3	12.9	15.6	10.7	4.2	7.5			
38.3	39.8	39.1	36.4	37.1	36.8	21.6	28.1	24.9	8.1	15.6	11.9	2.7	3.5	3.1			
3.9	4.2	4.1															
39.1	39.0	39.1	36.8	37.9	37.4	27.3	31.2	29.3	17.5	20.3	18.9	9.7	10.3	10.0			
3.2	2.9	3.1															
1.2	1.3	1.3															
2.5	2.5	2.5															
2.3	2.3	2.3															
2.1	1.3	2.0															
4.3	3.9	4.1															
31.8	32.6	32.2	26.4	25.5	26.0	16.8	17.2	17.0	0.0	0.2	0.1						
27.7	31.0	29.4	24.2	23.7	24.0	15.5	16.4	16.0	0.0	0.0	0.0						
25.9	24.3	25.1	26.8	23.9	25.4	14.4	14.8	14.6	0.0	0.2	0.1						
30.9	28.6	29.8	25.2	28.0	26.6	24.3	25.6	25.0	6.4	6.1	6.3	0.1	0.3	0.2			
31.2	32.2	31.7	21.0	22.4	21.7	6.3	4.2	5.3	0.1	0.1	0.1						
32.9	29.3	31.4	23.1	20.4	21.8	6.1	3.9	5.0	0.3	0.1	0.2						

<sup>2)</sup> Da der ved denne Bestemmelse maa antages at være sket en eller anden grov Fejl, er Middeltallet ikke beregnet.

Tabel 4

Jordens Mærke og Nr.	Jordens almindelige Beskaffenhed	Bruning med Syre	Reaktion	Azotobactervegetation	Tilsætning
<i>Slangerup (1919)</i>	Lermuld	meget svag	svagt alkalisk	4	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....
<i>Lyngby I</i>	Let, ret muldfattig Lerjord	ingen	sur	0	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> .....
<i>Lyngby P.</i>	Muldfattig Lerjord	ingen	sur	0	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> .....
<i>Aakirkeby (Nr. 3, Tabel 3)</i>	Svær Lermuld	ingen	sur	0	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> .....
<i>Kildebrønde</i>	Ret svær Lermuld	ingen	svagt sur	0	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> .....
<i>Lundgaard II (Nr. 60, Tabel 3)</i>	Let Sandmuld	ingen	svagt sur	0	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... CaHPO <sub>4</sub> ..... K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .....
<i>Studsgaard (Nr. 77, Tabel 3)</i>	Let, graalig Sandmuld	ingen	neutral	1	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> + KCl .. CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> + KCl + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ..... CaHPO <sub>4</sub> ..... K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + KCl .. CaCO <sub>3</sub> + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .....
<i>Ølstykke (Nr. 59, Tabel 3)</i>	Sandmuld	ingen	sur	0	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> .....
<i>Blaahøj, Grindsted (Nr. 20, Tabel 5)</i>	Let, mørkegraa, muldrig Sandjord	ingen	svagt sur	0	Ingen..... CaCO <sub>3</sub> ..... CaCO <sub>3</sub> + CaHPO <sub>4</sub> .....

(fortsat).

Indhold af »Organisk Stof«, udtrykt ved Forbruget af $\text{cm}^3 \frac{1}{50} \text{ n}$ Kaliumpermanganatopløsning pr. $\frac{1}{2}$ g tør Jord efter: (Antal Dage)																	
5 Dage			10 Dage			15 Dage			20 Dage			25 Dage			30 Dage		
Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel	Skaal a	Skaal b	Middel
34.3 4.7 3.3	33.6 4.0 3.3	34.0 4.4 3.3	19.2	21.6	20.4	6.8	6.7	6.8	3.0	2.4	2.7						
32.6 31.3 32.1	38.6 31.4 31.5	35.6 31.4 31.8	21.0 1.3 0.7	19.9 0.6 1.3	20.5 1.0 1.0	0.2	0.3	0.3									
38.5 36.9 35.2	38.5 37.8 36.3	38.5 37.4 35.8	38.2 32.9 5.2	32.1 28.5 4.9	35.2 30.7 5.1	22.3 18.2 1.9	22.5 0.2 2.2	22.4 9.2 2.1	7.9 2.7	5.2 (0.2)	6.6 1.5	4.3	2.3	3.3			
35.6 20.9 26.7	31.9 28.3 2.4	33.8 24.6 14.6	27.8 1.2 0.9	12.7 0.6 0.7	20.3 0.9 0.8	14.0	1.2	7.6									
38.9 7.2 5.9	38.5 3.0 6.6	38.7 5.1 6.3	32.3	32.5	32.4	23.6	23.1	23.4	15.1	17.8	16.5	10.1	8.8	9.5			
33.0 (29.9)	34.8 (32.9)	33.9 (31.4)	34.1 34.1	34.6 34.0	34.4 34.1	31.9 29.8	34.2 30.7	33.1 30.3	24.1 20.7	29.5 21.2	26.8 21.0	17.1 3.4	22.0 1.8	19.6 2.6	9.4	17.4	13.4
26.1 34.9 (29.6)	29.2 37.2 (29.5)	27.7 36.1 (29.6)	27.1 29.6 34.9	23.0 27.2 34.0	23.0 28.4 34.5	7.9 26.9 33.3	1.5 21.7 30.1	4.7 24.3 31.7	1.9 9.5 27.5	1.7 1.7 13.1	1.7 5.6 20.3	2.0 2.0 23.0	(1.7)	1.9 17.7	18.4	5.8	12.1
35.2 33.9	35.9 35.8	35.6 34.9	34.8 34.2	28.1 28.1	31.5 31.2	30.8 30.8	28.5 25.6	29.7 28.2	33.2 22.3	28.5 20.8	30.9 21.6	20.5 10.8	22.3 11.7	21.4 11.3	14.1	23.3	18.7
38.4 37.4 5.5 4.7 3.6 5.7	38.8 37.5 4.8 4.0 3.2 5.5	38.6 37.5 5.2 4.4 3.4 5.6	37.3 35.9	37.9 37.0	37.6 36.5	33.5 28.8	33.5 27.9	33.5 28.5	25.5 18.0	27.0 19.5	26.3 18.8	15.9 9.7	19.5 11.0	17.7 10.4			
38.7 39.0	38.7 39.5	38.7 39.3	35.9 33.9	36.2 34.1	36.1 34.0	34.4 27.8	35.1 27.1	34.8 27.5	32.0 9.0	29.7 4.0	30.9 6.5	24.6 3.1	13.7 (4.0)	19.2 3.6	12.9	4.5	8.7
41.1 40.4 5.8	40.2 39.6 5.0	40.7 40.0 5.4	39.1 37.1	39.5 35.8	39.3 36.5	39.0 33.3	40.0 31.6	39.5 32.5	39.3 29.6	39.4 29.6	39.4 29.6	38.8 25.4	38.7 23.6	38.8 24.5	38.2 15.9	35.3 13.7	36.3 14.8

Ionen er af væsentlig Betydning for de mannitomsættende Mikrobers Virksomhed, idet Anvendelse af tobasisk Kaliumfosfat, trods dettes Evne til at ændre Reaktionen i alkalisk Retning og dets Stødpudevirkning, gentagne Gange har medført en meget langsommere Sønderdeling af Mannitten end Anvendelse af dette Salt eller af Calciumfosfat i Forbindelse med kulsur Kalk. Særlig tydelig træder dette Forhold frem i Omsætningsforsøget med Anvendelse af den surt reagerende Sandjord fra Lundgaard, hvor Anvendelse af Kaliumfosfat alene ikke i mindste Grad har virket fremmende paa Mannitnedbrydningen. Ogsaa ved den surt reagerende Lermuld fra Askov og Sandjorden fra Studsgaard er Virkningen af  $K_2HPO_4$ , anvendt alene, ringe imod den Virkning, der er opnaaet ved at anvende dette Salt i Forbindelse med  $CaCO_3$ .

For øvrigt synes Kaliumfosfatet under visse Omstændigheder at kunne udøve en direkte hæmmende Indflydelse paa Mannitomsætningen, idet dette Stof, anvendt alene, ved Sandjorden fra Lundgaard har foranlediget en noget langsommere Omsætning, end der er opnaaet ved Anvendelse af den ublandede Jord, og selv sammen med kulsur Kalk kun har udøvet en forholdsvis ringe fremmende Indflydelse paa Mannitomsætningen. Det sure Kaliumfosfat har ved to af Jorderne (Askov og Lundgaard) virket paa lignende Maade som det sekundære Kaliumfosfat; ved Lundgaard-Jorden har det dog foranlediget en noget hurtigere Sønderdeling.

At imidlertid ogsaa den kulsure Kalks reaktionsændrende og syremættende Egenskaber under de givne Forhold kan være af væsentlig Betydning for Mannitomsætningens Hastighed fremgaar navnlig særdeles tydeligt af Undersøgelsen over de to kalktrængende Jorder (sur Reaktion og ingen Azotobactervegetation) fra Askov og Lundgaard, ved hvilke et Tilskud af kulsur Kalk til tobasisk fosforsur Kalk ( $CaHPO_4$ ), der dog i den anvendte Mængde maa antages at indeholde en for de paagældende Mikroorganismers maksimale Udvikling fuldt tilstrækkelig Mængde af Næringsstoffet Calcium, har virket stærkt fremmende paa Mannitomsætningen. Ved Jorden fra Lundgaard har den med Calciumfosfat alene blandede Jordportion næsten ikke omsat Mannitten hurtigere end den ublandede Jordportion og kun ved samtidig Anvendelse af kulsur Kalk og fosforsur Kalk er denne Proces fremskyndet i nogen væsentlig Grad.

Spørgsmaalet, om den kulsure Kalks fremmende Indflydelse paa Mannitsønderdelingen — i Lighed med, hvad Tilfældet var ved de foran nævnte Undersøgelser over Betingelserne for Cellulosesønderdeling — kan være betinget af dette Stofs Evne til at aktivere en Del af Jordens tungt opløselige Fosforsyreforbindelser lader sig, som Følge af de mannitomsættende Mikrobers særlige Krav til Næringsstoffet Calcium ikke sikkert besvare paa Grundlag af de her foreliggende Forsøgsresultater (sml. den i Afhandlingen: Studier over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse o. s. v., Side 501, givne Bevisførelse), men i Betragtning af den Sammenhæng, som den foran omtalte Undersøgelse over forskellige Jorders mannitomsættende Evne har vist mellem Mannitomsætningens Forløb og Jordens Indhold af Fosforsyre i kulsyreopløselige Forbindelser, maa det siges at være sandsynligt, at den meget stærkt fremmende Indflydelse, som kulsur Kalk, anvendt alene, i de fleste Tilfælde har udøvet paa Mannitomsætningen i de paa kulsyreopløselige Fosfater meget fattige Jorder, for en væsentlig Del har været betinget af denne Evne.

Det er muligvis ogsaa denne Evne hos Kalken til at virke aktiverende paa Jordens tungt opløselige Fosforsyreforbindelser, der ved denne Undersøgelse, hvor Fosfaterne i de fleste Tilfælde er givet som Tilskud til kulsur Kalk, har bevirket, at et direkte Tilskud af let opløselige Fosfater for flere af Jordernes Vedkommende kun i forholdsvis ringe Grad har faaet Lejlighed til at virke fremmende paa Mannitsønderdelingen. Men Resultaterne som Helhed, og navnlig de ved Undersøgelsen af Jorderne fra Lundgaard, Askov, Studsgaard og Grindsted opnaaede, viser dog tydeligt nok den store Indflydelse, som Tilstedeværelse af let opløselige Fosforsyreforbindelser udøver paa Mannitomsætningens Hastighed. Derimod har Tilførsel af Kali i Form af Klorkalium ikke virket fremmende paa Omsætningen, og da heller ikke  $K_2HPO_4$  i noget Tilfælde har foranlediget en væsentlig hurtigere Mannitnedbrydning end  $CaHPO_4$  alene eller i Forbindelse med  $CaCO_3$ , synes Kaliumionen at have været uden eller i hvert Fald kun af underordnet Betydning for denne Proces, og under alle Omstændigheder synes denne Faktor, hvad angaar Mannitomsætningen, aldrig at være i Minimum i Jorden. Til ganske tilsvarende Resultater med Hensyn til Kaliets Betydning for Stofomsæt-

ningen er Forfatteren (l. c. 1914) kommen ved sine Undersøgelser over Betingelserne for Cellulose- og Peptonnedbrydning i Jordbunden.

Maa det end gennem de refererede Undersøgelser siges at at være godtgjort, at Hurtigheden af Mannitomsætningen under de her givne Forhold i Hovedsagen er afhængig af Jordens Reaktion og Stødpudeindhold (dens Kalkindhold) samt Indhold af let opløselige Fosforsyreforbindelser, afgiver det foreliggende Materiale dog ogsaa Vidnesbyrd om, at der er andre Faktorer, som kan gøre sig gældende. F. Eks. viser det sig, at Tilførsel af  $\text{CaCO}_3 + \text{CaHPO}_4$ , der er den Kombination af de prøvede Stoffer, som i Almindelighed har vist den bedste Virkning, ikke fremmer Mannitnedbrydningen i lige høj Grad i de forskellige Jorder. Medens denne Tilsætning, f. Eks. ved Jorden fra Strøby, har foranlediget, at Omsætningen allerede er fuldbyrdet efter 5 Dages Forløb, er der i Jorden fra Lundgaard endnu efter 10 Dages Forløb en betydelig Mængde uomsat organisk Stof tilbage i Skaalen. Af særlig Interesse i denne Forbindelse er dog Omsætningsforsøget i Jorden fra Slangerup (1917). I denne Jord, der stammede fra de ugødede Parceller i et Gødningsforsøg, og hvis afvigende Forhold allerede er omtalt Side 29, har hverken Tilførsel af  $\text{CaCO}_3$  eller af dette Stof i Forbindelse med  $\text{CaHPO}_4$  virket fremmende paa Stofomsætningen, hvorimod dette i nogen Grad har været Tilfældet ved Anvendelse af  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ . At det i dette Tilfælde ikke er Kaliindholdet, der har været virksomt, synes at fremgaa af, at  $\text{KCl}$  som Tilskud til  $\text{CaCO}_3 + \text{CaHPO}_4$  har været uden Betydning. Ved et Omsætningsforsøg to Aar senere med en ny Jordprøve fra de samme Parceller (Tabel 4), var Mannitomsætningen ved Tilsætning af kulsur Kalk og Calciumfosfat imidlertid fuldstændig afsluttet allerede efter 5 Dages Henstand.

I Henhold til de foran meddelte Undersøgelsesresultater maatte der siges at være nogen Grund til at vente, at man gennem en Bestemmelse af Jordens mannitomsættende Evne kan faa Udtryk for dens Indhold af let opløselige og muligvis da ogsaa for Planterne tilgængelige Fosforsyreforbindelser, og til en første Orientering i dette for den praktiske Jordbundsundersøgelse betydningsfulde Spørgsmaal er der foretaget en



Undersøgelse af nogle Jorder, om hvis Fosforsyremangel aare-lange Markforsøg har givet Oplysninger. Men desværre er der her i Landet kun ganske enkelte Forsøg, der kan afgive Materiale for en saadan Undersøgelse, hvad der med Henblik paa saavel det foreliggende Arbejde som andre Arbejder, der til-sigter at udrede de enkelte Stoffers Betydning i Jordbunden, meget maa beklages.

Der er benyttet Materiale fra følgende Forsøg:

Jordprøverne 1—2 fra det fastliggende Forsøg med Staldgødning og Kunstgødning i Lermarken paa Askov Forsøgsstation (Mark B, Skifte 3). Jorden er en let, noget mørk Lermuld. Nr. 1 stammer fra Parceller, der har henligget ugødet siden 1893, og Nr. 2 fra de udelukkende med Superfosfat gødede Parceller, til hvilke der i Aarene 1893—1907 aarlig er tilført 170 og i de følgende Aar 190 Pd. 18 pCt. Superfosfat pr. Td. Ld. Prøveudtagningen fandt Sted i Efteraaret 1919.

En Sammenligning mellem Planteproduktionen paa de superfosfat-gødede og de ugødede Parceller, viser, til Trods for, at denne naturlig-vis er ret ringe, i begge Tilfælde, tydeligt, at Jorden i de sidstnævnte Parceller nu er udpræget fosforsyremanglende, og særlig er Fosforsyrevirkningen traadt tydelig frem i de sidste Aar, for hvilke Resultaterne endnu ikke er offentliggjorte<sup>1)</sup>.

Jordprøverne 3—4 fra det tilsvarende og paa samme Tid anlagte Forsøg paa Askov Forsøgsstations Sandmark. (Mark G. Skifte 2)<sup>1)</sup>. Let Sandmuld i gammel Kultur. Nr. 3 hidrører fra de ugødede og Nr. 4 fra de kun med Superfosfat gødede Parceller. Prøveudtagningen fandt Sted i Efteraaret 1918. Der er i dette Forsøg saa lidt som i andre Forsøg paa Askov Sandmark fremkommen noget Udslag for Tilførsel af Fosforsyregødning.

Jordprøverne 5—8 fra Askov Forsøgsstations Sandmark. Prøverne stammer fra et Forsøg med Kunstgødning til Lucerne, der i dets endelige Skikkelse blev anlagt i 1899. Jorden er som den foregaaende let Sandmuld i gammel Kultur. I Vinteren 1920 er der udtaget Jordprøver repræsenterende følgende Behandlingsmaader:

- a. Ugødet.
- b. 300 Pd. Thomasfosfat pr. Td. Ld. og Aar.
- c. 400 Pd. Kainit
- d. 400 Pd. Kainit + 300 Pd. Thomasfosfat pr. Td. Ld. og Aar.

<sup>1)</sup> En udførlig Redegørelse for Planerne for disse Forsøg samt for Resultaterne indtil 1910 findes i: *Fr. Hansen og Josef Hansen: Gødningsforsøg paa Forsøgsstationen ved Askov 1894—1910*. 71. Beretning fra Statens Forsøgs-virksomhed i Plantekultur. Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, 1913, 20. Bind, Side 345—539.

Af Gødningskalk (pulveriseret Kridt) er der, hver Gang Lucernen er udlagt paany, anvendt 4000 Pd. pr. Td. Ld., i alt 8000 Pd. Jordprøverne var dog ved Prøveudtagningen 1920 alle surt reagerende, og da sure Jorder i Henhold til de foran omtalte Undersøgelser i næsten alle Tilfælde omsætter Mannitten særdeles langsomt, er Omsætningsforsøgene gennemførte baade med og uden Tilsætning af kulsur Kalk (1 pCt. af Jordens Vægt). Medens Afgrøderne har vist stærke Udslag for Kalitilførsel, er der hverken i b- eller d-Parcellerne fremkommet noget Udslag for Tilførsel af Thomasfosfat.

Jordprøverne 9—10 fra et Udpiningsforsøg i Landbohøjskolens Undervisningsmark<sup>1)</sup>. Jorden er svær, muldrig Lerjord. Nr. 9 hidrører fra Parceller, der siden 1898 aarlig pr. Td. Ld. er gødet med 60 Pd. Kvælstof i Form af Chilisalpeter og 60 Pd. Kali (i Form af Kaliumsulfat) og som saaledes er søgt udpint for Fosforsyre, og Nr. 10 fra Parceller, der foruden den nævnte Kvælstof- og Kalimængde aarlig er tilført 40 Pd. Fosforsyre ( $P_2O_5$ ) i Form af 18 pCt. Superfosfat. Hele Forsøgsarealet blev før Forsøgets Paabegyndelse tilført 8000 Pd. kulsur Kalk pr. Td. Ld. Prøveudtagningen fandt Sted i Marts 1919. Forsøgets Resultater er endnu ikke publicerede, men endnu har der ikke kunnet iagttages nogen Virkning af Fosfattilførselen.

Jordprøverne 11—12 fra et Udpiningsforsøg paa Tysstoft Forsøgsstation (Forsøget vedrørende Bekæmpelse af Kløveraal). Svær, muldfattig Lerjord. Nr. 11 stammer fra Parceller, der siden 1913 gennemsnitlig pr. Aar og ha er gødet med 175 kg Chilisalpeter og 138 kg 37 pCt. Kaligødning og saaledes er søgt udpint for Fosforsyre, og Prøve 12 fra Parceller, der foruden de nævnte Gødningsstoffer i Gennemsnit pr. Aar og ha er tilført 200 kg 18 pCt. Superfosfat. Afgrøderne har givet meget tydelige Udslag for den i de ikke fosforsyregødede Parceller stedfundne Udpining for Fosforsyre. Forsøgsresultaterne er endnu ikke offentliggjorte. Prøveudtagningen fandt Sted i Oktober 1917.

Jordprøverne Nr. 13—16 fra et Forsøg paa Smakkebækgaard pr. Lundby (indsendt af Konsulent *Bakmann*, Lundby). Ret svær Lermuld. Forsøget blev anlagt Foraaret 1916 efter følgende Plan: a) Ugødet, b) Chilisalpeter, c) Chilisalpeter + Superfosfat, d) Chilisalpeter + Kaligødning og e) Chilisalpeter + Kaligødning + Superfosfat. I 1916 dyrkedes Hvede, i 1917 Byg, i 1918 Runkelroer, i 1919 Byg m. Udlæg og i 1920 Græs. Kunstgødningerne er anvendte jævnsides med den almindelig anvendte Staldgødningsmængde. (40 Læs Staldgødning til Byg forud for Hvede [1915] og 25 Læs Staldgødning til Runkelroer 1918), og Forsøget er derfor ikke noget Udpiningsforsøg i almindelig Forstand. Jorden er i Besiddelse af en høj Produktionsevne. I

<sup>1)</sup> Se *T. Westermann*: Oversigt over Benyttelsen af den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Undervisningsmark. Kjøbenhavn 1898.

de med Fosforsyre forsynede Parceller er i Aarene 1916, 1919 og 1920 anvendt 300 og i Aarene 1917 og 1918 234 kg Superfosfat pr. ha. Der er udtaget Jordprøve i b, c, d og e Parcellerne. Prøveudtagningen fandt Sted i November 1920.

Saavel i c- som i e-Parcellerne er der i alle Afgrøder, men dog særlig i de to Bygafrøder, konstateret en tydelig Virkning af den tilførte Fosforsyregødning. Forsøgsresultaterne er offentliggjorte i Beretningerne om Planteavlén paa Sjælland 1916—20.

Jordprøverne Nr. 17—18 fra et Forsøg hos Husmand *Hans Larsen*, Kalby pr. Olstrup, (indsendt af Konsulent *Bakmann*, Lundby). Lermuld. Forsøget er anlagt 1916 efter følgende Plan: a) Ugødet, b) Superfosfat, c) Superfosfat + Kaligødning, d) Superfosfat + Kaligødning + Chilisalpeter og e) Superfosfat + Chilisalpeter. I 1916 dyrkedes Byg, i 1917 og 1918 Græs, i 1919 Havre og i 1920 Runkelroer. Kunstgødningerne er ligesom i det foran nævnte Forsøg anvendt jævnsides med den almindelig anvendte Staldgødningsmængde (35 t Staldgødning og 12 t Ajle pr. ha til Runkelroer). Jorden er i Besiddelse af en høj Produktionsevne. I de med Fosforsyre forsynede Parceller er i 1917 og 1918 anvendt 311 kg, i 1919 400 kg og i 1920 200 kg 18 pCt. Superfosfat. Der er udtaget Jordprøver i a- og b-Parcellerne. Prøveudtagningen fandt Sted April 1921. Der har hidtil ikke kunnet konstateres nogen Virkning af Superfosfattilførselen. Forsøgsresultaterne er offentliggjorte i Beretningerne over Planteavlsarbejdet paa Sjælland 1917—20.

Jordprøve Nr. 19 fra et Forsøg i Ølstykke (Frederiksborg Amt) hos Proprietær *Th. Thygesen*, Frøgaard. Sandmuld. Jordprøven stammer fra et Areal, hvor der i 1918 udførtes et Forsøg med Anvendelse af Superfosfat til Kaalroer (gødet med 20 t Staldgødning pr. ha), og med det Resultat, at dette Gødningsmiddel, anvendt i en Mængde af 300 kg pr. ha og som Tilskud til 200 kg Norgesalpeter og 150 kg Kaligødning pr. ha, forøgede Kaalroeudbyttet med 100 hkg pr. ha, svarende til et relativt (procentisk) Merudbytte af 15. Anvendt som Tilskud til Chilisalpeter forøgede Superfosfatet Udbyttet med 68 hkg Roer. I Foraaret 1919 tilførtes det paagældende Jordstykke 200 kg Superfosfat pr. ha, og i 1920 udtoges der Jord tæt uden for Forsøgsstykket til Brug ved et paa Landbohøjskolen af Professor *N. Bjerrum* udført sammenlignende Forsøg (i Kar) med forskellige Fosfater. I dette Forsøg, hvor Byg benyttedes som Forsøgsafgrøde, fremkom der ligeledes et betydeligt Udslag for Tilførsel af let opløselige Fosfater, idet Superfosfat og Ammoniumfosfat (anvendt i en Mængde svarende til 54 kg  $P_2O_5$  pr. ha) havde forøget Planteudbyttet med henholdsvis 11 og 19 pCt.), og der er saaledes næppe Tvivl om, at Jorden er udpræget fosforsyremanglende. Efter Forsøgets Afslutning udtoges af Assistent *K. A. Bondorff*, Landbohøjskolen, en Jordprøve i de Kar, hvor Jorden var tilført Kvælstof- og Kaligødning. Da Jorden reagerede surt over for Lakmus, blev den henstillet baade med og uden Tilsætning af Kalk (se Tabel 4).

Jordprøve Nr. 20 fra et Forsøg hos *J. Jensen*, Blaahøj, Grindsted (indsendt af Konsulent *Th. Thomsen*, Grindsted). Mørkegraa, ret muldrikt Hedesand. Forsøget er anlagt i Foraaret 1920 med Kaalroer som Forsøgsafgrøde og efter følgende Plan: a) Ugødet, b) 200 kg Norgesalpeter, c) 200 kg Norgesalpeter + 300 kg 18 pCt. Superfosfat og d) 200 kg Norgesalpeter + 300 kg Superfosfat + 150 kg Kaligødning. Jorden er i den oprindelige Tilstand kun i Besiddelse af en ringe Produktionsevne (79 hkg Roer pr. ha paa de ugødede Parceller, og endnu mindre (47 hkg) var Udbyttet paa de kun med Norgesalpeter gødede Parceller). Der foreligger kun Resultater fra dette ene Aar, men Virkningen af Superfosfattilførselen er saa overvældende, at der ikke behøves yderligere Vidnesbyrd om, at Jorden er i overordentlig høj Grad fosforsyremanglende. (Se Beretning om Planteavlzarbejdet i Jylland 1920, Side 224). Superfosfattilførselen har nemlig mere end firedoblet Afgrøden. Marken er merglet i 1921, efter Forsøgets Afslutning, men ved Udtagningen af Jordprøverne, der fandt Sted April 1921, blev tilstedeværende Mergelklumper fjærnedede. Jordprøven blev udtaget i de ugødede Parceller. Ogsaa denne Prøve blev paa Grund af sin sure Reaktion henstillet baade med og uden Tilsætning af Kalk (se Tabel 4).

Resultaterne af de med disse Jorder foretagne Undersøgelser er meddelte i Tabel 5 og delvis fremstillede i Figurerne 4 og 5.

Undersøgelserne med Anvendelse af de »podede« Kulturer er i denne Forbindelse af ganske særlig Interesse, idet disse Kulturer som Følge af den stedfundne Udjævning af Forskellighederne i den Mikroorganismeflora, der besørger Mannit-sønderdelingen, i Hovedsagen kun giver Udtryk for den Indflydelse, som Forskellighederne i Jordens kemiske Beskaffenhed udøver paa den paagældende Stofomsætning. Man bemærker nu det interessante Forhold, at alle Jordprøverne fra de ikke fosforsyregødede Parceller i de Forsøg, i hvilke Superfosfattilførsel i betydelig Grad har forøget Høst-udbyttet (Askov Lermark, Tystofte, Lundby, Ølstykke og Grindsted), kun er i Besiddelse af en særdeles ringe mannit-omsættende Evne, medens til Gengæld Jordprøverne hidrørende fra de Parceller i de tre fastliggende Forsøg (Askov Lermark, Tystofte og Lundby), der gennem en Aarrække er tilført Superfosfat, er i Besiddelse af en meget kraftig mannit-sønderdelende Evne (for Askov-Jordens Vedkommende er Omsætningen stærkt fremskreden allerede efter 5 og for alle tre Jorders Vedkommende afsluttet efter 10 Dages Forløb, se Fig. 4). I de to ud-

præget kalktrængende Jorder inden for denne Gruppe: Ølstykke og Grindsted, er Omsætningsforsøget, som nævnt, foretaget med baade kalkblandet (1 pCt. kulsur Kalk) og ikke kalkblandet Jord (Tabel 4); i begge Tilfælde er Mannitomsætningen foregaaet trægt, om end dog Kalktilsætningen i kendeelig Grad har fremmet den.

I god Overensstemmelse med disse Resultater har det ved tre af de fire Gødningsforsøg, i hvilke der ikke er opnaaet nogen Virkning af Tilførselen af Superfosfat (Forsøget med Staldgødning og Kunstgødning i Askov Sandmark, Forsøget paa Landbohøjskolens Mark og Forsøget i Kalby), vist sig, at Jorden fra de ikke fosforsyregødede Parceller er i Besiddelse af en meget kraftig mannitomsættende Evne — Omsætningen er i alle Tilfælde afsluttet efter 5—10 Dages Forløb —, og at der for disse Forsøgs Vedkommende ikke er Tale om nogen tydelig Forskel i Mannitomsætningens Hurtighed mellem Jordprøverne fra de ikke fosforsyregødede og fra de fosforsyregødede Parceller (se Fig. 5). Med Hensyn til det fjerde af de til denne Forsøgsgruppe hørende Forsøg, nemlig Forsøget paa Askov Sandmark med Anvendelse af Kunstgødning til Lucerne, viser det sig derimod, at Mannitomsætningen forløber særdeles langsomt saavel i Jorden fra de fosforsyregødede som i Jorden fra de ikke fosforsyregødede Parceller, hvad der, i Henhold til tidligere omtalte Forsøg, utvivlsomt skyldes de paagældende Jordprøvers udpræget sure Reaktion. Forsynes Jordportionerne med kulsur Kalk, foregaaer Omsætningen nemlig i alle Tilfælde forholdsvis hurtigt. Som det vil ses af Tabel 5, er Jorden fra de kun med Kaligødning forsynede Parceller efter Kalkindblanding i Besiddelse af en lige saa kraftig mannitomsættende Evne som Jorden i de Parceller, der baade er tilført Kaligødning og Thomasfosfat, hvorimod den kun med Thomasfosfat gødede Jord mærkelig nok i begge Undersøgelsesserier har vist sig i Besiddelse af en noget kraftigere Mannitomsætningsevne end nogen af de andre fra dette Forsøg hidrørende Jordprøver. Aarsagen til dette Forhold maa muligvis søges i denne Jords særlig store Indhold af Fosforsyre i kulsyreopløselige Forbindelser. — Mætningskoncentrationen af Fosforsyre i Kulsyreekstrakten varierer i øvrigt særdeles meget inden for dette Forsøg, nemlig mellem 1.0 (Kainit) og 4.20 (Thomasfosfat), men selv i Jorden fra Kainit-Parcellerne forefindes der altsaa endnu en baade for

Tabel 5. Mannitomsætningsforsøg med Jorder fra

Prøvens Nr.	Prøven stammer fra	Jordens almindelige Tilstand	Brusning med Syre	Reaktion	Azotobactervegetation	Indhold af Fosforsyre ( $P_2O_5$ )		Jordens Behandling	Udslag for Fosforsyretilførsel i Markforsøget		
						Opløselig i Salt-syre, pCt.	mg pr. Liter kul-syremættet Vand				
1	Askov Lermark	Lermuld	meget svag	alkal.	4	0.046	0.26	Ugødet siden 1893	stærkt		
2			svag	alkal.	4	0.058	2.08	Superfosfat siden 1893			
3	Askov Sandmark (Gødningsforsøg)	Let Sandmuld	svag	neutral-sv. alk.	4	0.078	1.56	Ugødet siden 1893	intet		
4			svag	neutral-sv. alk.	4	0.092	2.42	Superfosfat siden 1893			
5	do. (Lucerneforsøg)	Let Sandmuld	ingen	neutral-sv. sur	0	0.075	1.96	Ugødet siden 1899	intet		
6			ingen	neutral	0	0.088	4.20	Thomasfosfat siden 1899			
7			ingen	neutral-sv. sur	0	0.074	1.0	Kainit siden 1899	intet		
8			ingen	neutral-sv. sur	0	0.080	2.50	Thomasf. + Kainit siden 1899			
5 a	do. (Jorden blandet i Laboratoriet med 1 pCt. kulsur Kalk)	Let Sandmuld						Som 5			
6 a									Som 6		
7 a										Som 7	
8 a										Som 8	
9	Landbohøjskolens Undervisningsmark	Svær, muldrig Lerjord	svag	alkal.	4	0.137	1.10	Chilisalp. + Kaligødn. siden 1898	intet		
10			svag	alkal.	4	0.127	3.34	Chilisalp. + Kalig. + Supf. siden 1898			
11	Tystofte	Svær, muldfattig Lerjord	ingen	neutral-sv. sur	0	0.050	0.48	Chilisalp. + Kaligødn. siden 1913	stærkt		
12			ingen	neutral	0	0.058	1.28	Chilisalp. + Kalig. + Supf. siden 1913			

1) Enkeltresultaterne ikke medtagne

## forskellige Markforsøg med Fosforsyregødninger.

Indhold af »Organisk Stof«, udtrykt ved  $\text{cm}^3 \frac{1}{50}$  n Kaliumpermanganatopløsning  
pr.  $\frac{1}{2}$  g tør Jord efter: (Antal Dage)

»Upodede« Kulturer										»Podede« Kulturer											
5 Dage		10 Dage		15 Dage		20 Dage		25 Dage		30 D. <sup>1)</sup>	5 Dage		10 Dage		15 Dage		20 Dage		25 Dage		30 D. <sup>1)</sup>
Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Middel
39.4	39.8	37.1	37.6	36.6	36.7	37.6	37.5	35.6	35.7	35.4	40.1	40.4	38.5	38.1	35.9	36.8	36.3	35.9	32.0	30.3	25.3
40.1	38.1	38.1	37.6	36.7	36.7	37.4	37.5	35.8			40.6	19.4	37.7	2.4	37.6	35.4	35.4	28.6			
38.8	38.7	4.0	7.7	3.1	3.1						23.4	19.4	2.4	2.4							
38.6	11.3			3.1							15.4	2.4									
37.9	37.8	40.3	—	6.9	4.7	3.3	3.0				3.7										
37.7	5.7			2.5		2.7					2.0	2.9									
37.3	37.9	39.4	40.2	39.0	—	35.5	—	25.0	—	0.5	3.0	2.7									
38.1	40.9			6.1		4.8		0.5			2.4										
											37.8	37.6	39.8	39.6	36.2	35.1	29.2	24.6	16.7	12.0	
											37.3	39.4	39.4	34.0	34.0	19.9	19.9	7.2			
											36.9	33.2	22.8	20.6	5.5	5.1					
											29.4	18.3	4.7								
											37.7	37.5	38.5	38.4	35.5	35.4	29.3	30.3	22.4	22.7	
											37.3	38.3	38.3	35.2	35.2	31.2	31.2	23.0			
											36.9	37.2	38.6	38.1	32.9	33.7	27.6	29.0	17.3	20.0	
											37.5	37.5	37.5	34.4	34.4	30.3	30.3	21.6			
											33.1	33.8	17.9	14.8	3.8	2.8					
											34.5	11.6	1.8	1.8							
											22.0	21.2	1.9	1.9							
											20.3	1.9									
											33.4	33.7	14.8	17.0	2.5	5.5					
											33.9	19.2	8.5								
											31.2	33.1	14.5	16.2	2.5	2.3					
											35.0	17.9	2.1								
34.5	32.5	5.4	5.6								3.3	3.6									
30.4	5.7										3.8										
14.0	19.0	5.7	5.7								3.8	3.8									
23.9	5.7																				
38.7	39.0	35.0	34.7	26.5	25.5	16.9	16.0	6.2	5.3		38.6	38.6	32.9	33.6	18.8	22.0	9.4	14.3	3.8	3.6	
39.2	34.4	34.4	24.5	24.5	15.0	15.0	4.4	4.4			38.5	34.2	34.2	25.2	25.2	19.1	19.1	3.3			
38.4	38.9	34.8	34.7	21.6	22.0	4.0	7.7	3.7	3.9		37.9	38.3	5.3	4.2							
39.3	34.6	22.4	22.4	11.4	11.4	4.2	4.2				38.7	3.0									

paa Grund af Mangel paa Plads.

Tabel 5

Prøvens Nr.	Prøven stammer fra	Jordens almindelige Tilstand	Brusning med Syre	Reaktion	Azotobactervegetation	Indhold af Fosforsyre ( $P_2O_5$ )		Jordens Behandling	Udslag for Fosforsyre-tillførsel i Markforsøget
						opløselig i Salt-syre, pCt.	mg pr. Liter kul-syremættet Vand		
13	Lundby	Ret svær Lermuld	ingen	neutral	3	0.079	1.0	Chilisalpeter siden 1916	ret stærkt
14			ingen	neutral	4	0.089	2.08	Chilisalp. + Superfosfat siden 1916	
15			ingen	neutral	3	0.080	0.94	Chilisalp. + Kaligød. siden 1916	ret stærkt
16			ingen	neutral	4	0.090	1.26	Chilisalp. + Kalig. + Supf. siden 1916	
17	Kalby, Olstrup	Lermuld	stærk	alkal.	4	0.071	3.40	Ugødet siden 1916	intet
18			stærk	alkal.	4	0.078	5.76	Superfosfat siden 1916	
19	Ølstykke	Sandmuld	ingen	sur	0	0.066	0.26	Ingen Fosforsyre-gødning	ret stærkt
20	Blaahøj, Grindsted	Let, mørkegraa, muldrig Sandjord	ingen	sv. sur	0	0.013	0.87	Ingen Fosforsyre-gødning	meget stærkt

Planternes Ernæring og før en hurtig Mannitsønderdeling tilstrækkelig Mængde af let opløselige Fosforsyreforbindelser.

Ogsaa for de andre Forsøgs Vedkommende kan der paa-vises en betydelig Forskel i Fosforsyreindholdet i Kulsyre-ekstrakterne af de ikke fosforsyregødede og af de fosforsyregødede Jorder. Størst er denne Forskel relativt set for Forsøget i Askov Lermark. I øvrigt bemærker man, at Mætnings-koncentrationen af  $P_2O_5$  i Kulsyreekstrakterne baade absolut og relativt set er særdeles ringe for alle de fem udpræget fosforsyremanglende Jorders Vedkommende.

Hvor fint Mannitomsætnings-hastigheden reagerer over for Fosforsyremangel i Jordbunden fremgaar særlig tydeligt af de med Jordprøverne for Tystofte- og Lundbyforsøgene (der kun strækker sig



(fortsat).

Indhold af »Organisk Stof«, udtrykt ved $\text{cm}^3 \frac{1}{50} \text{ n}$ Kaliumpermanganatopløsning pr. $\frac{1}{2}$ g tør Jord efter: (Antal Dage)																							
»Upodede« Kulturer						»Podede« Kulturer																	
5 Dage		10 Dage		15 Dage		20 Dage		25 Dage		30 D.		5 Dage		10 Dage		15 Dage		20 Dage		25 Dage		30D.	
Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel	Enkelthest.	Middel
38.8	38.3	37.0	36.8	34.0	35.0	23.7	23.3	12.7	4.3	8.5		39.1	39.3	36.7	37.5	31.8	7.6	7.2	3.5	3.7			
38.3	38.6	36.5	36.8	35.9	35.0	22.9	23.3	4.3	4.4	8.5		39.5	39.3	38.2	37.5	31.1	6.7	7.2	3.9	3.7			
38.6	38.6	34.5	35.6	20.3	21.9	5.1	4.4	4.0	3.8	3.9		37.7	37.3	3.6	2.9								
38.5	38.6	35.2	35.6	23.4	21.9	3.8	4.4	3.8	3.8	3.9		36.8	37.3	2.1	2.9								
38.0	37.9	36.8	36.5	35.8	35.2	21.4	17.5	4.3	4.7	4.5		37.5	37.3	36.2	35.8	32.1	28.8	9.7	6.4	4.2	3.8		
37.8	37.8	36.2	36.5	34.5	35.2	13.5	13.5	4.7				38.2	37.3	35.4	35.8	25.4	28.8	3.0	(3.0)				
38.8	39.1	28.7	28.8	5.0	4.2							33.9	34.0	3.2	2.9								
39.3	39.1	28.8	28.8	3.4	4.2							34.0	34.0	2.6	2.9								
20.7	20.3	6.9	6.4									14.3	13.5	4.4	3.9								
19.9	20.3	5.8	6.4									12.6	13.5	3.4	3.9								
35.4	35.6	4.5	4.1									13.0	10.6	2.4	2.5								
35.8	35.6	3.6	4.1									9.2	10.6	2.6	2.5								
38.6	38.8	36.4	36.5	35.1	35.0	28.6	30.2	9.7	13.4	4.9		38.7	38.7	35.9	36.1	34.4	34.8	32.0	30.9	24.6	19.2	8.7	
38.9	38.8	36.5	36.5	34.8	35.0	31.7	30.2	17.0	13.4	4.9		38.7	38.7	36.2	36.1	35.1	34.8	29.7	30.9	13.7	19.2	8.7	
40.4	40.7	39.4	39.2	38.9	39.1	39.3	39.3	37.3	37.1			40.3	40.0	39.7	39.9	39.2	39.1	40.0	39.5	37.1	38.1		
40.9	40.7	38.9	39.2	39.2	39.1	39.2	39.2	37.0	37.1			39.7	40.0	40.1	39.9	38.9	39.1	39.0	39.0	39.0	38.1		

over et ringe Antal Aar) udførte Undersøgelser. Den Mængde Fosforsyre ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), der gennem Forsøgsaarene er tilført de superfosfatgødede Parceller, og af hvilken tilmed en væsentlig Del maa antages at være fjærnet med Afrøden, udgør nemlig kun henholdsvis ca. 180 og 245 kg pr. ha. der omregnet for de ca.  $2\frac{3}{4}$  Millioner kg Jord, der findes i Pløjelaget (20 cm) inden for 1 ha, kun udgør en forsvindende ringe Procentdel.

Men ogsaa Mætningskoncentrationen af  $\text{P}_2\text{O}_5$  i kulsyremaattet Vand reagerer særdeles fint over for disse smaa Tilførsler af Fosfat. Ved Tystofte-Forsøget findes der pr. Liter kulsyremaattet Vand i den ikke med Superfosfat gødede Jord 0.48 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$  og i den med Superfosfat gødede Jord 1.28 mg, og for Lundby-Forsøgets Vedkommende er der en Forskel mellem Chilisalpeter og Chilisalpeter + Superfosfat paa 1.08 og mellem Chilisalpeter + Kaligødning og Chilisalpeter + Kaligødning + Superfosfat paa 0.32 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Bemærkelsesværdigt er det, at der ogsaa i sidstnævnte Tilfælde trods den forholdsvis ringe For-

skel i Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  er Tale om en saa stor Forskel m. H. t. Mannitomsætningshastigheden, et Forhold der kunde tyde hen paa, at denne sidste bedre end Mætningskoncentrationen giver Udtryk for Jordfosforsyrens Tilgængelighed for saavel de paa-gældende Mikroorganismer som for Kulturplanterne. — Ogsaa det Forhold, som Sandjorden fra Blaaahøj, Grindsted, udviser, maa siges at tyde i samme Retning, idet denne, vistnok mest fosforsyretrængende af alle de ved denne Undersøgelse prøvede Jorder, — saavel i ublandet som i kalkblandet Tilstand — er i Besiddelse af en overordentlig ringe mannitsønderdelende Evne, hvorimod Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  er relativt høj (0.87 mg).

Denne Undersøgelse saavel som de foran refererede Under-søgelser vedrørende Variationen i Mineraljordernes mannit-omsættende Evne synes at vise, at sammenlignende Under-søgelser vedrørende Mannitomsætningens Forhold til Jord-bundens Indhold af let opløselige Fosforsyreforbindelser kun lader sig gennemføre ved ikke kalktrængende Jorder, og at det for kalktrængende Jorders Vedkommende vil være nød-vendigt at tilføre en for en maksimal Omsætningshastighed tilstrækkelig Mængde kulsur Kalk, inden Omsætningsforsøgene paabegyndes.

Resultaterne af Undersøgelserne med de »upodede« Kul-turer gaar i samme Retning som Resultaterne af Undersøgel-serne med de »podede«, men giver ikke saa skarpe Udtryk for Forskellighederne i Jordens Indhold af let tilgængelige Fosforsyreforbindelser som disse.

Det foreliggende Undersøgelsesmateriale kan ogsaa give Bidrag til Belysning af Spørgsmaalet om, hvorvidt der i al Almindelighed bestaar nogen Sammenhæng mellem Jordens Reaktion og Basicitet og Opløseligheden af Jordbundens Fos-forsyreforbindelser. Ved den Sammenstilling, som med dette Formaal for Øje er foretaget i Tabel 6, er de Side 11 omtalte Jorder, der stammer fra forskellige Forsøg med Fosforsyre-gødninger, udeladte, og det samme gælder de fra de almindelige danske Jordtyper stærkt afvigende Jordprøver fra Island og Fær-øerne. I samme Tabel findes endvidere en Sammenstilling af Forholdet mellem Jordens Reaktion og Basicitet (Azotobacter-udviklingen) og Indholdet af Kalk og Magnesia i klorammonium-opløselige Forbindelser. I denne Opgørelse er kun udeladt de

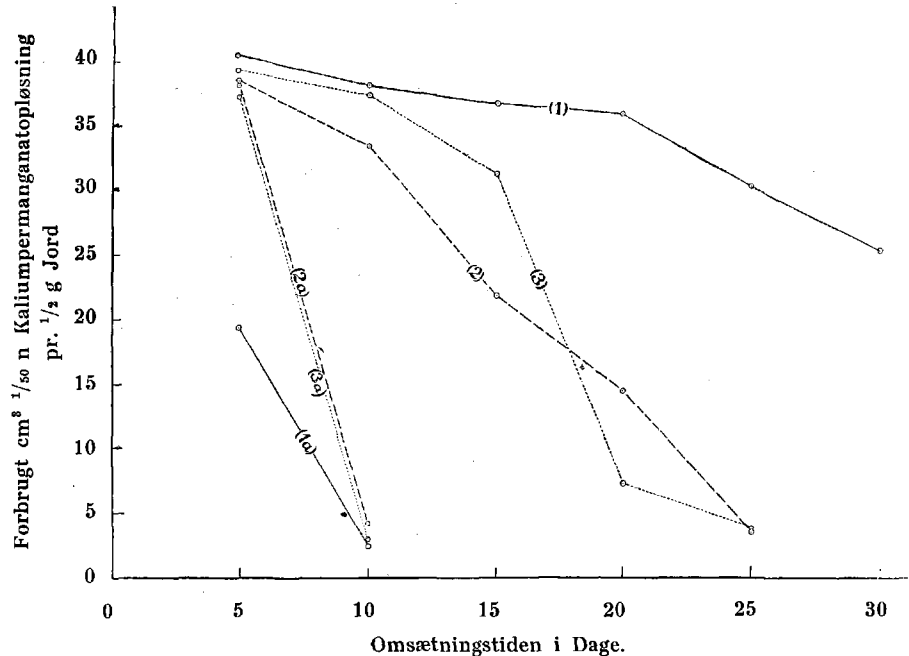


Fig. 4. Fosforsyre-gødningens Indflydelse paa fosforsyremanglende Jorders mannitomsættende Evne. »Podede« Kulturer.

1. Askov Lermark. Ugødet.
- 1 a. Samme. Superfosfat.
2. Tystofte. Chilis. + Kalig.
- 2 a. Samme. do. + do. + Superf.
3. Lundby. Chilisalpeter.
- 3 a. Samme. do. + Superf.

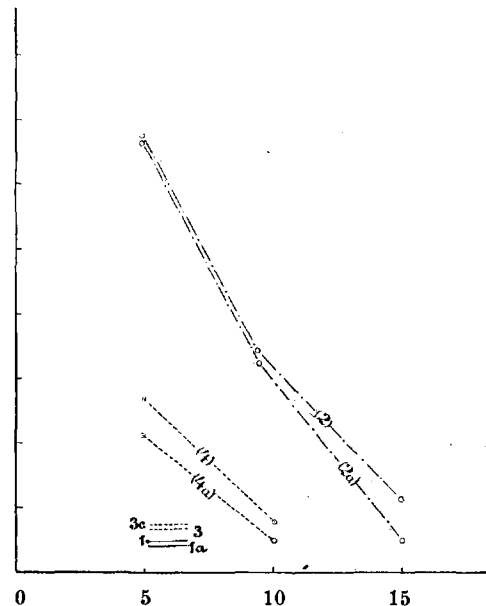


Fig. 5. Fosforsyre-gødningens Indflydelse paa ikke fosforsyremanglende Jorders mannitomsættende Evne. »Podede« Kulturer.

1. Askov Sandmark. Gødningforsøg. Ugødet.
- 1 a. Samme Mark. do. Superfosfat.
2. Askov Sandmark. Lucerneforsøg. (Tilført 1 pCt. kulsur Kalk). Kainit.
- 2 a. Samme. Lucerneforsøg. (Tilført 1 pCt. kulsur Kalk). Kainit + Thomasfosfat.
3. Landbohøjsk.s Undervisningsmark. Chilis. + Kalig.
- 3 a. Samme. Chilis. + Kalig. + Superf.
4. Kalby. Ugødet. 4 a. Samme. Superfosfat.

Tabel 6. Forholdet mellem Opløseligheden af Mineraljorders Fosforsyreforbindelser og deres Reaktion, Forhold over for Azotobacter samt Indhold af klorammoniumopløselige Kalk- og Magnesiaforbindelser.

Reaktion og Basicitet	Antal Jorder	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						Klorammoniumopløselig							
		i saltsyreopløselige Forbindelser, pCt.			mg pr. Liter kulsyre-mættet Vand (Mætnings-koncentration)			CaO (pCt.)			MgO (pCt.)				
		Mindste Indhold	Største Indhold	Middel	Mindste Indhold	Største Indhold	Middel	Antal Jorder	Mindste Indhold	Største Indhold	Middel	Antal Jorder	Mindste Indhold	Største Indhold	Middel
<b>Lerjorder.</b>															
Sur .....	9	0.063	0.137	0.090	0.17	1.14	0.49	8	0.066	0.183	0.133	7	0.015	0.033	0.024
Neutral uden Azotobactervegetation .	7	0.068	0.134	0.098	0.54	2.22	0.92	7	0.146	0.330	0.241	7	0.027	0.035	0.030
Neutral med Azotobactervegetation..	12	0.051	0.144	0.091	0.34	8.70	2.86	12	0.125	0.390	0.244	12	0.018	0.065	0.031
Alkalisk .....	13	0.061	0.177	0.092	0.46	10.0	2.71	12	0.282	1.110	0.534	12	0.015	0.032	0.023
Uden Azotobacterveget. (Kalktr. Jorder)	16	0.063	0.137	0.093	0.17	2.22	0.68	15	0.066	0.330	0.183	14	0.015	0.035	0.027
Med Azotob.veget. (Ikke kalktr. Jorder)	25	0.066	0.177	0.091	0.34	10.0	2.78	24	0.180	1.110	0.389	24	0.015	0.065	0.027
<b>Sandjorder.</b>															
Sur .....	9	0.021	0.117	0.070	0.24	1.80	1.003	8	0.023	0.353	0.141	8	0.004	0.028	0.014
Neutral uden Azotobactervegetation .	8	0.064	0.123	0.086	0.84	2.72	1.694	7	0.112	0.498	0.236	7	0.014	0.029	0.022
Neutral med Azotobactervegetation..	9	0.048	0.098	0.072	0.74	4.34	1.907	9	0.120	0.308	0.220	9	0.008	0.042	0.021
Alkalisk .....	10	0.054	0.150	0.100	1.55	12.24	4.013	10	0.332	0.924	0.575	10	0.012	0.029	0.021
Uden Azotobacterveget. (Kalktr. Jorder)	17	0.021	0.123	0.077	0.24	2.72	1.328	15	0.023	0.498	0.185	15	0.004	0.029	0.018
Med Azotob.veget. (Ikke kalktr. Jorder)	19	0.048	0.150	0.087	0.74	12.24	3.015	19	0.120	0.924	0.407	19	0.008	0.042	0.021
<b>Alle Jorder.</b>															
Sur .....	18	0.021	0.137	0.080	0.17	1.80	0.75	16	0.023	0.353	0.137	15	0.004	0.033	0.019
Neutral uden Azotobactervegetation .	15	0.058	0.134	0.091	0.54	2.72	1.33	14	0.112	0.498	0.238	14	0.014	0.035	0.026
Neutral med Azotobactervegetation..	21	0.048	0.144	0.083	0.34	8.70	2.38	21	0.120	0.390	0.234	21	0.008	0.065	0.022
Alkalisk .....	23	0.054	0.177	0.096	0.46	12.24	3.28	22	0.282	1.110	0.533	22	0.012	0.032	0.022
Uden Azotobacterveget. (Kalktr. Jorder)	33	0.021	0.137	0.085	0.17	2.72	1.01	30	0.023	0.498	0.184	29	0.004	0.035	0.022
Med Azotob.veget. (Ikke kalktr. Jorder)	44	0.048	0.177	0.089	0.34	12.24	2.88	43	0.120	1.110	0.397	43	0.008	0.065	0.024

tre sidstnævnte Jorder, af hvilke de to fra Island udviser et i Sammenligning med danske Jorder meget stort Indhold af Magnesia (se Tabel 3).

Med Hensyn til Indholdet af Fosforsyre i saltsyreopløselige Forbindelser viser det sig, at der ikke er Tale om større Forskelligheder inden for de enkelte Reaktionsgrupper. Kun for Sandjordernes Vedkommende er der en Andtydning af, at de alkalisk reagerende Jorder gennemgaaende er noget mere fosforsyreholdige end Jorderne i de øvrige Reaktionsgrupper, et Resultat, der paa Grund af de faa Jorder, denne Gruppe omfatter, dog meget vel kan bero paa Tilfældigheder.

Større Forskelligheder træffer vi med Hensyn til Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  i Kulsyreekstrakterne.

Hvad først Lerjorderne angaar, vil det bemærkes, at Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  er ganske særlig ringe ved sur Jordreaktion, og at Variationerne i denne tilmed absolut set kun er forholdsvis smaa (0.17—1.14 mg). I den næste Gruppe, de neutrale kalktrængende (0 Azotobactervegetation) Jorder, er Kulsyreekstrakternes Fosforsyreindhold vel gennemgaaende betydelig større, men dog endnu, absolut set, ringe og forholdsvis lidet varierende. I Gruppe 3, de neutrale ikke kalktrængende Jorder (med Azotobactervegetation), tiltager Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  meget stærkt, idet den gennemsnitlig set er ca. 6 Gange saa stor som i de sure Jorder og ca. 3 Gange saa stor som i de neutrale Jorder uden Azotobactervegetation. Gruppe 4, de udpræget alkalisk reagerende Jorder, forholder sig omtrent som Gruppe 3. Sammenfattes Materialet i to Grupper, kalktrængende (Gruppe 1 og 2) og ikke kalktrængende Jorder (Gruppe 3 og 4), vil det ses, at Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  for den sidstnævntes Vedkommende er 4 Gange saa stor som for den førstnævntes. Et andet bemærkelsesværdigt Forhold er, at Variationerne i Ekstrakternes Fosforsyreindhold er langt større i den ikke kalktrængende end i den kalktrængende Jordgruppe, et Vidnesbyrd om, at et vist Kalkindhold i Jorden er en Forudsætning for Tilstedeværelse af en nogenlunde betydelig Mængde af kulsyreopløselige Fosforsyreforbindelser, hvilket Forhold ogsaa direkte fremgaa af den i Tabellen foretagne Sammenstilling af Jordreaktionen og Jordens Ind-

hold af klorammoniumopløselig Kalk. — Sandjorderne udviser i det Store og Hele et lignende Forhold som Lerjorderne, men man bemærker dog her det særdeles interessante Forhold, at Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  gennemsnitlig set er ca. dobbelt saa stor i de to kalktrængende Jordgrupper, som Tilfældet er for Lerjordernes Vedkommende, hvad der vel kan anses som et Udtryk for, at Sandjorderne almindeligvis absorberer Fosforsyren mindre stærkt end Lerjorderne. Variationen i Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  i Kulsyre-ekstrakterne er dog ogsaa for Sandjordernes Vedkommende forholdsvis smaa i de to kalktrængende Jordgrupper og meget mindre end i de to ikke kalktrængende Grupper, ved hvilke Kulsyre-ekstrakternes Fosforsyreindhold gennemsnitlig set er ca.  $2\frac{1}{2}$  Gange saa højt som i de kalktrængende Jorder.

Den meget store Forskel, der for Sandjordernes Vedkommende viser sig at være til Stede med Hensyn til Mætningskoncentrationen i de to ikke kalktrængende Jordgrupper, maa i Betragtning af det ret ringe Antal Jorder og de særlig store Variationer inden for disse Grupper i Ekstrakternes Fosforsyreindhold, antages i nogen Grad at bero paa Tilfældigheder. Inden for den alkaliske Sandjordsgruppe findes den af alle de undersøgte Jorder (Nr. 89), der har afgivet den største Mængde Fosforsyreforbindelser til Kulsyre-ekstrakten (12.2 mg  $P_2O_5$  pr. Liter).

Det ved denne Undersøgelse paaviste særlig ringe Indhold af kulsyreopløselige Fosforsyreforbindelser i de udpræget surt reagerende Agerjorder, og de forholdsvis smaa Variationer i dette Indhold er i god Overensstemmelse med Resultaterne af de tidligere af C. W. Stoddart<sup>1)</sup> i Amerika og M. Weibull<sup>2)</sup> i Sverige udførte Forsøg, i Henhold til hvilke surt reagerende Agerjorder saa at sige altid er fosforsyretængende, og alt i alt viser de foreliggende Resultater hen til, at Jordens Reaktion og Stødpudeindhold i væsentlig Grad er betingende for ikke alene Jordens øjeblikkelige Indhold af let opløselige Fosforsyreforbindelser, men ogsaa for dens Evne til at overføre tilførte Fosfater i mere eller mindre tungt opløselige Forbindelser.

<sup>1)</sup> C. W. Stoddart: Soil acidity in its relation to lack of available phosphates. Journ. Indus. Engin. Chem. Vol. 1. S. 69—74.

<sup>2)</sup> M. Weibull: Betydelsen av åkerjordens reaktion vid jordundersökning och för bördigheten. Landbruksakademiens Handlingar och Tidskrift 1911.

Det kan være af Interesse at anføre, at tre af de undersøgte Jordprøver (Nr. 18, 29 og 75) hidrører fra Jorder, om hvilke det vides, at de er i stærk Gødningskraft, idet der gennem en meget lang Aarrække er drevet en intensiv Studedefning paa de paagældende Gaarde med deraf følgende meget rigelig Anvendelse af Kraftfoderstoffer. Som det vil ses af Tabel 3, hører disse Jordprøver baade med Hensyn til det absolute Fosforsyreindhold som med Hensyn til Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  i Kulsyrestrakterne til de fosforsyrerigeste inden for de paagældende Reaktionsgrupper. Jord Nr. 75 er kalktrængende, og rimeligvis af denne Grund er Mætningskoncentrationen af  $P_2O_5$  her betydelig ringere end i de to andre Jorder, men inden for Gruppen af neutrale Jorder uden Azotobactervegetation udviser den det største Fosforsyreindhold i Kulsyrestrakten. — Spørgsmaalet om, hvorvidt man ved Undersøgelser af denne Art i nogen Grad vil være i Stand til at faa Udtryk for og udøve Kontrol med Jordens almindelige Gødningskraft, navnlig for saa vidt denne i særlig Grad er betinget af den stedfundne Staldgødningstilførsel, vilde det være af betydelig Interesse at faa nærmere undersøgt.

Undersøgelserne over Indholdet af klorammoniumopløselige Magnesiaforbindelser viser, at dette med ganske enkelte Undtagelser (Jorderne Nr. 36 fra Vejlø, 38 og 39 fra Island) er meget ringe og gennemgaaende langt mindre end Indholdet af klorammoniumopløselig Kalk. Nogen nærmere Sammenhæng mellem Jordreaktionen og Magnesiaindholdet, i Lighed med den, der saavel ved denne som ved tidligere Undersøgelser af Forfatteren<sup>1)</sup> træder frem for Kalkens Vedkommende, kan ikke paavises (kun for Sandjordernes Vedkommende er der en Antydning af et særligt ringe Indhold i den surt reagerende Jordgruppe), ligesom der, set under eet, heller ikke kan paavises nogen nævneværdig Forskel i Indholdet af klorammoniumopløselig Magnesia i kalkfattige og kalkrige Jorder.

### Oversigt over Hovedresultaterne.

Iagttagelser i Forbindelse med Undersøgelser over en Række forskellige Jorders kvælstoffbindende Evne, udførte paa den Maade, at de paagældende Jorder blandedes med Mannit og henstilledes nogle Uger i en Termostat, inden Kvælstofbestemmelsen fandt Sted, tydede hen paa væsentlige Forskellig-

<sup>1)</sup> Harald R. Christensen og O. H. Larsen: Undersøgelser over Jordens Kalktraug. Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, 17. Bind, 1910.

heder med Hensyn til de forskellige Jorders Evne til at sønderdele Mannitten, og da det paa Forhaand var sandsynligt, at disse Forskelligheder var afhængige af bestemte i landøkonomisk Henseende vigtige Jordbundsegenskaber, blev hele Spørgsmaalet om Jordens mannitomsættende Evne og dens Forhold til Jordbundsbeskaffenheden underkastet en indgaaende Undersøgelse.

Efter at der var udarbejdet en tilfredsstillende Metodik for Undersøgelser af denne Art (se Side 4—10), ved hvilket Arbejde det bl. a. blev godtgjort, at Jordens Vandindhold var af afgørende Betydning for Mannitomsætningens Hastighed og hele Forløb, og at dette Vandindhold for at opnaa en tilnærmelsesvis maksimal Omsætningshastighed maa være saa stort, at det svarer til ca. 75 pCt. af Jordens fulde Vandkapacitet (Tabel 2 og Figureerne 1 og 2), blev der med Anvendelse af et stort Antal Agerjorder (Mineraljorder) foretaget en Undersøgelse over Variationen i Jordens mannitomsættende Evne, udtrykt ved Forskellighederne i Omsætningshastigheden. Som ved Forfatterens tidligere Undersøgelser over Stofomsætningen i Jordbunden gennemførtes Undersøgelsen med saavel »upodede« som »podede« Kulturer, for at faa oplyst i hvilken Grad de fundne Variationer var betingede af Forskelligheder i Jordens kemiske eller i dens mikrobiologiske Tilstand. I Jordprøverne er der foretaget Bestemmelse af Jordens Reaktion og Stødpudeindhold (ved Hjælp af den kombinerede Syre-, Lakmus- og Azotobacterprøve), dens Indhold af Fosforsyre i saltsyreopløselige Forbindelser, af Mætningskoncentrationen af Fosforsyre i kulsyremættet Vand samt endelig af Indholdet af Kalk- og Magnesia-Forbindelser, der er opløselige i en 10 pCt. hed Klorammoniumopløsning.

Omsætningshastigheden viste sig at variere inden for meget vide Grænser. Ved enkelte Jorder er Omsætningen allerede afsluttet inden Udløbet af 5 Dage, medens den ved andre endnu efter 30 Dages Forløb kun er forholdsvis lidt fremskreden. Set under eet bestaar der en vis Sammenhæng mellem Jordens Reaktion — og navnlig dens Stødpudeindhold — og dens mannitomsættende Evne, idet de Jorder, der har en betydelig Stødpudevirkning i Nærheden af eller over Neutralpunktet (d. v. s. har Evne til at foranledige Azotobacterudvikling i den »podede« kalkfrie Mannitopløsning: de ikke kalktrængende Jorder), gennemgaaende er i Besiddelse af



en langt kraftigere mannitomsættende Evne end de Jorder, der ikke eller kun i ringe Grad er i Besiddelse af Stødpudevirkning inden for det nævnte  $p_H$ -Omraade (ingen Azotobactervegetation: de kalktrængende Jorder). Endnu mere fremtrædende er Forskellen, hvis man blot sammenligner de udpræget surt og de udpræget alkalisk reagerende Jorder. Men inden for disse Jordgrupper træffes imidlertid flere udprægede Undtagelser fra denne Regel, hvad der viser, at det nævnte Forhold ogsaa for en væsentlig Del maa være betinget af, at de ikke kalktrængende Jorder hyppigere end de kalktrængende er i Besiddelse af saadanne andre Egenskaber, som er af Betydning for Mannitønderdelingens Forløb. Nogen Sammenhæng mellem Jordens Indhold af Fosforsyre i saltsyreopløselige Forbindelser og dens Evne til Mannitomsætning kan ikke paavises, hvorimod Resultaterne for de ikke kalktrængende Jorders Vedkommende viser, at de af disse, der udviser den største Mætningskoncentration af Fosforsyre ( $P_2O_5$ ) i Kulsyreekstrakten, gennemgaaende ogsaa er i Besiddelse af den kraftigste mannitønderdelende Evne. Ved en Mætningskoncentration større end 1.2 mg  $P_2O_5$  pr. Liter er Mannitomsætningen i disse Jorder med et Par Undtagelser forløbet meget hurtigt i de »podede« Kulturer.

Mannitomsætningen er gennemgaaende forløbet hurtigere i de »podede« end i de »upodede« Kulturer, men Forskellen er dog i Reglen forholdsvis ringe, og Forskellighederne i Jordens mannitomsættende Evne er saaledes overvejende betinget af Forskelligheder i Jordens kemiske Sammensætning.

Til nærmere Belysning af de kemiske Faktorer, der her gør sig gældende, er udført de i Tabel 4 refererede Undersøgelser med Anvendelse af forskellige Tilsætninger til Jorden, og Resultaterne af denne viser, at det særlig er Jordens Indhold af basiske Kalkforbindelser og af let opløselige Fosforsyreforbindelser, der er bestemmende for Mannitomsætningens Hastighed.

Disse Resultater maatte siges at opfordre til en nærmere Undersøgelse af, hvorvidt man gennem en Bestemmelse af Mannitomsætningshastigheden i ikke kalktrængende Jorder kan skaffe sig Oplysninger om disses Indhold af let opløselige og for Planterne tilgængelige Fosforsyreforbindelser paa lignende

Maade som man ved Azotobacterprøven skaffer sig Udtryk for Jordens Kalktrang, og til en første Orientering i dette vigtige Spørgsmaal er der foretaget en Undersøgelse af nogle Jorder, hvis Mangel eller ikke Mangel paa Fosforsyre er bestemt gennem aarelange Markforsøg. Resultatet maa for saa vidt siges at være særdeles opmuntrende, som det virkelig viser sig, at de Jorder, som Forsøgene har udpeget som udpræget fosforsyremanglende, ogsaa er i Besiddelse af en ringe mannitomsættende Evne, hvorimod de Jorder, som Forsøgene har udpeget som ikke fosforsyremanglende, særdeles hastigt omsætter Mannitten (Tabel 5 og Figurerne 4 og 5). Endvidere fremgaar det, at man ved i en Aarrække at tilføre de nævnte fosforsyremanglende Jorder Superfosfat i normale Mængder i meget høj Grad kan forøge disse Jorders mannitomsættende Evne. Undersøgelserne er imidlertid endnu ikke omfattende nok til, at der tør drages sikre Slutninger med Hensyn til Fremgangsmaadens praktiske Betydning.

I sidste Afsnit af Beretningen er givet en Oversigt over Sammenhængen mellem Jordens Reaktion og Basicitet og dens Indhold af Fosforsyre i saltsyreopløselige Forbindelser, Mætningskoncentrationen af Fosforsyre i Kulsyreekstrakten samt Indholdet af Kalk og Magnesia i klorammoniumopløselige Forbindelser. Vedrørende de særdeles interessante Resultater, som denne Sammenstilling udviser (Tabel 6), henvises til den Side 50—55 givne Omtale. Her skal kun fremhæves, at det af Undersøgelsen tydeligt fremgaar, at basisk Reaktion og Tilstedeværelse af et vist Stødpudeindhold (Kalkindhold) i Jorden er en Forudsætning for et nogenlunde betydeligt Indhold af kulsyreopløselige Fosforsyreforbindelser, og at Jordreaktionen saaledes i væsentlig Grad er bestemmende for Jordfosforyrens Tilstandsform.

## Summary.

### Studies on the Influence of the Condition of the Soil on the Bacterial Life and Changes in Matter in the Soil. II.

#### Investigations on the Ability of the Soil to Break Down Mannite.

The power of a series of different soils to bind nitrogen from the air had already been investigated. Before a nitrogen determination was made the soils in question were mixed with mannite and placed for some weeks in a thermostat. Observations made seemed to show that important differences existed in the ability of soils to break down mannite. As it seemed probable that these differences depended on qualities of the soil which have a great agricultural importance, the entire question of the power of soils to break down mannite, and the relation of the latter to the nature of the soil in question were made the subject of very detailed investigations.

First a satisfactory method for investigations of this kind was found, (see pages 4—10). By this, proof was established that the water content in the soil determines both the speed and the entire course of the process of mannite decomposition. In order to reach an approximate maximum speed for breaking down mannite the water content must correspond to about 75% of the water capacity of the soil, (Table 2, Figs 1 and 2). Using a large number of field soils, (mineral soils), an investigation was made of the variation in the power of soils to break down mannite, expressed in the differences in speed of mannite decomposition. As in the case of earlier investigations made by the author on changes in matter in the soil, in this investigation too, both 'uninoculated' and 'inoculated' cultures were used in order to determine to what extent the variations found depended on differences in the chemical or micro-biological nature of the soil. In the soil samples determinations are made of the reaction and content of buffers in the soil, (using the combined acid-, litmus- and azotobacter tests), its content of phosphoric acid in muriatic-acid-soluble combinations, of the saturation concentration of phosphoric acid in carbonic-acid-saturated water, and finally the content of lime and magnesia combinations, which are soluble in a 10% hot ammonium-chloride solution.

The decomposition speed varies within a very wide range. In the case of some soils decomposition is complete before 5 days have elapsed, in others comparatively little has transpired at the expiration of 30 days. Considered as a whole there seems to be a definite relation between the reaction of the soil, — particularly its buffer action in the proximity of or over the neutral point, — and its

power to decompose mannite, for soils with a large ›buffer‹ content, (i. e. having the power to cause azotobacter development in the ›inoculated‹ lime-free mannite solution: the non-lime-requiring soils), possess as a rule a far greater power to break down mannite than soils with a small ›buffer‹ content, (no azotobacter vegetation: the lime-requiring soils). The difference is even more striking when a comparison is made between the pronouncedly acid and the pronouncedly alkaline reacting soils. However within these groups of soils are many striking exceptions to the rule which would seem to indicate that the above named condition partly depends on the fact that the non-lime-requiring soils, more often than the lime-requiring soils, possess qualities determining the speed of the process of mannite decomposition. No connection can be shown between the soils' content of phosphoric acid in muriatic-acid-soluble combinations, and its power to break down mannite. On the other hand results from non-lime-requiring soils reveal that those among them showing the greatest saturation-concentration of phosphoric acid ( $P_2O_5$ ) in a carbonic acid extract possess, as a rule, the greatest power to break down mannite. In a saturation concentration greater than 1.2 mg  $P_2O_5$  per liter, mannite decomposition has, with a few exceptions transpired very quickly in the ›inoculated‹ cultures in the above-named soils.

In general mannite decomposition takes place more quickly in ›inoculated‹ than in ›uninoculated‹ cultures, but as a rule this difference is comparatively small and the differences in the power of soil to break down mannite depend primarily on the differences in the chemical combination of the soil.

In order to shed further light on the chemical factors encountered, see Table 4 for results of investigations in the use of various admixtures to the soil. These show that the content of basic, buffer-acting lime-compounds and of easily soluble phosphoric acid compounds determine the speed of mannite decomposition.

These results are stimulating. They seem to ask for a further investigation of the extent to which a determination of the speed of mannite decomposition in non-lime-requiring soils gives information as to the soils' content of easily soluble phosphoric acid combinations readily assimilated by plants in the same way as the authors azotobacter test expresses the need of the soil for lime. The first clue to the matter has been given in an investigation of a series of soils whose lack or non-lack of phosphoric acid has been determined in field experiments through a series of years. The result is very satisfactory; for we find that those soils which experiments have found to be decidedly phosphoric-acid-requiring possess only to a slight degree the power to break down mannite, whereas soils which experiments have shown to be non-phosphoric-acid-requiring break down mannite very

quickly, (Table 5 and Fig. 4-5). It appears furthermore that when for a number of years superphosphates in normal quantities is added to the above-named phosphoric-acid-requiring soils the power of said soils to break down mannite is greatly increased. However the investigations are not sufficiently comprehensive to warrant drawing conclusions in regard to the practical importance of the method in making investigations of the soils' need for phosphoric acid.

The last part of the paper contains a survey of the relationship between the reaction and basicity of the soil and its content of phosphoric acid in muriatic-acid-soluble combinations, the saturation concentration of phosphoric acid in carbonic acid extract and of the content of lime and magnesia in ammonium chloride soluble combinations. See page 50-55 for a description of the interesting results which the comparison (Table 6) shows. It is only necessary to state here that the investigations have indicated plainly enough that basic reaction and the presence of a certain buffer content (especially lime-combinations) in the soil are qualifications necessary for a somewhat considerable content of carbonic-acid-soluble phosphoric-acid-combinations, and that soil reaction largely determines the form, in which phosphoric acid is present in the soil.