

Undersøgelser over Manganindholdet i dansk Jord.

III. Om Forholdet mellem Planternes Vækst og Jordens ombyttelige Manganmængde.

Af F. Steenbjerg.

285. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Nærværende Afhandling redegør, i Fortsættelse af 268. og 278. Beretning, for Undersøgelser over Jordens Manganindhold, med særligt Henblik paa Undersøgelsesernes praktiske Rækkevidde. De undersøgte Jordprøver er hovedsagelig indsendt af Planteavlskonsulenter samt af Statens plantepatologiske Forsøg.

Ved Undersøgelserne i Laboratoriet har Landbrugskandidat Frk. *Else Bech* medvirket.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Ved Anvendelse af kemiske Metoder til Bestemmelse af Jordens Mangel paa nødvendige Næringsstoffer i en saadan Form, at Planterne kan optage dem, maa man erindre, at Summen af Plantens kvantitative og kvalitative Livsytringer, der i det foreliggende Tilfælde udelukkende maales gennem Stofproduktionen, er Resultatet af alle tilstedeværende Vækstfaktorer (i videste Forstand) Sammenspil, en Betragtningssmaade som i sin primære Form kan føres tilbage til *Sprengel* og *Liebig*. Vækstfaktorkomplekset som Helhed regulerer Masseudbyttets Størrelse og ikke alene den enkelte Vækstfaktor, man gennem en kemisk Analyse søger at faa Udtryk for, og derpaa stiller Udbyttet i Marken i Forhold til.

At udrede dette Sammenspil, dels mellem Vækstfaktorerne indbyrdes, dels mellem Vækstfaktorerne og Planten, og derpaa formulere Sammenspillet eller Sammenhængen kvalitativt

eller bedre kvantitativt, maa blive en af Fremtidens Hovedopgaver paa dette Omraade, selv om det maa indrømmes, at Opgavens fuldgyltige Løsning for nærværende synes yderst vanskelig, ja næppe er mulig.

For Øjeblikket indskrænkes Arbejdsomraadet hovedsagelig til en Fastsættelse af Sammenhængen mellem Udbyttets Størrelse i Marken, og i Laboratoriet bestemte, empiriske Udtryk for virksom og eventuelt optagelig Plantenæring, og det er da vigtigt at erindre, at alle andre Produktionsfaktorer i Marken varierer fra den ene Lokalitet til den anden, hvilket betyder, at de tilstræbte kvalitative eller kvantitative Sammenspil foreløbig maa bestemmes under Antagelse af et i Virkeligheden ikke eksisterende gennemsnitligt Vækstfaktorkompleks (eller Række af Vækstfaktorkomplekser). Alene af denne Grund kan det konkrete Tilfælde foreløbig kun belyses med Sikkerhed i de Omraader, hvor Minimumsloven med stor Kraft gør sig gældende og eliminerer Betydningen af de øvrige Vækstfaktorer's Variation. I det følgende er disse Problemer behandlet for Næringsstoffet Mangan.

I. Forholdet mellem Mangantallets (T_{Mn} og Mt) Størrelse og den Hyppighed, hvormed Lyspletsyge optræder.

I et indledende Arbejde (1)¹⁾ blev det foreslaaet at benytte den totale Mængde af ombytteligt Mangan, udtrykt i mg Mn pr. kg lufttør Jord, som et Maal for Jordens Evne til at forsyne Planterne med Mangan. I det følgende er denne totale ombyttelige Manganmængde af forskellige Grunde omregnet til Milliækvivalenter Mn pr. 27.5 kg lufttør Jord og benævnes T_{Mn} . Den af q^2) og T_{Mn} beregnede, optagelige Manganmængde, se (2), benævnes Mt og udtrykkes i g Mn pr. ha og Vækstperiode. For Undersøgelser over Plantevækstens Afhængighed af Jordens Manganindhold er denne Omregning imidlertid uden principiel Betydning.

Vedrørende selve den analytiske Bestemmelse af Mangan har en yderligere Modifikation af den af *Marshall* (3) angivne Metode i

¹⁾ Tallene i Parentes henviser til Litteraturfortegnelsen Side 824.

²⁾ Maaler man ved Bestemmelsen af T_{Mn} de ombyttede og de ombytende Ioner i Milliækvivalenter i Stedet for i henholdsvis mg og Enheder à 100 cm³, skal de her anførte og tidligere anførte q -Værdier multipliceres med Faktoren 5493.

mange Tilfælde vist sig formaalstjenlig. *Marshall's* væsentlige Tilføjelse til *Forchammers* Metode (4)¹⁾ var Opdagelsen af, at Sølvionen katalyserede Iltningen af Manganion til Permanganation ved Benyttelse af Persulfater som Iltningsmiddel. Man har imidlertid under Arbejdet her i Laboratoriet opdaget, at Zinkionen under disse Forhold er omtrent lige saa god en Katalysator som Sølvionen, og det vil derfor i mange Tilfælde være en Fordel og rigtigst (kloridholdige Jorder m. m.) at anvende 1 cm³ af en 1 normal Opløsning af Zinksulfat (til Analyse) eller Zinknitrat (smeltet, rent) til Analysen, som den er beskrevet i (1). I de nævnte Zinksalte kunde der ikke paavises Sølvion ved den almindelige Prøve med Kloridion, og Manganindholdet var ganske betydningsløst.

I et tidligere Arbejde (2) vistes det, at Manganets Virkningsfaktor, bestemt efter *Mitscherlich*, var betydelig større end de Virkningsfaktorer, der kunde bestemmes for Kvælstof, Fosforsyre og Kali ved samme eksperimentelle Betingelser. Denne høje Virkningsfaktor er utvivlsomt en Hovedårsag til den af flere Grunde meget uheldige Stilling, Næringsstoffet Mangan har indtaget ved Anlæggelse af Markforsøg.

I Perioden 1923—32 udførtes der saaledes i de danske Husmands- og Landboforeninger kun 132 Markforsøg (fortrinsvis i Havre og Byg) med Manganosulfat; heraf anlagdes 3 Forsøg eller 2.3 pCt. med to Mængder Manganosulfat, Resten anlagdes med kun een Mængde Manganosulfat. Baade de forholdsvise faa Forsøg, og at der som Regel kun er anvendt een Mængde Manganosulfat, viser, at dette Gødningsproblem, som vi nu vilde udtrykke os, er behandlet paa en Maade, der ikke svarer til vor nuværende Viden.

I de fleste forekommende Tilfælde af Lyspletsyge har man rimeligvis slet ikke anlagt noget Markforsøg, naar man har iagttaget Sygdommen, men blot tilført Manganosulfat svarende til 50 kg pr. ha, idet man paa Forhaand har antaget, at Merudbyttet nemt vilde kunne betale de forøgede Omkostninger; rent bortset fra dette økonomiske Problem vil Fremgangsmaaden i ekstreme Tilfælde kunne være yderst vildledende, som nedenstaaende Eksempel viser:

Tilført kg Manganosulfat pr. ha	T _{Mn}	Angrebets Karakter i 1934
0	0.7	Afgrøden »gik i Jorden«
50 (1933)	0.8	do.
50 (1933) + 50 (1934)	0.8	do.

¹⁾ Metoden benævnes ofte, men fejlagtigt, som *Walter Crums* eller *Vollhardts* Metode.

Forsøget, der ligger ved Frederiksdal Kanal, blev anlagt af Statens plantepatologiske Forsøg i 1933; det ses, at en Tilførsel af endog 50 kg Manganosulfat pr. ha og Aar i to paa hinanden følgende Aar ikke har formaaet at hæve T_{Mn} , og i Overensstemmelse hermed var Angrebet lige ødelæggende, enten der tilførtes Manganosulfat eller ej. Til denne Jord skal der aabenbart tilføres forholdsvis store Mængder Manganion, før der bliver noget »tilovers« til Planterne, d. v. s., en stor Del af Jordens Inaktiveringskapacitet (2) maa først mættes.

Paa Grund af det ringe Antal Forsøg, udført med kun een Mængde Manganosulfat og i forskellige Afgrøder, er det for nærværende umuligt at formulere nogen gennemsnitlig Sammenhæng mellem Merudbyttet efter Tilførsel af 50 og 100 kg Manganosulfat pr. ha og f. Eks. T_{Mn} , paa tilsvarende Maade som anbefalet af *Bondorff* (5) for Fosforsyrens Vedkommende. Det bliver her nødvendigt at gaa den mere kvalitative Vej, d. v. s., finde Grænseværdier for den Værdi af T_{Mn} (eller en anden Størrelse), hvor over og hvor under Lyspletsyge henholdsvis med stor Regelmæssighed ikke forekommer eller med stor Regelmæssighed forekommer, samt søge at fastsætte den naturlige, jævne Overgang mellem disse to Yderpunkter. Dette Forhold er nærmere belyst i Tabellerne 1 til 3.

Det behandlede Materiale (Tabellerne 1 til 3) omfatter 279 Jordprøver, indsendt hovedsagelig i 1933 og 1934. I nogle Tilfælde udtoges der samtidig to Jordprøver, dels paa en Plet, hvor Afgrøden var syg, dels paa en anden Plet (saa nær som muligt den første), hvor samme Afgrøde var om ikke altid sund saa dog sundere. En anden Del af Materialet omfatter Tilfælde, hvor man dels har formodet et Angreb af Lyspletsyge, dels har været sikker paa Symptomerne. Man vil heraf forstaa, at T_{Mn} -Værdiernes Niveau maa ligge forholdsvis lavt i det indsamlede Materiale, og der maales da ogsaa kun i en halv Snes Tilfælde Værdier af T_{Mn} over 3, alle i øvrigt uden Angreb af Lyspletsyge.

Tabellerne 1 og 2 er delt i to Dele, I og II. Ved de med Jordprøverne følgende Oplysninger om Afgrødens Udseende, benyttedes ofte Udtryk som: Ret god — omtrent sund — svagt Angreb o. s. v., disse Betegnelser er ved Fremstilling af Tabellernes Afdeling I tydet som syg, medens de i Afdeling II er tydet sund; Tabellernes Afdeling II er saaledes mere landøkonomisk betonet. Tabel 1 omfatter alle Afgrøder, dog over-

vejende Havre, i mindre Grad Afgrøder som Byg, Rug, Hvede, Runkelroer, Kaalroer, Kartofler og Sukkerroer.

Tabel 1.
Sygdomsprocenten i Jord med forskellig Værdi af T_{Mn} .
Alle Afgrøder.

T_{Mn}	I						II					
	Antal Prøver			pCt.			Antal Prøver			pCt.		
	syge	sunde	i alt	syge	sunde	syge	sunde	i alt	syge	sunde		
0 —0.5	49	1	50	98.0	2.0	47	3	50	94.0	6.0		
0.51—1.0	83	21	104	79.8	20.2	61	43	104	58.7	41.3		
1.01—1.5	34	21	55	61.8	38.2	17	38	55	30.9	69.1		
1.51—2.0	10	15	25	40.0	60.0	7	18	25	28.0	72.0		
> 2.0	12	33	45	26.7	73.3	3	42	45	6.7	93.3		

Tabel 2.
Sygdomsprocenten i Jord med forskellig Værdi af T_{Mn} .
Havre.

T_{Mn}	I						II					
	Antal Prøver			pCt.			Antal Prøver			pCt.		
	syge	sunde	i alt	syge	sunde	syge	sunde	i alt	syge	sunde		
0 —0.5	30	1	31	96.8	3.2	29	2	31	93.8	6.4		
0.51—1.0	41	12	53	77.4	22.6	29	24	53	54.7	45.3		
1.01—1.5	17	17	34	50.0	50.0	10	24	34	29.4	70.6		
1.51—2.0	4	3	7	57.1	42.9	4	3	7	57.1	42.9		
> 2.0	2	14	16	12.5	87.5	2	14	16	12.5	87.5		

De forskellige Kulturplanter og Sorter kan rimeligvis nøjes med noget forskellige Manganmængder, og selv om Afgrødeanalyser, som Kriterium for Planternes Næringsstofbehov bør anvendes med Forsigtighed, er det dog værd at bemærke, at baade danske (1) og udenlandske Analyser (se bl. a. *Samuel* og *Piper* (6)) viser, at forskellige Kulturplanter og Sorter, voksende paa samme Jord, optager forskellige Manganmængder pr. Vægtenhed Tørstof, en Iagttagelse, der støttes af det Forhold, at forskellige Kulturplanter og Sorter ikke alle angribes eller angribes lige stærkt af Lyspletsyge paa samme Jordstykke samme Aar. At efterprøve, om disse Iagttagelser overensstemmende hermed ogsaa resulterede i, at de forskellige Afgrøder og Sorter til normal Vækst krævede forskellige Værdier af T_{Mn}

i Jorden, vilde have sin store Interesse; men for Øjeblikket er Materialet langtfra omfattende nok til en saadan Opgørelse.

Som nævnt, indsendtes der dog Jordprøver fra Havremarker i ret stort Antal (141 Stkr.), og i Tabel 2 findes for Havrens Vedkommende en Opgørelse svarende til Opgørelsen i Tabel 1. For de øvrige Afgrøder kunde saadanne Tabeller ikke opstilles, selv om Tendensen ogsaa her var meget tydelig, ogsaa naar Prøvernes Antal var meget ringe.

En Sammenligning af Tabellerne 1 og 2 giver i Hovedtrækkene samme Billede: Ved Værdier af T_{Mn} under 0.5 vil Laboratoriemetoden i 19 af 20 Tilfælde give det rigtige Svar: Lyspletsyge; omvendt hvis T_{Mn} er lig med eller over 2. Mellem disse to Yderpunkter eller Grænseværdier ligger et Omraade, hvor Laboratoriemetodens Evne til at kunne forudsige Angreb eller ikke Angreb af Lyspletsyge aftager (fra begge Yderpunkter) mod Mjdden; Laboratoriemetodens Sikkerhed vil dog rimeligvis i dette Omraade kunne forøges ved Indførelse af et Princip, som senere skal omtales.

Ved en Vurdering af Tabellerne 1 og 2 (samt 3) maa man huske, at Materialet baade omfatter Sand-, Ler- og Humusjorder; af de 279 Jordprøver var de 239 Prøver saaledes Sandjord (ofte humusblandet Sandjord), 36 Prøver var (i de fleste Tilfælde) let Lerjord, samt endelig fire Humusjorder.

Efterhaanden som dette Materiale vokser, vil det rimeligvis kunne konstateres, at Grænseværdierne (T_{Mn}) for samme Afgrøde ligger forskelligt paa Lerjord og Sandjord; en vis lav T_{Mn} -Værdi maa sandsynligvis bedømmes betydelig mildere paa Lerjord end paa Sandjord, forudsat at Vækstbetingelserne i øvrigt er nogenlunde ens fra Ler til Sand. Denne Antagelse hviler paa det Faktum, at det gennemsnitlige Indhold af togyldigt, ombytteligt Mangan er større i Lerjord end i Sandjord (se (1)), uden Tvivl fordi Reduktionsbetingelserne er bedst i Lerjord; i hvert Fald kan Aarsagen til den gennemsnitligt højere T_{Mn} -Værdi i Lerjord næppe søges i Forskelligheder i Jordenes totale Indhold af Mangan: Totalanalyser¹⁾ for Mangan i 13 Jordprøver hidrørende fra almindelig Agermark (6 Sandjorder og 7 Lerjorder) viste nemlig, at Lerjorderne i Gennemsnit indeholdt 28.0 mg Mn pr. 100 g lufttør Jord, medens Sandjorderne indeholdt 27.2 mg.

Muligvis vil en Undersøgelse af den Lethed, hvormed forskellige Jorders Manganforbindelser reduceres, ofte være af Værdi som et Supplement til Bestemmelsen af Jordens ombyttelige Mangan m. m. At der er nogen Forskel paa Jordens Manganoverilteforbindelser i saa Henseende, er ret sandsynligt, se bl: a. Variationsanalysen i Afsnit II;

¹⁾ Jorden kogtes i 1 Time under Tilbagesvaling med 20 pCt. Saltsyre.

ogsaa Tabellerne 4 og 5 (Side 809—14) antyder en saadan Forskel, særlig hvis man sammenligner T_{Mn} -Værdierne i Forsøget i Dover, Hurup (1931 og 1934) med andre Forsøgssteders T_{Mn} -Værdier i de samme to Aar. Orienterende Undersøgelser vedrørende dette Spørgsmaal er i Gang og udføres paa den Maade, at der til Ekstraktionsmidlet (1 mol. $Mg(NO_3)_2$) tilsættes organiske Reduktionsmidler, se (2). Fremtiden vil vise, om saadanne Undersøgelser har praktisk Værdi¹⁾.

Forskellige Forhold bevirker altsaa (se i øvrigt Tabel 1), at der ikke kan være nogen eentydig Sammenhæng mellem T_{Mn} og Planternes Vækst, som det ogsaa fremhævedes i Indledningen. Men trods dette og det forholdsvis lidet omfattende og blandede Materiale, maa det alligevel siges, at Grænseværdierne for T_{Mn} er ret sikkert bestemt, særlig i Betragtning af at Materialet til den ene Side (Værdier af T_{Mn} over 2) kun omfatter yderst faa Prøver med T_{Mn} paa 3 eller 4 og derover.

Disse Grænseværdier kan nu anvendes paa forskellig Maade. Enkelte Anvendelsesomraader skal kortelig omtales her; i et senere Afsnit bliver en betydningsfuld Anvendelse af Grænseværdierne for T_{Mn} behandlet mere indgaaende.

Det er ikke ualmindeligt at iagttage, at Mangel paa andre Vækstfaktorer, f. Eks. Tørke og Kali m. m., kan tilsløre Symptomerne paa Lyspletsyge; bestemmer man T_{Mn} , og denne viser sig at ligge ekstremt, giver dette en ret sikker Oplysning; en Bestemmelse af ekstreme T_{Mn} -Værdier betyder desuden, at man i god Tid kan træffe sine Forholdsregler. Ligger T_{Mn} ikke ekstremt, vil en samtidig Udtagning af to Jordprøver i hinandens Nærhed og i samme, dels sunde, dels tilsyneladende syge Afgrøde kunne forøge Laboratiemetodens Sikkerhed; man bestemmer T_{Mn} og Mt (se senere) i de to Jordprøver, hvorpaa man dels foretager en relativ (lokal) Sammenligning af Jordprøvernes Mangantal, dels en gennemsnitlig Bedømmelse, idet de fundne Værdier af T_{Mn} og Mt, indføjes i den eller de Værdigrupper (Tabel 1 og 3), hvor de efter deres Størrelse hører hjemme. En Betingelse for, at dette Princip kan anvendes, er selvfølgelig, at Mangelen paa det nødvendige Næringsstof ogsaa i Overgangstilfældene ledsages af nogenlunde tydeligt fremtrædende Symptomer. Nedenfor er vist et Par Eksempler; særlig i det ene Tilfælde er der praktisk taget ikke

¹⁾ Efter at denne Afhandling var gaaet i Trykken, fremkom der et Arbejde af Leeper (14), hvori Tilsætning af et Reduktionsmiddel til Ombytningsmidlet er forsøgt. Leepers Materiale er dog for lidet omfattende til en nærmere Vurdering af Metodens Værdi.

Forskel paa T_{Mn} , de ligger tilmed i et gennemsnitlig set ret usikkert Omraade (se Tabel 1); men sammenligner man Mt -Værdierne, er man næppe i Tvivl om, at de to Arealer er afgjort forskellige med Hensyn til Evnen til at kunne forsyne Planterne med Mangan.

Lokalitet	T_{Mn}	q	Mt	P_H	Angrebets Karakter
Pengeskittegaard	0.6	73.0	43	8.0	Stærkt Angreb
»	0.6	21.4	145	8.0	Utydeligt »
Brønderslev	1.3	17.1	182	7.4	Ret stærkt Angreb
»	1.4	8.9	347	7.1	Utydeligt »

Vageler og *Alten* har, som omtalt i et tidligere Arbejde (2), foreslaaet at benytte en pr. Vækstperiode og ha beregnet optagelig Kationmængde som Maal for Jordens Evne til at forsyne Planterne med Kationer. Forudsætningen for, at denne Beregning med nogen Ret kan gennemføres, afhænger selvfølgelig dels af, om deres Ligning (se (2)) ved den anvendte Metodik passer til de eksperimentelle Data, dels af, om deres Antagelse, der gaar ud paa, at et af Planteroden udskilt Ækivalent Brintion modsvarer et Ækivalent i Planten optaget Kation, er rigtig. Ved den Metodik, der er anvendt ved Manganundersøgelserne, synes *Vageler* og *Altens* Ligning at passe til de eksperimentelle Data baade ved Anvendelse af meget store (1000 Milliækvivalenter) og meget smaa (10 Milliækvivalenter) Mængder ombytende Kation.

Saadanne Beregninger er allerede foretaget af *Vageler* og *Alten* for andre Stoffer, f. Eks. Natrium og Kalium; de benytter dog en noget anden Metodik end ved disse Undersøgelser over Jordens ombyttelige Manganindhold, hvor der er anvendt Büchnertragt (1).

Den beregnede Størrelse kaldes Mt og udtrykkes, som tidligere anført, i g Mn pr. Vækstperiode og ha. Det er dog klart, at denne Beregning maa indeholde mange Usikkerhedsmomenter, hvilket ogsaa paapeges af *Bondorff* (7) ved en indgaaende Behandling af dette Spørgsmaal.

Et Usikkerhedsmoment, som i øvrigt i nogen Grad er af speciel Karakter, fremkommer, hvis man antager, at hele den af Jorden producerede Brintionmængde (efter *Lundegårdh* (12), en Brintionmængde svarende til 2—4 kg CO_2 pr. Time pr. ha i ugødet Jord) — ikke blot Planternes Produktion — virker dels fremmende paa Reduktionsprocesserne af Jordens Manganoverilteforbindelser, dels ombytende, og hvis man endvidere med *Lundegårdh* (13) antager, at af de saaledes

frigjorte Manganioner vil en vis Del¹⁾ (større end svarende til Planternes Brintionudskillelse) opsuges af Planteroden under Ledsagelse af en Anion, f. Eks. Bikarbonationen (altsaa som neutralt Molekyle); disse Antagelser i Forbindelse med senere anførte Forhold vil kunne bidrage til Belysning af den Kendsgerning, at det er nødvendigt at indsætte saa store af Planterne producerede Brintionmængder i Ligningen, for at komme til Værdier for Mt af en fornuftig Størrelsesorden, at de maa anses for usandsynlige. Men disse Antagelser betyder ganske vist en delvis Forkastelse af den anvendte Ligning, nemlig naar det drejer sig om en formentlig Fastsættelse af den af Planteroden udskilte Brintionmængde.

Et andet Forhold, som ogsaa kan forklare de anførte store x-Værdier, ligger i den Kurve, hvorefter Kationombytningen foregaar; det er indlysende, at Produktionen af virksomme Brintioner i Jorden, hidrørende fra Planterødderne og (eller) Jordens Mikroflora, foregaar langsomt, d. v. s. daglige smaa Portioner igennem en Vækstperiode, hvilket betyder, at den virksomme Del af de producerede Brintioner ombytter under de gunstigst mulige Forhold, d. v. s. med den størst mulige Differentialkvotient $\frac{dy}{dx}$, idet det samtidig forudsættes, at de ovenfor omtalte Reduktionsprocesser (Forvitring) foregaar under hele Vækstperioden; i Laboratoriet derimod tilføres denne igennem en Vækstperiode formodede virksomme Brintionmængde paa een Gang og kan derfor kun ombytte en mindre Kationmængde, hvilket nødvendiggør en Indsættelse af de forholdsvise store x-Værdier i Ligningen, naar man, ud fra de i Laboratoriet fundne Konstanter og ved Hjælp af Afgrødeanalyser, vil beregne den optagelige Kationmængde²⁾.

I det foreliggende Arbejde er Beregningen af Mt søgt løst ad empirisk Vej. Ved Behandling af Manganopermutit (indblandet i syreudvasket Strandsand) i Büchnertragt (se (1)) med Brintioner (Opløsninger af $\frac{m}{20}$ HNO₃) og Magniumioner (Opløsninger af $\frac{m}{40}$ Magniumnitrat) fandtes Forholdet mellem Magniumionens q og Brintionens q som 2.46 : 1; dette betyder, at Brintionens Evne til at ombytte Manganioner under disse Forhold er 2.5 Gange saa stor som Magniumionens. Regner man med, at dette Forhold er det samme i Jorden, er man, hvis man følger *Vageler* og *Allen*, nødt til at regne med (for at komme til optagelige Manganmængder af en fornuftig Størrelsesorden), at en normal Afgrøde udskiller ca. 10 Milliækvivalenter Brintion pr. 100 g Jord i en Vækstperiode (hvilket er for højt); der

¹⁾ Den Del, der befinder sig i Planterøddernes umiddelbare Nærhed.

²⁾ Man gaar her ud fra, at den i Laboratoriet benyttede Teknik, Ligning og de fundne Konstanter i hvert Fald genspejler Ombytningsforholdene i Jorden. Om de gør det, er en anden Sag.

maa altsaa i Ombytningsligningen indsættes en Værdi af x paa 12.5 cm^3 1 molær Magniumnitrat ved Beregningen af Mt, idet man samtidig benytter de i de enkelte Tilfælde fundne Værdier af T_{Mn} og q^1 .

I de tidligere behandlede Karforsøg (2) varieredes den i Ligningen for x indsatte Magniummængde, udtrykt i cm^3 1 mol. Magniumnitrat fra 13.7 til 32.2 (proportionalt med den høstede Rodmængde); det er rimeligt at antage, at Rodmængden og den udskilte Syremængde er betydelig større ved Karforsøg end i Marken, hvilket, i Forbindelse med det i det foregaaende anførte, kan forklare Nødvendigheden af at indsætte disse forholdsvis store Brintionmængder for ved Beregning at komme til Værdier af Mt, der svarer til det ved disse Karforsøg i Rod, Halm og Kærne fundne Mangan²).

Forannævnte Fremgangsmaade ved Beregningen af Mt er nu benyttet paa 278 af de i Tabel 1 omfattende 279 Tilfælde (T_{Mn} var i et enkelt Tilfælde 0). Resultatet findes i Tabel 3,

Tabel 3.
Sygdomsprocenten i Jord med forskellig Værdi af Mt.
Alle Afrøder.

Mt	I					II				
	Antal Prøver			pCt.		Antal Prøver			pCt.	
	syge	sunde	i alt	syge	sunde	syge	sunde	i alt	syge	sunde
0— 62	59	2	61	96.7	3.3	55	6	61	90.2	9.8
63— 94	44	11	55	80.0	20.0	34	21	55	61.8	38.2
95— 156	45	21	66	68.2	31.8	28	38	66	42.4	57.6
157— 312	30	33	63	47.6	52.4	15	48	63	23.8	76.2
313—1560	8	25	33	24.2	75.8	2	31	33	6.1	93.9

der ligeledes er delt i to Afdelinger — I og II — med samme Betydning som i Tabellerne 1 og 2. En Sammenligning mellem Tabellerne 1 og 3 viser, at Mt giver en tilnærmelsesvis lige saa god Sammenhæng med Sygdomsprocenten som T_{Mn} ; desuden stemmer de i Tabel 3 fundne Mt-Værdier ret godt med de Manganmængder, som meget syge, mindre syge og sunde

¹) Der er her set bort fra, at Planternes Rodmængde aftager efter Mitscherlichs Ligning, samt at man intet Kendskab har til Forholdet mellem Rodmængdens Størrelse og dens Evne til at udskille Brintioner (se (2)).

²) Rodmængden indeholdt ogsaa, trods omhyggeligt Arbejde, noget Jord.

Afgrøder optager af Mn pr. ha og Vækstperiode; se danske (2) og udenlandske Afgrødeanalyser bl. a. (6) samt Miller (8).

Da T_{Mn} foreløbig er den bedst definerede Størrelse, og det desuden ved Undersøgelser, som der i et følgende Afsnit gøres Rede for, har vist sig, at T_{Mn} som Funktion af Jordens p_H følger en forholdsvis simpel Ligning, kan der maaske foreløbig være Grund til at lægge Hovedvægten paa T_{Mn} , selv om mange Eksempler viser, at en samtidig Betragtning af T_{Mn} og q (ved Indsættelse i *Vageler* og *Altens* Ligning¹⁾ kan have Betydning.

II. Forholdet mellem Jordens p_H og T_{Mn} .

Der kan næppe være Tvivl om, at Hovedaarsagen til Lyspletsygens Forekomst i Danmark maa søges i Tilførsel af for store Mængder Kalciumkarbonat i Kalk eller Mergel, og det er da ogsaa en Regel, at T_{Mn} falder stærkt med stigende p_H i Jorden (se (1)). Denne Regel har dog sine Undtagelser; i enkelte Partier af den udtørrede Lammefjord finder man saaledes, trods yderst lave p_H -Værdier (p_H 4 og derunder) meget lave Værdier for T_{Mn} , og det er rimeligt at antage, at Aarsagen hertil for en meget væsentlig Del maa søges i de før Udtørringen stedfundne stadige Reduktioner af eventuelt tilstedeværende firegyldigt Mangan, i Forbindelse med den af Havvandets Salte foraarsagede Ombytning af Manganoioner med paafølgende Udvaskning. Noget lignende (Udvaskning) synes, om end i mindre Grad, at være Tilfældet i nyopdyrkede Hedejorder, selv om ogsaa andre Forhold rimeligvis her gør sig gældende (se senere).

Reglen er imidlertid den, at T_{Mn} aftager meget stærkt med stigende p_H i Jorden. I Fig. 1 er der vist en typisk Kurve for Forholdet mellem Jordens p_H og T_{Mn} . Jordprøverne er udtaget i Kalkforsøget ved Borris (Forsøg 19—66, Mark 1) i Efteraaret 1928.

I Fig. 1 er som Abscisse benyttet de p_H -Forøgelser, der fremkommer efter Tilførsel af stigende Mængder Kalciumkarbonat til Jorden. Den indtegnede Kurve er beregnet efter Formlen:

$$\text{differentieret } y = y_0 e^{-kx} \quad (1),$$

$$\frac{dy}{dx} = -y_0 k e^{-kx} \quad (2);$$

¹⁾ Ved den her anvendte Metodik (Büchnertragt), er det i øvrigt næppe korrekt vedblivende at benævne Ligningen som *Vageler* og *Altens*.

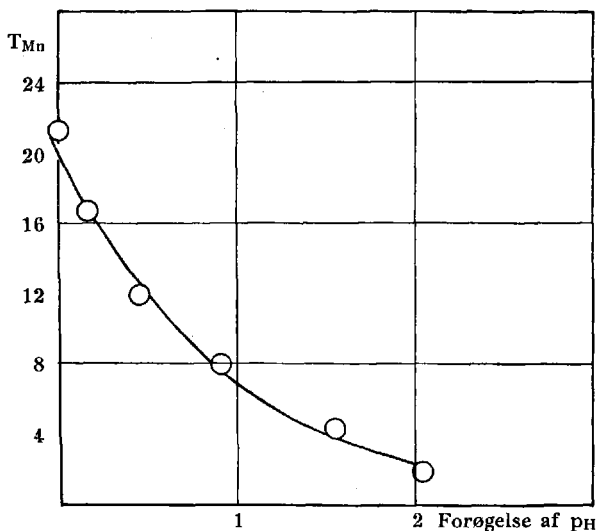


Fig. 1. Forholdet mellem pH-Forøgelsen og T_{Mn}.
Borris.

i Ligning (1) betyder y_0 den Værdi af T_{Mn}, der maales i Jorden før Tilførsel af Kalciumkarbonat, medens x er Forøgelsen i pH, fremkommet ved Tilførsel af Kalciumkarbonat; k , y_0 og e er Konstanter. Konstanterne k og y_0 findes af Ligningen:

$$\ln y = \ln y_0 - kx \quad (3),$$

eller ved Overgang til den Briggske Logaritme:

$$\log y = \log y_0 - k_1 x \quad (4),$$

idet den rette Linie, der passer bedst til de eksperimentelle Data, indtegnes ved Hjælp af Gennemsnitsmetoden, hvorved y_0 og k_1 ($= 0.4343 k$) let beregnes¹⁾.

Ved Analyse af et stort Antal danske Markforsøg, hvor der var tilført stigende Mængder Kalciumkarbonat, har det nu vist sig, at Ligning (1) i praktisk talt alle Tilfælde har kunnet udtrykke Forholdet mellem Jordens pH og T_{Mn}, samt at k_1 ikke varierer nævneværdigt (se Tabellerne 4 og 5) fra Lokalitet til Lokalitet. Da Ligning (1) ikke er uden en vis indre Sandsynlighed (se Differentialligningen for $x = 0$), selv om den selvfølgelig er rent empirisk, kunde der være Grund til at spørge,

¹⁾ k_1 ændres ikke, hvis man ved dens Beregning benytter pH i Stedet for Forøgelsen af pH; man maa da blot beregne y_0 , svarende til $pH = 0$, en ganske fiktiv Størrelse; af praktiske Grunde er det fordelagtigst at anvende pH-Forøgelsen. Man undgaar herved ogsaa Beregningen af y_0 .

Tabel 4. Landboforeningernes Kalkforsøg 1931.

Lokalitet	Jordart	kg CaCO ₃ pr. ha	Jordens pH	T _{Mn}	Y ₀ beregnet	k ₁	T _{Mn} beregnet af fundne k ₁ -Værdi	T _{Mn} beregnet med k ₁ = 0.48
A. Peder- sen, Varde	Sand	0	5.3	12.6	11.22	0.443	11.2	12.6
		6000	6.3	3.6			4.0	4.2
		10000	6.7	3.0			2.7	2.7
		17000	7.1	1.6			1.8	1.7
Ø. Ram- skov, Sørvad	Sand	0	5.1	23.4	24.43	0.626	24.4	20.0
		3000	5.8	9.3			8.9	9.2
		6000	6.4	3.8			3.8	4.8
		12000	6.7	2.4			2.4	3.4
Fjerup- gaard, Nimtofte	Sand	0	5.3	22.8	30.91	0.562	30.9	25.1
		2300	5.9	19.3			14.2	13.0
		6000	6.7	4.5			5.1	5.4
		13000	7.4	2.3			2.1	2.5
Træden, Brød- strup	Ler	0	5.8	65.0	46.80	0.591	46.8	50.1
		3000	6.2	22.4			27.2	32.2
		8000	7.0	9.4			9.2	13.3
		24000	7.7	3.0			3.5	6.2
Fed- gaarden, Fakse	Sand	0	5.9	5.2	3.40	0.428	3.4	3.7
		5000	6.3	1.5			2.3	2.4
		12000	6.9	1.2			1.3	1.2
		20000	7.2	1.0			1.0	0.9
Allerup Bakke- gaard, Højby	Ler	0	6.2	29.7	27.14	0.551	27.1	25.4
		2500	6.7	13.2			14.4	14.6
		7000	7.4	6.2			5.9	6.8
		15000	7.6	4.4			4.6	5.4
Vasebæk, Køge	Ler	0	5.8	15.7				
		2000	6.2	8.9				
		3000	6.7	8.2				
		10000	7.6	6.2				
Dover, Hurup	Ler	0	5.7	88.0	84.48	0.507	84.4	82.6
		1000	6.1	50.8			53.0	53.1
		6000	6.8	29.9			23.4	24.5
		17000	7.5	8.1			10.4	11.3
Bram- drupdam, Kolding	Sand	0	5.7	17.2	13.98	0.481	14.0	14.1
		2000	6.1	7.3			9.0	9.1
		5000	6.8	4.2			4.1	4.2
		12000	7.4	2.1			2.1	2.2
Stevnhøj- gaard, Ø. Torslev	Ler	0	5.1	11.4	10.25	0.332	10.3	13.6
		9000	5.9	5.0			5.6	5.6
		20000	6.7	3.4			3.0	2.3
		30000	6.9	2.3			2.6	1.9
Stamp- høj, Dybe	Ler	0	6.0	9.5 ¹⁾	26.54	0.561	26.5	22.0
		5000	6.5	13.0			13.9	12.7
		12000	7.5	4.1			3.8	4.2
		35000	7.8	2.6			2.6	3.0

¹⁾ bortkastet ved Beregning af Konstanter.

(fortsættes)

Tabel 4 (fortsat).

Lokalitet	Jordart	kg CaCO ₃ pr. ha	Jordens pH	T _{Mn}	y ₀ beregnet	k ₁	T _{Mn} beregnet af fundne k ₁ -Værdi	T _{Mn} beregnet med k ₁ = 0.48
Sallerup, Laubdy	Ler	0	5.4	24.9	23.99	0.341	24.0	29.5
		2000	5.9	15.6			16.2	17.0
		5000	6.6	9.5			9.3	7.9
		9000	7.3	5.3			5.4	3.6
Thousgaardslund, Viborg	Sand	0	5.7	3.8	3.47	0.422	3.5	3.8
		5000	6.4	1.6			1.8	1.8
		16000	7.2	0.8			0.8	0.7
		30000	7.7	0.5			0.5	0.4
Kalø, Saks-købing	Ler	0	6.3	31.2	29.93	0.405	29.9	32.7
		2000	6.9	16.4			17.1	16.8
		5000	7.2	12.5			12.9	12.1
		10000	7.6	9.2			8.9	7.8
Ørritslev, Sønderlø	Ler	0	5.6	32.6	29.18	0.478	29.2	30.9
		3500	6.2	13.5			15.1	15.9
		9000	6.7	13.7 ¹⁾			8.7	9.2
		20000	7.3	4.5			4.5	4.7

Til efterfølgende Bestemmelser af k₁ forelaa kun to eksperimentelle Data:

Tellerup, Gelsted	0.601		
Støvringgaard, Randers	0.346		
Vilhelmsborg, Maarslet	0.251		
Nysø, Præstø	0.370		
Ø. Refsgaard, Skive	0.554		
Forhaabningslund, Ringe	0.552		
Gennemsnit...	0.445		

¹⁾ bortkastet ved Beregning af Konstanter.

om ikke de Forskelligheder i k₁, der findes fra Forsøgssted til Forsøgssted, udelukkende kunde skyldes Arbejdsfejl i Marken og i Laboratoriet, og ikke en paa forskellige Forsøgssteder paa væsensforskellig Maade foregaaende Inaktivering af det ombyttelige Mangan (Grundforskelle fra Forsøgssted til Forsøgssted). Berettigelsen af at opstille det sidste Spørgsmaal paa Grundlag af de ved Hjælp af Ligning (1) fundne Værdier af k₁ kan vel diskuteres, men man kan i hvert Fald ikke se bort fra, at vil man anvende Ligning (1) i det praktiske Arbejde, vil en Efterprøvning af, hvorvidt k₁-Værdierne Variation fra Lokalitet til Lokalitet kan skyldes de uundgaaelige Arbejdsfejl, ikke være uden Betydning.

En saadan Undersøgelse var det muligt at gennemføre for de i Efteraaret 1934 udtagne Jordprøver i Landboforeningernes Forsøg; der udtoges nemlig i dette Efteraar et Sæt Jordprøver

Tabel 4 fortsat. Landboforeningernes Kalkforsøg 1934.

Lokalitet	Jordart	kg CaCO ₃ pr. ha	Jordens pH	T _{Mn}	y ₀ beregnet	k ₁	T _{Mn} beregnet af fundne k ₁ -Værdi	T _{Mn} beregnet med k ₁ = 0.48	ForsøgsNr.
Brøndrupdam, Kolding	a	0	5.6	6.8	6.36	0.525	6.4	6.1	1
	Sand	2000	6.1	3.3			4.0	3.5	
		5000	6.8	1.5			1.5	1.6	
		12000	7.7	0.5			0.5	0.6	
b	0	5.7	6.7	6.12	0.519	6.1	5.7		
do.	2000	6.2	3.1			3.4	3.3		
	5000	6.9	1.3			1.5	1.5		
	12000	7.6	0.7			0.6	0.7		
Frederikshøj, Svenstrup	a	0	5.4	13.2	12.12	0.474	12.1	12.4	2
	Sand	2200	6.1	5.2			5.6	5.7	
		5200	6.6	3.3			3.3	3.3	
		10400	7.2	1.5			1.7	1.7	
b	0	5.5	10.8	10.10	0.481	10.1	10.0		
do.	2200	5.8	6.8			7.2	7.2		
	5200	6.5	3.1			3.3	3.3		
	10400	7.2	1.8			1.5	1.5		
Thougaardslund, Viborg	a	0	5.4	2.1	2.10	0.512	2.1	2.0	3
	Sand	5000	6.2	0.6			0.8	0.8	
		16000	7.5	0.2			0.2	0.2	
		30000	8.0	0.0			0.1	0.1	
b	0	5.6	2.2	1.75	0.475	1.8	1.8		
do.	5000	6.4	0.6			0.7	0.8		
	16000	6.7	0.5			0.5	0.5		
	30000	7.5	0.3			0.2	0.2		
A. Pedersen, Varde	a	0	5.4	4.9	4.97	0.488	5.0	4.9	4
	Sand	6000	6.4	1.6			1.6	1.6	
		10000	6.9	0.9			0.9	0.9	
		17000	7.5	0.5			0.5	0.5	
b	0	5.6	5.0	3.96	0.419	4.0	4.4		
do.	6000	6.4	1.4			1.8	1.8		
	10000	7.0	1.1			1.0	0.9		
	17000	7.3	0.7			0.8	0.7		
Vilhelmsborg, Maarslet	a	0	5.4	21.4	29.19	0.519	29.2	25.3	5
	Ler	3000	6.2	15.3			11.2	10.4	
		8000	7.0	4.2			4.3	4.3	
		20000	7.8	1.7			1.7	1.8	
b	0	5.4	23.8	28.76	0.444	28.8	30.4		
do.	3000	6.4	12.5			10.4	10.1		
	8000	7.1	5.0			5.1	4.6		
	20000	7.8	2.5			2.5	2.1		

(fortsættes)

Tabel 4 (fortsat).

Lokalitet	Jordart	kg CaCO ₃ pr. ha	Jordens pH	T _{Mn}	y ₀ beregnet	k ₁	T _{Mn} beregnet af fundne k ₁ -Værdi	T _{Mn} beregnet med k ₁ =0.48	ForsøgNr.
Støvringgaard, Randers	a Sand	0	4.7	8.1	8.01	0.486	8.0	8.4	6
		3000	5.8	3.2			3.2	3.1	
		6000	6.1	1.8			2.0	1.8	
		15000	7.2	0.7			0.7	0.5	
	b do.	0	5.0	6.7	5.93	0.485	5.9	6.0	
		3000	5.5	3.2			3.6	3.5	
	6000	6.3	1.2			1.6	1.4		
	15000	7.2	0.9			0.7	0.5		
Stevnhøjgaard, Ø. Tørslev	a Ler	0	5.2	7.0	6.99	0.447	7.0	7.8	7
		9000	6.0	3.1			3.1	3.2	
		20000	6.8	1.5			1.4	1.3	
		30000	7.3	0.8			0.8	0.8	
	b do.	0	5.2	6.7	6.49	0.504	6.5	6.3	
		9000	6.0	2.5			2.6	2.8	
	20000	6.7	1.2			1.1	1.2		
	30000	6.9	0.9			0.9	1.0		
Ø. Ramskov, Sørvad	a Sand	0	5.3	6.9	6.95	0.589	7.0	6.3	8
		3000	5.9	3.1			3.1	3.3	
		6000	6.3	1.4			1.8	2.1	
		12000	7.0	0.9			0.7	1.0	
	b do.	0	5.3	6.1	6.40	0.486	6.4	6.6	
		3000	6.1	2.8			2.6	2.7	
	6000	6.8	1.6			1.5	1.6		
	12000	7.1	0.8			0.9	0.9		
Stamphøj, Dybe	Ler	0	6.0	3.1	3.08	0.452	3.1	3.2	9
		5000	6.4	2.0			2.0	2.0	
		12000	7.2	0.9			0.9	0.8	
		35000	7.8	0.5			0.5	0.4	
Nysø, Præstø	a Ler	0	5.7	12.1	12.57	0.447	12.6	13.5	10
		3000	6.2	7.8			7.5	7.8	
		7000	7.1	3.6			3.0	2.9	
		16000	7.4	1.8			2.2	2.1	
	b do.	0	5.7	15.6	16.81	0.413	16.6	18.3	
		3000	6.3	10.0			9.4	9.4	
		7000	7.1	5.0			4.4	3.9	
		16000	7.4	2.9			3.3	2.8	
Skotte- marke, Holeby	Ler	0	6.2	2.8					11
		1500	6.3	2.1					
		4000	6.8	2.8					
		9000	7.6	1.4					

(fortsættes)

Tabel 4 (fortsat).

Lokalitet	Jordart	kg CaCO ₃ pr. ha	Jordens pH	T _{Mn}	Yo be- regnet	k ₁	T _{Mn} be- regnet af fundne k ₁ -Værdi	T _{Mn} beregnet med k ₁ = 0.48	ForsøgsNr.
Kalo, Sakskøbing	a Ler	0	6.2	10.4	11.04	0.427	11.0	11.6	12
		2000	6.8	6.5			6.1	6.0	
		5000	7.6	2.9			2.8	2.5	
		10000	7.8	2.2			2.3	2.0	
	b do.	0	6.3	15.4	15.24	0.468	15.2	15.4	
		2000	6.7	9.8			9.9	9.9	
		5000	7.8	3.4			3.0	2.9	
		10000	7.8	2.7			3.0	2.9	
Vasebæk, Køge	Ler	0	5.7	3.4	3.30	0.488	3.3	3.2	13
		2000	6.2	1.9			1.9	1.9	
		3000	6.6	1.2			1.2	1.2	
		10000	7.8	—			0.6	0.6	
Fed- gaardens, Fakse	Sand	0	5.7	3.9	3.31	0.603	3.3	3.0	14
		5000	6.2	1.4			1.7	1.7	
		12000	6.6	0.9			1.0	1.1	
		20000	7.3	0.4			0.4	0.5	
Tellerup, Gelsted	a Sand	0	4.6	5.3	5.31	0.427	5.3	5.6	15
		2500	5.5	2.2			2.2	2.1	
		5000	6.3	1.0			1.0	0.9	
		10000	—	—			—	—	
	b do.	0	4.6	6.5	6.26	0.336	6.3	7.6	
		2500	5.5	3.0			3.1	2.8	
		5000	6.2	1.4			1.8	1.3	
		10000	7.3	1.0			0.8	0.4	
Fjerupgaard, Nimitofte	a Sand	0	5.5	5.8	5.20	0.404	5.2	5.9	16
		2300	6.0	3.2			3.3	3.4	
		6000	6.9	1.2			1.4	1.3	
		13000	7.6	0.8			0.7	0.6	
	b do.	0	5.5	6.0	6.55	0.482	6.6	6.0	
		2300	5.9	3.8			4.2	3.9	
		6000	6.8	1.3			1.5	1.4	
		13000	7.5	0.7			0.7	0.7	
Dover, Hurup	a Ler	0	6.2	8.4	7.08	0.448	7.1	8.4	17
		1000	6.3	7.3			6.4	7.5	
		6000	6.9	4.4			3.4	3.9	
		17000	7.7	1.6			1.5	1.6	
	b do.	0	6.0	17.5	14.99	0.365	15.0	17.2	
		1000	6.1	11.8			13.8	15.4	
		6000	6.8	6.0			7.7	7.1	
		17000	7.8	4.2			3.3	2.4	
Lundegård, Øster- marie	Ler	0	6.2	2.6	2.62	0.513	2.6	2.6	18
		3000	6.9	1.2			1.1	1.2	
		8000	7.6	0.5			0.5	0.5	
		18500	7.8	0.3			0.4	0.4	

Tabel 5.

Kalkforsøg paa Statens Forsøgsstationer 1928 og 1934.

Loka- litet	Jord- art	kg CaCO ₃ pr. ha	Jor- dens pH	T _{Mn}	Yo be- regnet	k ₁	T _{Mn} be- regnet af fundne k ₁ -Værdi	T _{Mn} beregnet med k ₁ = 0.48
Virumgd., 1915, Prø- ver ud- taget 1934	Ler	0	4.8	13.0	11.96	0.429	12.0	13.5
		4200	5.8	4.1			4.5	4.5
		9200	6.2	3.7			3.0	2.9
		15200	6.4	2.0			2.5	2.3
Lundgaard, 19-66, Prøver udtaget 1928	Sand	0	4.8	10.1	11.21	0.427	11.2	13.3
		2000	5.0	9.5			9.2	10.7
		4000	5.6	5.5			5.1	5.5
		8000	6.3	3.4			2.6	2.5
		16000	7.2	1.4			1.1	0.9
32000	7.8	0.3	0.6	0.5				
Tylstrup, 19-66, Prøver udtaget 1928	Sand	0	4.8	13.1	11.79	0.379	11.8	14.6
		2000	4.9	11.1			10.4	12.5
		4000	5.3	6.5			7.7	8.5
		8000	6.0	4.1			4.1	3.8
		16000	7.1	1.9			1.7	1.2
32000	7.6	0.9	1.1	0.7				
Borris, 19-66, Prøver udtaget 1928	Sand	0	5.6	21.2	19.95	0.465	20.0	20.8
		2000	5.8	16.7			16.8	17.4
		4000	6.1	11.9			12.6	12.9
		8000	6.5	8.0			7.5	7.6
		16000	7.2	4.3			3.8	3.8
32000	7.7	1.9	2.2	2.2				
Lundgaard, 19-66, Mark 1, Prøver udtaget 1934	Sand	0	5.0	7.9	8.29	0.540	8.3	7.7
		2000	5.3	6.8			5.7	6.0
		8000	5.8	2.7			3.1	3.2
		16000	6.6	1.4			1.1	1.3
		32000	7.5	0.3			0.4	0.5
Borris, 19-66, Mark 1, Prøver udtaget 1934	Sand	0	5.8	14.2	15.30	0.573	15.3	12.7
		2000	6.0	13.0			11.8	10.2
		4000	6.1	11.9			10.3	9.1
		8000	6.5	6.0			6.1	5.9
		16000	7.0	2.9			3.2	3.4
32000	7.7	1.1	1.3	1.6				
Tylstrup, 19-66, Mark 1, Prøver udtaget 1934	Sand	0	5.5	7.0	7.26	0.515	7.3	7.0
		2000	5.6	6.8			6.5	6.3
		4000	5.8	5.0			5.1	5.0
		8000	6.1	3.5			3.6	3.6
		16000	6.7	1.7			1.8	1.9
32000	7.4	0.8	0.8	0.9				
Stokkemarke, 31-61, Prøver udtaget 1934	Ler	1280 kg Svovl	6.7	18.7	17.08	0.486	17.1	17.4
		0	7.4	7.5			7.8	8.0
		4000	7.7	5.3			5.6	5.8
		8000	7.9	4.5			4.5	4.6
		16000	7.9	4.4			4.5	4.6
32000	8.0	4.0	4.0	4.2				
Askov (Skov- vang), 31-61, Prøver udtaget 1934	Ler	1280 kg Svovl	4.6	28.0	21.47	0.411	21.5	28.0
		0	5.5	8.9			9.2	10.4
		4000	6.5	2.8			3.6	3.5
		8000	7.2	1.8			1.8	1.6
		16000	7.5	1.4			1.4	1.2
32000	7.7	(1.5)	1.1	0.9				

(omfattende alle fire Forsøgsled) i hvert af det enkelte Forsøgs to Halvdele. Antager man, at Grundforskellen mellem disse to Forsøgshalvdele er forsvindende i Forhold til den Grundforskel, der eventuelt er til Stede, naar man bevæger sig fra Forsøgssted til Forsøgssted, er der Mulighed for en nærmere Belysning af det omhandlede Problem. Spørgsmaalet er behandlet af Afdelingsbestyrer *R. K. Kristensen* i det efterfølgende Afsnit:

Spørgsmaalet om, hvorvidt k_1 -Værdiernes Variation fra Forsøgssted til Forsøgssted kan skyldes de uundgaelige Arbejds- og Prøvedtagningsfejl, lader sig i nogen Grad belyse ved Hjælp af de Forsøg, hvor der i 1934 blev udtaget og analyseret Prøver fra begge Halvdele af Forsøget¹⁾ (a og b, jvf. Side 811—13, Tabel 4). De paagældende k_1 -Værdier var (for Nemheds Skyld udelades Kommaet, og Tallene er altsaa Tusindedele):

Løbe- numer	Forsøg Nr.	k_1 -Værdi,		Differens,
		a	b	d
1	1	525	519	6
2	2	474	481	7
3	3	512	475	37
4	4	488	419	69
5	5	519	444	75
6	6	436	435	1
7	7	447	504	57
8	8	589	486	103
9	10	447	413	34
10	12	427	468	41
11	15	427	336	91
12	16	404	482	78
13	17	448	365	83

Beregnes Middelfejlen (eller Middelfvigelsen) paa sædvanlig Maade af a- og b-Rækken efter Formlen $m^2 = \frac{[v^2]}{13-1}$, faar man:

	a	b	Middelværdi
m	52	54	53

Forskellen mellem Forsøgsstederne kan elimineres ved at beregne Middelfejlen af Differenserne d efter Formlen $m^2 = \frac{[d^2]}{2 \times 13}$, hvad der svarer til at beregne Middelfejlen af hvert Forsøg for sig og derefter danne Middelværdi af m^2 , og man faar $m = 44$. Denne Værdi, der i Hovedsagen er Udtryk for de rent tilfældige Arbejds- og Prøve-

¹⁾ I en Del af de i 1934 udtagne Jordprøver var der ikke Jord nok til en Bestemmelse af T_{Mn} ; derfor omfatter Materialet kun 13 Dobbeltbestemmelser.

udtagningsfejl, er altsaa lidt mindre end den totale Variation, Forskellen er $53 \div 44 = 9$. Forskellen er ikke større, end at den — i Betragtning af Materialets forholdsvis ringe Omfang — kan skyldes Tilfældigheder, men der er dog mest Sandsynlighed for, at der er en reel Variation i k_1 -Værdierne fra det ene Forsøgssted til det andet. Betragtes Variation og Arbejdsfejl som uafhængige af hinanden, bliver den rene Variation (befriet for Arbejdsfejlen) fra Sted til Sted: $\sqrt{53^2 \div 44^2} = 29$, medens Arbejdsfejlen var 44, men disse Værdier maa altsaa tages med et vist Forbehold.

Denne Undersøgelse synes saaledes at vise, at der er en virkelig Variation (bortset fra de uundgaaelige Arbejdsfejl) i k_1 -Værdierne fra Forsøgssted til Forsøgssted, selv om det anføres, at Variationen kan skyldes Arbejdsfejl.

Sandsynligheden for, at der forefindes en reel Variation i k_1 -Værdierne, forstærkes, naar man yderligere betænker, at T_{Mn} foruden af p_H ogsaa er afhængig af Oksydations- og Reduktionsbetingelserne i Jorden; de behandlede Jorder omfatter nemlig baade Ler- og Sandjorder, Jorder med kvantitativt og rimeligvis ogsaa kvalitativt varierende Humusindhold, underkastet forskellig Bearbejdning, Gødskning m. m.; sammenholder man alt dette med Resultatet af den fejlteoretiske Analyse, bliver det yderligere forstaaeligt, at der synes at være nogen Forskel i den Maade (udtrykt ved k_1), hvorpaa det togyldige, ombyttelige Mangan ved en Stigning i Jordens p_H overføres til tungtopløseligt Mangan (rimeligvis brunstenlignende Forbindelser), en Forskel, der, som nævnt, sandsynligvis er betinget af de varierende Oksydations- og Reduktionsbetingelser i Jorden og resulterer i Dannelsen af brunstenlignende Forbindelser af noget varierende Sammensætning; at brunstenlignende Forbindelser (Manganit, Pyrolusit m. m.), dannede og isolerede i Naturen, varierer i kemisk Sammensætning, er en kendt Sag. I grove Træk forløber Processen dog rimeligvis paa samme Maade (Dannelse af tungtopløselige Manganforbindelser), en Anskuelse, der støttes af de tidligere udførte Undersøgelser, (1) og (2). Som det skal vises i det følgende, lader de eksperimentelle Data sig dog beregne ved Benyttelse af en Gennemsnitsværdi for k_1 , et Forhold, der er af Betydning for de anstillede Overvejelser af mere praktisk Natur.

I Tabellerne 4¹⁾ og 5 findes de eksperimentelle Data, dels

¹⁾ Desværre var en Del af de i 1931 i Landboforeningernes Forsøg udtagne Jordprøver brugt op til andre Undersøgelser.

fra de samvirkende danske Landboforeningers Kalkforsøg, som anlagdes i 1927, dels fra Kalkforsøg paa Statens Forsøgsstationer. I Gennemsnit af alle Forsøg fandtes $k_1 = 0.48^1$); som det fremgaar af Tabellerne, er det muligt at beregne alle Kalkforsøgs eksperimentelle Data ved Hjælp af denne Gennemsnitsværdi for k_1 ; de Afvigelser, der herved fremkommer, er ganske betydningsløse, naar det drejer sig om praktiske Beregninger.

Ved at sammenligne Forsøg i Landboforeningerne beliggende samme Sted i Aarene 1931 og 1934 er der Mulighed for at undersøge, om k_1 er afhængig af Tiden og Vejrforholdene. Af saadanne Forsøgssteder kunde der i Tabel 4 udtages ti (i 1934 omfattende 10 k_1 -Værdier fra a- og 8 k_1 -Værdier fra b-Rækken). For de i Efteraaret 1931 udtagne Jordprøver var Gennemsnitsværdien af k_1 0.477 med $m = \pm 0.091$, medens de tilsvarende Værdier i 1934 var 0.479, $m = \pm 0.059$; dette synes at vise (se det følgende), at der ikke under de foreliggende Forhold har kunnet fastsættes nogen Afhængighed mellem k_1 og Tiden eller Vejrforholdene²). I Perioden 1927—31 var Gennemsnitsnedbøren nemlig 10 pCt. over det normale, medens Gennemsnitsnedbøren i Perioden 1932—34 var 11 pCt. under den normale Nedbør. Det maa yderligere anføres, at Overskuds- eller Underskudsnedbøren, i de i de to Perioder indesluttede Aar, hvert Aar var henholdsvis over og under det normale, saaledes at Aarene gennemgaaende var henholdsvis vaade og tørre. I Perioden 1927—31 var Gennemsnitstemperaturen uden 0.05° C. under og i Perioden 1932—34 0.9° C. over Normaltemperaturen, hvilket yderligere har forstærket Forskellen i Jordens Fugtighedsgrad i de to Perioder.

Medens k_1 synes at være uændret, er T_{Mn} -Værdierne meget forskellige, og saaledes at T_{Mn} gennemgaaende er betydelig lavere i 1934. Aarsagen hertil er rimeligvis enten Tiden (efter Tilførsel af Kalciumkarbonat) eller Vejrforholdene eller maaske en Samvirken af begge Aarsager. Sammenligner man imidlertid T_{Mn} -Værdierne i de to Perioder i den ukalkede Jord (hvor p_H er tilnærmet konstant), er det ganske øjensynligt de forskellige

¹) Alle de anførte Gennemsnitstal refererer sig til Markforsøg, hvor der til Bestemmelse af k_1 forelaa mindst 4 eksperimentelle Data.

²) En nærmere Undersøgelse viser ogsaa, at der ikke er nogen regelmæssig »Gang« i de enkelte k_1 -Værdiers Bevægelse fra 1931 til 1934.

Fugtighedsforhold, der har været af dominerende Betydning, forudsat at Udvaskningen af Manganoioner fra det øverste Jordlag ikke har været af nævneværdigt Omfang, og en saa betydelig Udvaskning kan man, saavidt vore Undersøgelser rækker, se bort fra i en Trearsperiode som den her omhandlede.

Erkendelsen af T_{Mn} -Værdiernes forskellige Niveau efter tørre og vaade Aar er ikke uden praktisk Betydning; en saadan Forskel maatte man, som allerede anført og eksperimentelt eftervist i tidligere Arbejder, vente, hvis der skulde være Overensstemmelse med den Iagttagelse, at Lyspletsygens Hærgen er mest omfattende i tørre Aar. Men Iagttagelsen har desuden praktisk Interesse derved, at en Laboratoriebestemmelse af den største tilladelige Forøgelse af p_H uden Fare for Lyspletsyge (ved Hjælp af Ligning (1)) rimeligvis udføres sikrest efter 2—3 Aar med tørt Vejr.

Her maa man selvfølgelig erindre, at Vejrforholdene i de her omhandlede to Perioder i nogen Grad har været Modsætninger, saaledes at man næppe i Almindelighed vil kunne vente, at T_{Mn} svinger saa stærkt, som Tabellerne 4 og 5 viser. Men man bør have Opmærksomheden henvendt paa dette Forhold, der kan komme til at betyde, at man ved en saadan Laboratoriebestemmelse efter ekstremt vaade Aar kalkulerer en saa stor tilladelig Kalkmængde (eller p_H -Forøgelse), at der, hvis der indtræder ekstremt tørre Aar, vil kunne optræde Lyspletsyge.

Kunde man bestemme den kvantitative Sammenhæng mellem Jordens p_H samt Jordens Fugtighedsgrad (Nedbøren) eventuelt tillige Jordens Temperatur og T_{Mn} , vilde man paa dette Omraade — set fra det mere praktiske Synspunkt — have helt faste Holdepunkter; i Øjeblikket kender vi kun Sammenhængen mellem p_H og T_{Mn} .

En eventuel Undersøgelserække maatte her iværksættes over bred Front og gennemføres i en Aarrække under vekslende Temperatur- og Nedbørsforhold, delvis kunstigt fremskaffet. Det fremkomne Materiale vilde kunne belyse (maaske kvantitativt) ovennævnte Faktorerens Indflydelse paa T_{Mn} samt desuden kunne give Fingerpeg, eventuelt kvantitative Oplysninger af Værdi for Studiet af andre Sygdomme som Gulspidssyge, Hjærte- og Tørforraadnelse, Kaalroernes Marmorering m. m.

Ved Hjælp af Ligning (1) kan man nu beregne den største tilladelige Forøgelse af Jordens p_H uden Fare for Lyspletsyge. Beregningen, ved hvilken k_1 sættes til 0.48, kræver en Bestemmelse af T_{Mn} , p_H og Kalkbehov i den enkelte Jordprøve; det kan derpaa opgives, hvor meget Kalciumkarbonat der kan benyttes pr.

ha under behørig Hensyntagen til de nærmest forudgaaende Aars Vejrforhold (se nedenfor). Hvis man ved denne Beregning sætter den lavest tilladelige Værdi af T_{Mn} til 2.0 (se Tabellerne 1 og 2), maa man erindre, at Tabellernes Afdeling II under sunde Prøver — ved Gruppen af T_{Mn} -Værdier større end eller lig med 2 — omfatter en hel Del svagt angrebne Prøver; i Tabel 1 drejer det sig om 9 af 42 Prøver. Grænseværdien $T_{Mn} = 2$ er maaske derfor noget lav, hvorfor den højest tilladelige Forøgelse af p_H , der kan beregnes under Benyttelse af $T_{Mn} = 2$ som den lavest tilladelige T_{Mn} -Værdi, næppe bør realiseres. Der vil derfor især efter vaade Aar være Grund til at anvende en Forøgelse af p_H , der er ca. 0.25 til 0.50 Enheder lavere end den beregnede ($T_{Mn} = 2$); herved vil de vaade Aars Indflydelse i nogen Grad være elimineret.

Ved Hjælp af Ligning (1) kan man endvidere beregne, hvor meget p_H skal formindskes, for at T_{Mn} kan naa Værdien 2.0 (eller Værdier derover). Ved Statens Forsøgsvirksomheds nye Kalkforsøg paa Lerjord ved Askov (Skovvang) og Rønhave, har man formindsket Jordens p_H ved Tilførsel af 1280 kg pulveriseret Svovl pr. ha; som det ses af Tabel 5, passer Ligning (1) ogsaa i disse Tilfælde. Beregningerne kunde i øvrigt lige saa godt have været udført med negativ x-Værdi.

Som nævnt i dette Afsnits Indledning, synes Forholdet mellem T_{Mn} og p_H at ligge noget anderledes for nyopdyrkede Hedejorder end for andre danske Agerjorder.

Ved Velvilje fra Hedebrugets Konsulent, *Bendt Davidsen*, blev der i Efteraaret 1934 udtaget Jordprøver i Mark 1¹⁾ i Hedebrugets Kalkforsøg ved Karup, Grindsted, Loft og Gravlund

Tabel 6. Hedebrugets Kalkforsøg 1934. Mark 1.

kg $CaCO_3$ tilført	Karup			Loft			Grindsted			Gravlund		
	q	T_{Mn}	p_H	q	T_{Mn}	p_H	q	T_{Mn}	p_H	q	T_{Mn}	p_H
10000 kg Raakridt	3.7	1.4	5.6	9.1	1.2	6.0	3.7	2.3	5.6	6.4	1.8	6.0
20000 » »	48.2	0.6	6.8	36.8	0.6	6.8	14.5	1.2	6.4	38.8	0.6	6.8
10000 » Mergel..	1.7	3.6	5.5	3.5	2.7	5.7	2.2	2.3	5.7	6.6	1.4	6.0
20000 » »	12.7	1.8	6.1	23.9	0.7	6.6	16.2	1.0	6.3	26.4	0.5	6.7
Ukalket	1.8	2.6	4.6	2.7	2.6	4.5	2.8	1.8	4.7	3.5	1.5	5.0

¹⁾ Jordprøverne udtoges i den Halvdel af Mark 1, der ikke havde faaet Manganosulfat.

lund. Arealerne henlaa indtil 1920 tilsyneladende som urørt Hede med Lyngvegetation. I Tabel 6 findes en Oversigt over Undersøgelsens Resultat.

Som det vil ses af Tabellen, ligger de ukalkede Parcellers T_{Mn} -Værdier i nogle Tilfælde lavere, i andre Tilfælde paa samme Niveau som den mindste Kalk- eller Mergelmængdes T_{Mn} -Værdi; ja, i et enkelt Tilfælde (Grindsted) er T_{Mn} i den ukalkede Jord af samme Størrelse som T_{Mn} efter den største Kalkmængde i Raakridt. De to Mængder Kalciumkarbonat eller de to Mergelmængder følger derimod den i det foregaaende behandlede Regel. Forklaringen til denne Afvigelse fra Reglen er rimeligvis følgende: Disse Jorder har før Opdyrkningen helliget en meget lang Aarrække ved stærkt sur Reaktion. I 1920 tilføres der ved Opdyrkningen Kalciumkarbonat, hvilket (ved

Tabel 7. Mangan i Hedejordsprofiler.

Profil	Prøvens Betegnelse	pH ¹⁾	mg Mn pr. 100 g lufttør Finjord ¹⁾ (Partikler under 2 mm) 20 pCt. HCl	mg Mn pr. 100 g lufttør Finjord (Partikler under 2 mm) efter Glødning med Natrium- og Kaliumkarbonat ¹⁾	Prøvens Beliggenhed under Jordoverfladen i cm
I	Mor	3.94	5.8 ²⁾	—	0 — 5.5
	humusholdig Blegsand	4.01	3.3	7.4	5.5— 8.5
	Blegsand	4.27	5.5	15.2	8.5— 14
	Tørveal	4.31	3.5	8.0	14 — 20
	Al	4.73	5.6	19.0	21 — 36
	gult, fint Sand	5.57	5.6	5.6	95 —112
III	Mor	3.86	3.8 ²⁾	—	0 — 4
	humusholdig Blegsand	4.07	4.0	4.5	4 — 9.5
	Blegsand	4.38	9.0	15.9	9.5— 20
	Tørveal	4.16	3.0	13.4	20 — 29
	Al	5.06	4.4	19.1	30.5— 34
	gult Sand	5.56	3.2	5.3	115 —125
IV	Mor	3.85	5.8 ²⁾	—	0— 5
	humusholdig Blegsand	3.96	4.8	6.3	5— 11
	Blegsand	4.32	7.0	10.9	11— 21
	Tørveal	4.14	3.5	11.7	21— 27
	Al med Grus	4.75	12.0	11.3	29— 37
	gulgraat Sand	5.71	5.6	11.3	140—150

¹⁾ Dobbelbestemmelser.

²⁾ Bestemt ved Digestion med Perklorsyre og Svovlsyre.

disse lave p_H -Værdier) ændrer Jordens Adsorptionsforhold over for Manganion i gunstig Retning; men desuden omsættes efterhaanden den ca. 5 cm tykke Morskjold (der indeholder forholdsvis store Manganmængder, se Tabel 7), herved frigøres Mangan, som nu, grundet paa de af Kalktilførselen foraarsagede gunstige Adsorptionsforhold (ved disse lave p_H -Værdier), tilbageholdes, hvilket giver sig Udtryk i, at T_{Mn} forøges. I de ukalkede Parceller er Tilstanden derimod nogenlunde uforandret, d. v. s. Lyngskjolden omsættes ikke nævneværdigt, og Mangans Adsorptionsbetingelser er stadig daarligere.

En Betragtning af Tabel 7 viser, at Alen indeholder forholdsvis store Manganmængder, hvilket selvfølgelig ikke var uventet; mere overraskende var Blegsandets forholdsvis store Indhold af Mangan, opløselig i kogende 20 pCt. Saltsyre, samt efter Glødning med Natrium- og Kaliumkarbonat¹⁾. Analysen af disse tre Hedeprofiler har vist, at saadanne Jorders totale Manganindhold (bestemt f. Eks. ved Kogning med 20 pCt. Saltsyre) samt deres T_{Mn} -Værdier vist gennemgaaende er meget ringe²⁾; den paa saadanne Jorder forekommende hyppige Optræden af Lyspletsyge finder for en Del sin Forklaring herigennem, og det er et Spørgsmaal, om ikke ogsaa Gulspids-sygens hyppige Forekomst paa saadanne Lokalteter for en Del maa søges i det samme Forhold. Undersøgelser vedrørende dette og beslægtede Spørgsmaal er i Gang.

I Hedebrugets foreløbige Beretning (9) om disse Kalkforsøg samt i en privat Meddelelse fra Konsulent *Davidson* siges der: »Resultaterne fra Laboratoriet falder godt sammen med Forholdene i Marken. Angrebene af Lyspletsyge har været mest

¹⁾ Jordprøverne, der danner Grundlaget for Tabel 7, blev tillige med alle Oplysninger velvilligst overladt mig af Lederen af den landøkonomiske Afdeling ved Danmarks geologiske Undersøgelser, Landbrugskandidat *Werner Christensen*.

Profil I er beliggende 700 m Øst for Kragssø, ved Siden af Kalkforsøget paa Grove Hedegaard. (Hessellund Hede, vest for Karup Aadal).

Profilerne III og IV er ligeledes beliggende paa Hessellund Hede ved Opdyrkningsforsøget hos *M. Espersen*, Hessellund. Forsøgsarealet ligger ca. 300 m syd for Vejen Hessellund—Grove, ca. 1 km fra dennes Udgangspunkt i Hessellund. Profil III er taget nordøst for Forsøget, medens Profil IV er taget sydvest for Forsøget. Afstanden mellem de to Profiler er 200 m.

²⁾ Se Gennemsnitstallene for Mangan (20 pCt. HCl) i danske Sand- og Lerjorder, Side 802, samt *Rørdums* (11) Analyser.

fremtrædende i Forsøgene ved Loft og Gravlund og afgjort mindst fremtrædende i Forsøget ved Grindsted. Sygdommen har undertiden været noget mere fremtrædende paa kalkede end paa merglede Forsøgsled«. En Sammenligning af denne Udtalelse med T_{Mn} -Værdierne i Tabel 6 og med Tabellerne 1 og 2 er ikke uden Værdi. Ogsaa i mange af Landboforeningernes Kalkforsøg (10) samt paa Lundgaard og i mindre Grad Borris optraadte der i 1934 Lyspletsyge, i Overensstemmelse med de lave T_{Mn} -Værdier, der her maales efter Tilførsel af de største Mængder Kalciumkarbonat.

Oversigt.

Det er lykkedes at fastsætte de Grænseværdier for Jordens totale ombyttelige Manganmængde, hvorover og hvorunder Lyspletsyge forekommer med henholdsvis ringe Hyppighed eller stor Hyppighed. Disse Grænseværdier er fastsatte under Hensyntagen til alle Afgrøder og Jordtyper m. m. Det er muligt, at Grænseværdierne vil ligge noget forskelligt for forskellige Afgrøder, Jordtyper o. s. v., men det foreliggende Materiale er endnu ikke omfattende nok til en saadan Opdeling.

Synker T_{Mn} (d. v. s. den totale ombyttelige Manganmængde, udtrykt i Milliækvivalenter Mn pr. 27.5 kg Jord) under 2.0, vil Lyspletsyge optræde med stigende Hyppighed, efterhaanden som T_{Mn} synker mere og mere under 2.0. T_{Mn} -Værdien 2.0 er derfor kritisk.

Paa Grundlag af denne Værdi, samt Undersøgelser, udførte i alle Statens Forsøgsvirksomheds og Landboforeningernes Kalkforsøg over T_{Mn} 's Afhængighed af Jordens p_H , kan der udføres en laboratoriemæssig Bestemmelse af, hvor meget Kalciumkarbonat der kan tilføres et givet Jordstykke uden Risiko for Fremkomst af Lyspletsyge, d. v. s. uden at T_{Mn} synker under 2.0.

Der gøres opmærksom paa, at Forholdet mellem T_{Mn} og p_H kan ligge noget anderledes for nyopdyrkede Hedejorder end for almindelige danske Agerjorder.

Paa Grundlag af T_{Mn} og q er der gjort Forsøg paa at beregne Mt, som angiver den pr. ha og Vækstperiode optagelige Manganmængde, udtrykt i g Mn. Den Nytte, man i visse Tilfælde kan have af Mt, samt Muligheden for overhovedet at kunne beregne denne Størrelse diskuteres.

Summary.

Investigations concerning the manganese content in danish soil.

III. On the relationship between the growth of plants and the amount of exchangeable manganese in the soil.

In two previous papers (1933 and 1934) the conditions determining the amount of exchangeable manganese in the soil were laid down in some detail. In the present paper the practical results are discussed. Three values are determined: (1) the total amount of exchangeable manganese as expressed in milli equivalents per 27.5 kgrms. of air dry soil, and called T_{Mn} , (2) the q -value, which is a measure of the difficulty for the plants to absorb the exchangeable manganese present. These two values are, by means of a certain equation, combined to a third value (3) called Mt , which gives the amount of absorbable manganese in grms. per ha and growing period. It is evident that at present it is impossible to give a theoretical unassailable definition of Mt , and so Mt is computed on an empirical basis (manganese in diseased and healthy crops was taken into consideration).

During the years 1932–34, 279 soil samples from diseased (grey speck disease) and healthy crops (different crops) were collected and analysed as above mentioned. By means of this material it is shown that a T_{Mn} value below 0.5 is very dangerous as the crops in such soils in 95 per cent of the cases examined were afflicted with grey speck disease; on the other hand, if the T_{Mn} value was equal to or higher than 2.0 grey speck disease only occurred in 5 per cent in the soil samples analysed.

As for the Mt value much the same connexion appeared, and the limit values below and above which grey speck disease appeared or did not appear, respectively, were 60 and 300–400.

In some 30 Danish field experiments (seven to fifteen years old) in which successive increasing doses of lime had been added, it was found that the T_{Mn} value as a function of the p_H or the increase in the p_H of the soil could be expressed by the equation

$$T_{Mn} = T_{Mn_0} e^{-k p_H} \quad (1)$$

in which T_{Mn_0} is the T_{Mn} value in the unlimed plot. This equation of course, is purely empirical. It has been found that k is (practically spoken) a constant when moving from spot to spot in Denmark; further that k does not alter as a function of time (after addition of $CaCO_3$) or conditions of weather. But it was found that periods of wet or dry weather, respectively, increased or decreased the T_{Mn} value (and q) very considerably. This means that a laboratory determination by means of equation (1) of the largest allowable p_H increase (or amount of $CaCO_3$) without danger of grey speck disease ($T_{Mn} \geq 2$) is best made after two or three years of dry weather. If a critical T_{Mn}

value of 2.5 is chosen instead of 2.0, especially after two or three years of wet weather, the influence of the conditions of the weather (rain and temperature) is in some measure eliminated.

This method is used in Denmark from the spring of 1935.

Litteraturfortegnelse.

1. *Steenbjerg, F.*: Undersøgelser over Manganindholdet i dansk Jord. I. Det ombyttelige Mangan. Tidsskr. for Planteavl. 39. 401. 1933.
 2. *Steenbjerg, F.*: Undersøgelser over Manganindholdet i dansk Jord. II. Det ombyttelige Mangan og dets Afhængighed af Gødskning og Jordbehandling. Tidsskr. for Planteavl. 40. 337. 1934.
 3. *Marshall, H.*: The detection and estimation of minute quantities of manganese. Chem. News. 83. 76. 1911.
 4. *Forchhammer, J. G.*: De Mangano. Side 25. Dissertation. København 1820.
 5. *Bondorff, K. A.*: Studier over Jordens Fosforsyreindhold. II. Laboratorieundersøgelsens Forhold til Markforsøget. Tidsskr. for Planteavl. 39. 549. 1933.
 6. *Samuel, G. and Piper, C. S.*: Manganese as an essential element for plant growth. Ann. of appl. Biol. 16. 493. 1929.
 7. *Bondorff, K. A.*: Kationombytning i Jorden. I. Tidsskr. for Planteavl. 40. 767. 1935.
 8. *Miller, E. C.*: Plant Physiology. New York 1931.
 9. *Davidson, B.*: Hedebrugets Opdyrkningsforsøg. II. Foreløbig Beretning om Forsøg med Sammenligning af Raakalk, pulveriseret Kalk og Mergel ved Opdyrkning af Hede. Viborg 1932.
 10. *Thøgersen, Fr.*: Foreløbig Meddelelse om Forsøg med Jordbundsreaktioner, i 34. Beretning om Planteavlsarbejdet i Landboforeningerne i Jylland. Skanderborg 1935.
 11. *Rørdam, K.*: Studier over udvalgte Emner af den kemiske Geologi og den kemiske Agrogeologi. Det Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, 7. Række, Naturv. og Matematisk Afd. XI. 5. 1914.
 12. *Lundegårdh, H.*: Klima und Boden. Jena 1925.
 13. *Lundegårdh, H.*: Die Nährstoffaufnahme der Pflanze. Jena 1932.
 14. *Leeper, G. W.*: Manganese deficiency of cereals: Plot experiments and a new hypothesis. Proc. Roy. Soc. Victoria. 47. (N.S.). Pt. II. 1935.
-