

## Høsten af Roefrø i 1923 og Roefrøhandelen i Vinteren 1923—24.

Ved J. Chr. Lunden.

Ligesom i de foregaaende Aar er Talmaterialet og de fleste af de øvrige Oplysninger indhentet gennem udsendte detaljerede Spørgeskemaer, og Beretningen er derefter udarbejdet paa Grundlag af Oplysninger fra Frøfirmaer, som i 1923 tilsammen har haft Avl paa:

82 ha	med Sukkerroefrø
53 - -	Fodersukkerroefrø
1102 - -	Runkelroefrø
1075 - -	Kaalroefrø
527 - -	Turnipsfrø
141 - -	Gulerodsfrø

I alt... 2980 ha til Avl af Rodfrugfrø.

Efter Statistisk Departements Optælling har der i 1923 i alt været 3883 ha med Roefrø her i Landet, og deraf omfatter nærværende Beretning Oplysninger fra 2980 ha, svarende til 77 pCt. af Landets samlede Roefrøareal.

### Roefrøarealernes Fordeling efter Landsdel i 1923.

Efter Statistisk Departement.

Sjælland ..... 1712 ha Fyn ..... 703 - Lolland-Falster ..... 200 - Bornholm ..... 23 - I alt Øerne ... 2638 ha		Det østlige Jylland ..... 639 ha Det sydlige - ..... 258 - Det vestlige - ..... 234 - Det nordlige - ..... 114 - I alt Jylland .. 1245 ha
--	--	---

Noget over to Tredjedele af det samlede Areal med Roefrø fandtes paa Øerne og knap en Tredjedel i Jylland. Af Arealet paa Øerne fandtes godt de to Tredjedele paa Sjælland, og af

Arealet i Jylland fandtes ca. Halvdelen i det østlige Jylland, der omfatter Randers, Aarhus og Vejle Amter.

Som det fremgaar af Tabel 1, har det samlede Areal med Røefrø været mere end dobbelt saa stort i 1923 som i 1922, da Frostens ødelagde den overvejende Del af Arealet, og kun i tre af de i Tabel 1 anførte Aar, nemlig 1918, 1919 og 1920, har Arealet været større end i 1923.

Tabel 1. Arealer med Rodfrugtfrø 1907—1923.  
Efter Statistisk Departement.

Høstaar	Runkel- roe, ha	Sukker- roe, ha	Kaalroe, ha	Turnips, ha	Gulerod, ha	I alt ha
1907	677		378	772		1827
1912	1310		661	884		2855
1915 <sup>1)</sup>	(859)		(611)	(501)	(195)	2166
1916	1169		949	1327	300 <sup>1)</sup>	3745
1917	1364		1023	759	602	3748
1918	1995	35	2448	3219	1740	9437
1919	2114	321	3196	6671	1617	13929
1920	843	845	1855	1295	393	5231
1921	607	988	778	863	120	3356
1922	979	267	318	56	77	1697
1923	1565	120	1386	606	206	3883

Arealudvidelsen falder paa de fire Foderroearter, hvorimod Arealet med Sukkerroefrø atter i 1923 er indskrænket betydeligt, idet kun nogle faa Firmaer har haft Avl deraf.

### I. Høstudbyttet i 1923.

I Modsætning til 1922, da Arealet var lille og Udbyttet elendigt, staar 1923 med et ret stort Areal, og for Kaalroe- og Turnipsfrø tillige med et meget stort Udbytte pr. Arealenhed. Den samlede Avl af Foderroefrø blev derfor ogsaa betydelig større end i de tre nærmest foregaaende Aar og betydelig over det aarlige Hjemmeforbrug.

For Hovedsorterne: Runkelroe, Barres, Kaalroe og gulkødet Turnips, er Frøudbyttet angivet i Tabel 2 i Gennemsnit af 10 Aar<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Redegørelse findes i Høstberetningen for 1921 (Tidsskrift for Planteavl, 28. Bind, Side 515).

<sup>2)</sup> I Høstberetningen for 1914 (Tidsskrift for Planteavl, 22. Bind, Side 330) er Frøudbyttet meddelt for hvert enkelt af disse Aar.

før Krigen, 1905—1914, og Udbyttet for hvert af Aarene 1915—1923 samt Middel deraf og endvidere Middel af 4 Krigsaar og 5 Aar efter Krigen. I sidstnævnte Periode er der desuden opført Udbyttet af Sukkerroefrø.

Tabel 2. Frøudbytte i hkg pr. ha i 10 Aar før Krigen, i 4 Krigsaar og i Aarene 1919—1923.

Aar	Sukkerroe	Barres	Kaalroe	Gulkødet Turnips
Middel 1905—1914 ..		17.0	13.0	12.0
1915 .....		12.5	8.5	10.0
1916 .....		8.5	13.0	10.5
1917 .....		12.0	5.5	6.0
1918 .....		17.0	9.0	10.5
Middel 1915—1918 ..		12.5	9.0	9.3
1919 .....	17.6	14.1	8.0	8.1
1920 .....	10.7	10.2	6.0	4.6
1921 .....	10.6	5.9	8.6	8.7
1922 .....	12.3	7.7	4.2	3.6
1923 .....	16.1	9.3	15.3	11.7
Middel 1919—1923 ..	13.5	9.4	8.4	7.3
Middel 1915—1923 ..	---	10.8	8.7	8.2

I 1923 gav Sukkerroe 16.1 hkg Frø pr. ha, og kun i 1919 har Udbyttet været højere. I de 5 Aar, hvorfra man har Oplysninger om Frøudbyttet af Sukkerroe, har det hvert Aar været højere end Udbyttet af de andre tre Arter, der er nævnt, og i Gennemsnit omkring en Tredjedel større. Af Barres var Frøudbyttet ret lavt, kun 9.3 hkg pr. ha; det svarer omtrent til Gennemsnittet for 1919—1923, men er en Tredjedel lavere end i Krigsaarene og kun omkring halvt saa stort som i Tiaaret før Krigen. Af Kaalroe og Turnips blev Udbyttet usædvanlig stort, henholdsvis 15.3 og 11.7 hkg pr. ha, og det har ikke været saa stort af Kaalroe siden 1910 og af Turnips siden 1914.

Ved Statistisk Departements Arealtælling den 16. Juli 1923 blev der, i Modsætning til tidligere Aar, ikke spurgt om Arealet af de enkelte Frøsorter, men kun om det samlede Frøareal. Arealet blev opgjort senere paa Grundlag af særlige Spørgeskemaer, der blev udsendte i Oktober Maaned, og hvorpaa der desuden for første Gang blev indhentet Oplysninger om det

samlede Udbytte af rensset Frø, eller — hvor det nøjagtige Tal for rensset Frø ikke forelaa — skønsvis saa godt som muligt, og derefter har Statistisk Departement opgjort Gennemsnitsudbyttet pr. ha for hele Landet af de enkelte Rodfrugtarter i 1923.

Da Statistisk Departements og nærværende Beretnings Udbyttetotal er fremkomne paa helt forskellig Maade, har det sin Interesse at sammenligne disse, hvorfor de sammenstilles her.

Frøudbytte i kg pr. ha i 1923.

	Efter Statistisk Departement	Efter Høstberetningen
Sukkerroe .....	1495 kg	1613 kg
Runkelroe .....	964 -	945 -
Kaalroe.....	1435 -	1533 -
Turnips .....	1081 -	1173 -
Gulerod .....	479 -	388 -

Det fremgaar deraf, at der i det store og hele er ret god Overensstemmelse imellem Udbyttetallene. For Sukkerroe, Kaalroe og Turnips er Frøudbyttet lidt større efter Høstberetningen end efter Statistisk Departement, men for Runkelroe og Gulerødder er det omvendte Tilfældet, hvilket sandsynligvis staaer i Forbindelse med, at de virkelige Udbyttetotal for de to sidstnævnte Arter ikke har foreligget i saa stor Udstrækning til Statistisk Departements Opgørelse, idet Runkelroe- og Gulerodsfrøet blev høstet meget sent paa Grund af de ugunstige Vejrforhold.

Runkelroe- og Sukkerroefrøavlens.

I den kølige og fugtige Sommer 1922 hævmedes Runkelroestiklingerne og Sukkerroer, udsaaede til Overvintring paa Blivestedet, en Del i Væksten af Vejrforholdene og opnaaede almindeligvis ikke helt den ønskede Størrelse. Sukkerroerne fortsatte Væksten i den milde Vinter, og da Frosten næsten ingen Skade gjorde, stod de gennemgaaende med god Bestand og ret god Størrelse om Foraaret og kom tidlig i Vækst.

Efter Erfaringerne fra den foregaaende strænge Vinter 1922 blev Runkelroestiklingerne gennemgaaende dækkede stærkt for at være sikrede mod Frostskade, men da Vinteren 1923 blev saa mild, tog Roerne i mange Tilfælde Varmeskade i Stedet, saaledes at der kun blev Planteroer til omkring tre Fjerdedele af det beregnede Areal. Udplantningen blev allerede begyndt

sidst i Marts Maaned, men blev dog i Hovedsagen udført fra midt til sidst i April. Nogle Steder tog de tidligst udplantede Roer Skade af Frosten først i April, navnlig hvor de ikke var plantede tilstrækkelig dybt; men andre Steder blev Skaden afværget ved at hyppe løs Jord op omkring Roerne. Frøroerne blev gennemgaaende godt og hurtigt rodfæstede efter Udplantningen og buskede sig særdeles godt, men Blomstring og Frøudvikling forsinkedes af det kolde og fugtige Vejr, saa Modningen indtraf meget sent. Afskæringen af Runkelroefrøet blev saaledes først foretaget fra sidst i September til midt i Oktober, og da Frøet som oftest var helt grønt ved Afskæringen, og Vejrforholdene tillige var meget ugunstige for Frøets Tørring, blev Høsten vanskeliggjort og forsinket i den Grad, at meget Runkelroefrø først blev bjærget sidst i November Maaned. Dette foraarsagede gennemgaaende et stort Frøspild og bidrog til, at mange Frøpartier fremkom med en meget lav Spireevne.

Oplysningerne om Spireevnen i de forskellige Bedesorter er, ligesom i 1922, indhentede gennem de udsendte Spørgeskemaer, og Gennemsnitsspireevnen er derefter beregnet paa Grundlag af Frømængde og Spireevne. For Runkelroefrøet — herunder Fodersukkerroe — blev Spireevnen i Gennemsnit 73 pCt., hvilket var noget over Forventning, idet Erfaringerne fra tidligere Aar har vist, at Runkelroefrø, der var avlet i kolde Somre, som Regel fremkom med en lav Spireevne. Dette fremgaar ogsaa af *L. Helwegs* og fortsatte Undersøgelser, og som anført i Tabel 3, har Spireevnen i Runkelroefrø kun været 61.4 pCt. i Gennemsnit for de 8 koldeste Somre — fra 1896 til 1922 — med en Middel-Temperatur af 12.9° C., medens Spireevnen har været ca. 80 pCt. i de øvrige 19 Aar og Sommertemperaturen i Gennemsnit 14.3° C.<sup>1)</sup>

Naar Spireevnen dog blev ret god i Runkelroefrøet i 1923 trods en saa lav Sommertemperatur som 12.3° C., saa staar det sikkert i nøje Forbindelse med, at der ikke fremkom væsentlige Angreb af *Bedelus* eller — saaledes som f. Eks. i 1902 og 1922 — indtraf Nattefrost af Betydning, før Frøet var delvis

<sup>1)</sup> Temperaturtallene, som er opførte for de kolde Somre i Tabel 3, er Gennemsnitstal for de 5 Sommermaaneder, Maj—September, ved 9 Stationer, som findes nævnte i nærværende Tidsskrift, 29. Bind, Side 650, og 23. Bind, Side 492.

vejret, og endvidere, at Frøet gennemgaaende blev aftærsket og kunstigt tørret hurtigst mulig efter Indkørselen. Hvor meget der skyldes den ene eller den anden af foran nævnte Grunde, at Resultatet blev saa godt, som det blev, kan ikke afgøres; men det er værd at lægge Mærke til, at Spireevnen i 1902, da Sommervarmen i Gennemsnit var omtrent som i 1923, kun blev 43 pCt., medens den i 1923 blev 73 pCt., og det er utvivlsomt, at uden Hjælp af de store Tørreanlæg, som Frøforretningerne nu er udrustede med, var Spireevnen ikke blevet saa god i Runkelroefrøet i 1923, idet meget Frø kom til Tørre- rierne med 40—50 og endnu højere pCt. Vandindhold.

Tabel 3. Spireevnen i Runkelroefrø, avlet i kolde Somre.

Aar	Gennemsnits- Temperatur Maj—September	Antal Frøpartier	Gennemsnits-Spire-pCt.	
			6 Døgn	12 Døgn
1898	13.2		60	(67)
1902	12.1	115	38	43
1907	12.6	708	58	65
1909	12.7		60	(67)
1912	13.3	488	60	68
1915	13.3	634	57	63
1916	13.0	624	59	63
1922	12.9			55
Middel af 8 Aar	12.9			61.4
1923	12.3			73

Ved Sammenligning af de i Tabel 3 meddelte Tal for Spireevne med Statsfrøkontrollens Gennemsnitstal for Spireevne i Runkelroefrø for de samme Aar viser det sig, at der er en Del Forskel, men det maa i den Forbindelse erindres, at Statsfrøkontrollens Gennemsnitstal ikke kan tages som Udtryk for Spireevnen af et bestemt Aars Frøavl, idet disse Tal ogsaa omfatter Analyser af gamle Beholdninger og i tidligere frøknappe Aar tillige af indført Frø.

Oplysningerne om Spireevnen i Frø af Sukkerroe, Foder-sukkerroe, Barres og Eckendorfer, avlet paa Øerne og i Jylland, er holdt hver for sig, ligesom i 1922, og Resultaterne fra de to Aar opføres sammen.

## pCt. Spireevne:

	Øerne		Jylland		Hele Landet	
	1922	1923	1922	1923	1922	1923
Sukkerroe.....	80	84	75	82	79	84
Fodersukkerroe ..	61	83	51	63	57	81
Barres .....	62	76	50	65	55	72
Eckendorfer.....	48	75	30	(75)	47	(75)

For begge Aar gælder det, at Spireevnen er en Del højere paa Øerne end i Jylland, navnlig for Fodersukkerroe og Runkelroe. Det er et Forhold, der gentager sig i de kolde Somre, og som sikkert staar i Forbindelse med, at Gennemsnitstemperaturen er omtrent 1° C. lavere i Jylland end paa Øerne. Ligeledes viser Tallene, at Spireevnen er højest i Sukkerroefrøet og lavest i Eckendorfer, medens de to andre Sorter ligger derimellem. For Avlen af Sukkerroefrø er det af stor Vigtighed, at det selv i saa kolde Somre som 1922 og 1923 alligevel opnaar en god Spireevne.

Frøudbyttet af de 4 Bedesorter er opgivet for Øerne og Jylland hver for sig og er sammenstillet med Frøudbyttet for 1921 og 1922.

	Øerne			Jylland			Hele Landet		
	hkg Frø			hkg Frø			hkg Frø		
	1921	1922	1923	1921	1922	1923	1921	1922	1923
Sukkerroe.....	10.0	12.8	16.7	13.1	10.9	11.2	10.6	12.8	16.1
Fodersukkerroe....	8.2	7.8	14.0	12.4	12.6	6.6	9.5	8.9	12.7
Barres .....	6.3	7.5	10.6	5.7	7.8	7.7	5.9	7.7	9.3
Eckendorfer.....	5.2	5.3	11.4	4.8	6.5	3.7	4.8	5.5	8.1

I Sammenligning med de to foregaaende daarlige Aar har Frøudbyttet været betydelig større paa Øerne, men gennemgaaende mindre i Jylland, idet der er en paafaldende stor Forskel i 1923 imellem de to Landsdele. Kun ca. 10 pCt. af Arealet med Sukkerroe og ca. 20 pCt. af Arealet med Fodersukkerroe har været i Jylland, men af Barres og Eckendorfer har omkring 40 pCt. af Arealet været i Jylland.

Imellem Sorterne gaar Forskellen i Frøudbytte i samme Retning som Forskellen i Spireevne. Sukkerroerne staar højest, og derefter kommer Fodersukkerroe, Barres og Eckendorfer i alle tre Aar, og det er meget iøjnefaldende, at Frøudbytte og Spireevne saaledes følges med Tørstofindhold og Topstørrelse for de paagældende Sorter.

Efter Oplysningerne paa Spørgeskemaerne har Frøudbyttet af Runkelroe i Reglen ikke været nedsat af Angreb af Bedelus og Mosaiksyge, men paa nogle Skemaer opgives dog en Nedsættelse i Udbytte paa 5—10 pCt. paa Grund af Bedelus og ligeledes 5—10 pCt. — i et enkelt Tilfælde 25 pCt. — af Mosaiksyge.

Arealet med Sukkerroefrø var forholdsvis lille i 1923, kun 120 ha; der har dog været udlagt en Del mere, men paa Grund af daarlig Udvikling i Udlægsaaret blev der ompløjet ca. 44 pCt. af det udlagte Areal imod 72 pCt. i 1922, 39 pCt. i 1921 og 43 pCt. i 1920.

Tabel 4. Arealet i pCt. med større og mindre Frøudbytte af Sukkerroe og Runkelroe i 1915—1923.

Udbyttet i hkg Frø pr. ha	I pCt. af Arealet gav																									
	Sukkerroe				Foder- sukker- roe			Barres						Eckendorfer												
	1919	1920	1921	1922	1923	1921	1922	1923	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Under 14	25	76	68	63	40	82	93	61	70	88	67	35	54	80	90	92	83	77	99	72	74	73	82	89	97	100
14—20	38	17	25	24	26	9	2	33	17	10	17	36	28	16	9	7	14	20	1	21	10	19	11	8	3	0
20—30	29	6	7	13	34	6	5	6	11	2	15	25	17	4	1	1	3	3	0	6	15	8	7	1	0	0
over 30	8	1	0	0	0	3	0	0	2	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

Til Sammenligning med tidligere Aar er Frøudbyttet fordelt i Udbytteklasser i Tabel 4. Derefter har 40 pCt. af Arealet med Sukkerroe og 61 pCt. med Fodersukkerroe givet under 14 hkg Frø pr. ha., men af Barres har 83 pCt. og af Eckendorfer 100 pCt. af Arealet givet under 14 hkg Frø pr. ha.

Af Runkelroefrø blev der avlet tilstrækkeligt til Hjemme- forbruget, som er gaaet en Del ned i 1923 og 1924.

#### Kaalroe- og Turnipsfrøavlens.

Oplysningerne om Kaalroe- og Turnipsfrøavlens omfatter, 1075 ha med Kaalroefrø og 527 ha med Turnipsfrø, medens der efter Arealtællingen i alt var henholdsvis 1386 og 606 ha.

Ligesom Sukkerroe til Frøavl hævmedes Kaalroe og Turnips i Væksten af det kølige og fugtige Vejr i Udlægsaaret 1922, og Planterne var derfor gennemgaaende smaa om Efter-



aaret, men i den milde Vinter fortsatte Roerne Væksten og tog næsten ingen Skade af Frost. De fleste Marker stod ogsaa med god og ret kraftig Plantebestand om Foraaret, saaledes at der procentvis blev ompløjet mindre af det udlagte Areal end i de foregaaende 6 Aar:

	Ompløjet Areal, pCt.						
	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Kaalroe .....	37	30	38	39	33	70	21
Turnips, gulkødet.	45	32	35	49	32	95	28
— hvidkødet	71	50	33	47	45	93	15

Kaalroe og Turnips kom tidligt i Vækst og voksede særdeles godt til i den kølige og ret fugtige Forsommer, og da der næsten ingen Angreb kom af Biller, blev Frøsætningen usædvanlig god. Der var særdeles mange Kaalroefrømarker, som stod saa kraftige og tætte, at de med Lethed kunde bære en Kat eller en lille Hund — det gammelkendte Tegn paa en Marks Godhed. I Sammenligning med de 4 foregaaende Aar blev Udbyttet derfor ogsaa særdeles højt, især af Kaalroe, der, som nævnt ved Tabel 2, ikke siden 1910 har givet et saa stort Udbytte.

	hkg Frø pr. ha:					
	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Kaalroe .....	9.1	8.0	6.0	8.8	4.2	15.3
Turnips, gulkødet ....	10.8	8.1	4.6	8.8	3.6	11.7
— hvidkødet ...	8.0	7.9	4.4	6.7	4.1	11.8

I en Del Partier Kaalroefrø var Spireevnen mindre god lige efter Høst, hvilket maaske stod i Forbindelse med den solfattige Sommer. Efter nogen Tids Lagring blev Spireevnen i Reglen bedre.

Oplysningerne om Frøudbyttets Størrelse paa Øerne og i Jylland er opgjorte hver for sig og viser følgende Resultat i hkg pr. ha:

	Øerne						Jylland					
	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Kaalroe .....	9.8	8.5	6.3	8.3	3.3	16.1	6.1	5.1	4.7	7.7	5.5	12.9
Turnips, gulkødet .	11.2	8.4	4.6	8.9	3.9	12.1	8.2	6.9	4.6	8.3	2.5	8.8
— hvidkødet	8.4	8.2	4.4	7.0	4.4	11.8	4.7	5.5	4.4	4.7	3.4	13.3

Kaalroe og gulkødet Turnips har saaledes, som det er Reglen, givet størst Udbytte paa Øerne, nemlig henholdsvis 16.1 og 12.1 hkg pr. ha mod 12.9 og 8.8 hkg i Jylland, hvorimod hvidkødet

Turnips har givet lidt større Udbytte pr. ha i Jylland. Det er dog kun en lille Del af Arealet, der har ligget i Jylland, for Kaalroe omkring en Fjerdedel og for Turnips ca. en Syvendedel af Arealet.

Tabel 5. Arealet i pCt. med større og mindre Frøudbytte af Kaalroe og Turnips i 1915—1923.

Udbyttet i hkg Frø pr. ha	I pCt. af Arealet gav																										
	Kaalroe									Gulkødet Turnips									Hvidkødet Turnips								
	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Under 10	65	23	90	64	69	86	64	96	16	42	38	96	50	72	97	66	100	37	65	56	86	64	74	98	80	100	34
10—14	15	45	9	19	19	11	22	3	28	35	38	3	27	19	2	21	0	33	30	31	7	28	18	1	10	0	40
14—20	19	22	1	12	8	2	11	1	37	22	19	1	21	8	1	5	0	26	5	12	6	6	5	1	10	0	22
over 20	1	10	0	5	4	1	3	0	19	1	5	0	2	1	0	8	0	4	0	1	1	2	3	0	0	0	4

Af Udbyttestatistikken i Tabel 5 ses, at den overvejende Del af det høstede Areal, i Modsætning til de foregaaende Aar, har givet mellem 10 og 20 hkg Frø pr. ha, og da Arealet med Kaalroe- og Turnipsfrø var ret stort, blev der avlet en Del mere end Danmarks aarlige Forbrug.

#### Gulerodsfrøavlens.

Vedrørende Gulerodsfrøavlens foreligger der Oplysninger fra 141 ha, og Arealtællingen viser 206 ha i alt. Paa Grund af for daarlig Udvikling i Udlægsaaret blev der ompløjet 26 pCt. af Arealet. For Gulerodsfrøavlens var Vejrforholdene ugunstige i 1923. Væksten blev altfor langsom, Frømodningen indtraf for sent, og Udbyttet nedsattes 10—15 pCt. af Gulerodssvamp. Frøudbyttet blev derfor kun lille og Spireevnen daarlig. Ligesom i 1922, men i Modsætning til de foregaaende Aar, gav røde Gulerodsorter lidt større Udbytte end hvide og gule.

	hkg Frø pr. ha:					
	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Hvide og gule Gulerodsorter.	6.4	4.6	4.1	5.4	3.4	3.7
Røde Gulerodsorter.....	5.8	4.3	3.2	4.9	3.6	4.3

En Opgørelse af Udbyttet efter Landsdel giver følgende Resultat i hkg Frø pr. ha:

	Øerne						Jylland					
	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Hvide og gule												
Gulerodsorter....	6.9	4.9	4.3	5.2	3.5	4.7	4.8	3.6	2.7	6.4	0.8	1.1
Røde Gulerodsorter	6.0	4.4	3.1	5.1	3.9	5.4	4.5	4.1	3.5	4.6	2.9	1.7

Udbyttet af Gulerodsfrø har, som det vil ses, været usædvanlig daarligt i Jylland, hvor der i Gennemsnit kun er høstet 1.1—1.7 hkg Frø pr. ha, medens der er høstet omkring 5 hkg pr. ha paa Øerne, hvor ca. to Tredjedele af Arealet fandtes.

Tabel 6. Arealet i pCt. med større eller mindre Frøudbytte af Gulerod 1915—1923.

Udbyttet i hkg Frø pr. ha	I pCt. af Arealet gav								
	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Under 5	40	58	66	40	76	82	45	84	70
5—10	44	34	31	52	19	17	52	16	25
10—15	16	8	2	8	3	1	3	0	5
over 15	0	0	1	0	2	0	0	0	0

Af Opgørelsen i Tabel 6 ses det, at 70 pCt. af Arealet har givet under 5 hkg Frø pr. ha, 25 pCt. mellem 5 og 10 hkg og 5 pCt. over 10 hkg. Til Dækning af det aarlige Hjemmeforbrug blev der avlet rigeligt af Gulerodsfrø, idet Arealet var ret stort.

## II. Roefrøhandelen i Vinteren 1923—1924.

Til Sammenligning med tidligere Aar er der i Tabel 7 givet en Oversigt over Frøudbytte, Avlerpriser og Frøavlernes gennemsnitlige Bruttoindtægt pr. ha for Hovedsorterne Barres, Kaalroe og gulkødet Turnips i Aarene 1909—1923 samt Middel for tre 5-aarige Perioder, svarende til: før Krigen, under Krigen og efter Krigen.

Sammen med Oplysningerne paa Spørgeskemaet om Areal og Høstudbytte er der, med Undtagelse af et Par Frøforretninger, ogsaa opgivet den Gennemsnitspris, der er betalt Avlerne for Frøet, og paa Grundlag deraf er Aarets Avlerpris beregnet, under Hensyntagen til Frømængde og for Runkelroefrøet til lige Spireevne. Bruttoindtægten pr. ha er beregnet som Produkt af Frøudbytte og Avlerpris.

Efter den daarlige Høst af Runkelroefrø i de to foregaaende Aar var der praktisk talt ingen Beholdning af dansk Runkelroefrø, og da Modningen forsinkedes saa meget af Vejrforholdene i 1923, var der Grund til at befrygte en daarlig Spireevne i Frøet ligesom i 1922. Før Høst blev der derfor ogsaa handlet til Priser fra 300 til 330 Kr. pr. hkg Barres med en Spireevne af 70—75 pCt. Hen paa Vinteren, da det viste sig, at Høsten var større, Spireevnen bedre, men Afsætningen mindre end beregnet, faldt Priserne ca. en Tredjedel. Avlerprisen pr. hkg Barres blev derefter 273 Kr., beregnet efter Aarets Gennemsnitsspireevne 72 pCt. Denne Pris er tilsyneladende omtrent som for Avlen 1922, men der er den Forskel, at den opførte Pris, 284 Kr. pr. hkg, var beregnet for 60 pCt. Spireevne. — Med et Frøudbytte af 9.3 hkg bliver Bruttoindtægten 2539 Kr. pr. ha, og kun Høsten 1917 har indbragt en højere Bruttoindtægt.

For Eckendorfer og Fodersukkerroe er Avlerprisen lidt lavere end for Barres, dog gennemgaaende omkring 250 Kr. pr. hkg med Spireevne af 75 pCt.; Sukkerroefrø med 84 pCt. Spireevne er i Gennemsnit afregnet med 72 Kr. pr. hkg.

Af Kaalroefrø fandtes der heller ingen Beholdning, og Prisen var i foregaaende Aar gaaet op til 215 Kr. pr. hkg, men da Arealet med Kaalroefrø var ret stort i 1923, og Frøudbyttet blev usædvanlig højt, gik Priserne om Efteraaret helt ned til 70 à 80 Kr. pr. hkg. Priserne bedredes dog noget, da det viste sig, at Hjemmeforbruget blev meget stort, og der solgtes en Del til Eksport. I Marts og April Maaned, da man kunde forudse, at den overvejende Del af Arealet med Kaalroefrø var bortfrosset, steg Priserne yderligere til 175 à 200 Kr. pr. hkg. Avlerprisen blev derefter 102 Kr. pr. hkg, og da Frøudbyttet var saa højt, er der kun for Avlen 1918 opnaaet en højere Bruttoindtægt pr. ha.

Af Turnipsfrø var der endnu Beholdninger i 1923 fra Overproduktionen ved Slutningen af Krigen, og da Høsten var meget stor, gik Prisen noget ned, men efter at der var solgt en Del til Eksport, og især da det viste sig, at Avlen paa omtrent hele Arealet med Turnipsfrø var frosset bort, steg Prisen ligesom for Kaalroefrøet, og den var hele Tiden noget højere for Fynsk Bortfelder og hvidkødet Turnips end for Yellow Tankard. For gulkødet Turnips blev Avlerprisen i Gennemsnit 96 Kr. pr. hkg imod 105 Kr. Aaret før.

Tabel 7. Frøudbytte, Avlerpriser og Frøavlernes Bruttoindtægt pr. ha i de 5 Aar før Krigen og i de 5 Krigsaar samt i Aarene 1919—1923.

Aar	Barres			Kaalroe			Gulkødet Turnips		
	hkg Frø pr. ha	Avlerpris pr. hkg i Kr.	Bruttoindtægt pr. ha i Kr.	hkg Frø pr. ha	Avlerpris pr. hkg i Kr.	Bruttoindtægt pr. ha i Kr.	hkg Frø pr. ha	Avlerpris pr. hkg i Kr.	Bruttoindtægt pr. ha i Kr.
1909—1910	10	144	1440	10	75	749	9	75	674
1910—1911	23	43	994	18	37	674	15	37	562
1911—1912	11	101	1109	13	52	674	13.5	52	700
1912—1913	19	50	958	11	43	475	11	42	459
1913—1914	19	39	739	9.5	58	547	11	32	348
Middel..	16.4	75	1048	12.3	53	624	11.9	48	549
1914—1915	16.5	52	855	13.5	56	758	12.5	40	504
1915—1916	12.5	108	1350	8.5	115	979	10.0	101	1008
1916—1917	8.5	209	1775	13.0	122	1591	10.5	130	1361
1917—1918	12.0	313	3758	5.5	225	1236	6.0	210	1261
1918—1919	17.0	144	2448	9.0	234	2106	10.5	180	1890
Middel..	13.3	165	2037	9.9	150	1334	9.9	132	1205
1919—1920	14.1	73	1036	8.0	88	704	8.1	59	474
1920—1921	10.2	147	1501	6.0	100	598	4.6	91	420
1921—1922	5.9	195	1151	8.6	94	809	8.7	73	635
1922—1923	7.7	284	2187	4.2	215	903	3.6	105	378
1923—1924	9.3	273	2539	15.3	102	1561	11.7	96	1123
Middel..	9.4	194	1683	8.4	120	915	7.3	85	606

Ved Sammenligning af Middeltallene for de tre 5-aarige Perioder ses det, at Frøudbyttet af Barres, Kaalroe og gulkødet Turnips har været størst i den første Periode og mindst i den sidste. For alle tre Sorter er Avlerprisen steget meget stærkt fra første til anden Periode, og til tredje Periode er den ogsaa steget for Barres, men faldet for Kaalroe og Turnips. Bruttoindtægten er dog i alle Tilfælde højest i den midterste Periode.

I den sidste 5-aarige Periode er Middel-Bruttoindtægten pr. ha kun 915 Kr. for Kaalroefrø og 606 Kr. for Turnipsfrø, og Avlen deraf har utvivlsomt været en daarlig Forretning for de allerfleste Frøavlere, især naar man erindrer, at i de samme Aar er henimod Halvdelen af det udlagte Areal frosset bort og

ompløjet, hvilket har medført Udgifter til Stamfrø, Arbejde m. v., som Frøarealerne i Virkeligheden ogsaa maa dække.

Avlerprisen for Gulerodsfrø har gennemgaaende været 250—300 Kr. pr. hkg med en Spireevne af 60—70 pCt.

Tabel 8. Salg af Røefrø til Hjemmeforbrug og Eksport.

Aar	Tons Foderroefrø solgt paa							
	Hjemmemarkedet				Verdensmarkedet 1. April—31. Marts			
	Runkel- roe	Kaal- roe	Turnips	Gulerod	Runkel- roe	Andre Foderroer		
1914	1340	513	338	40	386	1329		
1915	1973	452	329	35	415	801		
1916	1790	498	304	33	107	893		
						Kaalroe	Turnips	Gulerod
1917	1233	617	368	22	15	170	385	154
1918	1676	511	314	26	521	591	790	473
1919	1824	552	300	28	1187	749	2367	210
1920	1775	642	269	28	420	702	772	303
1921	1670	748	263	25	170	194	363	185
1922	1856	777	292	28	190	275	862	97
1923	1368	972	327	22	143	315	620	65

(Hjemmeforbruget er beregnet som angivet i Tidsskriftets 26. Bind, Side 518.)

I Tabel 8 er Salget af Foderroefrø til Hjemmeforbrug og Eksport opgivet for Aarene 1914—1923. Det fremgaar deraf, at Hjemmeforbruget af Runkelroefrø har været langt mindre i 1923 end i de foregaaende 5 Aar, idet Arealet blev indskrænket stærkt, dels fordi der var for lidt af dansk Runkelroefrø, og Spireevnen var lav, og dels fordi Prisen var meget høj. Samtidig blev Kaalroearialet udvidet tilsvarende, og Forbruget af Kaalroefrø blev større end i noget tidligere Aar. Forbruget af Turnips blev ogsaa forøget; men Forbruget af Gulerødder blev indskrænket lidt.

Medens Salget paa Hjemmemarkedet i 1923 stammer fra Frø, avlet i 1922 og tidligere Aar, er Salget paa Verdensmarkedet i Tidsrummet 1. April 1923 til 31. Marts 1924 i Hovedsagen fra Avlen 1923. Eksporten af Foderroefrø har været noget

mindre end Aaret forud, men svarer omtrent til Eksporten i 1921.

I Forhold til Hjemmeforbruget har Eksporten af Runkelroefrø andraget omtrent en Tiendedel, og af Kaalroefrø ca. en Tredjedel, men af Turnips- og Gulerodsfrø har Eksporten været henholdsvis dobbelt saa stor og tre Gange saa stor som Hjemmeforbruget.

Tabel 9. Udførsel af dansk Roefrø  
fra 1. April 1923 til 31. Marts 1924.  
Efter Statistisk Departement.

	Udførselens Fordeling i pCt.											Udført i alt Tons			
	Tyskland	Storbritannien	Norge	Sverige	Finland	Letland	Czekoslovak.	Polen	Frankrig	Holland	U. S. A.		Andre Lande	I alt	
Sukkerroe ..	3	9			23							63	2	100	154
Runkelroe...	30			19		13	10	16				4	8	100	143
Turnips ....	31		12	33	5	2	1		4	2		8	2	100	620
Kaalroe .....	32	10	2	31		1			8	4		9	3	100	315
Gulerod.....	51	4	6	15	5	7	1	2				5	4	100	65

I Tabel 9 findes en Oversigt over Udførselen af Roefrø til forskellige Lande i Tiden 1. April 1923 til 31. Marts 1924. Af Sukkerroefrø er der udført 154 Tons, hvoraf de to Tredjedele til Amerika og en Fjerdedel til Finland. Foderroefrøet er eksporteret til flere Lande. Tyskland har aftaget omtrent en Tredjedel og Sverige lidt mindre af de forskellige Arter, desuden har Letland, Czekoslovakiet og Polen aftaget henholdsvis 13, 10 og 16 pCt. af Runkelroefrøet, Norge 12 pCt. af Turnipsfrøet og Storbritannien 10 pCt. af Kaalroefrøet.

I samme Tidsrum er der ifølge Statistisk Departements Opgørelse indført 463 Tons Runkelroe- og Fodersukkerroefrø, deraf ca. 300 Tons fra Tyskland, 50 Tons fra Storbritannien, 40 Tons fra Sverige og ligesaa fra Østrig, men noget af det indførte Runkelroefrø er avlet efter dansk Stamfrø, og Genudførselen af udenlandsk Runkelroefrø andrager 125 Tons. Endvidere er der indført godt 200 Tons Kaalroefrø, næsten udelukkende fra Holland og delvis avlet efter dansk Stamfrø, samt

100 Tons Turnipsfrø fra Storbritannien og Tyskland, og der er ikke genudført væsentligt deraf. Af Gulerodsfrø er der indført 74 Tons, men genudført 25 Tons. Halvdelen var indført fra Frankrig og omtrent den anden Halvdel fra Tyskland, Ungarn og Østrig.

I Afsnittet om Roefrøhandelen er der Anledning til at omtale to Responsa, som er afgivne af Grosserer-Societetets Komité i 1923, angaaende en gros Handelen med Roefrø. Forinden maa det nævnes, at *L. Helweg* i et Foredrag i Det kgl. danske Landhusholdningsselskab den 8. Marts 1916 har gjort udførligt Rede for Handelen med Rodfrugtfrø<sup>1)</sup> og belyst Forskellen i Erstatningspligt ved en gros Handel og Detailhandel med Roefrø. Under Henviisning dertil skal kun nævnes, at Retsgrundlaget for Erstatningspligten i Detailhandelen med Roefrø fremgaar af »Lov om Køb af 6. April 1906«, § 43, hvori det bestemmes, at ved Køb af Varer, bestemte ved Art, som Tilfældet er med Roefrø, paahviler der Sælgeren Garanti for, at Varen er, hvad den ved Salget blev opgivet at skulle være, og selv om Sælgeren er uden Skyld, er han pligtig at betale Skadeserstatning efter almindelige Retsgrundsætninger.

Ved en gros Handelen var Forholdene anderledes. Af »Lov om Køb af 6. April 1906«, § 1, fremgaar, at Sædvane og Handelsbrug gaar »foran Loven«, og da der den 14. Januar 1910 og den 5. Februar 1915 af Grosserer-Societetets Komité er afgivet to Responsa, som gaar ud paa, at der i en gros Handelen med Roefrø er Handelscoutume for, at Erstatninger begrænses af Fakturabeløbet, med mindre Frøet udtrykkelig er solgt med særlige Garantibestemmelser, er denne Handelscoutume netop gaaet »foran Loven« en Tid. Forholdet var derefter saaledes, at Detailhandleren almindeligvis kun kunde gøre Krav paa at faa Fakturabeløbet godtgjort, selv om han havde maattet betale en Erstatning, der var mange Gange saa stor.

I 1923 er Grosserer-Societetets Komité imidlertid bleven spurgt, om det forannævnte Responsum af 5. Februar 1915 ogsaa nu kan tages som Rettesnor for Coutume ved en gros Salg af Roefrø, »medmindre Frøet udtrykkelig er solgt med særlige Garantibestemmelser«?

<sup>1)</sup> Tidsskrift for Planteavl, 23. Bind, Side 623—649.



Som Svar derpaa afgav Grosserer-Societetets Komité den 8. Juni 1923 et saalydende Responsum:

»Deres fremsatte Spørgsmaal . . . . . maa besvares benægtende, da det i de senere Aar ikke har været ualmindeligt, at der i Tilfælde, hvor der ikke har været taget noget særligt Forbehold, er ydet Erstatning efter almindelige Retsgrundsætninger«.

Det fremgaar deraf, at Udviklingen inden for en gros Handelen med Roefrø har medført, at de tidligere afgivne Responsa ikke længere staar ved Magt, og at den tidligere eksisterende Handelscoutume angaaende Erstatningens Begrænsning til Fakturabeløbet nu er bortfaldet. Dette betyder, at § 43 i »Lov om Køb af 6. April 1906« nu ogsaa kommer til Anvendelse i en gros Handelen, og dermed er den tidligere Forskel i Erstatningspligt ved en gros Handel og Detailhandel med Roefrø fjærnet, idet Sælgeren i begge Tilfælde maa betale fuld Erstatning.

Noget senere i 1923 blev der fra samme Side spurgt Grosserer-Societetets Komité, om der blandt de Tilfælde, der omtaltes i forannævnte Responsum af 8. Juni 1923, er forekommet Tilfælde, hvor Sælgeren i de trykte Salgsbetingelser, der danner Grundlaget ved en gros Handelen med ugaranteret Roefrø, har anvendt en Passus om, at Sælgeren i Tilfælde af Fejludlevering kun hæftede med et Beløb indtil Frøets fulde Fakturapris, og hvor vedkommende Køber, til Trods herfor, har erholdt Erstatning efter almindelige Retsgrundsætninger.

Den 19. Oktober 1923 svarede Grosserer-Societetets Komité saaledes derpaa:

»I Anledning af Deres Skrivelse . . . . . skal Komitéen efter indhentede Oplysninger meddele, at Deres deri fremsatte Forespørgsel maa besvares saaledes: Ja, saadanne Tilfælde er forekommet«.

Deraf fremgaar, at selv hvor der i de trykte Salgsbetingelser er gjort opmærksom paa, at Sælgeren i Tilfælde af Fejludlevering begrænser Erstatningen til Fakturabeløbet, er der forekommet Tilfælde, hvor Køberen har modtaget Erstatning efter almindelige Retsgrundsætninger.

Begge Responsa viser, at man i en gros Handelen med Roefrø i flere Tilfælde har indset det urimelige i den bestaaende Ordning og har underkastet sig de almindelige Retsgrundsætninger, som gælder i Detailhandelen, og det er Udtryk for det

samme, naar flere Frøforretninger i de senere Aar er gaaet over til at levere alt Roefrø under Garantiplombe.

### III. Klager over Roefrø og Fejlekspeditioner.

Aaret 1923 vil huskes som et Aar, hvor der fremkom usædvanlig mange Klager over Roefrø, idet Vejrforholdene vanskeliggjorde Runkelroefrøets Spiring og fremmede Stokløbningen i alle Rodfrugtarter i en ukendt Grad; endvidere var der indført en Del udenlandsk Runkelroefrø, hvorover der fremkom flere berettigede Klager, og der skal i det følgende omtales nogle af de Klager, som Statens Rodfrugtforsøg har haft til Afgørelse.

I sidste Halvdel af Maj Maaned begyndte der at fremkomme Klager over mangelfuld Spiring af Runkelroefrøet. Ved Undersøgelse af et stort Antal Marker viste det sig, at de fleste Klager fremkom over Marker, som var tilsaaede forholdsvist tidligt, navnlig hvor Frøet ogsaa var saaet lovlig dybt, eller Jorden var kalktrængende. Temperaturen var nemlig for lav for en god Spiring af Runkelroefrøet, og det raadnede ofte i Jorden, efter at Spiringen var indledet. I mange Tilfælde skadedes Spiringen ogsaa af Rodbrand, foraarsaget af Kimskimmel, især paa kalktrængende Jord, og et Frøparti, som paa saadanne Steder havde givet alt for tynd Bestand, kunde under gode Forhold give tilfredsstillende Resultat. Det bekræftedes ved Kalktrangsundersøgelse fra en Mark med megen Rodbrand og daarlig Spiring, og hvor Jordbundsundersøgelsen gav følgende Resultat: Ingen Brusning med Syre, Reaktionstal 6.0, medens Jord fra Pletter i samme Mark med god og sund Plantebestand gav meget svag Brusning med Syre, Reaktionstal 6.8 og kraftig Azotobactervegetation.

Saadybdens Indflydelse paa Spiringen iagttoges ligeledes paa en Del Marker, hvor Frøet var saaet for dybt og spiret daarligt frem inde paa Marken, medens der paa Forpløjningen, hvor Jorden havde været fastere, og Frøet var saaet mindre dybt, fandtes god Plantebestand. Under saadanne Forhold, hvor der paa samme Mark og efter samme Frø delvis fandtes god og daarlig Plantebestand, kunde Klageren i Reglen let bringes til at indse, at den mangelfulde Spiring skyldtes andre Aarsager end mangelfuld Spireevne i Frøet.

Midt i Juli begyndte Klagerne over Stokløbning i Roemarkerne at indkomme, hvilket var forudset, da Vejrforholdene havde begunstiget Stokløbning i særlig Grad, idet April og Maj havde været kølige og regnfulde, og Juni saa usædvanlig kølig, at der ikke i det Tidsrum, for hvilket der foreligger paalidelige Observationer fra København (siden 1768) tidligere er maalt en saa lav Middeltemperatur for Juni; det standsede eller hæmmede de unge Roeplanters Vækst saa meget, at mange Roer gav Stokløbere, da det meget varme Vejr pludselig begyndte først i Juli Maaned.

Som sædvanlig fremkom de fleste Klager over Stokløbning i Turnips og noget færre Klager over Kaalroe og Runkelroe. Ved Siden af de særegne Vejrforholds og tidlig Saanings Indflydelse paa Stokløbning iagttoges flere Steder Indflydelsen af stedlige Forhold, saasom Jordens Gødningskraft, Bonitet og Hældning, og endvidere iagttoges de forskellige Sorters og Stammers forskellige Stokløbertilbøjelighed; men derom vil der blive gjort særskilt Rede i en Beretning for sig.

Her skal kun nævnes, at naar der i tidligere Aar fremkom 1 og 3 pCt. Stokløbere i to forskellige Stammer, saa blev der i Reglen ikke regnet saa meget med denne Forskel, men naar de samme Stammer i 1923 stod med henholdsvis 5 og 15 pCt. Stokløbere, blev Folk opmærksomme derpaa og klagede ofte over den Stamme, der havde flest Stokløbere. Af Klager over Stokløbere skal nævnes et Par Eksempler.

I Nordvest-Vendsyssel var der paa en Gaard saaet Kaalroe Bangholm den 20. og den 26. April, og i September Maaned optaltes paa den højest beliggende Del af Marken 89—96 pCt. Stokløbere, paa en lavere Del af Marken var Procentmængden betydelig mindre, og i en Nabomark, tilsaaet noget senere med Frø af samme Parti, fandtes kun enkelte Stokløbere.

Fra Fyn blev der klaget over Stokløbere i Turnips Fynsk Bortfelder, der var saaet den 23. April, og hvori der i August Maaned fandtes 80 pCt. Stokløbere; men i en Del andre Marker, tilsaaede i første Halvdel af Maj med Frø af samme Parti, fandtes kun 0—10 pCt. Stokløbere.

Paa en Gaard ved Skive var der saaet Turnips Yellow Tankard til 4 forskellige Tider, og sidst i Juli fandtes følgende Forskel i Stokløbning:

Saatid 21. April.....	80 pCt. Stokløbere
Saatid 11. Maj.....	25 — do.
Saatid 1. Juni.....	3 — do.
Saatid 6. Juni.....	0 — do.,

hvilket svarer til Resultater fra tidligere Aar; jvf. f. Eks. Tidsskrift for Planteavl, 27. Bind, Side 770—71.

For Frø af danske Sorter og Stammer, der var leveret under rigtig Betegnelse, blev der vist i intet Tilfælde betalt Erstatning for Stokløbere; men helt anderledes gik det med noget fransk Runkelroefrø, hvoraf der af Mangel paa dansk Frø blev indført en Del. Ved Videresalg til Landmænd, som havde bestilt danske Barresstammer, var det nemlig ikke tilkendegivet paa tilstrækkelig tydelig Maade, at der i Stedet for det bestilte Frø leveredes fransk Frø, og da det hen paa Sommeren viste sig, at der almindeligvis fremkom 70—90 pCt. Stokløbere, og at det nedsatte Roedbyttet meget stærkt, stillede Landmændene bestemt Krav om Erstatning. Efter en Del Forhandling gik Leverandøren ind paa at betale et stort Antal Landmænd en Erstatning af ca. 400 Kr. pr. ha, som var tilsaet med fransk Frø.

Til nogle Landmænd i Sønderjylland blev der i Stedet for bestilte og fakturerede Kaalroe Bangholm Studsgaard leveret Wilhelmsburger, som gav 50—90 pCt. Stokløbere, naar Studsgaard-Stammen i Nabomarker, tilsaede paa samme Tid, kun gav nogle enkelte Stokløbere. Da Leveringen af Wilhelmsburger under disse Forhold nedsatte Roedbyttet og Roernes Værdi betydeligt, forlangte Landmændene Erstatning derfor. Paa Bestillingssedlen havde Leverandøren forbeholdt sig at levere en nærstaaende Sort, hvis Studsgaard-Stammen slap op, men da Wilhelmsburger Kaalroe ved en Fejltagelse var faktureret som Studsgaard-Stammen, gik Leverandøren ind paa at holde Landmændene skadesløse og betalte en Erstatning af 200 til 600 Kr. pr. ha.

Til nogle Landmænd i Vendsyssel var der i Stedet for Kaalroe Bangholm og Shepherd leveret Turnips Yellow Tankard, som efter Udsaaning først i Maj gav fra 40 til over 99 pCt. Stokløbere i de forskellige Marker. Erstatningen for Fejlliveringen ansattes fra 400 til godt 1100 Kr. pr. ha efter Forholdene.

Ligesom i 1922 fremkom der Klage over Levering af Raps i Stedet for Kaalroe, og Leverandøren betalte Landmændene

ca. 800 Kr. pr. ha i Erstatning, hvorefter Markerne blev pløjede om. Derefter søgte Leverandøren Beløbet godtgjort hos sin Leverandør, idet han hævdede, at han ikke havde modtaget Roefrø fra anden Side eller forhandlet Raps i tidligere Aar, og endvidere, at det udleverede Rapsfrø maatte stamme fra en Sending, der var modtaget som Kaalroefrø den 5. Maj. Ved en Undersøgelse paa Stedet konstateredes: 1) at der var indkøbt Roefrø fra flere Sider, 2) at der havde været Rapsfrø paa Lager og 3) at Rapsfrøet var udleveret til Landmændene den 2.—4. Maj, altsaa 1—3 Dage før den mistænkte Sending Kaalroefrø var modtaget.

Under Navn af »Elvetham Højby St.« blev der leveret Runkelroefrø til et stort Antal Landmænd i Østjylland. Ved Optagning af Roerne derefter viste det sig, at de gav et for lille Udbytte og var saa grenede og dybtsiddende i Jorden, at Optagningsarbejdet i høj Grad besværliggjordes derved. Endvidere fandtes der lidt Iblanding og Krydsning fra andre Sorter. Landmændene klagede derfor over Leveringen, og da det var utvivlsomt, at det leverede Frø ikke var af Højby-Stammen, gik Leverandøren ind paa at holde Landmændene skadesløse, hvorefter Erstatningen for Mindreudbytte og Ekstraarbejde ansattes til ca. 200 Kr. pr. ha.

---

## Referater af fremmed Litteratur.

Resultater af Forsøg og Undersøgelser paa Planteavlens Omraade i Udlandet.

### **Kalkspørgsmaalet i Belysning af den nyere Jordbundsforskning.**

Af Harald R. Christensen.

Naar Kalkspørgsmaalet i den nyere Tid har tilvendt sig saa stor Opmærksomhed, beror dette ikke paa nogen Tilfældighed, idet man møder det paa saa at sige alle Omraader inden for Jordbunds- og Gødningslæren, og i Virkeligheden er man slet ikke i Stand til at optræde fornødent vejledende med Hensyn til Jordens Behandling og Dyrkning, med mindre man kender dens Forhold over for Kalk og er fortrolig med Arten af Kalkens Virkninger. — Hele dette Problem er imidlertid af overordentlig sammensat Natur; en dybere Indtrængen i det har krævet Udarbejdelsen af nye Forskningsretninger og Forskningsmetoder, og Verden over arbejdes der nu intensivt paa Løsningen af de mange Opgaver af videnskabelig og praktisk Art, som Kalkspørgsmaalet rummer.

Den i det følgende givne Fremstilling af Kalkspørgsmaalets Udvikling og nuværende Standpunkt er i Hovedsagen baseret paa et omfattende Studium af den fremmede Litteratur paa dette Omraade, og i Forbindelse hermed er der ogsaa givet en Oversigt over de paa Statens Planteavls-Laboratorium i Aarenes Løb udførte Undersøgelser.

Det er en kendt Sag, at den i Form af Mergel eller Gødningskalk anvendte Kalk foruden at virke direkte som Plantenæring udøver en mangesidig gennemgribende Indflydelse paa Jordbundens Tilstand. Dette er godtgjort saavel ved talrige Iagttagelser ude i Marken som

ved videnskabelige Undersøgelser, og denne indirekte Virkning af de nævnte Gødningsmidler er da ogsaa saa langt fra at være omtvistet i Almindelighed tillagt en langt større Betydning end disses direkte Virkning som Kalknæring for Planterne.

Man skelner sædvanlig mellem Kalkens fysiske, kemiske og mikrobiologiske Virkninger<sup>1)</sup>.

### Kalkens fysiske Virkninger.

Kalkens Indflydelse paa Jordbundens fysiske Tilstand, der særlig er fremtrædende paa de svære, stive Lerjorder, maa i Hovedsagen antages at være betinget af Calcium-Ionernes Evne til at holde de negativt ladede Jordkolloider i udfældet (koaguleret) Tilstand, hvorved disse Jorders Tilbøjelighed til Sammenslemning eller Sammenklumpning modvirkes. Det er denne Virkning, man i Almindelighed betegner som Kalkens skørnende Virkning, og som ytrer sig ved, at Lerjorderne gaar over i den saakaldte Krummestruktur og som Følge deraf bliver lettere at bearbejde og lettere gennemtrængelig for Vand.

Denne Evne til at skørne Jorden, der kun bliver af større Betydning for de forholdsviis svære Lerjorders Vedkommende, er ikke betinget af, at Kalken forekommer i Form af kulsur Kalk eller andre basiske (syremættede) Forbindelser, idet alle i Jordvandet opløselige Kalksalte og mange andre Salte (Elektrolyter) er virksomme i denne Henseende.

Derimod er de fleste af Kalkens heldige kemiske og mikrobiologiske Virkninger betinget af, at den forekommer i basiske Forbindelser — som kulsur Kalk (Mergel og almindelig Gødningskalk), Calciumilte (brændt Kalk) eller Calciumhydroxyd (lædsket Kalk), og da det for de allerfleste kalktrængende Jorders Vedkommende utvivlsomt særlig er de uheldige Forhold i kemisk eller mikrobiologisk Henseende, der betinger disses mindre Frugtbarhed, har det sikkert — og ikke mindst med praktiske Forhold for Øje — været berettiget, naar man i de senere Aar mere og mere er gaaet over til at anse Jordens Kalktrang for ensbetydende med dens Trang til basiske Stoffer.

Det er da ogsaa dette Synspunkt, der har været det ledende ved de af Forfatteren af nærværende Beretning (1906) i Begyndelsen af Aarhundredet paabegyndte Undersøgelser over Fremgangsmaader til Bestemmelse af Jordens Kalktrang, der førte til Udarbejdelsen af den kemisk-mikrobiologiske Reaktions- og Basicitetsbestemmelse (Lakmus- og Azotobacterprøven), som senere — efter at være prøvet i Forbindelse med et stort Antal Kalkforsøg i Marken (se *Harald R. Christensen* og

<sup>1)</sup> En ret udførlig Omtale af disse forskellige Virkninger har Forfatteren givet i Landbrugets Ordbog 1908 og 1919, i Artiklen: Kalkens Betydning for Jordbunden.

O. H. Larsen [1910]) — i vid Udstrækning er benyttet ved Undersøgelser over danske Jorders Kalktrang.

Vort Kendskab til Kalkens Indflydelse paa Jordbundens fysiske Tilstand er særlig baseret paa Iagttagelser og Erfaringer fra Praksis, men der foreligger dog ogsaa nu Resultater af et ret stort Antal eksperimentelle Undersøgelser.

Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jordens vandholdende Evne (Vandkapacitet) er foretaget af *Cl. Treüttler* (1871), *E. Wollny* (1885 og 1898), *Reynolds* (1899), *E. Blanck* (1909), *Thaer* (1911) og *O. Engels* (1914), og Resultaterne af disse Forskeres Undersøgelser viser overensstemmende, at Tilførsel af Kalk bevirker en Forøgelse af Jordens vandholdende Evne. Denne Forøgelse, der er tydeligst for den brændte Kalks Vedkommende, er dog, som det f. Eks. fremgaar af de i Tabel 1 refererede Undersøgelser af *Engels*, der har arbejdet med Jorder af vidt forskellig Beskaffenhed i fysisk Henseende, ikke særlig betydelig.

Tabel 1. *Engels'* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jordens vandholdende Evne.

Nr.	Jordens Beskaffenhed	Den af 100 g Jord fastholdte Vandmængde, g			Forøgelsen i Vandoptagelsen (g) ved Anvendelsen af	
		Uden Kalk	1 pCt. brændt Kalk	1 pCt. kulsur Kalk	Brændt Kalk	Kulsur Kalk
1	Sandblandet Lerjord..... Let bearbejdelig.	42.4	44.7	43.7	2.8	1.3
2	Svær Lerjord .....	47.3	49.0	48.4	1.7	1.1
3	Løssjord.....	45.0	47.8	45.6	2.8	0.8
4	Let Sandjord .....	30.8	32.2	31.6	1.4	0.8
5	Meget svær, stiv Lerjord.... Overordentlig vanskelig at bearbejde.	54.8	58.8	55.9	4.0	1.1
6	Sandblandet Humusjord.... (Mosejord).	68.4	69.4	69.2	1.0	0.8
7	Sandblandet Lerjord..... Temmelig vanskelig at bearbejde.	44.4	45.7	44.8	1.3	0.4
8	Meget svær Lerjord..... Ret vanskelig at bearbejde og kun lidet gennemtrængelig for Vand.	43.2	46.0	44.4	2.8	1.2



De ved *Engels'* Forsøg anvendte Jorder deltes i tre 5 kg store Portioner, hvoraf den ene ikke forsynedes med Kalk, medens de to andre tilførtes henholdsvis 1 pCt. brændt Kalk og 1 pCt. kulsur Kalk. Der er saaledes ved denne saavel som ved flere andre af de senere omtalte Undersøgelser anvendt omtrent dobbelt saa store Mængder CaO i brændt Kalk som i kulsur Kalk. Portionerne anbragtes derefter i store Lerskaale, hvor de under hyppig (hver 2. eller 3. Dag) Sammenblanding henstod i 6 Uger. Vandindholdet holdtes konstant under hele denne Periode. Efter Forsøgsperiodens Udløb lufttørredes Jorderne og sigtedes gennem en 2 mm Sigte. Bestemmelsen af Vandkapaciteten er foretaget efter den af *Wahnschaffe* (1903) angivne Fremgangsmaade.

Af *Pearson* (1892), *Beeson* (1897), *Thaer* (1911), *Blanck* (1909), *Engels* (1914) og *Hager* (1917) er der gjort Forsøg paa at skaffe tal-mæssige Udtryk for den Indflydelse, som Tilførsel af Kalk udøver paa Jordens Gennemtrængelighed for Vand.

*Pearsons* Undersøgelser er udførte med svær Lerjord. Af de tilgængelige Referater af dette Arbejde fremgaar det ikke, om der er anvendt brændt Kalk eller kulsur Kalk. *Blanck* (1909) anser det dog for sandsynligt, at det er den førstnævnte Kalkform, der har været benyttet.

Efter at være lufttørret og pulveriseret anbragtes Jorden i et ca. 6 cm højt Lag, der overhældtes med et lige saa højt Vandlag. Jordens Gennemtrængelighed er udtrykt ved det Antal Timer, som er medgaaet, inden Vandet er opsuget af Jorden.

Tabel 2. *Pearsons* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa svær Lerjords Gennemtrængelighed for Vand.

Forsøgets Nr.	Uden Tilførsel af Kalk	Tilført		
		$\frac{1}{4}$ pCt. Kalk	$\frac{1}{2}$ pCt. Kalk	$2\frac{1}{2}$ pCt. Kalk
1	148 $\frac{1}{4}$ Timer	12 $\frac{3}{4}$ T.	10 T.	3 T.
2	299 $\frac{1}{2}$ —	242 $\frac{1}{2}$ -	126 $\frac{1}{2}$ -	8 $\frac{1}{4}$ -
3	643 —	191 $\frac{1}{2}$ -	60 $\frac{1}{2}$ -	7 -

Kalken har saaledes i høj Grad forøget den svære Lerjords Gennemtrængelighed, og i desto højere Grad i jo større Mængde den har været anvendt.

Ved *Blancks* Undersøgelser er anvendt en lerblandet Sandmuld. Til Undersøgelserne anvendtes 30 cm høje og 8 cm vide Glas-cylindre med gennemhullet Bund. Efter at der paa Bunden var anbragt Glas-perler (der foroven dækkedes med Glasuld) fyldtes der 1500 g Jord i Cylinderen. Forsøget udførtes med saavel lufttør Jord som med Jord, der forud for Cylinderens Paafyldning var tilsat saa meget Vand, at

dette udgjorde 11 pCt. af Jordens Vægt. — Gennemtrængeligheden er udtrykt ved den Vandmængde, som i en vis Tid kunde trække igennem Jorden. Hovedresultaterne af denne Undersøgelse er meddelte i Tabel 3.

Tabel 3. *Blancks* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa lerblandet Sandmulds Gennemtrængelighed for Vand. Den ved Tilførselen af Kalk foranledigede procentiske Forøgelse (+) eller Formindskelse (÷) af Jordens Gennemtrængelighed for Vand.

Lufttør Jord			Fugtig Jord (11 pCt. Vand)	
Kulsur Kalk		1 pCt. brændt Kalk	1 pCt. pulveriseret Kalksten	1 pCt. brændt Kalk
1 pCt. pulveriseret Kalksten	1 pCt. ren (fældet) kulsur Kalk			
÷ 18	÷ 9	+ 19	+ 76	+ 164

Som det fremgaar af denne Tabel, har Resultatet været væsentlig forskelligt, eftersom Jorden har været anvendt i lufttør eller i jævnt fugtig Tilstand. Medens kulsur Kalk for den lufttørre Jords Vedkommende har formindsket Gennemtrængeligheden for Vand, har det modsatte været Tilfældet med den fugtige Jord, hvor den pulveriserede Kalksten har foranlediget en meget betydelig Forøgelse af Gennemtrængeligheden. Ved Anvendelse af brændt Kalk var Gennemtrængeligheden forøget i begge Tilfælde, men ogsaa her viser det sig, at Forøgelsen er langt større for den fugtige end for den tørre Jords Vedkommende.

Ved de af *Engels* foretagne Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jordens Gennemtrængelighed anvendtes Glasrør (2.5 cm vide og 1.2 m høje), der forneden lukkedes af et Lag Filtrerpapir samt tynd Silkegaze. I disse Rør fyldtes den lufttørre Jord op til en Højde af 75 cm. Paa alle Jordsøjlerne overførtes nu lige store Mængder destilleret Vand, og man iagttog, hvor lang Tid det varede, inden Vandet begyndte at sive ud forneden, ligesom der, efter at dette Tidspunkt var naaet, blev foretaget en Bestemmelse af den Vandmængde, som kunde sive ud i Løbet af 24 Timer. Resultaterne af denne Undersøgelse, til hvilken der anvendtes de samme Jorder som ved *Engels* foran omtalte Undersøgelse, er meddelte i Tabel 4.

De enkelte Jorders Gennemtrængelighed for Vand har, som det fremgaar af denne Undersøgelse, været overordentlig forskellig. Kalktilførselen har i alle Tilfælde forøget Gennemtrængeligheden, og den kraftigste Virkning i denne Henseende er opnaaet ved Benyttelse af brændt Kalk. Men da denne er anvendt i en forholdsvis stor Mængde,

kan en direkte Sammenligning ikke foretages. Mindst fremtrædende er Kalkens Virkning (relativt set), hvor den har været anvendt til Jord Nr. 3, der ogsaa uden Kalktilsætning er let gennemtrængelig for Vand, hvorimod den ved den endnu lettere gennemtrængelige Sandjord Nr. 4 har forøget Gennemtrængeligheden i højere Grad end ved nogen af de andre Jorder, en Virkning, der under disse Forhold utvivlsomt maa betragtes som uheldig.

*Hagers* Undersøgelser er udførte med Anvendelse af brændt Kalk og Aragonit. Begge Stoffer forøgede i betydelig Grad Jordens Gennemtrængelighed, men Virkningen af den brændte Kalk var dog betydelig større end Virkningen af Aragoniten.

Tabel 4. *Engels'* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jordens Gennemtrængelighed.

Nr.	Jordart	Gennemsvivet Vandmængde i 24 Timer				
		Uden Kalk cm <sup>3</sup>	1 pCt. CaO cm <sup>3</sup>	1 pCt. CaCO <sub>3</sub> cm <sup>3</sup>	Forøgelse ved	
					CaO cm <sup>3</sup>	CaCO <sub>3</sub> cm <sup>3</sup>
1	Sandblandet Lerjord .....	10.5	20.0	14.0	9.5	3.5
2	Svær Lerjord .....	6.0	10.5	7.0	4.5	1.0
3	Løssjord .....	21.0	28.0	22.0	7.0	1.0
4	Let Sandjord .....	50.5	155.0	72.0	104.5	21.5
5	Meget svær, stiv Lerjord ..	1.5	3.0	1.8	1.5	0.3
6	Sandblandet Humusjord (Mosejord) .....	250.0	480.0	400.0	230.0	150.0
7	Sandblandet Lerjord .....	5.0	10.5	5.0	5.5	0
	Meget svær Lerjord .....	6.0	12.0	8.5	6.0	3.5

Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jordens Evne til kapillært at lede Vand franeden og opefter er foretagne af *Krawkow* (1900), *Gross* (1903), *Blanck* (1909), *Engels* (1914) og *Wolkof* (1920).

Undersøgelserne er udførte paa den Maade, at de lufttørre Jorder er fyldte i høje, mere eller mindre smalle Glasrør, der efter at den nederste Ende er ombundet med Gaze eller et andet jordtæt Stof, sænkes ned i en Beholder med Vand. Man iagttager derefter den Højde, hvortil Vandet efter en vis Tids Forløb er steget. Foruden med lufttør Jord har *Blanck* ogsaa arbejdet med fugtig Jord (11 pCt. Vand), og han har i dette Tilfælde bestemt Vandstigningen ved efter en vis Tids Forløb at foretage direkte Vandbestemmelser i forskellige Højder i Jordsøjlen. Til denne Undersøgelse anvendtes Glasrør, der kunde adskilles i mindre Stykker.

Af *Krawkows* Undersøgelser fremgik det, at Tilførsel af kulsur Kalk forøgede den Hurtighed, hvormed den kapillære Vandstigning

foregik, et Resultat, der var i god Overensstemmelse med de af *Liebenberg* (1873) anstillede Undersøgelser, hvorefter Mergeljorden havde vist sig i Stand til at kunne hæve Vandet til en større Højde end Lerjorden.

*Gross*, der arbejdede med saavel Lerjord som Sandjord, undersøgte den Indflydelse, som Blanding af disse Jorder med brændt Kalk i en Mængde svarende til 2 pCt. af Jordens Vægt udøvede paa Evnen til kapillær Vandstigning, og kom til det Resultat, at denne stærkt formindskedes ved denne Behandling.

Til samme Resultat kommer *Blanck*, der derimod ikke kan paavise nogen tydelig Indflydelse af kulsur Kalk i denne Henseende. Ved *Blancks* Undersøgelser blandedes Jorden (lerblandet Sandmuld) med 1 pCt. kulsur Kalk eller brændt Kalk. Resultaterne af Undersøgelserne gik i samme Retning, hvad enten Jorden benyttedes i lufttør eller i fugtig Tilstand.

Af særlig Interesse er *Engels'* Undersøgelser, idet de er udførte med et større Antal i fysisk Henseende vidt forskellige Jorder (de samme som ved de tidligere nævnte Undersøgelser). Hovedresultaterne af disse Undersøgelser er sammenstillede i Tabel 5.

Tabel 5. *Engels'* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jordens kapillære Ledningsevne.

Nr.	Jordens Beskaffenhed	Efter 10 Dages Forløb er Vandet hævet til en Højde af:			Formindskelse i Vandhævningen ved Tilførsel af:	
		Uden Kalk cm	1 pCt. brændt Kalk cm	1 pCt. kulsur Kalk cm	Brændt Kalk cm	Kulsur Kalk cm
1	Sandblandet Lerjord .....	64.3	52.5	63.2	12.8	1.1
2	Svær Lerjord .....	60.1	56.5	60.0	3.6	0.1
3	Løssjord .....	100.0	92.3	95.5	7.7	4.5
4	Let Sandjord .....	77.2	53.2	57.0	24.0	20.2
5	Meget svær, stiv Lerjord .....	47.8	44.8	47.6	3.0	0.2
6	Sandblandet Humusjord (Mosejord)	34.0	20.3	24.8	13.7	9.2
7	Sandblandet Lerjord .....	61.4	58.8	60.4	2.6	1.0
8	Meget svær Lerjord .....	53.0	50.2	50.6	2.8	2.4

Kalktilførselen har ved denne Undersøgelse i alle Tilfælde foranlediget en Formindskelse af Jordens kapillære Vandledningsevne. Denne Virkning gør sig mest gældende for Sandjordernes og Mosejordernes Vedkommende, medens den ved de svære Lerjorder kun er lidet fremtrædende.

Ved *Wolkofs* med to Lerjorder (hvoraf den ene [Nr. II] meget svær) foretagen Undersøgelse over den Indflydelse, som brændt Kalk,

anvendt i en Mængde af 1 pCt. af Jordens Vægt, udøvede paa den kapillære Vandhævning, viste det sig derimod, at Kalken fremmede denne, og navnlig var, som det fremgaar af Tabel 6, denne Virkning fremtrædende for den meget svære Lerjords Vedkommende.

Det synes saaledes ganske at afhænge af Jordens Sværhed og Konsistens, om Kalken kommer til at formindske eller forøge Kapillariteten. — Den Højde, hvortil Vandet hæves, er desto større, jo mindre Porerne er, men paa den anden Side vil Vandhævningen paa Grund af den Gnidning, der finder Sted mellem Vandet og Porevæggene, foregaa desto langsommere, jo mindre Porerne er. I de meget svære og tætte Jorder kan denne Gnidningsmodstand blive saa stærk, at Vandhævningen helt — eller næsten helt — standses, og under saadanne Forhold er det jo let forklarligt, at den af Kalken foranledigede Strukturændring, der jo er betinget af en Forøgelse af Porerne Størrelse, medfører en hurtigere Vandstigning. I de lettere Jorder vil derimod den af Kalken foranledigede yderligere Forøgelse af Porestørrelsen let komme til at virke i modsat Retning.

Tabel 6. *Wolkofs* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa den kapillære Vandhævning i Lerjorder.  
(Vandets Hævning er angivet i Tommer.)

Antal Dage	Lerjord I		Lerjord II	
	Uden Kalk	Med Kalk	Uden Kalk	Med Kalk
1	10.3	11.4	2.2	5.6
2	14.9	15.5	3.2	7.2
3	17.4	18.1	3.8	7.9
4	19.0	19.4	4.2	8.3
5	20.2	20.5		
6	21.2	21.6	4.9	9.0
7	21.7	22.2		
8			5.3	9.3
10			5.7	9.5
12			6.1	9.6
14			6.4	9.7
16			6.8	9.7
18			7.1	9.8
21			7.5	9.9

Ved de af *T. Lyttleton Lyon* og *James A. Bizzel* (1918) foretagne Lysimeterforsøg med Anvendelse af en svær, i de øverste Lag ret kalkfattig, Lerjord, paavirkede Kalktilførselen ikke Mængden af gennemsvivet Regnvand (Drænvand).

Endelig skal med Hensyn til Kalkens Indflydelse paa Jordens Forhold over for Vand anføres, at det ved flere af *Blanck* (1909) anstillede Forsøg har vist sig, at Kalk i ret betydelig Grad formindsker den Hurtighed, hvormed Vandfordampningen fra Jorden foregaaer, et For-

hold, der jo sikkert er betinget af den af Kalken foranledigede løse Lejring af Jorddelene (Krummestrukturen). Efter det øverste Jordlags Udseende at dømme skulde man dog nærmest antage, at det modsatte var Tilfældet, idet de med Kalk forsynede Jordportioner tilsyneladende udtørres betydeligt hurtigere end ukalket Jord.

Eksempelvis kan anføres følgende Resultater af et af *Blancks* Forsøg, ved hvilket Jorden (lerblandet Sandmuld) var anbragt i 5 cm høje Jærnskaale, rummende 1500 g Jord. Jordens Vandindhold ved Forsøgets Begyndelse var 10.63 pCt. af Jordens Vægt, svarende til 159.5 g Vand.

Tabel 7. *Blancks* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Vandfordampningen fra Jorden.

Antal Timer efter Forsøgets Paabegyndelse	Svind i Gram		
	Uden Kalk	1 pCt. kulsur Kalk	1 pCt. brændt <sup>1)</sup> Kalk
20	39.9	32.8	33.8
44	73.0	61.3	56.5
68	96.1	81.6	70.2
92	113.8	97.2	82.2
116	137.8	121.6	102.2
308	154.2	143.2	133.6
476	155.2	142.5	135.3

I et andet Forsøg, ved hvilket Jorden var anbragt i et 13 cm højt Lag, gik Resultaterne i samme Retning.

Ogsaa *Wolkof* har med Anvendelse af forskellige Jorder (se Tabel 8) udført indgaaende Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Vandfordampningen. Til Undersøgelsen benyttedes Cylindre (12" lange og 4" i Diameter), der i den Ende, der dyppedes ned i Vand, var lukkede med et Traadnet. Cylindrene pakkes med lufttørret Jord. Det øverste 3" tykke Lag blandedes med 7.8 g brændt Kalk, svarende til ca. 1 t pr. acre. Vandforsyningen foregik franteden (kapillært).

Som det vil ses, har Kalkanvendelsen i alle Tilfælde betinget en formindsket Vandfordampning. Virkningen er mindst ved de lettere Jorder, ved den svære Lerjord er den overordentlig stor, idet der er

<sup>1)</sup> Den brændte Kalks Optagelse af Kulsyre modvirker i nogen Grad Svindet. I Henhold til en tidligere Undersøgelse af *Blanck* (1909, Side 721) kan man regne med, at ca.  $\frac{1}{8}$  af den brændte Kalk ved Forsøgsperiodens Afslutning er omdannet til kulsur Kalk.

fordampet mere end tre Gange saa meget Vand fra den ukalkede som fra den kalkede Jord, og ogsaa for Tørvejordens Vedkommende træder Kalkens vandsparende Virkning stærkt frem.

Forklaringen paa Kalkens Evne til at formindske Fordampningen kan ikke søges i dens Indflydelse paa den kapillære Vandhævning, der ifølge samme Forfatters Undersøgelse jo endog er større i den kalkede end i den ukalkede Jord (se Tabel 6), og den nævnte Virkning maa da sandsynligvis bero paa, at Kalken har ændret Strukturen — foranlediget en løsere Lejrning — i det øverste Jordlag, der derved kommer i Besiddelse af en forøget isolerende Evne, en Virkning, der naturligvis vil gøre sig særlig gældende i de svære Jorder.

Tabel 8. *Wolkofs* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Vandfordampningen fra Jorden.

Jordart	Undersøgelser- periodens Varighed	Fordampning, angivet i Gram Vand:		
		Uden Kalk	Med Kalk	Forskel
Havsand .....	37 Dage	334	266	68
Let Lerjord .....	50 —	626	604	22
Lerjord .....	41 —	960	858	102
Svær Lerjord ....	35 —	900	288	612
Tørvejord .....	41 —	957	573	384

I den omtalte Beretning af *Wolkof* refereres ogsaa særdeles interessante Undersøgelser over en Række forskellige opløselige Saltes Indflydelse paa Vandfordampningen, hvilken Indflydelse gennemgaaende viser sig at være særdeles fremtrædende.

I Tilknytning til sine foran omtalte Undersøgelser har *Engels* ogsaa søgt at bestemme den Indflydelse, som Kalken udøver paa Jordens Sammenhængskraft, dens Svind ved Indtørring samt dens Hygroskopicitet.

Bestemmelsen af Sammenhængskraften, der kan ventes at give Udtryk for den Lethed, hvormed Jorden lader sig bearbejde, er udført paa den Maade, at Jorden i fugtig Tilstand er formet i regelmæssige Søjler, der efter at være fuldstændig lufttørre i et dertil indrettet Apparat udsattes for Belastning. Belastningsgrænsen, d. v. s. det Tryk, angivet i kg, der udkræves for at bryde Søjlen, udtrykker Sammenhængskraften. Hygroskopicitetsbestemmelserne er foretagne efter den af *Rodewald* og *Mitscherlich* angivne Fremgangsmaade. Til Bestemmelsen af det ved Indtørringen stedfundne Svind, der i nogen Grad kan give Udtryk for Jordens Evne til under naturlige Forhold at slaa Revner ved Indtørring, er anvendt de samme Jordportioner som ved Bestemmelserne af Sammenhængskraften.

Resultaterne af alle disse Undersøgelser er sammenstillede i Tabel 9.

Alle de undersøgte Jorders Sammenhængskraft er, som det fremgaar af denne Tabel, betydelig formindsket ved Anvendelse af Kalk og ganske særlig da af brændt Kalk, og det samme er Tilfældet med Hensyn til »Svind«, der giver Udtryk for Jordens Evne til at slaa Revner ved Indtørring, og Hygroskopicitet.

Tabel 9. *Engels'* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jordens Sammenhængskraft, Svind ved Indtørring samt Hygroskopicitet.

Nr.	Jordbundens Beskaffenhed	Belastningsgrænsen i kg			Procentisk Formindskelse i Sammenhængskraft ved Anvendelse af:		pCt. Svind			Hygroskopicitet		
		Uden Kalk	1 pCt. brændt Kalk	1 pCt. kulsur Kalk	1 pCt. brændt Kalk	1 pCt. kulsur Kalk	Ukalket	1 pCt. brændt Kalk	1 pCt. kulsur Kalk	Ukalket	1 pCt. brændt Kalk	1 pCt. kulsur Kalk
1	Sandblandet Lerjord ...	14.10	9.45	11.75	39.0	16.6	6.8	3.8	4.0	3.05	2.78	2.95
2	Svær Lerjord .....	21.90	11.06	17.60	48.0	17.3	8.9	4.2	5.6	3.48	3.04	3.36
3	Løssjord .....	14.55	8.18	10.71	43.7	26.3	6.9	3.2	4.9	3.28	3.18	3.28
4	Let Sandjord .....	2.14	1.20	1.51	43.9	29.4	0.5	—	0.2	1.10	1.01	1.04
5	Meget svær, stiv Lerjord	24.0	11.40	16.83	52.5	29.9	12.3	5.9	8.6	5.92	5.14	5.78
6	Sandblandet Humusjord.	0.95	0.52	0.65	45.2	31.5	2.5	1.5	2.5	5.56	5.33	5.43
7	Sandblandet Lerjord ...	20.99	11.15	16.83	46.9	19.8	6.9	2.5	4.5	3.50	3.25	3.41
8	Meget svær Lerjord ...	19.88	9.80	15.50	50.7	22.0	7.5	3.6	6.4	2.28	2.00	2.13

*E. J. Russel* og *B. A. Keen* (1922) har ved Hjælp af et Dynamometer vist, at en for 8 Aar siden udført Kalkning af en stiv Lerjord endnu i betydelig Grad var virksom med Hensyn til at lette Bearbejdningen. Den af Kalken foranledigede Kraftbesparelse har ved disse med en trefuret Plov udførte Forsøg beløbet sig til indtil 15 pCt., og ved Forsøg, som *A. Mausberg* (1913) har udført med Anvendelse af en Kultivator, var Kraftforbruget ca. 35 pCt. mindre i det kalkede end i det ukalkede Jordstykke.

Den som Følge af Kalkens Indflydelse formindskede Hygroskopicitet er et Udtryk for en Formindskelse af Jorddelenes samlede Overflade, se f. Eks. *E. A. Mitscherlich* (1913, S. 58), og uden at det paa dette Sted er Hensigten at komme dybere ind paa Aarsagerne til Kalkens Indflydelse paa den fysiske Jordbundstilstand (se herom nærmere *Thaer* [1911]), skal det dog siges, at der utvivlsomt er en



Forbindelse mellem denne Indflydelse paa Jordkolloiderne og de Ændringer i Jordbundsbeskaffenheden, som er traadt frem ved de foran beskrevne Undersøgelser over Jordens Forhold over for Vand, dens Sammenhængskraft og Svind ved Indtørring, og da Bestemmelsen af Jordens Hygroskopicitet i Modsætning til alle de øvrige omtalte Bestemmelser lader sig udføre med stor Nøjagtighed og Sikkerhed, maa denne siges at være af ganske særlig Interesse ved Undersøgelser over Kalkens fysiske Virkninger.

Kalkens Indflydelse paa Jordbundens Hygroskopicitet er ogsaa undersøgt af *Blanck* (1909), *Thaer* (1911), *Engels* (1914) og *Hager* (1917), der overensstemmende godtgør, at Tilførsel af dette Stof foranlediger en Formindskelse af Overfladen i de undersøgte Jorder. *Hager* arbejdede med lerblandet Sandmuld. Dennes Hygroskopicitet var:

uden Tilførsel af Kalk.....	1.41
med — - 1 pCt. kulsur Kalk.....	1.32
— — - 1 pCt. brændt Kalk.....	1.20

*Hager* (1917) har desuden undersøgt den Indflydelse, som veksellende Mængde af brændt Kalk udøver paa en Jordprøves Hygroskopicitet. Resultaterne var:

#### Hygroskopicitet

Uden Kalk.....	3.20
0.165 pCt. CaO .....	3.01
0.33 — .....	2.93
0.66 — .....	2.90

Til lignende Resultater kommer endelig *Thaer* (1911), der dog ikke, som de foran nævnte Forfattere, har foretaget nogen egentlig Hygroskopicitetsbestemmelse (efter *Rodewald* og *Mitscherlich*), men sammenlignet kalkede og ukalkede Jorders Vandindhold i lufttørret Tilstand. *Thaer* har ogsaa undersøgt den brændte Kalks Indflydelse paa forskellige Jordarters Sammenhængskraft og Svind ved Indtørring, og de Resultater, han kommer til, svarer til de foran anførte.

#### Kalkens kemiske Virkninger.

Over Kalkens Indflydelse paa Jordbundens kemiske Tilstand er vor Viden endnu ret ufuldstændig, selv om der er foretaget ikke ganske faa Undersøgelser vedrørende dette Spørgsmaal.

Af særlig Betydning er Kalkens Indflydelse paa Jordbundens Reaktion, der indtil for faa Aar siden mærkelig nok endnu kun i ret ringe Grad har været Genstand for indgaaende eksperimentelle Undersøgelser.

Brændt eller lædsket Kalk reagerer stærkt alkalisk, medens kulsur Kalk kun reagerer svagt alkalisk. Da begge de førstnævnte Kalkformer efter at være blandede med Jorden forholdsvis hurtigt over-

føres i kulsur Kalk, er det i Virkeligheden kun denne Kalkforbindelses Forhold over for Jordbundsreaktionen, der bliver af væsentlig Betydning.

Gennem Betragtninger, der grunder sig paa Massevirkningsloven, viser *N. Bjerrum* og *J. K. Gjaldbæk* (1919), at Brintionkoncentrationen i en Vædske, som er i Ligevægt med (mættet med) Kalcium-Karbonat, er bestemt ved Opløsningens Kalciumionkoncentration og Kulsyretryk og vokser med Kvadratroden af begge disse Størrelser. For Jordbunden betyder dette, at jo mere Kuldioxyd Jordluften indeholder, og jo kalkholdigere Jordvædsken er, desto surere vil Jordreaktionen være. Jordvædsken i en kalciumkarbonatholdig Jord kan meget vel besidde en Brintionekspont mindre end 7 og altsaa være sur. Ved direkte Undersøgelser over Brintionkoncentrationen i destilleret Vand, mættet med Kalciumkarbonat, viste denne sig ved 0.05, 0.01 og 0.002 Atm. Kulsyretryk og udtrykt ved Brintionekspontenerne at være henholdsvis 6.92, 7.43 og 7.82. Ved Luftens almindelige Kulsyretryk kan Vædskens  $p_H$  beregnes at være 8.33, og ved de af *Harald R. Christensen* og *S. Tovborg Jensen* (1924) udførte elektrometriske Bestemmelser af Jordreaktionen er en saa alkalisk Reaktion i flere Tilfælde paavist i kalkrige danske Agerjorder.

*Bjerrums* og *Gjaldbæks* Undersøgelser over Brintionkoncentrationen i Kalciumkloridopløsninger, mættede med Kalciumkarbonat og ved forskelligt Kuldioxydtryk fremgaar af Tabel 10.

Tabel 10. Brintionkoncentrationen (udtrykt i  $p_H$ ) i Kalciumkloridopløsninger, mættede med Kalciumkarbonat, ved de angivne Kuldioxydtryk.

Koncentration af Kalciumklorid	Kuldioxydtryk		
	0.05 Atm.	0.01 Atm.	0.002 Atm.
0.5 m	5.98	6.36	6.67
0.1 -	6.33	6.71	7.06
0.02 -	6.60	6.97	7.33
0.04 -	6.78	7.23	7.59
0.0008 -	6.90	7.37	7.71
0 -	6.92	7.43	7.82

Som det fremgaar af denne Tabel, kan Kalciumkarbonatopslemninger besidde saavel sur (over Trappelinien i Tabellen) som basisk Reaktion (under Trappelinien).

Foruden ved sin direkte Indflydelse paa Jordens Reaktion udover den kulsure Kalk ogsaa en indirekte Indflydelse paa denne, idet

den (saaledes som det direkte er paavist af f. Eks. *Hilgard*) (1914) ved Nærværelse af Kulsyre omsætter sig med tilstedeværende Salte af Alkalierne (Kalium, Natrium og Ammonium) under Dannelsen af Alkalikarbonater, der reagerer stærkt alkalisk. Ogsaa de til Humusforbindelserne eller Silikaterne bundne Alkalier vil i Vekselvirkning med den tvekulsure Kalk lidt efter lidt overføres i Karbonater.

Den nævnte Dannelse af Alkalikarbonater vil i forøget Grad finde Sted ved Anvendelse af en rigelig Mængde Kalium-, Natrium- eller Ammoniumsalte paa kalkrige Jorder, og ganske særlig ved Anvendelse af Salte, af hvilke Planterne — saaledes som Tilfældet f. Eks. er med Chilialpeter — optager mere af Syren end Basen, og efterlader denne som Rest i Jorden (fysiologisk alkaliske Salte).

Ved nogle af Forfatteren (i 1905) i Forbindelse med Kalkforsøg paa Forsøgsstationen ved Askov foretagne Undersøgelser paavistes det, at en Kalkmængde svarende til 5000 Pund pulveriseret Gødningskalk havde ændret Reaktionen (over for Lakmusopløsning) fra neutral til alkalisk. Endvidere har Forfatteren (1911) i Tilknytning til de paa Forsøgsstationen ved Askov udførte Forsøg med Anvendelse af Kalk som Middel mod Kaalbroksvamp foretaget en indgaaende Undersøgelse af Reaktionen i de forskelligt behandlede Parceller. Af denne Undersøgelse fremgik det, at der ved Anvendelse af forholdsvis smaa Mængder kulsur Kalk ikke opnaaedes en saa fremtrædende Ændring af Jordens Reaktion, som ved det foran nævnte Kalkforsøg paa Forsøgsstationen ved Askov. — I de ukalkede Parceller var Reaktionen over for Lakmus neutral, medens den i de Parceller, der havde faaet  $4 \times 10$  Centner (1000 Pund aarlig i 4 Aar) eller  $4 \times 30$  Centner (3000 Pund aarlig i 4 Aar), kun var svagt alkalisk, og ved Hjælp af Syreprøven kunde det paavises, at Jorden i disse Parceller enten slet ikke eller kun i meget ringe Grad indeholdt Karbonater, et Forhold, der tyder hen paa, at den paagældende Jord har været rig paa saadanne Stoffer, som er i Stand til at omsætte sig med den kulsure Kalk under Dannelse af Forbindelser, som er mindre alkaliske end denne. Da Jorden ved Forsøgets Begyndelse har været neutral, kan Humussyrerne i denne Henseende næppe tænkes at have haft nogen større Betydning, og det er derfor sandsynligt, at det særlig er Jordbundens Silikater, der har spillet Hovedrollen ved denne Omsætning. — Først ved Tilførselen af den i Forsøgene anvendte største Kalkmængde, ( $4 \times 60$  Centner kulsur Kalk), er der foregaaet en tydelig Ændring af Jordens Reaktion, der nu i alle Tilfælde er stærkt alkalisk, og Jorden fra de paagældende Parceller bruser da ogsaa mere eller mindre stærkt ved Overhældning med Saltsyre.

Ogsaa ved de paa Foranledning af Forfatteren (1918) foretagne indgaaende Reaktionsundersøgelser i Forbindelse med forskellige paa de danske Forsøgsstationer udførte Kalkforsøg fremgaar det, at der i kalktrængende Jorder ret hurtigt foregaaer en omfattende Absorption af den i Form af kulsur Kalk tilførte Calcium, hvorved dette over-

føres i mindre alkaliske Forbindelser, og til lignende Resultater kommer ogsaa *Mc. Intire* (1916).

Denne formindskende Indflydelse, som Jordens Absorption af den tilførte Kalk ved saavel disse som de foregaaende Undersøgelser har vist sig at udøve paa den kulsure Kalks Evne til at bibringe Jorden en alkalisk Reaktion, er af betydelig Interesse for Forstaaelse af Kalkens Virkninger i Jordbunden.

Om den Indflydelse, som Anvendelse af brændt Kalk (ca. 5000 kg pr. ha) udøver paa svagt lakmussur Lerjords Reaktion foreligger der Undersøgelser af *Wohltmann* og Medarbejdere (1904), der viser, at denne Kalkanvendelse har bevirket, at Jorden er bleven betydelig alkalisk.

De store Forskelligheder, der kan være med Hensyn til Jordens Evne til Absorption af Kalk eller andre basiske Stoffer, træder ogsaa stærkt frem ved de af Forfatteren (1916) foretagne Undersøgelser over Fremgangsmaader til Bestemmelse af Jordens Reaktion. Af de med Calciumacetat foretagne Omsætningsforsøg fremgaar det, at den stærkeste baseabsorberende Mineraljord (Agerjord) er i Stand til i det øverste 20 cm dybe Jordlag at absorbere en Kalkmængde svarende til ca. 16000 kg kulsur Kalk pr. ha, medens den svagest baseabsorberende Jord kun er i Stand til at absorbere en Kalkmængde svarende til ca. 200 kg kulsur Kalk. Inden for den lakmusneutrale Jordgruppe varierer den absorberende Calciummængde mellem Værdier svarende til ca. 2000 og ca. 8500 kg kulsur Kalk pr. ha. — I Henhold til de Resultater, der er fremkomne ved Anvendelse af Klorkalium-Metoden, der kun synes at give Udtryk for Jordens Indhold af virkelig surt reagerende Stoffer, hvorved vi her forstaaer Stoffer som i vandig Opløsning foranlediger en større Brintionkoncentration, end der svarer til  $p_H$ -Værdien 7.0, varierede den Mængde kulsur Kalk, der udkræves til Neutralisation af det øverste 20 cm dybe Jordlag inden for 1 ha i Jorder, der reagerer surt over for Lakmus, fra ca. 130 kg til ca. 18000 kg kulsur Kalk. Selv om disse Grænseværdier ikke kan anses for at have absolut Gyldighed, giver de dog sikkert gode relative Udtryk for Variationerne i de nævnte Henseender.

Undersøgelser af *H. W. Johnsén* (1922) viser ligeledes den overordentlig store Variation i Jordens Evne til at absorbere Kalk og godtgør, at der ikke bestaar nogen Sammenhæng mellem Jordens aktuelle Aciditet (udtrykt ved  $p_H$ -Værdierne) og den Kalkmængde, som Jorden er i Stand til at absorbere.

*Lemmermann* og *Freseñius* (1924) har undersøgt 10 forskellige Jorders kalkabsorberende Evne og anvendt følgende Fremgangsmaade: 40 g Jord henstod i 8 Dage under jævnlig Omrystning med 400 cm<sup>3</sup> Kalkvand, indeholdende 639 mg Ca(OH)<sub>2</sub>. Opslemningen filtreredes og Filtratets Kalkindhold bestemtes. Det viste sig, at Kalkabsorptionen varierede mellem 37 og 91 pCt. af den tilførte Kalkmængde. — Paa tilsvarende Maade har de nævnte Forfattere søgt at faa en Forestilling

om, hvilke Stoffer i Jordbunden der er af særlig Betydning ved Kalkabsorptionen, idet de har foretaget et Absorptionsforsøg med de 4 i Tabel 11 anførte Stoffer.

Tabel 11. Undersøgelse over forskellige Stoffers kalkabsorberende Evne.

Stof	Vædskens Indhold af Kalk ved Forsøgets Begyndelse, mg Ca(OH) <sub>2</sub>	Ved Forsøgets Slutning absorberet pCt. af Kalken
Kaolin .....	652	40.2
Böfus .....	652	60.1
Kolloidal Kiselsyre .....	652	99.5
Jærnhydroxyd .....	652	99.5

Af disse Stoffer har den kolloidale Kiselsyre og Jærnhydroxyd vist sig i Besiddelse af langt den største kalkabsorberende Evne. Den her stedfundne Fastlægning af Kalken er formentlig overvejende af fysisk Art (Adsorption), og Omfanget af denne Fastlægning maa derfor i høj Grad antages at være betinget af Størrelsen af det adsorberende Stofs Overflade — Dispersitetsgraden.

Kaolinets kalkabsorberende Evne er sandsynligvis væsentlig mindre end det i de naturlige Jordarter forekommende Ler.

For at faa en Forestilling om, hvor stærkt Ætskalken fastlægges af Jorden, har *Lemmermann* og *Fresenius* (1924) undersøgt, hvor stor en Mængde af den absorberede Kalkmængde der kan overføres i kulsur Kalk. I det Øjemed blev 2 Portioner, hver paa 200 g af Jordprøve B<sub>10</sub> (se Tabel 16, Side 813) tilsat 400 cm<sup>3</sup> Vand og 1.5 g CaO, hvorefter Blandingen henstod under jævnlig Omrystning i 2 Dage. Efter Forløbet af denne Tid var den alkaliske Reaktion forsvunden. Den ene af Portionerne blev derefter tilført Kulsyre, indtil Mætning havde fundet Sted, hvorefter begge Portionerne inddampedes. Der foretoges nu en Kulsyrebestemmelse i begge Inddampningsresterne, og det viste sig, at den kulsyrebehandlede Prøve indeholdt dobbelt saa meget Kulsyre som den ikke kulsyrebehandlede, nemlig henholdsvis 0.672 og 0.318 g CO<sub>2</sub>. Da 1.5 g CaO kan binde 1.18 g CO<sub>2</sub>, har man altsaa ikke ved Behandlingen med Kulsyre kunnet opnaa en fuldstændig Omsætning af den absorberede Kalk. De sidst adsorberede Kalkdele maa antages at være løsest bundne og vil forholdsvis let gaa i Forbindelse med Kulsyren, der jo i øvrigt vil optage Kalken, indtil der er indtraadt en Ligevægtstilstand mellem dennes Bindingsevne og Jordbestanddelenes Absorptionskræfter.

Den almindelige Opfattelse, at den til Jorden tilførte brændte Kalk meget hurtigt og fuldstændigt overføres i kulsur Kalk, holder da næppe Stik. Hovedmængden maa derimod, saaledes som særlig *Hager*

(1917) har gjort opmærksom paa, antages at blive adsorptivt bundet af de kolloide Jordbestanddele, hvad der jo imidlertid ligesom Kulsyreabsorptionen medfører, at Calciumhydroxyd — hvor Talen da er om Anvendelse af normale Mængder — i Løbet af kort Tid ikke mere forefindes i Jorden, og at den stærkt alkaliske Jordreaktion forsvinder.

I den nyeste Tid er den Indflydelse, som saavel brændt som kulsur Kalk, anvendt i forskellig Mængde, udøver paa Jordens Reaktion, af *D. R. Hoagland* og *A. W. Christie* (1918) søgt bestemt ved direkte Undersøgelser over Brintionkoncentrationen.

Jorderne, der anbragtes i Lerpotter, holdtes forsynede med omtrent saa meget Vand, som de var i Stand til at tilbageholde.

Tabel 12. Brændt og kulsur Kalks Indflydelse paa Jordreaktionen ( $p_H$ ).

Jordens Art	Behandling	Straks efter Tilsetningen	Efter 4 Dage	Efter 7 Dage	Efter 18 Dage	Efter 26 Dage	Efter 46 Dage	Efter 80 Dage	Efter 187 Dage	Efter 10 Maaned <sup>1)</sup>
Meget svær Lerjord	Ingen Tils. . . .	7.56								
	0.07 pCt. CaO . . .	8.56	8.36	8.56	8.00	8.50	8.05	8.74	8.00	8.22
	0.28 - CaO . . .	10.16	9.26	9.43	9.08	8.74	8.94	9.00	8.70	8.84
	0.10 - CaCO <sub>3</sub> .									7.39
	0.40 - CaCO <sub>3</sub> .									7.39
Sandbl. Lerjord	Ingen Tils. . . .	7.56								
	0.07 pCt. CaO . . .	9.26	8.18	8.50	8.05	8.25	8.11	8.56	8.29	7.87
	0.28 - CaO . . .	10.36	10.0	9.85	9.05	9.05	8.94	9.00	8.67	8.43
	0.10 - CaCO <sub>3</sub> .									7.87
	0.40 - CaCO <sub>3</sub> .									7.90
Svær Lerjord	Ingen Tils. . . .	7.77								
	0.07 pCt. CaO . . .	9.05	8.43	8.63	8.36	8.29	8.15	8.15	8.15	7.80
	0.28 - CaO . . .	10.30	9.43	9.47	8.84	8.94	8.88	8.91	8.50	8.32
	0.10 - CaCO <sub>3</sub> .									7.80
	0.40 - CaCO <sub>3</sub> .									7.81
Sandjord	Ingen Tils. . . .	7.35								
	0.07 pCt. CaO . . .	10.32	9.00	9.43	8.53	8.53	8.32	8.29	7.92	
	0.28 - CaO . . .	12.45	11.68	11.51	10.89	10.65	9.61	9.05	8.39	
	0.10 - CaCO <sub>3</sub> .								8.08	
	0.28 - CaCO <sub>3</sub> .								8.18	

Som det fremgaar af denne Undersøgelse, har den brændte Kalk i meget betydelig Grad ændret Jordopslemningernes Brintionkoncentration. Indflydelsen gør sig dog mindre og mindre gældende, efter-

<sup>1)</sup> Jorden har under denne Periode haaret en Bygafgrøde.

haanden som Tiden skrider frem, hvad der utvivlsomt er et Udtryk for, at Calciumhydroxydet overføres i Karbonat eller absorberes. Den kulsure Kalk har kun i ringe Grad ændret Reaktionen, hvad der i Betragtning af, at de undersøgte Jorder har været svagt alkaliske ved Undersøgelsens Paabegyndelse, ikke kan forundre.

Endvidere skal anføres Resultaterne af en af A. W. Blair og L. Prince (1920) i Tilknytning til et Markforsøg med Anvendelse af 2 forskellige pulveriserede Kalksten (af hvilke den ene foruden  $\text{CaCO}_3$  ogsaa indeholdt  $\text{MgCO}_3$ ) foretaget Undersøgelse over disse Stoffers Indflydelse paa Jordekstrakternes Brintionkoncentration, udtrykt ved Brintioneksponenten. (Tabel 13).

Kalken udførtes i 1913, og Undersøgelsen fandt Sted i 1919. Jorden var en Lermuld. Forsøget udførtes i forskellige Sædskifter, og Reaktionsundersøgelserne er gennemførte i alle Forsøgene. Da Forskellighederne i Sædskiftet imidlertid ikke har udøvet nogen paa-viselig Indflydelse paa den kulsure Kalks eller kulsure Magnesiass Evne til at ændre Jordreaktionen anføres her kun Resultaterne af Undersøgelserne i et enkelt af Sædskifterne.

Tabel 13. Blairs og Princes Undersøgelser vedrørende Indflydelsen af kulsur Kalk og kulsur Magnesia paa Jordvædsdens Brintioncentration.

Tilførsel	pH
Ingen.....	5.4
0.5 Tons $\text{CaCO}_3$ pr. acre.....	6.1
1.0 — $\text{CaCO}_3$ — .....	6.7
2.0 — $\text{CaCO}_3$ — .....	7.2
0.5 — $\text{CaCO}_3$ $\text{MgCO}_3$ pr. acre.....	6.0
1.0 — $\text{CaCO}_3$ $\text{MgCO}_3$ — .....	6.5
2.0 — $\text{CaCO}_3$ $\text{MgCO}_3$ — .....	7.0

Som det fremgaar af denne Undersøgelse, er der allerede ved Anvendelse af forholdsvis smaa Mængder af kulsur Kalk og Dolomit opnaaet en betydelig Formindskelse af Brintionkoncentrationen i denne oprindelig surt reagerende Jord.

Til Sammenligning skal anføres nogle Resultater af en tilsvarende Undersøgelse i Forbindelse med Forsøg med forskellige Kalkmængder ved Forsøgsstationerne ved Borris og Tylstrup (Tabel 14). Som det vil ses, udviser de to Jorder et væsentligt forskelligt Forhold over for Kalktilførsel, og Resultaterne af Markforsøgene viser da ogsaa, at Tylstrup-Jorden er langt mere kalktrængende end Borris-Jorden.

Kalkens Indflydelse paa Jordens Reaktion er i meget væsentlig Grad betingende for dens Indflydelse paa Jordbundens mikrobiologiske Tilstand. Da Resultaterne af den forøgede bakterielle Virksomhed,

Tabel 14. Forskellige Kalkmængders Indflydelse  
paa Jordens Reaktionstilstand.

Kalkforsøg paa Forsøgsstationerne ved Borris og Tylstrup.  
Kalken tilført henhv. i 1920 og 1921, Undersøgelsen udført i 1924.

Kalktilførsel, kg CaCO <sub>3</sub> pr. ha	Borris	Tylstrup
	Reaktionstal (elektrom. Best.)	Reaktionstal (elektrom. Best.)
0	6.28	5.16
2000	6.58	5.26
4000	6.66	5.92
8000	7.28	6.04
16000	7.76	7.18
32000	8.14	7.24

som Kalken foranlediger i kalktrængende Jorder, medfører betydelige Ændringer med Hensyn til de forskellige Stofgrupper og navnlig Kvælstof- og Kulstofforbindelsernes Tilstand i Jorden, lader det sig overhovedet ikke gøre at holde Kalkens kemiske og mikrobiologiske Virkninger ude fra hverandre. Naar der derfor i det følgende tales om Kalkens kemiske Virkninger, er der da nærmest tænkt paa dens Indflydelse paa Kalium-, Ammonium- og Fosforsyreforbindelsernes Tilstand samt paa visse Giftstoffer af kemisk Natur, medens dens Indflydelse paa Kvælstof- og Kulstofforbindelsernes Omsætning og de deraf betingede Ændringer i Jordbundstilstanden i Hovedsagen henregnes til de mikrobiologiske Virkninger.

En direkte toksisk Indvirkning af Jordsyrerne paa Planterne er, som *Truog* (1918) gør opmærksom paa, for de almindelige dyrkede Jorders Vedkommende usandsynlig, idet Cellesaften altid reagerer surt. Ved en Undersøgelse af *Truog* og *Meachham* (1919) viste Reaktionen af forskellige Plantesafter sig at variere mellem  $p_H$  ca. 4 og  $p_H$  ca. 6, og, som paavist af *Truog* og *Loomis* (*Truog* 1918) for Wisconsin Jorder og af Forfatteren (1923) for et meget stort Antal danske Agerjorders Vedkommende, svarer den lavest fundne Surhedsgrad i disse Jorder til  $p_H$  ca. 4.5.

*Hartwell* og *Pember* (1907) har ogsaa vist, at en Surhedsgrad, svarende til  $\frac{1}{5000}$  n Saltsyre ( $p_H = 3.7$ ) eller større, end der sædvanlig forekommer i vandige Ekstrakter af selv de sureste Jorder, ikke udøver nogen skadelig Indflydelse paa Kimplanter af Havre, Rug, Hvede og Byg, og efter Angivelse af *Kappen* (1920) vil en direkte væksthæmmende Indflydelse af Brintioner først begynde at indtræde, naar Koncentrationen er større, end der svarer til  $p_H$ -Værdien 3.7.

*Truog* (1918) gør opmærksom paa, at sur Jordreaktion vil gøre Stoffer som Calcium, Magnium, Natrium og Kalium mindre tilgænge-



lige for Planterne, medens den paa den anden Side gør Stoffer som Jærn, Aluminium, Kobber, Zink og andre tunge Metaller mere opløselige og lettere tilgængelige. *Truog* har fundet betydelige Mængder af let opløselige Manganforbindelser i visse sure Jorder. Tilførtes der Kalk til disse Jorder, gik disse Forbindelser kun i meget ringe Grad i Opløsning. At ogsaa Jærn- og Aluminiumforbindelser let gaar i Opløsning i surt reagerende Jorder, men derimod ikke i alkalisk reagerende, er ofte paavist, og det er jo netop paa dette Forhold, at de f. Eks. af *Comber* (1920) og *Hasenbäumer* (1921) angivne Fremgangsmaader til Bestemmelse af Jordens Reaktion beror.

Med Hensyn til Kalkens Indvirkning paa de i Jordbunden forekommende tungt opløselige Kaliforbindelsers Opløselighed — et Spørgsmaal, der jo maa siges at være af særlig stor landøkonomisk Interesse — foreligger der Undersøgelser af *Fillbogen* (her refereret efter *D. Meyer* [1910]), der udsatte fint pulveriseret Kalifeldspat for Indvirkning af Opslemninger af Kalk- og Magnesiaforbindelser. Til Opslemningerne, indeholdende kulsur Kalk og Magnesia, tilførtes endvidere Kulsyre.

Af 1 kg Feldspat gik følgende Kalimængder i Opløsning:

Ved Anvendelse af kulsur Kalk	+ Kulsyre	.....	42.8	mg
— — — —	Magnesia	+ do.	.....	73.1 —
— — — —	brændt Kalk	+ Vand	.....	151.1 —
— — — —	Magnesia	+ do.	.....	191.5 —

Den kulsure Kalk har saaledes ved Baseudveksling formaet at opløseliggøre en ret betydelig Mængde af Feldspatens Kali. Brændt Kalk udøvede en betydelig stærkere Virkning i den nævnte Henseende, og de anvendte Magnesiaforbindelser virkede kraftigere opløsende paa Kaliet end de tilsvarende Kalkforbindelser. Ved en af *Wohltmann* (1904) i Tilknytning til det senere omtalte Kalkforsøg foretagen Jordbundsundersøgelse fremgik det, at der ikke ved Hjælp af de anvendte Opløsningsmidler (kold fortyndet Saltsyre og kogende 30 pCt. Klorammoniumopløsning) kunde paavises nogen Forskel med Hensyn til Kaliets Opløselighed i de kalkede og ukalkede Parceller. *Wohltmann* gør i denne Forbindelse opmærksom paa, at den ved Kalkens Indvirkning frigjorte Kali forefindes i vandopløselig Form og derfor let er udsat for at forsvinde, enten derved, at den optages af Afgrøderne, eller ved, at den udvaskes.

*Lyon og Bizzel* (1918), der har undersøgt det fra kalkede og ukalkede Jorder hidrørende Drænvands kemiske Sammensætning, kunde ikke paavise noget større Indhold af Kali i Drænvandet fra ukalket end i Drænvand fra kalket Jord, hvorimod Magnesiaindholdet var størst i sidstnævnte Tilfælde. *Bradley* (1910) fandt ved sin Undersøgelse, at Gips virkede som indirekte Kaligødning, medens dette ikke var Tilfældet med kulsur Kalk. *Briggs og Breazale* (1917) har vist, at Omrytning af Pegmatit, Ortoklas eller Jord i en vandig Opløsning

af Calciumhydrat eller Calciumsulfat ikke foranledigede nogen Forøgelse af Kaliets Opløselighed, hvorimod *André* (1916) har godtgjort, at Glauconit afgiver en Del af sit Kali, naar det behandles med  $\text{CaCO}_3$ , og ogsaa *Morse* og *Curry* (1909) har godtgjort, at baade Kalk og Gips forøger Feldspat-Kaliets Opløselighed.

I den nyeste Tid har *H. F. Singh* (1920) foretaget Undersøgelser over den Indflydelse, som pulveriseret Kalksten (kulsur Kalk) og Gips alene og i Blanding udøver paa Jordens (Lermuld) Indhold af vandopløselig Kali. Undersøgelserne er udførte i Forbindelse med Karforsøg med forskellige Planter (der i øvrigt viste, at den paagældende Jord var ret stærkt kalktrængende). Jorden undersøgtes efter Forsøgets Afslutning. I Tabel 15 gengives kun Resultaterne af Undersøgelserne med ubevokset Jord.

Tabel 15. *T. H. Singhs* Undersøgelser over kulsur Kalks og Gips' Indflydelse paa Jordens Indhold af vandopløselig Kali.

Tilførsel af Kalk eller Gips pr. acre	Vandopløselig Kali pr. acre, Pounds
Ingen.....	74
3 $\frac{1}{4}$ Ton $\text{CaCO}_3$ .....	152
100 Pounds $\text{CaSO}_4$ .....	72
500 — $\text{CaSO}_4$ .....	40
1000 — $\text{CaSO}_4$ .....	95
100 — $\text{CaSO}_4 + 3\frac{1}{4}$ Ton $\text{CaCO}_3$ .....	198
500 — $\text{CaSO}_4 + 3\frac{1}{4}$ — $\text{CaCO}_3$ .....	193
1000 — $\text{CaSO}_4 + 3\frac{1}{4}$ — $\text{CaCO}_3$ .....	183

Kun hvor der er anvendt kulsur Kalk, er der foregaaet en betydende Frigørelse af Kali, og en kendelig Virkning af Gipsen er kun fremkommen, hvor denne er anvendt i Forbindelse med pulveriseret Kalksten.

Undersøgelser af *Robinson* og *Bullis* (1922) med 5 forskellige Lerpjorder, hvoraf 3 ved Forsøg havde vist sig tydelig kalktrængende, viser derimod, at hverken kulsur Kalk eller brændt Kalk, anvendt i en saa stor Mængde, som var nødvendig til at dække »Kalktrangen« (bestemt efter *Veitchs* Metode), forøgede Indholdet af vandopløselig Kali, hvorimod dette i betydelig Grad var Tilfældet ved Benyttelse af Gips (der anvendtes en lige saa stor Kalkmængde i Gips som i kulsur Kalk eller brændt Kalk). Undersøgelsen fandt Sted efter 24 Timers, 3 Maaneders og 6 Maaneders Henstand. Ogsaa Indholdet af vandopløselig Magnesia forøgedes meget stærkt som Følge af Gipstilsætningen, hvorimod brændt Kalk eller kulsur Kalk heller ikke med

Hensyn til dette Stofs Vandopløselighed havde udøvet nogen kendelig Virkning.

*Christie og Martin* (1918) har ved en med 7 forskellige Mineraljorder foretagen Undersøgelse over brændt og kulsur Kalks Indflydelse paa forskellige Plantenæringsstoffers Opløselighed i destilleret Vand godtgjort, at denne Indflydelse er væsentlig forskellig ved de forskellige Jordarter. For to af de undersøgte Jorders Vedkommende er der paavist en betydelig Forøgelse af vandopløselig Kali saavel ved Anvendelse af CaO som af  $\text{CaCO}_3$ , medens der i de øvrige enten ikke er Tale om nogen saadan eller ogsaa er paavist en betydelig Formindskelse af Opløseligheden. Indholdet af vandopløselige Magnesiaforbindelser var forøget i 4 og formindsket i 1 Tilfælde, og Indholdet af opløselige Sulfater var forøget ved 4 af Jorderne. Der anvendes ved denne Undersøgelse en Kalkmængde, der svarer til den, der almindelig anvendes i Praksis (0.5 g  $\text{CaCO}_3$ , eller en dertil svarende Mængde brændt Kalk pr. 500 g Jord). En væsentlig Mangel ved denne i øvrigt interessante Undersøgelse er, at der ikke forefindes Oplysninger om de anvendte Jorders Indhold af Kalk, idet man jo paa Forhaand maa vente, at Kalken kun er i Stand til at udøve en betydende Indflydelse paa Stoffernes Opløselighed, naar Jordens oprindelige Kalkindhold er ringe. Ingen af Jorderne reagerede surt, og den Mulighed er da til Stede, at flere af Prøverne har indeholdt en betydelig Mængde Kalk.

*O. Lemmermann og L. Fresenius* (1924) har ved en for nylig foretagen Undersøgelse — og i øvrigt i god Overensstemmelse med Resultaterne af tidligere tilsvarende Undersøgelser af *Hager* (1917) godtgjort, at den ved Behandling af Jorden med Kalkvand stedfindende Kalkabsorption ikke eller kun i ringe Grad er ledsaget af nogen Baseudveksling i Jorden og saaledes ikke virker frigørende paa Jordens Indhold af Alkali- eller Magnesiaforbindelser. Dette er derimod Tilfældet med Opløsninger af Kalksaltene, og f. Eks. ogsaa med en Opløsning af Calciumbikarbonat. Resultaterne af den paagældende Undersøgelse, ved hvilken Jorden blev behandlet med 1) rent Vand, 2) Vand + Ætskalk og 3) Vand + den samme Mængde Ætskalk, der ved Kulsyretilledning var omdannet til Calciumbikarbonat, er meddelt i Tabel 16. Blandingerne henstod i flere Dage under jævnlig Omrystning, hvorefter de filtreredes, og i Filtratet bestemtes Indholdet af Kali, Magnesia og Kalk.

Den Frigørelse af Alkalier, der finder Sted ved Udveksling med Calciumbikarbonat, synes i alle Tilfælde at forløbe særdeles langsomt, og, som *Ramann* (1922) paa Grundlag af de af ham i Forbindelse med *Junk* udførte Undersøgelser gør opmærksom paa, vil Tilstedeværelse af tvetskulsur Kalk og andre Bikarbonater paa Grund af deres Stødpudevirkninger i høj Grad modvirke den af Kulsyren foranledigede Silikatsønderdeling og den deraf følgende betydelige Frigørelse af disses Alkalier (Kalium og Natrium). Ved en Undersøgelse over

den Indflydelse, som rent, kulsyre-mættet Vand (1.00 g CO<sub>2</sub> pr. l) og Vand mættet med Calciumbikarbonat (1.78 g Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) udøver paa Sønderdelingen af et Silikat, blev der i første Tilfælde udløst 57 pCt. og i sidste Tilfælde 20 pCt. af de forhaandenværende Baser. Ogsaa Tilsætning af Natriumbikarbonat udøvede en tilsvarende stærkt beskyttende Indflydelse. *Ramann* tillægger denne Virkning af Bikarbonaterne en meget stor Betydning for Vedligeholdelsen af Jordens Beholdning af Plante-næringsstoffer og dermed af dens Frugtbarhed, og han betegner den uhammede Forvitring ved Kulsyre som en overordentlig skadelig Form for Forvitring. Kalk er, som *Ramann* træffende udtrykker det, i første Linie en Gødning for Jorden, og heri maa man søge Forklaringen paa det velkendte Forhold, at der udkræves et væsentligt større Kalkindhold i Jorden, end der udkræves for Dækning af Afgrødernes Kalkbehov.

Tabel 16. Undersøgelse over brændt Kalks og kulsur Kalks Evne til Opløseliggørelse af Jordens tungt opløselige Kali- og Magnesiaforbindelser.

Opløst pr. 100 g Jord:						
	Jordprøve B <sub>9</sub>			Jordprøve B <sub>10</sub>		
	Kalktilsætning			Kalktilsætning		
	0	1 g CaO	3 g Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0	1 g CaO	3 g Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
mg CaO..	52	70	227	26	41	166
- MgO .	Spor	—	22.8	Spor	—	24.3
- K <sub>2</sub> O .	2	1.5	5.2	0.9	0.5	1.0

*Curry og Schmith* (1914) slutter af Resultaterne af de af dem udførte Gødningsforsøg med Græs, at Anvendelse af kulsur Kalk praktisk talt ikke udøver nogen Indflydelse paa Jordkaliets Opløselighed og heller ikke *Fraps* (1916) har kunnet konstatere nogen kendelig Indflydelse af Kalken i denne Henseende.

*Plummer* (1915) har udført saavel Opløselighedsundersøgelser som Dyrkningsforsøg til Belysning af den kulsure Kalks Indflydelse paa Opløseligheden af forskellige jorddannende Mineraliers Kali (Undersøgelsen omfattede Biotit, Muscovit, Ortoklas og Microcline), og der anvendtes to Kalkmængder, svarende til henholdsvis 2000 og 4000 Pounds pr. Acre. Opløselighedsundersøgelsen anstilledes paa følgende Maade: Ved Behandling af kulsur Kalk med kulsyre-mættet Vand fremstilledes en Opløsning ( $\frac{1}{20}$  n) af Calciumbikarbonat. Til 200 cm<sup>3</sup> af denne Opløsning førtes 30 g af det Mineral, man ønskede at undersøge, og Blandingen rystedes i en Rystemaskine i 96 Timer. Efter Udløbet af denne Periode filtreredes Opløsningen, og Kaliindholdet bestemtes.

Resultaterne viser ingen Antydning af, at Kalken har frigjort Kali fra de nævnte Mineralier.

Ved Dyrkningsforsøgene med Soyabonner var Biotitens og Muscovitens Kali udnyttet betydelig bedre i de kalkede end i de ukalkede Kar. I de med Ortoklas eller Microcline forsynede Kar var Kalkens Indflydelse paa Kaliudnyttelsen kun ringe. Anvendtes Rug eller Havre som Forsøgsplanter, kunde der i intet Tilfælde paavises nogen tydelig Virkning i den nævnte Henseende af Kalken. Ved en efter Forsøgets Afslutning foretagen Bestemmelse af Jordens Indhold af Kali, opløselig i  $\frac{1}{2}$  n Salpetersyre, kunde der ikke paavises nogen Forskel mellem den kalkede og ukalkede Jords Kaliindhold.

Den til Jord-Silikaterne bundne Ammonium og Natrium maa antages at vise et ganske lignende Forhold over for Kalken som Kalium. — Den ved den kulsure Kalks Indvirkning paa Ammoniumforbindelserne dannede kulsure Ammoniak er flygtig, og der er altsaa ved en saadan Omsætning Mulighed for et Kvælstoftab, hvad allerede *Boussingault* (1844) har gjort opmærksom paa; *Liebig* (1862) er dog af den Opfattelse, at Faren for et saadant Tab paa Grund af Jordens store ammoniakabsorberende Evne kun er ringe. Ved Forsøgsstationen i Halle er der af *Schneidewind* (1908) udført analytiske Undersøgelser til Belysning af det Kvælstoftab, der finder Sted ved at anvende svovlsur Ammoniak og Kalkkvælstof (Calciumcyanamid) som Overgødning paa mere eller mindre kalkrige Jorder.

Resultaterne af disse Undersøgelser er meddelte i nedenstaaende Oversigt:

	Kulsur Kalk	Kvælstoftab, pCt.				
1. Sandjord .....	med 0.04 pCt.	<table border="0"> <tr> <td>{ svovlsur Ammoniak</td> <td>Spor</td> </tr> <tr> <td>{ Kalkkvælstof .....</td> <td>0</td> </tr> </table>	{ svovlsur Ammoniak	Spor	{ Kalkkvælstof .....	0
{ svovlsur Ammoniak	Spor					
{ Kalkkvælstof .....	0					
2. Let Lermuld .....	— 0.46 —	<table border="0"> <tr> <td>{ svovlsur Ammoniak</td> <td>12.7</td> </tr> <tr> <td>{ Kalkkvælstof .....</td> <td>4.2</td> </tr> </table>	{ svovlsur Ammoniak	12.7	{ Kalkkvælstof .....	4.2
{ svovlsur Ammoniak	12.7					
{ Kalkkvælstof .....	4.2					
3. Svær kalkrig Lerjord ..	— 18.8 —	<table border="0"> <tr> <td>{ svovlsur Ammoniak</td> <td>5.3</td> </tr> <tr> <td>{ Kalkkvælstof .....</td> <td>2.3</td> </tr> </table>	{ svovlsur Ammoniak	5.3	{ Kalkkvælstof .....	2.3
{ svovlsur Ammoniak	5.3					
{ Kalkkvælstof .....	2.3					
4. Svær kalkfattig Lerjord	— 0.13 —	<table border="0"> <tr> <td>{ svovlsur Ammoniak</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>{ Kalkkvælstof .....</td> <td>1.8</td> </tr> </table>	{ svovlsur Ammoniak	1.2	{ Kalkkvælstof .....	1.8
{ svovlsur Ammoniak	1.2					
{ Kalkkvælstof .....	1.8					

Det største Tab er foregaaet paa den ret kalkrige lette Lermuld; paa den svære, meget kalkrige Lerjord har Tabet været betydelig mindre, og paa de kalkfattige Jorder har Ammoniakforflygtigelsen ikke naaet noget Omfang af Betydning.

Ved Dyrkningsforsøg, udført samme Sted (*Schneidewind* 1910), var Virkningen af den svovlsure Ammoniak, anvendt paa kalkrig Jord, betydelig mindre, naar den havde henligget i 8 Dage paa Jorden uden Nedfældning, end naar den var blandet med Jorden straks efter Udstrøningen. Paa kalkfattig Jord var Virkningen derimod lige god i begge Tilfælde.

Ogsaa ved Undersøgelser, udførte af *Lemmermann* og Medarbejdere (1911) samt af *S. Hals* (1902), fremgaar det, at kalkrige Jorder kan foranledige en Forflygtigelse af Ammoniak fra tilført svovlsur Ammoniak. *Lemmermann* kommer dog til det Resultat, at dette Tab ikke vil naa et Omfang af praktisk Betydning, naar den svovlsure Ammoniak fordeles godt i Jorden, og dennes Indhold af kulsur Kalk ikke overstiger 0.8 pCt.

Af *P. Ehrenbergs* (1907) med Anvendelse af saavel en meget let Sandjord (Odersand) som af en svær Lerjord udførte omfattende Undersøgelser, ved hvilke den svovlsure Ammoniak nedfældedes i Jorden og for øvrigt anvendtes i Mængder, der nogenlunde svarer til de, der vil blive Tale om at benytte i Praksis, fremgik det, at der selv ved Nærværelse af en meget rigelig Mængde kulsur Kalk ikke foregik noget Ammoniaktab af Betydning, og heller ikke ved de af *Pfeiffer* og Medarbejdere (1905) foretagne Vegetationsforsøg kunde det paa-vises, at Kalktilførsel foranledigede nogen kendelig Ammoniakforflygtigelse fra Jorden.

Som et Hovedresultat af disse forskellige Undersøgelser synes det da at fremgaa, at det kun er de forholdsvis meget kalkrige Jorder, der kan foranledige nogen betydende Ammoniakforflygtigelse fra tilført svovlsur Ammoniak, og at en saadan Forflygtigelse endda kun finder Sted, naar dette Gødningsstof anvendes som Overgødning.

Som en væsentlig Aarsag til Kalkens heldige Indflydelse paa Jordbundstilstanden fremhæves ofte (se f. Eks. *G. Patuel* [1902] og *P. P. Deherain* [1902] og *E. W. Hilgard* [1914], *Harald R. Christensen* [1922] og *J. S. Marais* [1922]) dens Evne til at modvirke tilstedeværende eller tilførte let opløselige Fosforsyreforbindelsers Overførelse i en for Planterne utilgængelig eller dog vanskelig tilgængelig Form. Denne Virkning er betinget af, at Kalken omsætter sig med de i Jordvandet forekommende opløste Fosforsyreforbindelser under Dannelse af Kalkfosfater og derved forhindrer deres Overførelse i de meget tungt opløselige Lerjords- og Jærniltefosfater.

En indirekte Bekræftelse paa denne Opfattelses Rigtighed afgiver de af *Stoddart* (1909) foretagne Undersøgelser, af hvilke det fremgaar, at saa godt som alle surt reagerende Agerjorder er fosforsyretrengende, et Resultat, der fuldt ud er stadfæstet af *M. Weibull* (1911), der gennem lokale Markforsøg i Skaane har godtgjort, at de surt reagerende Agerjorder med en enkelt Undtagelse var fosforsyretrengende.

*K. Gedroiz* (se *Wityn* [1924]) har i sine Vegetationsforsøg ikke sjældent iagttaget, at Tilførsel af Kalk til sure Jorder stærkt formindsker disses Fosforsyrebehov, og efter *Wityn* (1924) har man i Letland ogsaa i den landøkonomiske Praksis ofte gjort ganske tilsvarende Erfaringer.

Ogsaa ved den af *L. Rasmussen* (1923) foretagne Sammenstilling af Resultaterne af alle de i de sjællandske Landboforeninger udførte Forsøg med Fosforsyregødninger, ved hvilke der har været udført

Kalktrangsundersøgelser (435 Forsøg), fremgaar det med stor Tydelighed, at Fosforsyrevirkningen gennemgaaende er betydeligt større paa kalktrængende (∩: uden Azotobactervegetation) end paa ikke-kalktrængende (∩: med Azotobactervegetation). (Se Tabel 17, hvor dog kun Lerjorderne er medtagne<sup>1)</sup>, idet Sandjorderne udgør en forholdsvis lille

Tabel 17. Forholdstal for Virkning af 1 hkg Superfosfat paa kalktrængende og ikke kalktrængende sjællandske Lerjorder.

Afgøde	Ingen Kalktrang			Kalktrang		
	Antal Forsøg	Kærne	Halm	Antal Forsøg	Kærne	Halm
Byg .....	149	100	100	25	167	128
Havre .....	41	100	100	7	94	295
	Roer			Roer		
Kaalroer .....	28	100		10	283	
Runkelroer .....	103	100		21	280	

Gruppe). — Ved sammenlignende Undersøgelser, som *Weibull* har udført, med en Række forskelligt reagerende Jorder fremgik det, at der er et ret nøje Sammenhæng mellem Mængden af »klorammonium-opløselig Kalk« og Indholdet af Fosforsyre i Forbindelser, der er opløselige i  $\frac{1}{6}$  n Salpetersyre, og ved de af nærværende Afhandlings Forfatter (1922) med Anvendelse af kulsyreemættet Vand udførte Undersøgelser fremgaar det med overordentlig stor Tydelighed (Tabel 18), at Mætningskoncentrationen af Fosforsyre gennemgaaende er betydeligt større i de kalktrængende end i de ikke kalktrængende (Graden af Kalktrangen udtrykt ved Jordens Forhold over for Lakmus- og Azotobacterprøven) Jorder og at der overhovedet aldrig forefindes et betydeligt Fosforsyreindhold i Kulsyreekstrakterne af de førstnævnte Jorder. Særlig tydelig træder dette Afhængighedsforhold frem for Lerjordernes Vedkommende (se n. Originalafhandlingen). Nogen Forskel mellem Jordfosforsyrens Saltsyreopløselighed i de enkelte Jordgrupper kan derimod ikke paavises. Endvidere foreligger der en Meddelelse fra *Sievers* (1920) om, at de fleste af de i det vestlige Washington forekommende sure Jorder er »fosforsyretængende«, og denne Forfatter fremhæver, at Vanskelighederne ved at faa en god Klørevækst paa disse surt reagerende Jorder mindre skyldes Surheden end Fosforsyremangelen.

<sup>1)</sup> Ved Kaalroer er ogsaa Sandjorderne medtaget.

Tabel 18. Forholdet mellem Jordens Reaktionstilstand og Jordfosforsyrens Opløselighed.

Reaktionstilstand <sup>1)</sup>	Antal Jorder	pCt. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> saltsyreopløselig	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> pr. Liter kulsyre-mættet Vand		
			Største Indhold	Mindste Indhold	Middel
Sur .....	18	0.080	1.80	0.17	0.75
Neutral u. Azotobacterv...	15	0.091	2.72	0.54	1.33
do. m. do.	21	0.083	8.70	0.34	2.38
Alkalisk .....	23	0.096	12.24	0.46	3.28
Uden Azotobv. (Kalktrang).	33	0.085	2.72	0.17	1.01
Med do. (ikke Kalktr.).	44	0.089	12.24	0.34	2.88

Resultaterne af disse Undersøgelser maa da sikkert i Hovedsagen forklares paa den Maade, at Mængden af Kalk i de surt reagerende Agerjorder er meget ringe i Forhold til Mængden af Lerjord og Jærnilte, af hvilken Grund Hovedparten af Fosforsyren vil være bundet til de to sidstnævnte Baser, der, som tidligere anført, i disse Jorder i ret betydelig Mængde forekommer opløst i Jordvædsken og derved let træder i Vekselvirkning med tilstedeværende Fosforsyreforbindelser. Endvidere synes surt reagerende organisk Stof at danne Forbindelser med Fosfater, der — og maaske netop som Følge af den sure Reaktion — omsættes meget langsomt og derfor bliver tungt tilgængelige for Planterne (*Truog* [1918] og *Petersen* [1912]).

Ved Tilførsel af Kalk til saadanne Jorder, vil Hovedparten af de i Jordvandet opløste Lerjords- og Jærnilteforbindelser (der ved sur Jordreaktion kan fremkomme i ret betydelig Mængde) udfældes (se f. Eks. *Morse og Curry* [1918]), hvorved de overføres i en i kemisk Henseende lidet aktiv Tilstand. Lidt efter lidt — indtil Opnaelse af kemisk Ligevægt — vil derefter en Del af den til disse Baser bundne Fosforsyre gaa i Forbindelse med Kalken, en Omsætning, der imidlertid — paa Grund af, at de nævnte Baser i basiske Jorder forefindes i en meget tungt opløselig Tilstand — foregaar særdeles langsomt. Af Interesse i denne Forbindelse er *Kostytschews* (se *Wityn* [1924]) Paavisning af Kulsyreudskillelse ved længere Tids Henstand af en Blanding af Aluminiumfosfat, Ferrifosfat og kulsur Kalk.

Forsøg af *J. S. Marais* (1922) har vist, at Nærværelse af Kalk i Jordbunden foranledigede en forøget Udnyttelse af Fosforsyren i saavel kemisk ren Aluminiumfosfat som i de mineralske Aluminiumfosfater. Jærnfosfaternes Udnyttelse paavirkedes derimod — i god Overensstemmelse med de nedenfor anførte Betragtninger — ikke af

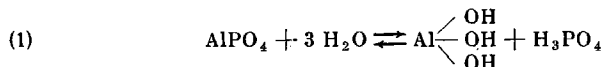
<sup>1)</sup> Reaktionen bestemt ved Lakmusopløsning.



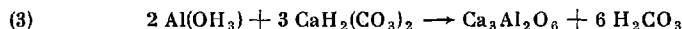
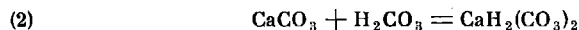
Tilstedeværelsen af Kalk, som derimod stærkt hæmmede Udnyttelsen af trebasisk fosforsur Kalk.

Aluminiumfosfatets forholdsvis betydelige Værdi som Fosforsyrekilde for Planterne skyldes formentlig den relative Lethed, hvormed dette af en stærk Syre og en svag Base sammensatte Salt hydrolyseres i neutrale eller tilnærmelsesvis neutrale Opløsninger.

Hydrolysen vil foregaa efter følgende Ligning:



Naar denne Reaktion finder Sted ved Nærværelse af næringsstofoptagende Planterødder, vil en Del af Fosforsyren fjærnes og Aluminiumhydrat efterlades, et Forhold, der medfører, at Aluminiumfosfatet i Jorden bliver mere og mere basisk og derfor — idet det hydrolyseres stadig langsommere — bliver mere og mere tungt tilgængelig for Planterne. Den gunstige Indflydelse, som Kalken udøver paa Aluminiumfosfatets Opløselighed, er betinget af følgende Processer:



Kalken fjærner altsaa det dannede Aluminiumhydrat under Dannelse af det meget tungt opløselige Calciumaluminat og letter derved Aluminiumfosfatets fortsatte Hydrolyse. Ved Kalkens Indvirkning udfældes den frigjorte Fosforsyre som trebasisk fosforsur Kalk, og selve Hydrolysen medfører altsaa Dannelse af Calciumfosfat paa Grundlag af Aluminiumfosfatets Fosforsyre.

Jærnfosfaterne maa antages at hydrolyseres paa lignende Maade, men da Jærnet er en stærkere Base end Aluminium, hydrolyseres de langsommere, og da der ikke er nogen Mulighed for, at Kalken, saaledes som for Aluminiumhydroxydets Vedkommende, kan binde den ved Planternes Fosforsyreoptagelse fremkomne Jærnhydroksyd, vil Jordfosfaterne uafhængig af Tilstedeværelsen af Kalk blive mere og mere basiske og dermed mere og mere tungt tilgængelige for Planterne. Planternes Udnyttelse af Jærnfosfaterne maa derfor antages udelukkende at være betinget af den direkte opløsende Indflydelse af de i Jordbunden forekommende Syrer, f. Eks. Kulsyre og Salpetersyre.

Den foran omtalte Evne hos Kalken til at formindske Jordvædskens Indhold af Jærnilte, og som er af saa væsentlig Betydning for Jordfosforsyrens Opløselighed, kan, naar Kalken tilføres i Overskud, under visse Forhold (hvad enten saa Aarsagen maa søges i en for ringe Koncentration af dette Stof i Jordvædskan eller i en formindsket Permeabilitet hos Rodhaarene) medføre, at Planternes Forsyning med Jærnforbindelser bliver ufuldstændig, saaledes at visse Planter, som f. Eks. Ananas, Lupin og Vin bliver lidende af Klorose (Blegsot). (*P. Hollrung* [1908], *P. L. Gile* [1911] og [1920], *A. Verneul* og *R. Lafond* [1911], *P. L. Gile* og *C. N. Ageton* [1914], *Th. Pfeiffer* og *E. Blanck* [1914] og *M. O. Johnson* [1917]).

Til Belysning af Fosforsyrens Absorption i Jorden har *Gerlach* (1896) foretaget en Række Undersøgelser, ved hvilke han har paavist,

at Jordens Evne til Absorption af Fosforsyre er knyttet til den Del af denne, der gaar i Opløsning i Saltsyre, idet baade Ler-, Tørve- og Sandjorder efter at være udkogte med Saltsyre ikke mere viste sig i Besiddelse af fosforsyreabsorberende Evne. Endvidere godtgør han, at Lerjords- og Jærnilteforbindelser samt kulsur Kalk og kulsur Magnesia er kraftige Absorptionsmidler over for Fosforsyre. Den fuldstændigste og mest energiske Absorption foregik dog ved Anvendelsen af Lerjords- og Jærnilteforbindelser.

Med Hensyn til Absorptionsmidlernes Indflydelse paa Fosforsyrens Opløselighed viste der sig at være en fremtrædende Forskel mellem Lerjords- og Jærnilteforbindelserne paa den ene og kulsur Kalk og kulsur Magnesia paa den anden Side, idet den af de førstnævnte Forbindelser absorberede Fosforsyre var uopløselig i kulsyremættet Vand, der derimod var i Stand til fuldstændig at opløse den til Kalk eller Magnesia bundne Fosforsyre.

Af *Sutherst* (1903) er det endvidere godtgjort, at Tilstedeværelse af brændt Kalk er i Stand til at bringe en stor Del af de tungt opløselige Lerjords- og Jærniltefosfaters Fosforsyre over i en let opløselig Form.

Forsøget udførtes paa følgende Maade: 1 g af Fosfatet, 2 g ren, brændt Kalk og 100 cm<sup>3</sup> Vand bragtes sammen i en Kolbe, der stadig omrystedes. Overskudet af Kalk mættedes efter Udløbet af den normerede Tid med Citronsyre, hvorefter der yderligere tilsattes 1 g Citronsyre. Efter 24 Timers Henstand filtreredes, og den i Filtratet tilstedeværende Mængde Fosforsyre bestemtes.

Af de nedenfor anførte Resultater fremgaar det, at Tilstedeværelsen af den brændte Kalk under disse Forhold i overordentlig høj Grad har forøget Opløseligheden af Lerjords- og Jærniltefosfaternes Fosforsyre.

Tabel 19. *Suthersts* Undersøgelser over brændt Kalks Indflydelse paa Lerjords- og Jærniltefosfaters Opløselighed.

Fosfatet	Opløselig i Citronsyre (pCt. af den samlede Fosforsyremængde)			
	I den oprindelige Tilstand	Efter Henstand med brændt Kalk i		
		24 Timer	48 Timer	72 Timer
Ferfosfat .....	2.47	75.42	85.45	85.88
Ferrifosfat .....	2.75	94.45	96.38	96.55
Aluminiumfosfat .....	3.20	64.38	69.31	72.00

Anvendtes kulsur Kalk i Stedet for Ætskalk, kunde der endnu efter 14 Dages Forløb ikke konstateres nogen Forøgelse af den opløste Fosforsyremængde.

Ved en Række paa Statens Planteavls-Laboratorium udførte, men endnu ikke offentliggjorte Undersøgelser har det imidlertid vist sig, at ogsaa længere Tids Indvirkning af Calciumkarbonat paa vandige Opslemninger af Ferri- og Aluminiumfosfat er i Stand til i ret betydende Grad at forøge disses Citronsyreopløselighed.

I Tilknnytning til det saakaldte specifikke Gødningsforsøg i Forsøgsmarken under Institutet for Jordbundslære og Plantedyrkning i Bonn-Poppeldorf, ved hvilket Forsøg man undersøger Virkningen af en Aar efter Aar gentagen Tilførsel af et og samme Gødningsstof eller en og samme Kombination af Gødningsstoffer, har *Wohltmann* og Medarbejdere (1904) udført Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jord-Fosforsyrens Opløselighed. Forsøget er anlagt 1894 paa en svær, kalkfattig, svagt surt reagerende Lerjord. De kalkede Parceller modtog i Aarene 1895—97 aarlig 4000 kg brændt Kalk pr. ha, og denne Mængde bliver herefter tilført hvert 10. Aar (Sædskiftet er 10-aarigt). Jordbundsundersøgelserne fandt Sted ca. 10 Aar efter Forsøgets Anlæg. — Som Opløsningsmiddel anvendtes kold, fortyndet Salt-syre (450 g Jord henstod 48 Timer med 1½ Liter Saltsyre af Vægtfylde 1.15) og 2 pCt. Citronsyre (100 g Jord henstod med 500 cm<sup>3</sup> Citronsyreopløsning Natten over).

Tabel 20. *Wohltmanns* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Opløseligheden af Jordens Fosforsyreforbindelser.

Tilførsel af Gødning	pCt. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> opløselig i kold fortyndet Saltsyre	pCt. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> opløselig i 2 pCt. Citronsyre
Ugødet .....	0.102	0.0136
Kalk .....	0.107	0.0371
Superfosfat .....	0.114	0.0472
Superfosfat + Kalk .....	0.124	0.0342

Som det fremgaar af Tabel 20, har Kalken ved denne Undersøgelse i betydelig Grad virket fremmende paa Fosforsyrens Opløselighed og særlig fremtrædende er denne Virkning ved Anvendelsen af Citronsyreopløsningen, idet Mængden af citronsyreopløselig Fosforsyre er dobbelt saa stor i de kalkede som i de ukalkede Parceller. Af betydelig Interesse er det endvidere at lægge Mærke til den langt mindre Opløselighed af Jordfosforsyren i den kun med Superfosfat end i den med Superfosfat + Kalk gødede Parcel, hvad der er et Vidnesbyrd om, at Kalken har modvirket Superfosfatfosforsyrens Omdannelse til tungt opløselige Forbindelser, en Proces, der i betydelig Grad synes at være foregaaet i de ukalkede Parceller.

*Gaither* (1910) kommer ligeledes til det Resultat, at Kalk forøger Jordfosforsyrens Opløselighed, og angiver, at dette beror paa, at en Del af den til Jærnilte- og Lerjordsforbindelser bundne Fosforsyre udveksles med Kalk, og i samme Retning gaar Resultaterne af de af *Truog* og *Parker* (1920) udførte Undersøgelser, der tyder hen paa, at aftagende Kalkindhold i Jorden begunstiger Dannelsen af det tungt opløselige Ferrifosfat. De samme Forfattere har endvidere ved Forsøg med Raps og Majs vist, at Kalktilførsel i høj Grad forøgede Opløseligheden af sur Jords Indhold af Fosfater.

Ved *Christies* og *Martins* (1918) Undersøgelser over brændt og kulsur Kalks Indflydelse paa Jordfosforsyrens Opløselighed i destilleret Vand har det vist sig, at en positiv Virkning i denne Henseende kunde paa-vises for 2 af de undersøgte 7 Jorders Vedkommende, men i øvrigt er den Fosforsyremængde, som overhovedet kan bringes i Opløsning i destilleret Vand, gennemgaaende saa ringe, at den vanskelig lader sig bestemme med en for det givne Formaal tilstrækkelig Nøjagtighed, og ved de af *Robinson* og *Bullis* (1922) udførte Undersøgelser (nærmere beskrevet Side 811) havde da ogsaa hverken kulsur Kalk, brændt Kalk eller svovlsur Kalk i kenkelig Grad paavirket Indholdet af Fosforsyre i vandopløselige Forbindelser.

Ogsaa ved nogle af Forfatteren (1914) anstillede Undersøgelser over Betingelsen for Cellulosesønderdeling er det ved Hjælp af den anvendte mikrobiologiske Metode godtgjort, at Tilførsel af kulsur Kalk til visse Jorder har bevirket, at en Del af disses tungt opløselige Fosforsyreforbindelser er overført i en for de paagældende Jordbakterier tilgængelig Form.

I denne Forbindelse skal ogsaa nævnes de af *C. B. Lipman* og *W. Gericke* (1918) foretagne Undersøgelser over den Indflydelse, som kulsur Kalk og Gips, anvendt i mindre Mængde — 500—1000 kg pr. acre — udøver paa forskellige Jordbestanddeles Vandopløselighed.

Jorden opbevarede i Kar, og Forsøgsperioden strakte sig over 9 Maaneder. Som et Hovedresultat af Undersøgelserne anfører de nævnte Forfattere, at denne Indflydelse er væsentlig forskellig for de forskellige Jorder, og det fremhæves, at dette ifølge Loven om den kemiske Ligevægtstilstand og Arten af de kolloide Virkninger i Jordbunden ogsaa nødvendigvis maa være Tilfældet, naar man arbejder med Jorder af forskellig mineralsk Sammensætning. Ud fra denne Betragtning finder da *Lipman* og *Gericke* de mange modstridende Angivelser om Kalkens Indflydelse paa de forskellige Jordbestanddeles Opløselighed let forstaaelig. I øvrigt viste denne Undersøgelse, der omfattede tre forskellige Jorder: 1) en Lerjord fra Berkeley, 2) samme Jord blandet med rigelig Mængde Staldgødning (benyttet som Drivhusjord) og 3) en let Sandjord fra Oakley, at Anvendelsen af de to nævnte Kalksalte og navnlig af kulsur Kalk i ret betydelig Grad havde forøget Indholdet af Kali i vandopløselig Form for de to førstnævnte Jorders Vedkommende, medens dette ikke eller dog kun i ringe Grad havde været Tilfældet

for Sandjordens Vedkommende. Indholdet af vandopløselige Magnesiaforbindelser var for alle Jorders Vedkommende forøget som Følge af Tilførselen af kulsur Kalk, hvorimod Anvendelsen af Gips snarest har virket formindskende paa dette Indhold. Hvad Fosforsyren angaar, kunde der ikke for nogen af Jordernes Vedkommende paavises nogen kendelig Forøgelse som Følge af Tilførselen af kulsur Kalk eller Gips og med Hensyn til Svovl- og Jærnforbindelserne har der kun i Drivhusjorden kunnet paavises en tydelig Forøgelse af Opløseligheden ved Anvendelse af kulsur Kalk.

Med Hensyn til Kalkens Indflydelse paa Udnyttelsen af forskellige Fosfater foreligger der i den nyere Tid en Række Undersøgelser af *Kellner* og *Bøtcher* (1900), *Søderbaum* (1901 og 1915), *Schulze* (1904), *Prianischnikoff* (1911), *W. Simmermacher* (1912) samt af Forfatteren af nærværende Afhandling i Forbindelse med *M. K. Kristensen* (1913), af hvilke det i Hovedsagen fremgaar, at de i Landbruget anvendte Fosfater med Hensyn til deres Forhold over for Tilstedeværelsen af basiske Kalkforbindelser i Jorden kan inddeles i to Hovedgrupper, een, hvis Udnyttelse ikke eller kun i mindre Grad paavirkes heraf, og een, hvis Udnyttelse stærkt formindskes ved Nærværelsen af større Mængder af disse Forbindelser. Til den første Gruppe hører en- og tobasisk fosforsur Kalk (Superfosfat og Præcipitat) samt Thomasfosfat, og til den anden Gruppe trebasisk fosforsur Kalk (Benmel og Raafosfater), og som Forfatteren (1915) paa et andet Sted har fremhævet, bør de til den sidstnævnte Gruppe hørende Fosfater ikke anvendes paa Jorder, som ved de almindelige Kalktrangsundersøgelser (Syre-, Reaktions- og Azotobacterprøven) har vist sig ikke at være kalktrængende.

Af betydelig Interesse i denne Forbindelse er de af *Margarete Wrangel* (1920) udførte Dyrkningsforsøg (i Kvartssand) med Majs og Sennep, af hvilke det fremgik, at Majs kun er i Stand til at udnytte trebasisk fosforsur Kalk eller Raafosfat ved sur Jordreaktion, medens derimod Sennep er i Stand til i nogen Grad at udnytte disse Fosfater selv ved alkalisk Reaktion og derfor med Hensyn til sin Fosforsyre-forsyning er forholdsvis uafhængig af Kalktilførsel eller af Jordreaktionen. Denne Forskel mellem de to Planter synes at staa i Relation til Forholdet mellem deres Optagelse af Kalk og Fosforsyre. Majs optager Kalk ( $\text{CaO}$ ) og Fosforsyre ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) i Forholdet 3 Molekyler  $\text{CaO}$  til 1 Molekyl  $\text{P}_2\text{O}_5$ , hvorimod Sennep ved tilnærmelsesvis samme Fosfatreoptagelse optager 15 Molekyler Kalk. Med Kendskabet til denne Kalk-Fosforsyrefaktor er man efter *M. Wrangels* Formening i Stand til at drage Slutninger med Hensyn til de forskellige Planter Evne til at udnytte Fosforsyre og til i oprindelig neutrale Jorder at foranledige Reaktionsændringer under Væksten. Denne Faktor er, som Forfatteren paa Grundlag af *Wolffs* Askeanalyser angiver, meget forskellig for de forskellige Kulturplanter.

Undersøgelse over Kalkens Indflydelse paa Opløseligheden af Jordens Svovlforbindelser er foretaget i Tilknytning til de af *Lyttleton Lyon* og *J. A. Bizzel* (1918) foretagne Lysimeterforsøg, og af hvilke det fremgik, at Drænvandet fra den kalkede Jord indeholdt betydelig mere Svovl end Drænvandet fra den ukalkede Jord.

Af andre kemiske Virkninger skal paa dette Sted lige omtales Kalkens Indflydelse paa de Giftstoffer, der kan forekomme i Jordbunden, og af hvilke særlig de giftige Svovlforbindelser, Ferrosulfat og fri Svovlsyre, hidtil har tiltrukket sig mest Opmærksomhed. Skønt der saavidt vides ikke er foretaget direkte Jordbundsundersøgelser til Belysning af de basiske Kalkformers Evne til at uskadeliggøre disse Stoffer, er denne Evne efter de navnlig fra Mosekulturen foreliggende Erfaringer utvivlsom og lader sig da ogsaa let forklare ved de direkte Indvirkninger, som Kalken udøver paa disse Stoffer. Fri Svovlsyre, der sædvanlig opstaar ved Iltning af tilstedeværende Svovljærn eller Svovlkis, neutraliseres under Dannelse af Gips, og de let opløselige Jærnforilteforbindelser, der under Forhold, hvor Luften har for ringe Adgang, dannes ved Afiltning af Jærntveiltforbindelserne, men dog ogsaa kan dannes ved Svovlkisens Iltning, udskilles ved Kalkens Indvirkning i uopløselig Tilstand, i hvilken den, under Forudsætning af, at der skaffes Adgang for Luften, hurtigt iltes til uskadelige Jærntveiltforbindelser.

I Henhold til nyere Undersøgelser af *Conner* (1916 og 1921) og *Hartwell* og *Pemberton* (1918 a og 1918 b) har Tilstedeværelse af basisk Kalk i Jorden ogsaa Betydning ved at hindre Dannelsen af opløselige Aluminiumforbindelser, der angives at være giftige for Planterne. Ved disse Undersøgelser, af hvilke det i øvrigt fremgik (1918 b), at Giftvirkningerne er knyttede til Aluminium-Ionen, viste Byg sig at være langt mere ømfindtlig end Rug over for disse Forbindelser, der i endnu højere Grad end de frie Syrer hæmmer Plantevæksten. Forfatteren hævder derfor, at en Bestemmelse af det, der kaldes »aktivt Aluminium«, er lige saa ønskelig som en Bestemmelse af Aciditeten, idet Kalktrang i lige saa høj Grad er betinget af, at der mangler Kalk til at udfælde det opløste Aluminium, som at der mangler Kalk til at neutralisere Jordsyernerne. Det »aktive Aluminium« kan i Henhold til disse Forfatteres Undersøgelser (1918 b) ogsaa uskadeliggøres ved Anvendelse af store Mængder Fosfater, idet disse nemlig udfælder de opløste Aluminiumforbindelser.

Aluminium-Ionernes skadelige Indflydelse paa Plantevæklingen er i øvrigt tidligere paavist af *House* og *Gies* (1905) ved Forsøg med Lupin, *Kratzmann* (1914), *Ruprecht* (1915), *Ruprecht* og *Morse* (1917) og *Stoklasa* (1918) og i den allernyeste Tid yderligere af *Mirasol* (1920), *C. Olsen* (1921), *Conner* og *Sears* (1922), *Blair* og *Princc* (1923), *P. S. Burgess* (1923) og *G. Hager* (1923). *C. Olsen* har ved sine Undersøgelser kunnet bekræfte *Hartwell* og *Pembers* Angivelser om, at Aluminium-

Ionerne udøver en betydelig mere skadelig Indflydelse paa Byg end paa Rug, men udtaler i øvrigt, at man ikke i al Almindelighed kan sige, at Aluminium-Ionerne udøver skadeligere Virkninger paa Basebunds- end paa Surbundsplanter, hvorfor man ikke kan antage, at deres Forekomst udøver nogen væsentlig Indflydelse paa Planterfordelingen i Naturen.

Af almindelig Interesse i denne Forbindelse er *G. N. Hoffers* og *R. H. Carrs* (1923) Paavisning af, at Aluminium og Jærnilte spiller en særlig Rolle for Udviklingen af Rodbrand hos Majs; ved direkte Indførelse af saadanne Salte i Planterne har de kunnet fremkalde de for Rodbrand karakteristiske Fænomener, f. Eks. Brunfarvningen ved Grunden af Stænglerne. Rodbrand hos Majs forekommer særlig i Jorder, der er fattige paa Kalk og Fosforsyre, og ved sammenlignende kemiske Undersøgelser af Stængler af rodbrandsyg og frisk Majs fandt de nævnte Forfattere altid et meget større Aluminiumindhold i de syge end i de sunde Stilke. Meget stærkt Rodbrandangreb paa Majs angives at tyde hen paa Mangel paa let tilgængelige Fosforsyreforbindelser, og det er bemærkelsesværdigt, at Anvendelsen af Fosfater i alle Tilfælde har udvist en hæmmende Indflydelse paa Rodbrandangrebene, medens dette ikke i alle Tilfælde har været Tilfældet med Kalkanvendelsen, der endog i nogle Tilfælde har virket skadelig.

At sur Jordreaktion er en Betingelse for Dannelsen af opløselige Aluminiumforbindelser, fremgaar direkte af de af nærværende Afhandlings Forfatter (1916) udførte Undersøgelser. Ved Undersøgelser, som *Abbot, Conner* og *Smalby* (1913) har foretaget med en sur Tørvejord, viste det sig, at denne indeholdt Aluminiumnitrat i en Mængde, der var tilstrækkelig til at udøve tydelige Giftvirkninger paa Planterne. Tilførsel af Kalk resulterede i Aluminiumets Udfældning og dermed i en Uskadeliggørelse af det nævnte Salt. Ved Anvendelse af flere forskellige Gødningssalte, som f. Eks. Kalisalte og Ammoniumsulfat, paa surt reagerende Jorder, er der Mulighed for Dannelsen af opløselige toksiske Aluminiumforbindelser.

I Henhold til Undersøgelser af *Söderbaum* (1918) er Anvendelse af kulsur Kalk paa Tørvejord i Stand til til en vis Grad at neutralisere et Kloridoverskuds skadelige Virkninger.

Aarsagen til forskellige Planters, f. Eks. Lupinens og Hørens, Kalkfjendtlighed er endnu ikke tilstrækkelig udredet. I Henhold til nyere Undersøgelser af *Boas* og *Merkenschlager* (1922) synes denne Kalkfjendtlighed ikke at være betinget af basiske Egenskaber hos Kalksaltene (saaledes som det er Tilfældet, naar Talen er om Kalkens Evne til at foranledige Chlorose hos forskellige Planter, men af selve Calcium-Ionerne, der naar de optages i for stor Mængde af Planterne, foranlediger Koagulation af de i Cellerne værende opløste Æggehvinstoffer og derved foranlediger vidtgaaende Ændringer i Cellesaftens fysiske Tilstand. Magnesia udøver en lignende Virkning som Kalk).

Medens Kalkens Virkninger i de forannævnte Tilfælde har be-  
 staaet i at uskadeliggøre tilstedeværende Giftstoffer, kan den under  
 andre Forhold foranledige Dannelsen af saadanne i Jorden. Det synes  
 saaledes utvivlsomt, at Dannelsen af de Stoffer i Jordbunden, som  
 foranlediger Optræden af Lyspletsyge hos forskellige Kulturplanter,  
 ofte er betinget af den af en Kalktilførsel foranledigede alkaliske Jord-  
 reaktion (se f. Eks. *J. Hudig* [1912]). Den hæmmende Indflydelse, som  
 Anvendelse af store Kalkmængder kan udøve paa den kultiverede  
 Højmoesjords planteproducerende Evne, er i Henhold til Undersøgel-  
 ser af *Densch* (1914) og af samme Forfatter i Forbindelse med *Arnd*  
 (1914) muligvis i særlig Grad betinget af, at Kalken i disse Jorder kan  
 foranledige Dannelse og Ophobning af Nitriter.

Undersøgelser over den Indflydelse, som Kalken udøver paa de  
 i Jordbunden forekommende giftige organiske Forbindelser, er kun  
 udførte i forholdsvis ringe Omfang. Markforsøg af *Skinner* og *Noll*  
 (1916) har vist, at den Giftvirkning, som Vanillin og Salicylaldehyd  
 udøvede paa surt reagerende Jord, kunde ophæves ved Kalkning af  
 denne, og *Schreiner* og *Skinner* (1914) angiver, at det sidstnævnte Stof,  
 som de har isoleret fra en Række forskellige og fortrinsvis surt re-  
 agerende Jorder, udøvede en mindre Giftvirkning paa Hvedekimplanter  
 ved Nærværelse end uden Nærværelse af kulsur Kalk.

Af *Truog* og *Sykora* (1917) er det ved Undersøgelse med Hvede-  
 Kimplanter vist, at kulsur Kalk i væsentlig Grad modvirkede de af  
 Kobbersulfat og Kobbernitrats samt af Vanillin foraarsagede toksiske  
 Virkninger, hvorimod de toksiske Virkninger af Guanidin, der er en  
 kraftig Base, saa langt fra at hæmmes tværtimod forøgedes ved Kalk-  
 anvendelsen. Guanidinforgiftningen modvirkedes derimod ved Tilsæt-  
 ning af Kaolin, der har Syrekarakter. Vanillin blev prøvet i to for-  
 skellige surt reagerende Jorder, af hvilke den ene var en meget lidt  
 frugtbar Sandjord, medens den anden var en særdeles frugtbar Klæg-  
 jord, og det er af betydelig Interesse at lægge Mærke til, at det kun  
 er i den førstnævnte Jord, at dette Stof har udøvet Giftvirkninger, og  
 hvor der derfor har været Lejlighed for Kalken til at modvirke disse.  
 De nævnte Forfattere fremhæver sluttelig, at der i Almindelighed ikke  
 eller kun i mindre Grad gør sig nogen skadelig Toksinvirkning gæl-  
 dende i Jorder, der er passende afvandede og som ikke mangler Kalk,  
 og i en anden Afhandling anfører *Truog* (1918), at den skadelige Ind-  
 flydelse, som sur Reaktion udøver paa Plantevæksten, i Hovedsagen  
 er betinget af, at denne Reaktion hindrer Planterne i tilstrækkelig  
 hurtigt at optage Kalk i Form af Karbonat eller Bikarbonat, hvilke  
 Forbindelser er nødvendige for Neutralisation af visse Syrer i selve  
 Planterne. I et for kort Tid siden fremkommet Arbejde af *Truog*  
 og *Meacham* (1919) godtgøres, at Brintionkoncentrationen i Saften af  
 Lucerne, Rødkløver, Soyabønne, Boghvede, Majs og Raps gennem-  
 gaaende var noget mindre, naar Planterne var dyrkede paa kalket, end  
 naar de var dyrkede paa ukalket Jord, for Lupinens Vedkommende



var Forholdet derimod omvendt. Ogsaa de af *A. R. C. Haas* (1920) foretagne Undersøgelser over Plantesaftens Reaktion viser, at Brintionkoncentrationen sædvanlig er højere i de Planter, der er voksede paa ukalket end i de, der er voksede paa kalket Jord (Undersøgelserne udførtes i Forbindelse med Kalkningsforsøg i Kar).

*Truog* giver følgende Definition af Begrebet Planternes Kalktrang: Udtrykket: en Plantes Kalktrang, refererer sig til selve den paagældende Plantes virkelige Behov af Kalk og i Særdeleshed til den Lethed og Hurtighed, hvormed den for en normal Vækst udkrævede Mængde kan optages fra Jorden. Dersom Planten derfor er i Besiddelse af en stor Kalktrang, maa Opløseliggørelsen og Frigørelsen foregaa hurtigt og let, saafremt Planternes Krav til dette Stof skal kunne tilfredsstilles.

I Tilknytning til den foregaaende Redegørelse for Kalkens Indflydelse paa Giftstoffer i Jordbunden vil der ogsaa være Grund til kort at omtale de indirekte Virkninger af plantefysiologisk Natur, som dette Stof udøver i Jordbunden, og som i den nyere Tid har været Genstand for omfattende Undersøgelser<sup>1)</sup>.

Allerede i 1883 bemærkede *v. Raumer*, at Magnesiumsalte i en kalkfri Næringsopløsning udøvede en i høj Grad skadelig Indflydelse paa Planterne. Vort Kendskab til Calciums og Magnesiums indbyrdes Forhold skyldes dog særlig *Loew* (1892), der i en for ca. 30 Aar siden fremkommen Afhandling bekræfter den foran nævnte Iagttagelse og endvidere godtgør, at den skadelige Virkning af Magnesium i en kalkfri Opløsning gør sig stærkest gældende, naar Opløsningen ikke indeholder andre Næringsstoffer. Skønt Magnesium er et nødvendigt Plantenæringsstof, virker dets Salte altsaa som stærke Gifte paa Planterne, naar der ikke er Kalk til Stede i Opløsningen, medens Tilstedeværelsen af tilstrækkelige Mængder af Calcium ganske ophæver Giftvirkningen.

Dette Arbejde af *Loew* har givet Stødet til et stort Antal Undersøgelser — foretagne med Organismer, hørende saavel til Plante- som Dyreriget — vedrørende forskellige Basers antagonistiske Forhold, og Hovedresultatet af disse Undersøgelser er, at de fleste af de Saltopløsninger, der kun indeholder en enkelt Metal-Ion, udøver Giftvirkninger paa Organismerne, og at disse Giftvirkninger modvirkes ved Tilsætning af Salte indeholdende en anden eller flere andre Metal-Ioner. Rene Calciumsalte synes ikke at udøve nogen Giftvirkning paa Planterne, og hvad der i denne Forbindelse er af særlig Interesse er, at Calcium-Ionerne, saaledes som det f. Eks. særlig tydeligt fremgaa af *B. B. Hansteens* (1911—1914), *M. M. Mc. Cools* (1913) og *J. G. Maschhaupts* (1916) Undersøgelser, har vist sig at være det

<sup>1)</sup> En nærmere Oversigt over disse Undersøgelser er givet af *M. M. Mc. Cool* (1913), hvis Afhandling er refereret i dette Tidsskrift af nærværende Beretnings Forfatter (1916).

mest virksomme Middel til at ophæve en Række forskellige Metal-Ioners Giftvirkninger og saaledes i særlig Grad er i Stand til at tilvejebringe det, som *Osterhaut* kalder en fysiologisk afbalanceret Op-løsning. Paa Grundlag af ultramikroskopiske Iagttagelser af de med 1 n KCl og 1 n CaCl<sub>2</sub> plasmolyserede Epidermisceller af Løgskællene hos *Allium cepa* viser *Hansteen Cranner* (1919), at Fældningen af de perifere Cellelipoider ved Kalium-Ionerne var »diffus og viskøs« (Op-løsningen uklar), medens den af Calcium-Ionerne foranledigede Fældning var fast og haard (Opløsningen krystalklar).

De nævnte Giftvirkninger gør sig imidlertid i langt ringere Grad gældende, naar Saltene i Stedet for til Vandkulturer anvendes til Jordkulturer. Om Betydningen for Praksis af de nævnte Virkninger lader der sig i Øjeblikket ikke sige noget sikkert, men *Mc. Cool* er dog tilbøjelig til at antage, at den gunstige Virkning af Kalktilførsel til Jorden i mange Tilfælde delvis skyldes dette Stofs Evne til at modvirke eller ophæve de af andre Baser foranledigede Giftvirkninger, og hvor det har vist sig, at Tilførsel af en ensidig mineralisk Gødning har udøvet en uheldig Indflydelse paa Plantevæksten — noget, der jo ikke foreligger saa helt faa Eksempler paa —, anser han det for heldigt at tilføre Kalk, selv om det kun bliver en ringe Mængde.

For kort Tid siden har *Ehrenberg*, Göttingen (1919), ment at kunne godtgøre, at der bestaar et vist Forhold mellem Planternes Optagelse af Kali og Kalk, hvad der f. Eks. bevirker, at Tilførsel af Kalk paa forholdsvis kalifattige Jorder kan virke hæmmende paa Plantevæksten. Dette indbyrdes Forhold mellem de to Baser anser *Ehrenberg* for at være saa sikkert udredet, at han endog giver det Udtryk i en særlig Lov — Kalk-Kali-Loven — som han formulerer paa følgende Maade: Forøger man i betydelig Grad Kalktilførselen til en Plante, der kun er svagt forsynet med Kali, tilbagetrænges Kalioptagelsen, hvad der kan medføre en betydelig Skade; ved ensidig Forøgelse af Kaligødningen kan Planterne beskyttes mod Virkningerne af Kalkoverskudet og opnaa en bedre eller endog en normal Udvikling.

Som Kaligødninger bør man efter *Ehrenbergs* Mening under disse Forhold anvende højprocentige Kalisalte — muligvis ren Klorkalium. Kaliumsulfat bevirker en stærkere Opløseliggørelse af Kalken i Jorden og er derfor mindre egnet. Forklaringen til det nævnte Forhold mellem Kalk og Kali søger *Ehrenberg* ligesom tidligere (i 1888) *Bansot* i det Forhold, at Kalken, naar den er til Stede i forholdsvis meget rigelig Mængde, ved at danne uopløselige Salte med de organiske Syrer helt eller delvis fortrænger Alkalierne og saaledes kommer til at virke hæmmende paa Assimilationsprocesserne.

Den af *Loew* (1902 o. s. v.) fremsatte Paastand om, at det for Opnaaelse af Maksimalafgrøder er nødvendigt, at Kalk- og Magnesiaforbindelser er til Stede i et bestemt Forhold (forskelligt for de enkelte Kulturplanter), bestrides for øvrigt stærkt af de forskellige Forskere, særlig af *D. Meyer* (1910) og *O. Lemmermann* og *A. Einecke* (1911),

der paa Grundlag af de henholdsvis i Halle og Berlin anstillede Forsøg vedrørende dette Spørgsmaal godtgør, at dette Forhold kan variere inden for meget vide Grænser uden at medføre uheldige Virkninger paa Plantevæksten, og til samme Resultat kommer *E. Haselhoff* (1913) og *E. A. Mitscherlich* (1917).

Under Omtale af Kalkens plantefysiologiske Virkninger fortjener ogsaa de af *F. W. Parker* og *E. Truog* (1920) udførte Undersøgelser over en Række forskellige Planters kemiske S sammensætning at fremhæves; af disse fremgaar det, at der, set under eet, bestaar et ret nøje Forhold mellem Planternes Indhold af Calcium og Kvælstof, hvilket Forfatterne forklarer ved Kalkens Betydning for Æggehvidedannelsen i Planterne, der er ledsaget af en betydelig Syredannelse.

Af de foran refererede Undersøgelser fremgaar det da, at Kalken i betydelende Grad bidrager til at mobilisere Jordbundens tungt tilgængelige Plantenæringsstoffer og til at modvirke tilførte let opløselige Plantenæringsstoffers Overførelse i tungt opløselige Forbindelser, og sandsynligvis beror en væsentlig Del af Kalkvirkningen paa netop dette Forhold. — Er denne Forudsætning imidlertid rigtig, er der Grund til at antage, at Omfanget af Kalkvirkningen i væsentlig Grad vil være betinget af Jordens Indhold af for Planterne tilgængelige Næringsstoffer (Jordens Gødningskraft), og som Forfatteren (1918) har vist, synes Reglen da i Virkeligheden ogsaa at være den, at jo større dette Indhold er, desto mindre Udslag er der for Kalktilførselen<sup>1</sup>). Dette Forhold medfører imidlertid, at direkte i Marken udførte Kalkforsøg ikke altid vil kunne ventes at give sikre Udtryk for Graden af Jordens Mangel paa basiske Kalkforbindelser, dens virkelige Kalktrang. Der er dog med Kendskabet til Kalkens fremmende Indflydelse paa Stofomsætningerne i Jordbunden al Grund til at antage, at de kalktrængende Jorder kræver en større Næringsstofftilførsel end de ikke kalktrængende til Vedligeholdelse af Jordens Frugtbarhed, og at det derfor — endda bortset fra, at visse Plantesygdomme, som Rodbrand og Kaalbrok, hvis Udvikling ofte synes at være ret uafhængig af Jordens Gødningskraft, sædvanlig optræder langt mere ødelæggende paa kalktrængende end paa ikke kalktrængende Jorder — i Almindelighed vil være en daarlig Økonomi at undlade Afhjælpning af Jordens Kalktrang.

### Kalkens mikrobiologiske Virkninger.

I de senere Aar er der udført et betydeligt Antal Undersøgelser med det Formaal at belyse Kalkens Indflydelse paa Jordbundens mikrobiologiske Tilstand.

<sup>1</sup>) Paa meget næringsstofrige, men kalkfattige Jorder vil det ofte kun være Kalkens saakaldte plantepatologiske Virkninger (*Harald R. Christensen* [1918]), d. v. s. dens Evne til at modvirke eller ophæve visse Plantesygdomme, der slaar igennem.

Vedrørende Kalkens Indflydelse paa Antallet af Mikroorganismer i Jorden er der foretaget Undersøgelser af *Chester* (1901), *Fischer* (1909), *Lemmermann* og *Fischer* (1911), *Brown* (1912 a og 1912 b) og *Hutchinson* (1913) samt *F. E. Bear* (1917).

*Chesters* Undersøgelser er udførte i Tilknnytning til et Forsøg med Anvendelse af tre forskellige Kalkmængder, 500, 1000 og 2000 kg pr. acre, og de med Anvendelse af Bouillon-Agar foretagne Tællinger viste, at Bakterientallet steg med Kalkmængden; til lignende Resultater kommer ogsaa *P. E. Brown* (1912 a). Ved den første af *Browns* Undersøgelser (se Tabel 21) anvendtes en Lerjord, der aldrig var tilført Kalk. Jorden, der ved Dyrkningsforsøg havde vist sig at være udpræget kalktrængende, fordeltes i December Maaned i store Lerkar, rummende ca. 30 kg Jord. Der benyttedes 2 Fælleskar. Planen for Forsøget var følgende: Ukalket og Kalk svarende til  $\frac{1}{2}$ , 1, 2 og 3 Tons pulveriseret Kalksten pr. acre. Fra disse Kar blev der med visse Mellemrum (se Tabellen) udtaget Jordprøver til Bestemmelse af Bakterientallet. Som Næringssubstrat anvendtes en af *Lipmann* og *Brown* tidligere foreslaaet syntetisk Agar, og der optaltes de efter Henstand i 3 Dage ved en Temperatur af 20° C. fremkomne Kolonier.

Tabel 21. *P. E. Browns* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Bakterientallet i Jorden (Antal Bakterier pr. 1 g tør Jord).

Kalktilførsel (Tons pr. acre)	Dato for Prøveudtagningen:			
	27. Januar	10. Februar	24. Februar	21. Marts
Ingen	2 127 000	4 209 000	3 059 000	1 930 000
$\frac{1}{2}$	2 597 000	4 743 000	3 622 000	2 342 000
1	3 022 000	5 148 000	3 797 000	2 787 000
2	3 516 000	5 858 000	4 457 000	3 160 000
3	4 210 000	6 919 000	5 197 000	3 766 000

Resultaterne af Undersøgelserne af de enkelte Fælleskar viste gennemgaaende en god Overensstemmelse.

Ved *Fischers* og *Hutchinsons* Undersøgelser er anvendt brændt Kalk, og begge disse Forskere kommer overensstemmende til det Resultat, at Tilførselen af dette Stof først bevirker en Formindskelse af Bakterientallet, men at der derefter foregaar en hurtig Udvikling af Jordbundsmikroberne, saaledes at disses Antal er langt større i den kalkede end i den ukalkede Jord. I en af *Fischers* Undersøgelserækker, ved hvilken Jorden behandlede med en Kalkmængde svarende til 0.7 pCt. CaO af Jordens Vægt, gik Antallet af disse umiddelbart efter Indblandingen af Kalk ned fra 5 Millioner til  $\frac{1}{2}$  Million pr. g Jord, men medens Bakterientallet vedblev at være omtrent uforandret i ukalket

Jord, var det i den kalkede efter Forløbet af 22 Dage steget til ca. 67 Millioner og efter 42 og 114 Dage henholdsvis til 105 Millioner og 400 Millioner. Denne enorme Forøgelse, som ogsaa er traadt frem ved *Hutchinsons* (1913) Undersøgelser med Anvendelse af en paa kulsur Kalk rig Jord, forklarer sidstnævnte ved den brændte Kalks Evne til helt eller delvis at uskadeliggøre de bakterieædende Protozoer i Jorden. Den brændte Kalk skulde med andre Ord ligesom andre Desinfektionsmidler foranledige en delvis Sterilisation (partiell sterilisation) af Jorden, men denne specielle Virkning traadte dog kun tydeligt frem ved Anvendelsen af saa store Kalkmængder (fra  $\frac{1}{2}$  til 1 pCt. af Jordens Vægt), som der i den almindelige Landbrugspraksis ikke vil blive Tale om at anvende.

Tabel 22. *F. E. Bears* Undersøgelser over kulsur Kalks Indflydelse paa Bakterieantallet i to surt reagerende Lerjorder.

kg CaCO <sub>3</sub> pr. 200 000 kg Jord	Antal Bakterier pr. Gram Jord (Millioner)	
	Jord I	Jord II
0	3.34	3.50
250	4.13	3.42
500	3.54	4.61
1000	3.44	3.76
2000	3.93	4.47
3000	4.13	4.92
Neutralpunktet ( <i>Veitch</i> ' Metode)		
4000	4.42	7.35
5000	5.31	9.74
7500	5.60	15.83
10000	3.34	14.97
20000	6.68	14.89
40000	9.34	18.20

*F. E. Bear* har foretaget en Undersøgelse over den Indflydelse, som forskellige Mængder kulsur Kalk, varierende fra 250 til 40 000 lbs. kulsur Kalk pr. 2 Millioner lbs. Jord, udøver paa Antallet af Bakterier i to surt reagerende Lerjorder, hvis Aciditet, bestemt efter *Veitchs* Metode, svarede til 3500 lbs. kulsur Kalk pr. 2 000 000 lbs. Jord. Prøverne opbevarede i store Stenkrukker, og 12 Uger efter Tilsætningen af Kalken udførtes Bakterietællingen. Under denne Periode blev Karrenes Indhold en Gang ugentlig udtømt, og efter omhyggelig Sammenblanding erstattedes den fordampede Vandmængde (der tilførtes saa meget

Vand, som svarede til det optimale Indhold (!) heraf). Resultaterne er meddelte i Tabel 22, og som det fremgaar af denne, havde den største Kalktilførsel ved Jord Nr. I forøget Bakterieantallet fra 3.3 til 9.3 Millioner og ved Jord Nr. II fra 3.5 til 18.2 Millioner pr. 1 g Jord. De mindre Kalkmængder — indtil ca. 3000 lbs. — har saa godt som ikke forøget Bakterieantallet, og først naar Kalkmængden overstiger, hvad der udkræves til Jordens Neutralisation, bliver Virkningen iøjnefaldende. Anvendelse af fosforsur Kalk sammen med kulsur Kalk (se n. Afhandlingen) har ligeledes i væsentlig Grad forøget Bakterieantallet.

Det er en almindelig Antagelse, at Anvendelsen af Kalk til kalktrængende Jorder — særlig paa Grund af dens Evne til at virke formindskende og regulerende paa Jordvædsdens Brintionkoncentration — i væsentlig Grad paavirker Forholdet mellem de forskellige Mikroorganismegrupper i Jorden, saaledes at f. Eks. Skimmelsvampene optræder i relativt større Mængde i de surt reagerende end i de som Følge af Kalktilførsel neutralt til alkalisk reagerende og stødpuderige Jorder, et Forhold der da ogsaa er eksperimentelt godtgjort f. Eks. af *Lemmermann* og *Fischer* (1911). I en saadan Forskydning af Forholdet mellem Mikroorganismegrupperne, søger man da ogsaa sædvanlig Hovedaarsagen til Kalkens saakaldte plantepatologiske Virkninger (*Harald R. Christensen* [1918]).

Om Kalkens Indflydelse paa de organiske Stoffers Nedbrydning er der allerede omkring Midten af forrige Aarhundrede foretaget Undersøgelser af *Franz Schulze*, Breslau (1860). *Schulze* anbragte Jord i tæt tillukkede Glasflasker, der gennem ombøjede Rør var satte i Forbindelse med Skaale, indeholdende en farvet Vædske. Inde i Flaskerne var anbragt smaa Skaale med Kalilud, der absorberede den ved Omsætningen af Humusstofferne dannede Kulsyre. Da der til disse Omsætninger udkrævedes Ilt, bliver Lufttrykket inde i Flaskerne mindre end udenfor, hvad der medfører, at den farvede Vædske stiger op i Glasrøret. Trykformindskelsen, som paa denne Maade kan maales, er et direkte Udtryk for Iltforbruget og derfor for Mængden af den ved Omsætningerne dannede Kulsyre. Af alle de af *Schulze* med forskellige Jorder (saavel Mosejorder som Agerjorder) anstillede Omsætningsforsøg fremgik det, at Tilførsel af kulsur Kalk fremskyndede de organiske Stoffers Omsætning. Til samme Resultat kommer *Poul Petersen* (1871) ved sine Undersøgelser over den kulsure Kalks Indflydelse paa Løvtræjords Omsætning.

Af en Række Omsætningsforsøg, som *Wollny* (1897) har foretaget med Materialer af meget forskellig Art, som pulveriseret Rughalm, Hestegødning, Tørvejord m. m., med og uden Tilsætning af brændt eller kulsur Kalk, uddrager han det Hovedresultat, at Kalken (brændt Kalk og kulsur Kalk) nærmest virker hæmmende paa de uomsatte organiske Stoffers Nedbrydning, men derimod synes at fremme Omsætningen af Stoffer, der er delvis omsatte og indeholder frie Humus-

syrer. Ved et sammenlignende Omsætningsforsøg med fri Humussyre og humussur Kalk (begge Præparater var indblandet i Sand) finder han, at det sidstnævnte Præparat sønderdeles langt hurtigere end det førstnævnte.

Den hæmmende Virkning af Kalken paa de uomsatte organiske Stoffers Nedbrydning er dog særlig traadt frem ved Anvendelsen af brændt Kalk, hvorimod kulsur Kalk som oftest har virket fremmende paa disse Stoffers Omsætning.

J. R. Neller (1920) har i Tilknytning til et Kalkforsøg paa kalktrængende Lerjord i New Jersey (Anvendelse af 2 Tons pulveriseret Kalksten pr. acre) vist, at den kalkede Jords Evne til at sønderdele Soyabønnehø — maalt ved Kulsyreproduktionen — var ca. 40 pCt. større end den ukalkede Jords, og at der i det hele taget bestod et ret nøje Forhold mellem Jordens Kalktrang og dens Evne til Iltning af det benyttede organiske Stof. Ved Undersøgelse af selve Jordens Kulstofindhold 9 Aar efter Kalkningen viste det sig, at dette var fra 7.5 til 12.2 pCt. (svarende til henholdsvis ca. 3400 og 6000 pounds Organisk Stof pr. acre) mindre i de kalkede end i de ukalkede Parceller. Det mindste Kulstoftab fandt Sted i et Sædskitte med Bælgplanteafgrøder i Rotationen og det største i et Sædskitte uden Bælgplanter. — Ogsaa Lemmermann og Medarbejdere (1911 og 1924) har ved omfattende Forsøg godtgjort, at saavel brændt Kalk som kulsur Kalk i betydelig Grad fremmer Stofomsætningen (maalt ved Kulsyreproduktionen i Materialer som Hestegødning, Vikkehø, grøn Sennep, Lupinmel, Tørvejord o. a.).

For øvrigt kan Kalkens fremmende Indflydelse paa de organiske Stoffers Nedbrydning hyppigst, saaledes som navnlig Tacke (1895) har gjort opmærksom paa, iagttages i Højmosekulturer, hvor en stærk Kalkanvendelse giver Anledning til en betydelig Sæmmensynkning af Mosen, og selv om denne Sæmmensynkning vel nok i ikke ringe Grad skyldes Calcium-Ionernes Indvirkning paa Humuskolloiderne (Koagulationsfænomener), er den dog for en væsentlig Del betinget af en stærk forøget Omsætning af Højmosetørven.

Undersøgelser over den kulsure Kalks Indflydelse paa rene kvælstoffrie organiske Stoffers Omsætning er foretaget af Forfatteren (1914) af nærværende Afhandling. Undersøgelserne er foretagne dels med Mannit og dels med Cellulose (askefrit Filtrerpapir). Med Hensyn til Mannitomsætningen har Undersøgelserne vist, at visse Jorder er saa kalkfattige, at de ikke eller kun i meget ringe Grad er i Stand til at foranledige denne Omsætning. Disse Jorder har ved Dyrkningsforsøg i Marken vist sig at være i ganske særlig Grad kalktrængende, ligesom de ogsaa ved den kemiske Analyse gennemgaaende viste sig at være betydelig fattigere paa Kalk (opløselig i Klorammonium) end de mannitforgærende Jorder. Tilstedeværelse af basiske Stoffer er dog ikke nogen Betingelse for Iværksættelsen af Mannitforgæringen, idet denne kan forløbe meget energisk ved Anvendelse af selv udpræget

surt reagerende Jorder; de foretagne Undersøgelser tyder derimod hen paa, at Graden af Manittens Forgæring overvejende kan betragtes som et Udtryk for Jordens Indhold af Bakterienæringsstoffet Kalk, et Resultat, som ogsaa en Række eksperimentelle Undersøgelser har bekræftet.

Heller ikke Cellulosesønderdelingen er betinget af Tilstedeværelsen af basiske Kalkforbindelser, idet det viser sig, at baade sure Lavmosejorder og sure Mineraljorder er i Stand til ved Nærværelse af let opløselige Fosforsyreforbindelser hurtigt at sønderdele Cellulose. Derimod har Tilførsel af Kalk i basisk Form været en Betingelse for, at der i raa Højmosejorder kan finde Cellulosesønderdeling Sted.

Kalkens Indflydelse paa de kvælstofholdige organiske Stoffers Nedbrydning er undersøgt af en Række forskellige Forskere.

Allerede af *Remys* (1902) første Undersøgelser vedrørende Peptonsønderdelingen i Jorden fremgik det, at Tilstedeværelse af Kalk tydelig fremmede denne Proces, og ved de af *Wohltmann* og Medarbejdere (1904) i Tilknytning til det tidligere omtalte specifikke Gødningforsøg i Bonn-Poppelsdorf udførte Undersøgelser, bekræftedes dette Resultat. Ved disse Undersøgelser, ved hvilke den af *Remy* foreslaaede Metode for Bestemmelse af Jordens peptonsønderdelende Evne er benyttet, anvendtes 10 g Jord til 100 cm<sup>3</sup> 1 pCt. Peptonopløsning. Blandingen henstod i 3 Dage ved en Temperatur af 18° C., hvorefter den i Væsken tilstedeværende Ammoniakkvælstof, der udtrykker Om-sætningsgraden, bestemtes ved Destillation med brændt Magnesia.

Tabel 23. *Wohltmanns* og Medarbejderes Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jordens peptonsønderdelende Evne.

Jordens Behandling	mg Ammoniakkvælstof i 50 cm <sup>3</sup> Peptonopløsning
Ugødet .....	11.7
Kalk .....	18.5
Superfosfat .....	12.2
Superfosfat + Kalk .....	17.9
Kaligødning .....	12.3
Kaligødning + Kalk .....	18.7

Undersøgelserne foretoges i flere Serier, og Resultaterne fra en af disse er meddelte i Tabel 23. Som det fremgaar af denne, har Kalken i alle Tilfælde virket stærkt fremmede paa Forraadnelsen. Til et lignende Resultat kommer *Voorhees*, *Lipmann* og *Brown* (1907), der i Stedet for Pepton anvendte 1 pCt. Gelatineopløsning, *Krueger* (1908), *Ritter* (1912), hvis Undersøgelser er udførte med Højmosetør, *Brown* (1912), der anvendte saavel Blodmel som Bomuldsfrømel, *F. E.*



*Bear* samt *E. B. Fred* og *E. J. Graul* (1917), der anvendte henholdsvis Kasein og Kasein og Gelatine.

Ved de af Forfatteren (1914) af denne Afhandling foretagne Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Peptonsønderdelingen, fremgik det, at Tilsætning af kulsur Kalk til den med Forraadningsbakterier podede rene Peptonopløsning ikke fremmede Forraadnelsen, og naar den kulsure Kalk alligevel ved Undersøgelserne over forskellige Jorders peptonsønderdelende Evne for flere Jorders Vedkommende stærkt fremmede Peptonnedbrydningen, synes dette — i hvert Tilfælde for Mineraljordernes Vedkommende — hovedsagelig at bero paa indirekte Virkninger af dette Stof og navnlig paa dets Evne til at foranledige disse Jorders Mikroflora ændret i en for en hurtig Nedbrydning af Peptonet heldig Retning. Medens ekstra Tilførsel af Forraadningsbakterier nemlig var helt eller næsten helt virkningsløs, naar der anvendtes »basiske« Jordrer (d. e. Jordrer, som foranlediger Azotobacterudvikling i den kalkfrie »podede« Mannitopløsning), virkede en saadan Bakterietilførsel tydelig fremmende paa de »basefrie« Jordrer (d. e. Jordrer, som ikke foranlediger Azotobacterudvikling i den kalkfrie »podede« Mannitopløsning) Evne til Peptonnedbrydning. For den stærkt sure Højmosetørvs Vedkommende er det særlig Kalkens syremættende Evne, der betinger dens store Indflydelse paa denne Jordbundsforms peptonsønderdelende Evne, og Tilførsel af Kalk er her en Betingelse for, at der overhovedet kan foregaa en nogenlunde kraftig Peptonsønderdeling. Ved de af *Bear* (1917) foretagne Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jordens Evne til at spalte Kasein fremgik det, at smaa Kalkmængder virkede forholdsvis bedre end store Kalkmængder, og at en Kalktilførsel, ud over hvad der udkræves til Jordens Neutralisation, var virkningsløs.

Af de af *Winogradsky* og Medarbejdere (1900) i Næringsopløsninger foretagne Nitrifikationsundersøgelser fremgik det med stor Sikkerhed, at denne kun fandt Sted ved Nærværelse af basiske Stoffer, der var i Stand til at mætte Salpetersyren, efterhaanden som den dannedes, og det laa da nær at antage, at ogsaa sure eller i det hele taget ikke basiske Jordrer maatte være et uheldigt Substrat for de salpeterdannende Bakterier.

Kalkens Betydning for Nitrifikationen var i øvrigt velkendt i Frankrig under Napoleonskrigene, idet man i de i militært Øjemed anlagte saakaldte Salpeterplantager altid sørgede for Nærværelse af en rigelig Mængde Kalk eller kalkholdig Jord, og i den nyere Tid er denne fremmende Indflydelse paa Nitrifikationen godtgjort gennem en Række eksperimentelle Undersøgelser af f. Eks. *Petersen* (1871), *Polzeniusz* (1898), *Tacke* og *Immendorf* (1898), *Wagner* (1903), *Wohltmann*, *Fischer* og *Schneider* (1904), *Liechti* og *Werner Mooser* (1904), *Voorhees*, *Lipmann* og *Brown* (1907), *Fr. Weis* (1908), *Lemmermann*, *Fischer* og *Schneider* (1911), *P. E. Brown* (1912), *F. E. Bear* (1917), *Hall* og *Miller* (1908), *Neller* (1920) og *Robinson* og *Bullis* (1922).

Ved de af *Wohltmann* og Medarbejdere foretagne Undersøgelser blev Jorden fra de enkelte Parceller i det gentagne Gange nævnte specifikke Gødningsforsøg anbragt i Zinkkar, 2 kg pr. Kar, og her blandet med 25 cm<sup>3</sup>  $\frac{1}{1}$  n Ammoniumsulfatopløsning (350 mg N). Karrene tildækkedes med Glasplader og opbevarede 50 Dage i et mørkt Rum, hvor Temperaturen svigede mellem 16 og 22° C. Til Sammenligning henstilledes en Serie Kar, indeholdende Jordprøver fra de samme Parceller, men til hvilke der ikke var anvendt Ammoniumsulfat. Et

Tabel 24. *Wohltmanns* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Nitrifikationen i en svagt sur Lerjord.

Jordens Behandling	mg Salpeter-N efter 50 Dage		Af Ammoniakkvælstoffet nitrificeredes pCt.
	Uden Tilsætning af svovlsur Ammoniak	Med Tilsætning af svovlsur Ammoniak	
Ugødet .....	12.8	62.2	14.1
Kalk .....	14.6	309.8	84.7
Superfosfat .....	12.8	91.4	22.5
Superfosfat + Kalk .....	9.1	307.2	85.3
Kaligødning .....	12.8	75.4	17.8
Kaligødning + Kalk .....	18.2	305.3	82.1
Magnesia (brændt) .....	14.6	257.8	69.6
Kaligødning + Magnesia .....	14.6	166.4	43.4
Kaligødning + Superfosfat .....	16.4	78.6	17.8
Chilisalpeter .....	14.6	126.2	31.9
Staldgødning .....	14.6	140.8	36.1

Uddrag af disse Undersøgelseres Resultater, der kan tjene som Eksempel paa den Indflydelse, som Kalken udøver paa Salpeterdannelsen, er anført i Tabel 24, af hvilken det fremgaar, at saavel Kalk som Magnesia (men dog i særlig Grad det førstnævnte Stof) i høj Grad har fremmet den svovlsure Ammoniaks Omdannelse til Salpetersyre, medens disse Stoffer ikke har foranlediget nogen kendelig Forøgelse af Salpeterindholdet i de Jordportioner, der ikke var tilført Ammoniak. De andre Gødningsmidlers Indflydelse paa Nitrifikationen var sammenlignet med Kalkens ret ringe; dog har Anvendelsen af Staldgødning og Chilisalpeter foranlediget en ikke helt ubetydelig Forøgelse af Nitrifikationskraften, hvad der sandsynligvis skyldes de basiske Stoffer, som med disse Gødninger tilføres Jorden.

*Wagners* Forsøg er udført med flere Jorder med forskelligt Indhold af kulsur Kalk. Alle Jorderne blandedes med svovlsur Ammoniak og henstilledes dels med og dels uden Tilsætning af kulsur Kalk. Af Resultaterne af disse Undersøgelser (se Tabel 25) vil det ses, at Tilsætning af Kalk kun har været af ringe Betydning for de meget

kalkrige Jorders Vedkommende, hvorimod den, anvendt til de mere kalkfattige Sandjorder, i høj Grad har fremmet Nitrifikationen.

Tabel 25. *Wagners* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Nitrifikationen i forskellige Jorder.

	mg Salpeter-N efter 8 Dage	
	Uden Kalk	5 g kulsur Kalk til 300 g Jord
1. Sandjord.... (0.05 pCt. kulsur Kalk)	13	73
2. do. .... (0.10 - do. )	40	87
3. do. .... (0.24 - do. )	17	81
4. Svær Lerjord (2.66 - do. )	80	85
5. Lermuld.... (4.29 - do. )	73	85

*P. E. Browns* (1912) Undersøgelser udførtes i Tilknytning til de tidligere omtalte Forsøg med forskellige Kalkmængder. Fra Karrene, der var henstillede i December Maaned, blev der med visse Mellemrum udtaget Prøver, af hvilke Portioner paa 100 g anbragtes i Bægerglas. Undersøgelsen falder i to Serier; i den ene blandedes hver enkelt Jordportion med 100 mg Ammoniumsulfat, i den anden med 200 mg tørret Blod. Salpeterindholdet bestemtes efter 4 Ugers Henstand. — Resultaterne er meddelte i Tabel 26. Dennes 3. Afdeling indeholder Resultaterne af de umiddelbart efter Prøveudtagningen fra Karrene foretagne Bestemmelser af Salpeterindholdet og giver saaledes Oplysninger om Nitrifikationen af Jordprøvernes egne Kvælstofforbindelser.

Saavel Nitrifikationen af svovlsur Ammoniak som af tørret Blod er tiltaget med Mængden af anvendt kulsur Kalk, men Forskellen mellem Salpeterdannelsen i ukalket og kalket Jord er dog langt fra saa fremtrædende som ved *Wollnys* Undersøgelser, hvad der tyder hen paa, at den af *Brown* anvendte Jord, om hvis Kalkindhold eller Reaktion der desværre ikke foreligger Oplysninger, ikke har været saa stærkt kalktrængende.

I Jorden uden Tilsætning af Kvælstofforbindelser er der i Prøverne fra den første Udtagning ingen Forskel at spore, men senere gør Kalkens fremmende Indflydelse sig tydelig gældende.

De af *P. E. Müller* og *Fr. Weis* (1908) udførte Forsøg til Belysning af Kalkens Indflydelse paa Nitrifikationen i Hedemor er tidligere omtalt af nærværende Afhandlings Forfatter (1911).

*F. E. Bear* (1918) benyttede til sine Undersøgelser de to Side 830 omtalte surt reagerende Lerjorder, der ved Undersøgelse efter *Veitchs* Metode udkrævede 3500 Pounds kulsur Kalk pr. 2000000 Pounds Jord. Undersøgelserne gennemførtes i to Serier, i den ene anvendtes svovlsur

Tabel 26. Browns Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Nitrifikationen i Jordbunden.

Tilførsel af Kalk (pulveriseret Kalksten, Antal 1000 lbs pr. acre)	Førøgelse af Salpeterkvælstofindholdet (i Forhold til »Ubehandlet«)			
	Prøve- udtagning 24. Januar	Prøve- udtagning 7. Februar	Prøve- udtagning 21. Februar	Prøve- udtagning 16. Marts
Tilsætning af Svovlsur Ammoniak.				
Ingen	12.03	8.95	6.85	7.81
1	14.27	12.46	7.44	9.12
2	15.48	15.82	8.58	11.51
4	17.05	18.04	11.39	15.29
6	18.83	20.82	16.40	17.99
Tilsætning af tørret Blod.				
Ingen	17.97	17.94	13.01	13.12
1	20.03	22.13	14.36	14.71
2	21.79	24.88	16.14	16.25
4	23.62	28.12	20.34	20.49
6	25.95	30.78	24.59	23.01
Ingen Tilsætning (mg Salpeterkvælstof i kg Jord).				
Ingen	8.85	7.92	11.02	6.79
1	8.81	8.76	11.24	9.10
2	8.89	8.82	12.50	11.94
4	8.83	10.83	12.62	14.74
6	8.92	11.91	13.00	16.93

Ammoniak og i den anden kulsur Ammoniak. Kalkmængden varierede mellem 250 og 40 000 Pounds  $\text{CaCO}_3$  pr. 200 000 Pounds Jord. — Kalkens Virkning var i disse Forsøg meget fremtrædende. Ved Anvendelse af Ammoniakulfat tiltog Virkningen gennemgaaende med den stigende Kalkmængde indtil 10 000 Pounds.

Endelig skal anføres, at *Scales* (1915) ved sine Nitrifikationsundersøgelser er kommet til det Resultat, at Nitrifikationsbakterierne er mest virksomme i Jorden ved Nærværelse af en Kalkmængde svarende til Halvdelen af den, der udkræves til at dække Jordens Kalktrang (bestemt efter *Veitch's* Metode); et Overskud af Kalk synes at virke hæmmende paa Nitrifikationen. *Miller* (1914), der arbejdede med en, over for Lakmus surt reagerende Sandjord, finder, at Anvendelse af 0.1 pCt. Calciumilte (som brændt Kalk) foranledigede en Formindskelse af Jordens Evne til at nitrificere Ammoniumsulfat, og at Anvendelse af 0.5 pCt. ganske standsede Processen.

Ved en af *Bear* i 1917 med en sur Lerjord foretagen Undersøgelse fremgik det, at kulsur Kalk, anvendt i en Mængde svarende til ca. 2 pCt. af Jordens Vægt, i betydelig Grad fremmede Nitrifikationen af Jordens egne Kvælstofforbindelser. Ved Tilsætning af en let omsættelig organisk Kvælstofforbindelse som Gelatine virkede Kalken i den første Tid ligeledes fremmede paa Nitrifikationen af dennes Kvælstof, medens senere det omvendte var Tilfældet, et Forhold, der, som Forfatteren viser, skyldes, at den nævnte Tilsætning giver Anledning til en stærk Udvikling af nitratassimilerende Bakterier, der overfører det dannede Salpeterkvælstof i organiske Forbindelser (*Æggehvide*).

Ogsaa paa Statens Planteavlslaboratorium er der i Tilnytning til en Række Forsøg med stigende Kalkmængder udført Undersøgelser over Nitrifikationen af Jordens Kalkindhold. Disse Undersøgelser, der endnu ikke er offentliggjorte, har givet lignende Resultater som de foran anførte.

Ved alle de nævnte Undersøgelser træder Kalkens fremmede Indflydelse paa Nitrifikationen tydeligt frem, men det maa dog ved Vurderingen af disse Resultater erindres, at de Forhold, man har arbejdet under ved Forsøgene, er andre end de, der forefindes ude i Naturen. Dette gælder i særlig Grad de Forsøg, ved hvilke Jorden er blandet med en forholdsvis stor Mængde svovlsur Ammoniak, idet der her kan skabes Mulighed for en Syrekonzentration (Salpetersyre og Svovlsyre), som ikke genfindes under naturlige Forhold, da der i Praksis aldrig anvendes saa store Kvælstofmængder, som det er nødvendigt at anvende i Forsøgene af Hensyn til at faa tydelige og sikre Udslag for Virkningen af den prøvede Faktor, og en større eller mindre Del af Salpetersyren efterhaanden som den dannes ude i Agerjorden enten optages af Planterne eller udvaskes. Hvor Betingelserne for Fjærnelsen af den fri Salpetersyre ikke er til Stede, bliver det let forstaaeligt, at det i særlig Grad er Jordens Indhold af basiske Stoffer, der kommer til at sætte Grænsen for Salpeterproduktionen, saaledes at dennes Størrelse i Virkeligheden nærmest bliver et Maal for Jordens Stødpudevirkning, inden for de Grænser, hvor denne er af Betydning for Salpetersyredannelsen. Ved vore Nitrifikationsforsøg er  $p_H$ -Værdien i de Jordportioner, hvor Salpeterdannelsen er ophævet, gaaet ned til 4.3, der da under de givne Forhold synes at betegne Surhedsgrænsen for Salpeterbakteriernes Udvikling.

Ihvorvel Kalkens fremmede Indflydelse paa Nitrifikationen for mange meget kalkfattige Jorders Vedkommende ogsaa under naturlige Forhold er utvivlsom, maa de senere Aars Undersøgelser dog paa den anden Side siges at have godtgjort, at Nitrifikationsmikroberne i Jorden ikke er saa ømfindtlige over for smaa Syremængder og Nitrifikationen ikke i den Grad betinget af Jordens Reaktion, som man efter de i Næringsvædske foretagne Nitrifikationsundersøgelser kunde antage. Saaledes har *Grebe*, *B. Frank* (cit. efter *P. E. Müller* og *Fr. Weis* [1908]) og *Hesselmann* (1917) meddelt, at de har fundet en betydelig Mængde

Salpetersyre i sure Skovjorder, og ogsaa *P. E. Müller* og *Fr. Weis* (1906 og 1908) meddeler, at der i danske surt reagerende Skov- og Hedejorder kan foregaa Salpeterdannelse. Endvidere har det gennem flere forskellige Undersøgelser, f. Eks. *Wohltmann* og *Medarbejdere* (1904), *Fred* (1913), *Temple* (1914), *C. Barthel* (1917 og 1918) og af Forfatteren (1918, Side 390) vist sig, at der ogsaa i udpræget surt reagerende Agerjorder kan foregaa en kraftig Nitrifikation. Af betydelig Interesse i denne Forbindelse er de af *Gaarder* og *Hagem* (1923) udførte Undersøgelser, af hvilke det synes at fremgaa, at der forefindes en Række forskellige Arter af Nitrifikationsbakterier i Jorden med væsentlig forskellige Krav til Substratets Brintionkoncentration, og at enkelte af disses  $p_H$ -Optimum ligger betydeligt under 7.

*Fred, Temple* og *Barthel* har godtgjort, at Nitrifikationen af organiske Kvælstofforbindelser i sure Jorder foregaa hurtigere end Nitrifikationen af svovlsur Ammoniak, og *Temple* forklarer dette ved, at der under Omsætningen af de organiske Kvælstofforbindelser dannes neutrale Zoner, foraarsaget ved Ammoniakproduktionen, hvor der er gode Betingelser for Nitrifikationsbakteriernes Virksomhed. Ved Nitrifikationen af svovlsur Ammoniak, frigøres Svovlsyren, der stærkt bidrager til at forøge Jordvædskenes Brintionkoncentration. Af *Barthel* (1918) er det endog godtgjort, at Anvendelsen af meget store Kalkmængder (2 pCt. af Jordens Vægt) har virket hæmmende paa Staldgødningskvælstoffets Nitrifikation. Mindre Kalkmængder (indtil ca. 1 pCt) udøvede ingen tydelig hæmmende Virkning paa Nitrifikationen.

Den kulsure Kalks Indflydelse paa Jordens Evne til at sonderdele Salpeter i *Giltays* Næringsopløsning er undersøgt af *Bear* (1917), der viser, at den gentagne Gange omtalte sure Lerjord efter Kalktilførsel hurtigere sonderdelte den til Vædsken førte Nitratmængde end ukalket Jord, og ligeledes, at der i den med Kalk og Gelatine forsynede Jord foregik en langt større Nitratassimilation (Æggehvide-dannelse) end i den ukalkede Jord.

Af Interesse i denne Forbindelse er ogsaa det af *Maercker* og *Schneidewind* (1898) foretagne Opbevaringsforsøg med Staldgødning, der viser, at Blanding af Gødning med Mergel gav Anledning til, at en betydelig Del af Gødningens lavere Kvælstofforbindelser overførtes i Æggehvide. I Gødning uden Mergel var Æggehvideindholdet ikke væsentlig større ved Forsøgets Begyndelse end ved dets Afslutning.

En meget stor Indflydelse udøver Kalken i Jorden paa den ved forskellige Bakteriernes Medvirkning stedfindende Binding af det elementære Kvælstof.

De forskellige af de i Landbruget dyrkede Bælgplanters Knoldbakterier stiller væsentlig forskellige Krav til Jordens Reaktion og Basicitet. Medens f. Eks. Lupin- og de fleste Kløverarters Bakterier godt kan trives i kalkfattige eller endog surt reagerende Jorder, synes en kraftig Udvikling af Sneglebælg (Lucerne- og Humleagtig Sneglebælg) at være betinget af neutral eller alkalisk Reaktion og Tilstedeværelse

af syremættende (stødpudevirkende) Stoffer i Jorden, til Opretholdelse af denne Reaktion i Jordvædsken, og i de Jorder, hvor denne Reaktionstilstand ikke forefindes, vil der i Reglen ikke kunne foregaa nogen Udvikling af disse Bakterier uden for de paagældende Planters Rødder (se nærmere *Harald R. Christensen* 1914 a og 1918).

Af *Fred og Graul* (1916) er det dog angivet, at baade Lucerne og Kløver er i Stand til at binde betydelige Kvælstofmængder ved Dyrkning paa en i Henhold til Undersøgelser efter *Truogs* (1916) Metode udpræget kalktrængende Jord, og at Soyabønnens Kvælstofbinding ligeledes kun i ringe Grad paavirkes af Tilførsel af Calciumkarbonat.

*Kellermann* og *Robinson* (1910) finder, at der saa godt som aldrig opnaas nogen Virkning af Podning af Lucerne paa lakmussure Jorder, hvorimod Virkningen af Podning til Rødkløver ikke eller kun i ringe Grad paavirkes af Jordreaktionen. Vikke synes i denne Henseende at indtage en Mellemstilling. Endvidere angiver *Whiting* (1913), at Bælgplanter, der vokser paa sur Jord, ofte kan være meget rigeligt forsynede med Bakterieknolde.

Undersøgelser over Jordreaktionens Indflydelse paa Udviklingen af forskellige Bælgplanter og disses Bakterier er udførte af *O. C. Bryan* (1923 og 1923 a) og *Fred og Davenport* (1918). *Bryan* arbejdede med Lucerne-, Alsike- og Rødkløverbakterier. Som Næringssubstrat anvendtes Kvarssand, der forsynedes med en Næringsopløsning, i hvilken Brintionkoncentrationen, ved Tilsætning af Natriumkarbonat eller Svovlsyre, varieredes med hele Enheder inden for  $p_H$ -Omraadet 3—10, og ved Anvendelse af to stødpudevirkende Stoffer: tobasisk Natriumfosfat og Natriumkarbonat, og daglig Fornyelse af Næringsopløsningen søgtes Reaktionen under Vækstperioden holdt saa konstant som muligt. Af denne Undersøgelse fremgik det, at Lucerne- og Kløverfrø kan spire ved en Reaktion, der er for sur ( $p_H$  3—4) eller for alkalisk ( $p_H$  10) for Kimplanternes Vækst, og at de unge Lucerne- eller Kløverplanter er langt mere ømfindtlige over for ekstreme Reaktionen end de ældre Planter. Ved  $p_H$  under 4 kunde Lucernen ikke trives. Den kraftigste Vækst fremkom ved  $p_H$  7 og 8, ved  $p_H$  5 og 6 opnaedes kun en ca. halvt saa stor Planteproduktion. Lucernen var mere ømfindelig over for sur Reaktion end de to andre Bælgplanter. Knolddannelsen fandt Sted ved alle de Reaktionen, ved hvilke der foregaar Vækst, men Antallet af Knolde var størst ved Reaktionstillene 7 og 8.

*Fred og Davenports* Undersøgelser er udførte med Anvendelse af en Mannit-Næringsopløsning. I nedenstaaende Sammenstilling er angivet, ved hvilken Brintionkoncentration Knoldebakterierne er gaaet til Grunde:

$p_H$	—	4.9	Lucerne.
-	—	4.7	Ært og Vikke.
-	—	4.2	Rødkløver og almindelige Bønner.
-	—	3.3	Soyabønne.
-	—	3.15	Lupin.

Lucernens Bakterie, der er den samme som Humle-Sneglebælgens er altsaa den mest og Lupinbakterien den mindst syreømfindtlige af de undersøgte Knoldbakterier. Til et lignende Resultat kommer *O. C. Bryan* (1923 a) i en anden Serie Undersøgelser, ved hvilken han har undersøgt Knoldbakteriernes Forhold over for almindelige, surt reagerende Jorder. I Henhold til disse Undersøgelser dræbes Lucernebakterierne ved  $p_H$  ca. 5, Rødkløverbakterien ved  $p_H$  4.5—4.7 og Soya-bønnebakterien ved  $p_H$  3.5—3.9. Ved Reaktionstal under 5 vil man da alene paa Grund af, at Lucernebakterien ikke kan trives, kunne vente mislykkede Lucerne- eller Sneglebælgagrøder, og det er paa Forhaand sandsynligt, at denne hæmmende Indflydelse gør sig gældende ogsaa ved noget mindre sur Reaktion.

Tabel 27. Forholdet mellem Sneglebælgudviklingen og Jordreaktionen, bestemt kolorimetrisk i Opslemningen.

Reaktionstal	Antal Jorder, i alt	Antal Jorder med Sneglebælgudvikling						pCt. Jorder med Sneglebælgudvikling		
		Ingen	Daarlig	Jævnt god	God	Meget god	Udmærket god	Ingen—Daarlig	Jævnt god	God—Udmærket god
5.4—5.5	3		3							
5.6—5.7	8	1	4	3						
5.8—5.9	14	3	7	3	1					
6.0—6.1	38	3	27	4		2	2			
6.2—6.3	78	9	39	17	2	4	7			
6.4—6.5	82	9	27	9	8	8	21			
6.6—6.7	66	2	15	7	10	13	19			
6.8—6.9	55	1	6	4	11	11	22			
7.0—7.1	27	2	3	3	7	4	8			
7.2—7.3	20	1		6	2	4	7			
Over 7.3	20	0	4	5	2	2	7			
5.4—5.7	11	1	7	3				73	27	
5.8—6.1	52	6	34	7	1	2	2	77	13	10
6.2—6.5	160	18	66	26	10	12	28	53	16	31
6.6—6.9	121	3	21	11	21	24	41	20	9	71
7.0—7.3	47	3	3	9	9	8	15	13	19	68
Over 7.3	20	0	4	5	2	2	7	20	25	55

Ved en af Forfatteren (1924) foretagen Undersøgelser over Forholdet mellem Sneglebælgudviklingen i et stort Antal Marker og Jordreaktionen, viste det sig (Tabel 27) da ogsaa, at der ved de Jorder, hvis Reaktionstal ligger under 5.3, ikke i noget Tilfælde er opnaaet en god Sneglebælgudvikling, og en meget god til udmærket god Sneglebælg-



udvikling er aldrig iagttaget ved Reaktionstal under 6. I Gruppen 6.0—6.1 har 4 af de undersøgte 38 Jorder eller i alt 11 pCt. vist en meget god til udmærket god Sneglebælgudvikling, og Procentantallet af Jorder med en saadan tiltager nu med stigende Reaktionstal indtil Reaktionstallet 7, hvorefter det igen aftager.

Med Hensyn til de fritlevende kvælstofbindende Bakterier, er Azotobacterarternes Forekomst, saaledes som det navnlig fremgaar af Forfatterens (1906 og 1914) Undersøgelser, paa det nøjeste betinget

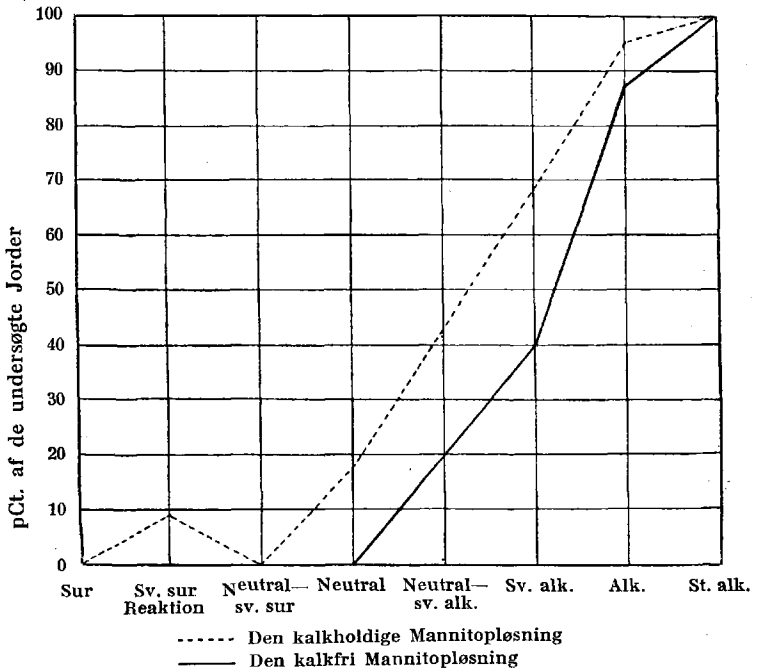


Fig. 1. Forholdet mellem Jordens Reaktion og Azotobacters Forekomst.

af Jordens Reaktion og Basicitet. Af disse med et meget stort Antal Jorder foretagne Undersøgelser fremgaar, at der i den anvendte kalkfrie »podede« Mannitopløsning aldrig er foregaaet Azotobacterudvikling, med mindre den i Vædsken indførte Jord har reageret alkalisk over for Lakmus (se Fig. 1). Da nu mange ikke alkaliske — men neutrale — Jorder har foranlediget en kraftig Azotobacterudvikling i den med Azotobacterraakultur podede, kalkfrie Mannitopløsning, synes man berettiget til at slutte, at der maa være et vist Overskud af stødpudevirkende Stoffer til Stede, for at Azotobacter kan gøre sig gældende i Konkurrencen med Jordbundens øvrige Mikroflora (sml. ogsaa det foranførte om Lucerne-Bakterien). I Overensstemmelse hermed viste da

ogsaa de Resultater, der fremkom ved Anvendelse af den kalkholdige Mannitopløsning (der indeholder alle de for Azotobacterudviklingen nødvendige Stoffer), at denne Bakterie saa godt som aldrig forefindes i sure Jorder, sjældent i neutrale, men derimod saa godt som altid i alkaliske Jorder. Gennem en Række eksperimentelle Undersøgelser blev det yderligere godtgjort, at Grunden til Azotobacters manglende Forekomst i surt reagerende eller meget kalkfattige Jorder er den, at den her hurtigt gaar til Grunde, hvorimod den i Jorder, der indeholder en rigelig Mængde kulsur Kalk, kan bevare sin Livskraft i meget lang Tid. Endelig paavises det, at det af de i Jordbunden forekommende basiske Stoffer særlig er de basiske Kalk- og Magnesiaforbindelser, der er af Betydning for Azotobacters Bevarelse.

Disse Resultater bekræftes i den nyeste Tid af *W. Johnson og Ch. Lipman* (1923), *P. L. Gainey* (1923), *P. L. Gainey og G. W. Batchelor* (1923), *U. Yamagata og A. Itano* (1923) og *Harald R. Christensen og S. Tovborg Jensen* (1923), der overensstemmende paaviser, at Surhedsgrænsen for Azotobacterudvikling ligger ved Reaktions-tallet 5.9—6.0. *K. A. Bondorff* (1917) fandt ved en tidligere i Stødpudeblandinger udført Undersøgelse, at Azotobacter i Løbet af 24 Timer gaar til Grunde i Opløsninger, der er surere end der svarer til  $p_H$ -Værdien 6.75, og at der, for at denne Bakterie skal kunne udvikle sig i en Næringsopløsning, ikke alene udkræves en passende Brintionkoncentration, men ogsaa Tilstedeværelse af Kalk eller Magnesia.

Ogsaa ved Undersøgelser, som *Hugo Fischer* (1905 og 1906) har foretaget i Tilknytning til det gentagne Gange omtalte Gødningsforsøg i Bonn-Poppelsdorf, viste det sig, at Azotobacters Forekomst er betinget af Jordens Kalkindhold, og *Ph. Schneider* (1906) har ved en i Tilknytning til samme Fosøg foretagen kvantitativ Undersøgelse, ved hvilken Jorden blandedes med Mannit eller Druesukker, godtgjort, at Kalken fremmede Kvælstofbindingen. Til et ganske tilsvarende Resultat kommer *Ashby* (1907), der ved sine i Forbindelse med Forsøg paa Rothamsted Forsøgsstation udførte Undersøgelser har vist, at Brugen af Kalk har mere end fordoblet Azotobacters kvælstofbindende Evne.

Særlig tydelig fremgaar denne Virkning ved nogle af *P. E. Brown* (1912 a) udførte Undersøgelser. Disse foretoges ligeledes i Tilknytning

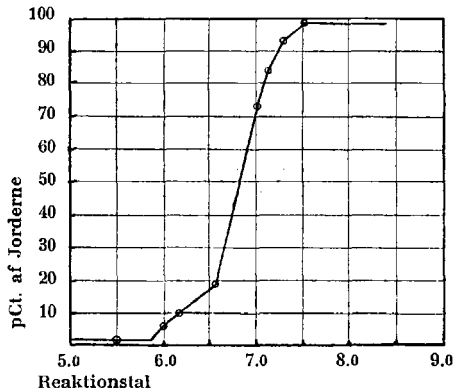


Fig. 2. Forholdet mellem Jordens Evne til Azotobacterudvikling og dens Reaktionstal.  
(Statens Planteavlslaboratorium.)

til et i Marken paa udpræget kalktrængende Lerjord udført Kalkforsøg, ved hvilket Virkningen af 2 forskellige Kalkmængder undersøgtes.

Planen for Forsøget var følgende: 1) Ukalket, 2) 2000 og 3) 3000 kg pulveriseret Kalksten<sup>1)</sup> pr. acre. — Jord (100 g) fra disse forskelligt behandlede Parceller overførtes i Bægerglas, hvor den blandedes med Mannit i en Mængde, svarende til 1 pCt. af Jordens Vægt. Efter 10 Dages Henstand bestemtes Kvælstoftilvæksten. Undersøgelsen foretoges i 4 Serier (4 forskellige Tidspunkter for Prøveudtagningen).

Tabel 28. *P. E. Browns* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa Jordens kvælstofbindende Evne.

Jordens Behandling	Kvælstofforøgelse i mg			
	I Prøveudtagning. 21. Juni	II Prøveudtagning. 6. Juli	III Prøveudtagning. 14. Septb.	IV Prøveudtagning. 24. Okth.
Ukalket .....	5.51	2.3	11.9	11.1
2000 kg pr. acre ....	15.1	16.7	25.4	27.0
3000 kg pr. acre ....	26.2	30.2	38.9	37.3

Kalken har ved denne Undersøgelse i høj Grad forøget Kvælstofbindingen, et Resultat, der stemmer godt med de Resultater, som *Brown* (1912) kom til ved en tidligere Undersøgelse i Tilknytning til et i Kar udført Forsøg med forskellige Kalkmængder.

Tabel 29. *G. Rösings* Undersøgelser over Kalkens Indflydelse paa en sur Jords kvælstofbindende Evne.

	Kvælstofforøgelse pr. 1 kg Jord efter 28 Dage
Svagt sur Jord uden Kalktilførsel .....	102 mg
do. neutraliseret med CaCO <sub>3</sub> .....	231 -
do. 0.5 pCt. Overskud af CaCO <sub>3</sub> .....	263 -
do. 25 - do. - do. ....	342 -

Af *G. Røsing* (1912) er der udført instruktive Undersøgelser over den Indflydelse, som Tilsætning af kulsur Kalk udøver paa en svagt sur reagerende Jords kvælstofbindende Evne. Der blev udført Forsøg

<sup>1)</sup> Til Nr. 2 var desuden tidligere anvendt 112 kg Kalkhydrat og til Nr. 3 (ved en Fejltagelse) 130 kg Raafosfat.

med 3 forskellige Kalkmængder 1) en Mængde svarende til den, der netop medgaar til Neutralisation af Jorden, og 2) og 3) Kalkmængder, der, efter at Neutralisation har fundet Sted, svarer til henholdsvis 0.50 og 25 pCt. af Jordens Vægt. Jordportionerne, til hvilke der var tilført Mannit, bragtes i store Petriskaale, der henstod 28 Dage i en Termostat ved en Temperatur af 25° C.

Som det vil ses af de ved denne Undersøgelse fremkomne Resultater (Tabel 29), har den til Neutralisation af Jorden nødvendige Kalkmængde været tilstrækkelig til stærkt at fremme Kvælstofbindingen, men Anvendelsen af den meget store Kalkmængde har dog yderligere forøget denne.

Ogsaa ved de af *F. E. Bear* (1917) med to surt reagerende Lerjorder udførte Forsøg (se nærmere Side 830) viser det sig, at Kalktilførsel i væsentlig Grad har fremmet Kvælstofbindingen i mannitblandet Jord. Virkningen er dog først tydeligt fremtrædende, naar der er anvendt saa megen kulsur Kalk, at Jorden tilnærmelsesvis er neutraliseret. Er dette Punkt naaet, bliver Virkningen af yderligere Kalktilførsel forholdsvis ringe. I Overensstemmelse med Resultaterne af de af Forfatteren af nærværende Afhandling (1906 og 1914) foretagne Undersøgelser viser *Bear*, at der i den kalkfri Mannitopløsning kun fremkom Azotobacterudvikling ved Overpodning med Jord, der var forsynet med en større Mængde Kalk, end der svarede til Jordens Kalktrang, og *Bear* slutter (Side 447) paa Grundlag af disse Forsøgsresultater, at Udviklingen af Azotobacterhinden staar i nær Sammenhæng med Jordens Kalkindhold og er i Stand til at give Udtryk for Jordens Kalktrang. Ved andre Forsøg har denne Forfatter godtgjort, at Kvælstofbinding i den anvendte Mannitopløsning godt kan finde Sted, selv om denne podes med endnu mere kalktrængende Jorder end de foran nævnte, og Mangel paa Evne hos Jorden til at foranledige Azotobacterudvikling behøver saaledes ikke at være ensbetydende med Mangel paa kvælstofbindende Evne. En fremmede Indflydelse paa Kvælstofbindingen af Kalk, anvendt i en Mængde af 2 Tons pr. acre, er endelig ogsaa paavist af *J. R. Neller* (1920).

Ved Undersøgelser af *Chr. B. Lipman* og *P. S. Burgess* (1914) viste det sig, at et Indhold af 0.1 pCt. kulsur Magnesia i Jorden virkede giftig over for Azotobacter, og at denne Giftvirkning kunde modvirkes ved Tilførsel af kulsur Kalk (15 Dele  $\text{CaCO}_3$  til 1 Del  $\text{Mg CO}_3$ ).

Af den foretagne Litteraturgennemgang er det, set under eet, tydelig fremgaaet, at Kalkens Indflydelse paa Jordbundens fysiske, kemiske og mikrobiologiske Tilstand er af gennemgribende Betydning. For Praksis bliver det da saaledes af den største Betydning at faa Rede paa, hvorledes man bedst afgør, om Jorden er kalktrængende eller ikke. Dette Spørgsmaal har

Forfatteren imidlertid ved saa mange Lejligheder gjort Rede for, sidst ved Undervisningsmødet i Horsens for Landboforeningernes Konsulenter og Assistenten i Planteavl (se n. *Harald R. Christensen* [1923]), og det vil derfor ikke nu igen være nødvendigt at komme dybt ind paa dette. Men da man ikke desto mindre hyppigt støder paa manglende Forstaaelse af Hovedsynspunkterne i hele denne Sag, vil der dog være Grund til ved denne Lejlighed at fremsætte nogle enkelte Bemærkninger af mere principiel Natur.

Erkendelsen af, at Jordens Reaktion er af meget væsentlig Betydning for Stofomsætningen i Jordbunden og derved for Plantedyrkningen, har ført til, at man har søgt direkte gennem en Reaktionsbestemmelse at faa Udtryk for Jordens Trang til Kalk. Dette Undersøgelingsprincip er her i Landet anvendt allerede ved Indledningen af de i Aarhundredets Begyndelse iværksatte mere systematiske Undersøgelser vedrørende Fremgangsmaader til Bestemmelse af Jordens Kalktrang, og Resultaterne af de mange lokale Kalkforsøg, der danner Basis for de af os anvendte Metoder ved Kalktrangsundersøgelsen, har vist saavel dette Principis Berettigelse som dets Begrænsning (*Harald R. Christensen* og *O. H. Larsen* [1910]). De udpræget lakmussurt reagerende Agerjorder var altid udpræget kalktrængende, og de tydeligt lakmusalkaliske var det aldrig, men om Mellemgruppen, de lakmusneutrale eller tilnærmelsesvis lakmusneutrale Jorder, kunde der ikke siges noget om Kalkbehovet, idet Markforsøgene viste, at de omtrent lige hyppigt var kalktrængende og ikke kalktrængende. Disse Jorder blev som bekendt underkastede en supplerende Undersøgelse ved Azotobacterprøven, der viste sig at være i Stand til med en forholdsvis stor Sikkerhed at adskille dem i en kalktrængende og en ikke kalktrængende Gruppe. Af de 50 Jorder, der var lakmusneutrale, og hvis Reaktionstal derfor, efter hvad vi nu ved (*Harald R. Christensen* [1923]), i Hovedsagen maa antages at ligge mellem 6.0 og 6.8, har de 33 ikke ved Azotobacterprøven foranlediget Azotobactervegetation, medens 17 foranledigede en mere eller mindre kraftig Azotobactervegetation. Af de førstnævnte 33 Jorder gav 27 eller 82 pCt. Udslag for Kalktilførsel, og 25 eller 76 pCt. endog et tydeligt og sikkert Udslag, hvorimod af de 14 Jorder med Azotobactervegetation kun 2 har givet Udslag for Kalktilførsel og kun 1 et tydeligt

og sikkert Udslag. Azotobacterprøven viste sig saaledes at være af stor Betydning for Kalktrangsundersøgelsen i de tilnærmelsesvis neutralt reagerende Jorder, der her i Landet udgør ca. Halvdelen af Agerjorderne.

Naar dette er Tilfældet, maa Aarsagen antages at være, at Azotobacterudviklingen under de ved Azotobacterprøven givne Forhold giver Udtryk for Tilstedeværelsen af en for vore dyrkede Planter gunstig Reaktionstilstand i Jorden<sup>1)</sup>, hvad enten saa denne er betinget af, at der forefindes et vist Oplag af reaktionsregulerende (stødpudevirkende) Stoffer, eller af Fraværelse af Stoffer, f. Eks. Aluminium-, Mangan- og Ferri-Ioner, eller af visse organiske Stoffer, der udøver Hæmnings- eller Giftvirkninger paa Planterne. I begge Tilfælde er under vore Jordbundsforhold denne Tilstand hovedsagelig betinget af et vist Kalkindhold i Jorden.

Som nærmere omtalt Side 823—24, er der meget, der tyder hen paa, at en stærk Optræden af de nævnte Ioner og navnlig af Aluminium-Ionerne udøver en langt stærkere hæmmende Indflydelse paa Plantevæksten end Brintionerne, og selv om en vis Brintionkoncentration er en Forudsætning for disse giftige Ioners Optræden, er der dog ikke Tale om noget bestemt Forhold mellem Brintionkoncentrationen og de andre Ionkoncentrationer, tværtimod maa dette Forhold antages at kunne variere stærkt efter Jordarten. Det er da ogsaa af denne Grund meget usandsynligt, at, bortset fra de mere ekstreme Reaktionen (udpræget sur eller udpræget alkalisk), en Bestemmelse af Brintionkoncentrationen kan staa alene ved Afgørelsen af Jordens Kalktrang, en Opfattelse, der, siden man er begyndt at udtrykke Jordreaktionen i Reaktionstal (som ofte fejlagtig antages at give kvantitative Udtryk for Jordens Syreindhold og dermed for dens Kalktrang), ikke er ualmindelig, men

<sup>1)</sup> Et Udtryk for den forskellige Tilstand i kemisk Henseende i Jorder med og uden Azotobactervegetation har man i det af Forfatteren (1923) paaviste Forhold, at der i Kulsyrestrakterne af Jorderne inden for den lakmus-neutrale Gruppe — altsaa Jorder, der ikke er stærkt afvigende m. H. t. Brintionkoncentration — gennemsnitlig fandtes betydelig mere Fosforsyre (en større Mætningskoncentration af Fosforsyre) ved Anvendelse af Prøverne med Azotobactervegetation end ved Anvendelse af Prøverne uden Azotobactervegetation. Det gennemsnitlige Indhold pr. Liter Vædske var henholdsvis 2.38 og 1.33 mg Fosforsyre ( $P_2O_5$ ). Indholdet af klorammoniumopløselig Kalk var gennemsnitlig omtrent ens i begge disse Jordgrupper.

som bunder i en manglende Forstaaelse af det principielle i hele Kalktrangsproblemet.

Men hvad enten man nu søger Aarsagen til Jordens Kalktrang i Tilstedeværelsen af giftige Stoffer eller direkte i Fraværelse af Stoffer, der er stødpudevirkende i Nærheden af Neutralpunktet, synes det dog sluttelig at være Stødpudevirkningen, der bliver det mest centrale i hele Kalktrangsproblemet, idet den er betingende for de Grænseomraader, inden for hvilke saavel Brintionkoncentrationen som Koncentrationen af de andre nævnte Ioner kan variere.

En Bestemmelse af Jordens Stødpudevirkning — navnlig over for Baser — maa da paa Forhaand anses for at være af væsentlig Betydning ved Afgørelsen af Graden af Jordens Kalktrang. — En saadan kvantitativ Bestemmelse kan Azotobacterprøven ifølge sin Natur ikke være, om end det maa anses for sandsynligt, at et positivt Udfald af Azotobacterprøven forudsætter Tilstedeværelsen af et vist Kvantum stødpudevirkende Stoffer.

Spørgsmaalet vedrørende Bestemmelse af Jordens Stødpudevirkning har i de senere Aar fra forskellig Side været gjort til Genstand for omfattende Undersøgelser, der dog paa Grund af de mange Vanskeligheder, som dette rummer, endnu langt fra kan siges at være løst. — En fuldstændig Udredning af Jordens Stødpudevirkning forudsætter en Undersøgelse over, i hvor høj Grad Jordens Brintionkoncentration veksler med Til sætning af forskellige Mængder af Syrer eller Baser. Af de fremkomne Resultater er man i Stand til at konstruere den paagældende Jords Titrationskurve, der paa den tydeligste Maade anskueliggør de Forhold, som man søger belyst, og af hvilken det kan beregnes, hvor megen Syre eller Base, der skal anvendes for at opnaa en hvilken som helst Brintionkoncentration. Undersøgelser af denne Art er i de sidste Aar i betydeligt Omfang foregaaet ogsaa paa Statens Planteavlslaboratorium, hvorfra der nylig er udsendt en første Beretning om disse Undersøgelser<sup>1)</sup>.

I den første Tid foretoges  $p_H$ -Bestemmelserne ved Hjælp af den kolorimetriske Metode, der imidlertid har vist sig at

---

<sup>1)</sup> Se 177. Beretning: Om Bestemmelse af Jordens Stødpudevirkning. Ved S. Touborg Jensen. Tidsskrift for Planteavl, nærv. Bind, Side 565 og følg.

være ret daarlig egnet herfor, og det er derfor af stor Betydning for de paagældende Undersøgelers rationelle Udførelse, at det nu ved Indførelsen af den af *E. Büllmann* (1923) angivne

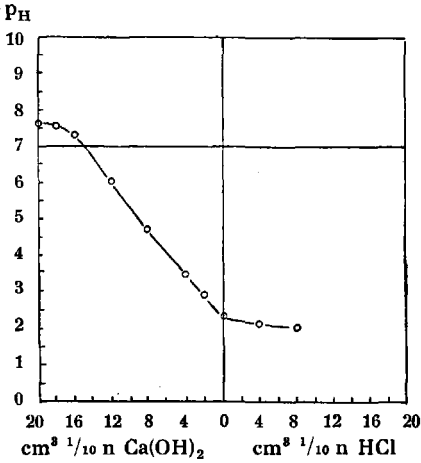


Fig. 3. Jord fra en udtørret Mølledam.

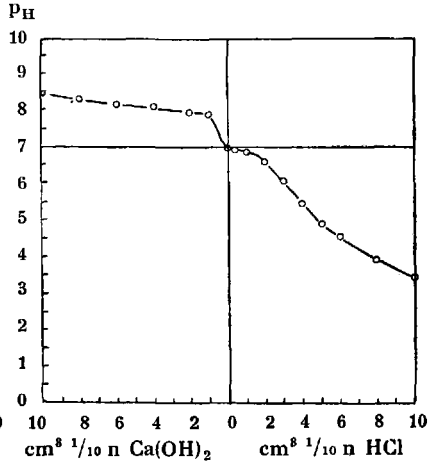


Fig. 4. Jord Nr. 459.

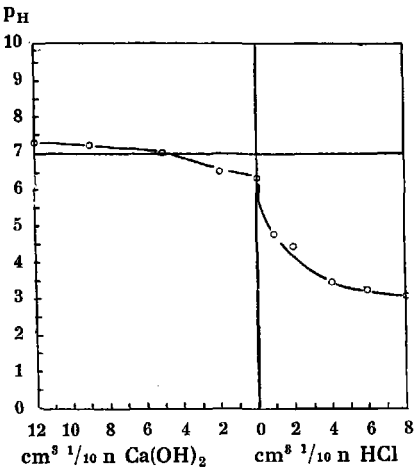


Fig. 5. Efter Gaarder og Hagem.

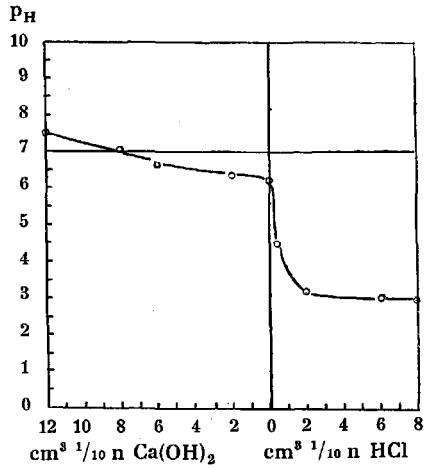


Fig. 6. Efter Gaarder og Hagem.

Kinhydronelektrode er bleven mulig paa en overkommelig Maade at gennemføre  $p_H$ -Bestemmelserne ad elektrometrisk Vej, hvorved den Sikkerhed, hvormed de nævnte Titrationsundersøgelser kan foretages, i væsentlig Grad er forøget.



Undersøgelser over Jordens Titrationsaciditet er udførte af f. Eks. N. Bjerrum og K. Gjaldbæk (1919), O. Arrhenius (1922 og 1922 a), Gaarder og Hagem (1921), C. O. Swanson (1923) og W. Brenner (1924). I særlig stort Omfang er disse Undersøgelser udførte af Gaarder og Hagem, og i Figurerne 5—6 er der som Eksempler gengivet to af de af disse Forskere bestemte Titrationskurver, af hvilke det bl. a. fremgaar, at Stødpudevirkningen kan være væsentlig forskellig fordelt paa de forskellige  $p_H$ -Omraader inden for Reaktionsskalaen. Titrationen er ved disse Undersøgelser foretaget med Anvendelse af Kalkvand og  $1/10$  n Saltsyre, og  $p_H$ -Bestemmelserne er udførte ved Hjælp af den kolorimetrisk Metode.

I Figurerne 4—5 er der, ligeledes som Eksempler, gengivet to paa Statens Planteavls-Laboratorium bestemte Titrationskurver. Den anvendte Metode adskiller sig fra Gaarders og Hagens ved, at Brintionkoncentrations-Bestemmelsen er udført elektrometrisk, og at Overskuddet af Calciumhydroxyd i alle Tilfælde forud for Reaktionsbestemmelsen er overført i Calciumkarbonat. Fig. 3 viser en meget stærk sur Ferskvandsdynds Forhold over for Base- og Syretilsætning, og som det vil ses, udkræves der meget betydelige Kalkmængder til Neutralisation af den tilstedeværende Syremængde, der, som en speciel Undersøgelse har vist, for en Del udgøres af Svovlsyre. Fig. 4 viser Titrationskurven for en særdeles kalkrig Jord, der er i Besiddelse af en betydelig Stødpudevirkning over for Syrer.

Udførlig Redegørelse for de hidtil paa Statens Planteavls-Laboratorium udførte Undersøgelser paa dette Omraade findes, som nævnt, i 177. Beretning. En nærmere Diskussion af disse Undersøgelser og deres Betydning for Kalktrangsundersøgelsen maa opsættes til en senere Lejlighed.

#### Litteraturfortegnelse.

- Abbot, J. B., S. D. Conner og H. R. Smalley: (1913) Soil acidity, nitrification and the toxicity of soluble salts of aluminium. Ind. Agr. Exp. Sta. Bull. 170, S. 329—74.
- André: (1916) Displacement of the potash and phosphoric acid contents of certain rocks by some fertilizers. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris, T. 162, S. 133—36.
- Arrhenius, O.: (1922) Hydrogenionconcentration, Soil properties and growth of higher plants. Arkiv för Botanik, Bd. 18, Nr. 1.
- (1922 a) Bodenreaktion und Pflanzenleben mit specieller Berücksichtigung des Kalkbedarfs für die Pflanzenproduktion. Leipzig 1922.

- Ashby, S. F.*: (1907) Some observations on the assimilation of atmospheric nitrogen by a free living soil organism, *Azotobacter chroococcum* of Beijerinck. Journ. Agric. Science, Vol. 2, S. 35.
- Barthel, C.*: (1917) Bidrag till frågan om stallgödselkväfvets nitrifikation. I. Meddelande Nr. 171 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet.
- og *N. Bengtson*: Bidrag till frågan om stallgödselkväfvets nitrifikation. II. Meddelande Nr. 172 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet.
- Bear, F. E.*: (1917) A correlation between bacterial activity and lime requirement of soils. Soil Science, Vol. IV, S. 433.
- Biilmann, E.*: (1923) Sur l'hydrogénation des quinhydrones. Annales de Chimie, 9<sup>e</sup> s., T. XV.
- og *H. M. Lund*: (1923) Sur l'électrode a quinhydron. Annales de Chimie, 9<sup>e</sup> s., T. XVI.
- Beeson*: (1897) Journ. Am. Chem. Soc., Bd. 19, S. 620. (Her efter Ramanns Bodenkunde, 2. Oplag, 1905, S. 256.)
- Bjerrum, N.* og *J. K. Gjaldbæk*: (1919) Undersøgelser over de Faktorer, som bestemmer Jordbundens Reaktion. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Aarsskrift, S. 48.
- Blair, A. W.* og *A. L. Prince*: (1920) The lime requirement of soils according to the Veitch' method, compared with the hydrogen ion concentration of the soil extract. Soil Science, Vol. IX, S. 253.
- — (1923): Studies on the toxic properties of soils. Soil Science, Vol. 15, S. 109.
- Blanck, E.*: (1909) Der Einfluss des Kalkes auf die Wasserbewegung im Boden. Landw. Jahrbücher, Bd. 38, S. 715.
- Boas, F.* og *F. Merckenschlager*: (1922) Versuche über die Anwendung kolloid-chemischer Methoden in der Pflanzenpathologie. Centralblatt für Bakteriologie, Bd. 55, S. 508.
- Bondorff, K. A.*: (1918) Om Benyttelse af Mikroorganismer til Bestemmelse af Jordens Indhold af Plantenæringsstoffer, der er tilgængelige for højere Planter. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Aarsskrift 1918, S. 350.
- Boussingault*: (1844) Economie rurale, Bd. II, S. 238. Refereret af *J. Sebelien* (1916) Læren om gjødsel, Bd. 1, S. 123.
- Bradley, C. E.*: (1910) Reaction of lime and gypsum on some Oregon soils. Journ. Indus. Engin. Chem., Vol. 2, S. 529—30. Refereret af *Christie* and *Martin* (1918).
- Brenner, W.*: (1924) Über die Reaktion finnländischer Böden. Memoires sur la nomenclature et la classification des sols Comité International. De Pedologie. Helsingfors 1924.
- Briggs, L. J.* and *J. F. Breazeale*: (1917) Availability of potash in certain orthoclase bearing soils as affected by lime or gypsum. Journ. of Agric. Research, Vol. 8, S. 21—28.
- Brown, P. E.*: (1912) Some bacteriological effects of liming. Centralblatt für Bakt., Abt. II, Bd. 34, S. 148.
- (1912 a) Bacteriological studies of field soils. I. The effects of liming. Centralbl. f. Bakt., I, Bd. 35, S. 234.
- Bryan, O. C.*: (1923) Effect of growth, nodule formation and calcium content of alfalfa, alsike clover and red clover. Soil Science, Vol. XV, S. 23.
- (1923 a) Effect of acid soils on nodule-forming bacteria. Soil Science, Vol. XV, S. 37.
- Burgess, P. S.*: (1923) A method for the determination of 'active' aluminium in acid soils. Soil Science, Vol. 15, S. 131.
- Chester*: (1901) Report Delaware Expt. St. 1901, S. 50, og Bulletin Delaware Expt. St. 65. Refereret i *P. E. Brown* (1912 a), S. 148.

- Christensen, Harald R.*: (1906) Nyere Principper i Jordbundsforskningen. Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, Bd. 13, S. 172.
- (1911) Nyere Undersøgelser over Salpetersyre-dannelse i Staldgødning og Jord. Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, Bd. 18, S. 174.
- (1913) Jordbundsundersøgelser i Forbindelse med Forsøg med Fosforsyre-gødninger. Tidsskrift for Planteavl, Bd. 20, S. 90.
- (1914) Studier over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse paa Bakterielivet og Stofomsætningen i Jordbunden. Tidsskrift for Planteavl, Bd. 21, S. 321.
- (1914 a) Forsøg og Undersøgelser vedrørende forskellige Podningsmidler til Bælgplanter. Tidsskrift for Planteavl, 1914, Bd. 21, S. 97.
- (1916) Om Virkningen af forskellige Baser paa Plantevæksten. Tidsskrift for Planteavl, Bd. 23, S. 169.
- (1918) Forsøg og Undersøgelser vedrørende Kalk og Mergel. Tidsskrift for Planteavl, Bd. 25, S. 377.
- (1922) Studier over Jordbundsbeskaffenhedens Indflydelse paa Bakterielivet og Stofomsætningen i Jordbunden. II. Undersøgelser over Jordens mannit-omsættende Evne. Tidsskrift for Planteavl, 1922, Bd. 28, S. 50.
- (1923) Undersøgelser vedrørende nogle nyere Fremgangsmaader til Bestemmelse af Jordens Reaktion og Kalktrang. Tidsskrift for Planteavl, Bd. 28, S. 733.
- og *S. Tovborg Jensen*: (1923) Undersøgelser vedrørende elektrometriske Metoder til Bestemmelse af Jordreaktionen. Tidsskrift for Planteavl, Bd. 29, S. 809.
- (1924) Undersøgelser over Forholdet mellem Udviklingen af Humle-Sneglebælg og Jordens Reaktionstilstand. Tidsskrift for Planteavl, Bd. 30, S. 265.
- Christie, A. W. and J. C. Martin*: (1918) The chemical effects of CaO and CaCO<sub>2</sub> on the soil. Part II. The effect on water soluble nutrients in soils. Soil Science, 1918, Bd. 5, S. 383.
- Conner, S. D.*: (1916) Acid soils and the effect of acid phosphate and other fertilizers upon them. Journ. Indus. and Engin. Chem., Vol. 8, S. 35.
- (1921) Liming in its relation to injurious inorganic compounds in the soil. Jour. Amer. Soc. Agron., Vol. 13, S. 113.
- Conner, S. D. og O. H. Sears*: (1922) Aluminium salts and acids at varying hydrogen ion concentration in relation to plant growth in water cultures. Soil Science, Vol. XIII, S. 23.
- Comber, N. M.*: (1920) A qualitative test for sour soils. The Journal of agricultural science.
- Cool, M. M. Mc.*: (1913) The action of certain nutrient and non-nutrient bases on plant growth. Cornell University Agricultural Experiment Station, Memoir Nr. 2.
- Curry, B. E. og T. O. Smith*: (1914) Granitic soil potassium and its relation to pot experiments. Texas Agr. Exp. St. Bull. 145.
- Deherain, P. P.*: (1902) Traite de chimie agricole, S. 506.
- Densch, A.*: (1913) Zur Frage der schädlichen Wirkung zu starker Kalkgaben auf Hochmoor. Landw. Jahrb. 44, S. 331—52.
- og *Arnd*: Zur Frage der schädlichen Wirkung zu starker Kalkgaben. Centralblatt für Bakteriologie, II, Bd. 40, S. 83.
- Ehrenberg, P.*: (1907) Die Bewegung des Ammoniakstickstoffs in der Natur. Mitteilungen der landw. Institute der K. Universität, Breslau, S. 115.
- (1919) Das Kalk-Kali-Gesetz. Neue Ratschläge zur Vermeidung von Misserfolgen bei der Kalkdüngung. Gleichzeitig ein Versuch zur Aufklärung der nachteiligen Wirkung grösserer Kalkgaben auf das Pflanzenwachstum. Landwirtschaftliche Jahrbücher, Bd. 54.
- Engels, O.*: (1914) Der Einfluss von Kalk in Form von Ätzkalk und kohlen-saurem Kalk auf die physikalische Beschaffenheit verschiedener Bodenarten. Landw. Versuchszt., Bd. 83, S. 409—66.

- Feilitzen, Hj. v.*: (1910) Kalk och magnesia som gjödsel- och jordförbättringsmedel. Landtmannen, 21. Aarg., S. 133—36.
- Fischer, Hugo*: (1905) Ein Beitrag zur Kenntnis der Lebensbedingungen von Stickstoff sammelnden Bakterien. Centralblatt für Bakt., II, Bd. 14, S. 33.
- (1906) Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Lebensbedingungen von Stickstoff sammelnden Bakterien. Centralblatt für Bakt., II, Bd. 15, S. 235.
- (1909) Bakteriologisch-chemischer Untersuchungen. Bakteriologischer Teil. Landw. Jahrbücher, Bd. 38, S. 318.
- (1909) Über den Einfluss des Kalkes auf die Bakterien eines Bodens. Die landw. Versuchsstationen, Bd. 70, S. 335—42.
- Fisher, E. A.*: (1921) Studies on soil reaction. I—II. The Journal of the Agricultural Science, Vol. XI.
- Fred, E. B.*: (1916) Some factors that influence nitrate formation in acid soils. Soil Science, Bd. 1, S. 317.
- og *E. J. Graul*: (1916) The gain in nitrogen from the growth of legumes on acid soils. Wisc. Agr. Exp. St. Research. Bull. 39, S. 37.
- og *Davenport, A.*: (1918) Influence of reaction on nitrogen-assimilating bacteria. Journ. of Agricultural Research, Vol. XIV, S. 333.
- Gaarder, T.* og *O. Hagem*: (1921) Salpetersyredannelse i udyrket Jord. Medd. Nr. 4 fra Vestlandets forstlige Forsøgsstation. Bergen 1921.
- (1923) Nitrifikation in sauren Lösungen. Bergens Museums Aarbok 1922 23. Naturvidensk. Række Nr. 1.
- Gainey, P. L.*: (1923) Influence of the absolute reaction of a soil upon its Azotobacterflora and nitrogen fixing ability. Journal of Agricultural Research, Vol. XXIV, S. 907.
- og *Batchelor*: Influence of the hydrogen-ion concentration on the growth and fixation of nitrogen by cultures of Azotobacter. Journal of Agricultural Research, Vol. XXIV, S. 759.
- Gaither, E. W.*: (1910) Effect of lime upon the solubility of soils constituents. Journ. Indus. Engin. Chem., Vol. 2, Nr. 7, S. 315—16. (Her efter *Christie* og *Martin*, 1918.)
- Gerlach*: (1896) Über das Verhalten der Phosphorsäure gegen absorbierende Bestandteile des Bodens. Landw. Versuchsstationen, Bd. 46.
- Gile, P. L.*: (1911) Relation of calcareous soils to pine-apple chlorosis. Porto Rico Exp. St. Bull. 11.
- Gile, P. L.*: (1920) Cause of lime-induced chlorose and availability of iron in the soil. Journal of Agricultural Research, Vol. XX, 1920, S. 33.
- og *C. N. Ageton*: (1914) The effect of strongly calcareous soils on the growth and ash composition of certain plants. Porto Rico Agr. Exp. Bull. 16.
- Haas, A. R. C.*: (1920) Studies on the reaction of plant juices. Soil Science, Vol. IX, S. 341.
- Hager, G.*: (1917) Die Umwandlung des Aetzkalkes im Boden und die Löslichkeit der gebildeten Kalkverbindungen in ihren Beziehungen zur Theorie der Kalkwirkung. Journ. für Landwirtschaft, Bd. 65, S. 245.
- (1923) Die Gewinnung von den natürlichen Verhältnissen entsprechenden Bodenlösungen zur Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration und der Titrationsacidität saurer Böden. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung, Bd. II, S. 421.
- Hall, A. D.* og *N. H. J. Miller*: (1908) Nitrification in acid soils. Journ. Chem. Soc. [London]. Vol. 94, S. 524.
- Hals, S.*: (1902) Ammoniakkvælstof og Salpeterkvælstof. Tidsskrift for det norske landbruk, S. 212.
- Hansteen, Cranner B.*: (1909) Kulturplanternes Forhold til Jordnæringen. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Kristiania. (Foreløbig Beretning.)
- (1914) Über das Verhalten der Kulturpflanzen zu den Bodensalzen. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik, Bd. 53.
- (1919) Beiträge zur Biochemie und Physiologie der Zellwand und der plas-

- matischen Grenzschichten. Vorläufige Mitteilung. Bericht der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. 37, Heft 8.
- Hartwell, B. L. og F. R. Pember:* (1907) The relation between the effects of liming and of nutrient solutions containing different amounts of acid upon the growth of certain cereals. Rhode Island Agr. Exp. St. 20th annual Report, S. 358.
- — (1918 a) Aluminium as a factor influencing the effect of acid soils on different crops. Journ. Amer. Soc. Agron., Bd. 10, S. 45—47. (Refer. Exp St. Rec., Bd. 39, Nr. 2, S. 114.
- — (1918 b) The presence of aluminium as a reason for the difference in the effect of so-called acid soil on barley and rye. Soil Science, Bd. VI, S. 259.
- — og *L. P. Howard:* (1919) Lime requirements as determined by the plant and by the chemist. Soil Science, Vol. VII, S. 279.
- Hasenbäumer, J.:* (1921) Einfluss der Bodenreaktion auf die Düngung und Fruchtbarkeit der Kulturböden. Mitt. d. deuts. Landw. Gesellschaft, 1921. Se endvidere: *Hasenbäumer og König:* Landw. Jahrbücher, B. 55.
- Haselhoff, E.:* (1913) Landw. Jahrbücher, Bd. 45, S. 609—33.
- Heinrich, R.:* (1896) Mergel und Mergeln. Berlin 1896.
- Hesselman, H.:* (1916) Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmånar och dess betydelse i växtekologiskt avseende. Medd. från Statens Skogs-försöksanstalt, H. 13—14.
- Hilgard:* (1892) Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, Nr. 19, S. 3624.
- Hilgard, E. W.:* (1914) Soils, S. 365.
- Hoagland, D. R. og A. W. Christie:* (1918) Effect of CaO and CaCO<sub>3</sub> on soil reaction, Part I. The effect on soil reaction. Soil Science, Bd. 5, S. 379.
- Hoffer, G. N. og R. H. Cair:* (1923) Accumulation of aluminium and iron compounds in corn plants and its probable relation to rootrots. Journal of Agricultural Research, Vol. XXIII, Nr. 10, S. 801.
- Hollrung:* (1904) Die Bedeutung des Kalkes und der Kalkdüngung für die Gesunderhaltung unserer Feldfrüchte. Sächsische landw. Zeitschrift.
- (1908) Untersuchungen über die Ursache der im staatlichen Versuchsweinberg Zscheiplitz auftretenden Chlorose. Landw. Jahrbücher, Bd. 37.
- House, H. D. og W. J. Gies:* (1905) The influence of aluminium ions on lupin seedlings. American Journal of physiology, 19.
- Hudig, J.:* (1912) Het ontstaan van schadelijke afwijkingen en humusrijke zandgronden als gevolg van bemesting met minerale stoffen. Verslagen van Landbouwkundige onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations, Nr. XII.
- Hutchinson, H. B.:* (1913) The partial sterilisation of the soil by means of caustic lime. The journal of agricultural science, Bd. V, S. 320.
- og *K. Mac Lennan:* (1914) Effect of lime on certain soils. The journal of agric. science, Vol. 6, S. 302—24.
- Intire, W. H. Mc.:* (1916) Factors influencing the lime on magnesia requirements of soils. Tenn. Agr. Exp. St. Bull. 115.
- (1919) The carbonation of burnt lime on soils. Soil science, Vol. VII, S. 325.
- Johnson, H. W.* (1922) The relation of hydrogen-ion concentration in soils to their lime requirement. Soil Science, Vol. XIII, S. 7.
- og *Ch. B. Lipman:* (1923) The effect of reaction on the fixation of nitrogen by Azotobacter. University of California Publications in Agricultural Sciences, Vol. 4, S. 397.
- Johnson, M. O.:* (1917) Manganese as a cause of the depression of the assimilation of iron by pineapple plants. Journ. Indus. Engin. chem., Vol. 9, S. 47.
- Kanomata, G.:* (1909) Wachstumsdepression durch starke Kalkgaben. The Bulletin of the College of Agriculture Tokijo, Bd. VII. Ref. Biedermanns Centralbl. für Agriculturchemie, 38. Aarg., S. 738.

- Kappen, H.*: (1920) Ueber die Aziditätsformen des Bodens und ihre pflanzen-physiologische Bedeutung. Landw. Versuchsstationen, Bd. 96, S. 299—301.
- Kellerman, K. F.* og *T. R. Robinson*: (1910) Legume inoculation and litmus reaction of soils. U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Indus. Cirk. 71.
- Kellner, O.* og *Böttcher*: (1900) Untersuchungen über die Düngerwirkung der Knochenmehl-Phosphorsäure. Deutsche landw. Presse, S. 665.
- Krawkow*: (1900) Über die Bewegungen des Wassers und der Salzlösungen in Böden. Journ. für Landwirtschaft, Bd. 48, S. 209.
- Kristensen, M. K.* og *Harald R. Christensen*: (1913) Forsøg med Fosforsyre-gødninger. Tidsskrift for Landbr. Planteavl, Bd. 20, S. 24.
- Krueger*: (1908) Ein Beitrag zur Untersuchung der Stickstoffumsetzungen im Boden. Inaug. Dissert. Königsberg.
- Lemmermann, O.* og *H. Fischer*: (1911) Die Wirkung von Magnesia und von Kalk-Magnesiämischungen auf die bakterielle Tätigkeit im Boden. Landw. Jahrbücher, Bd. 40, S. 244.
- og *A. Einecke*: (1911) Untersuchungen über die Wirkung eines verschiedenen Verhältnisses von Kalk und Magnesia in einigen Böden auf höhere Pflanzen. Landw. Jahrbücher, Bd. 40, S. 173—254.
- , *K. Aso, H. Fischer* og *L. Fresenius*: (1911) Untersuchungen über die Zersetzung der Kohlenstoffverbindungen verschiedener organischer Substanzen im Boden. Landw. Jahrbücher, Bd. 41, S. 217.
- , *Blanck, Heinitz* og *von Wlodeck*: (1911) Untersuchungen über das Verhalten des Ammoniakstickstoffes in gekalkten und ungekalkten Böden. Landw. Jahrbücher, Bd. 41, S. 163.
- , *H. Fischer* og *B. Heinitz*: (1911) Versuche über Stickstoffumsetzung in verschiedenen Böden. Landw. Jahrbücher, Bd. 41, S. 755.
- , *O. Foerster* og *A. Einecke*: (1911) Untersuchungen über das Kalkbedürfnis der Ackerboden auf Grund von Bodenuntersuchungen und Vegetationsversuchen. Landw. Jahrb., Bd. 40, S. 255—324.
- og *L. Fresenius*: (1924) Untersuchungen über Verhalten von Kalk im Boden. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Düngung, Bd. 3, S. 1.
- Liebenberg*: (1873) Über das Verhalten des Wassers im Boden. Dissertation; sml. *Detmer*: Naturwissenschaftliche Grundlagen der Bodenkunde, S. 294, og *Blanck*: (1909) S. 722.
- J. Liebig*: (1862) Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie, S. 325.
- Liechti, Paul* og *Werner Mooser*: (1904) Untersuchungen über das Kalkbedürfnis schweizerischer Kulturböden. Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz.
- Lipmann, C. B.* og *P. S. Burgess*: (1914) The protective action of  $\text{CaCO}_3$ . Journal Agricultural Science, Vol. 6, S. 484—98.
- — (1914) The protective action against  $\text{Mg CO}_3$  of  $\text{CaCO}_3$  for *Azotobacter chroococcum*. Journ. Agric. Science, Vol. 6, 1914.
- og *W. F. Gericke*: (1918) Does  $\text{CaCO}_3$  or  $\text{CaSO}_4$  treatment affect the solubility of the soils constituents? University of California Publications in Agricultural Sciences, Vol. 3, S. 271—82.
- Loew, O.*: (1902?) Ist die Lehre vom Kalkfaktor eine Hypothese oder eine bewiesene Theorie? Landw. Jahrb. 46, S. 733—52.
- (1902): Über die Abhängigkeit des Maximalertrages von einem bestimmten quantitativen Verhältnisses von Kalk und Magnesia im Boden. Landw. Jahrbücher, Bd. 31, 1902. Afhandlinger om samme Emne i Landw. Jahrb., Bd. 34, 1905, Bd. 35, 1906. Zeitschrift für das landw. Versuchswesen in Österreich, Bd. 8, 1905, og Fühlings landw. Zeitung, Bd. 58, 1909.
- (1909) Grundsätze bei Düngung mit Kalk und Magnesia. Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, 7. Aarg., 19, S. 77—80.
- Lyon, L. T.*, and *J. A. Bizzel*: (1916) Calcium, magnesium, potassium and sodium in the drainage water from limed and unlimed soil. Journ. Amer. Soc. Agron., Vol. 8, S. 81—87.

- Lyon, L. T., and J. A. Bizzel:* (1918) Lysimeter experiments. Cornell University Agric. Exp. Stat. Memoir 12.
- Maercker og Schneidewind:* (1898) Die Stalldüngerwirtschaft von Lauchstädt. Landw. Jahrbücher, S. 215—40.
- Marais, J. S.:* (1922) The comparative agricultural value of insoluble mineral phosphates of aluminium, iron and calcium. Sol Science, Vol. XIII, S. 355.
- Maschhaupt, J. G.:* (1916) Verslag van Landbouwkundige onderzoekingen d. Rijkslandbouwproefstations, Nr. XIX, S. 1.
- Mausberg, A.:* (1913) Wie beeinflusst die Düngung die Beschaffenheit des Bodens und seine Eignung für bestimmte Kulturgewächse. Landw. Jahrbücher, Bd. 45, S. 51.
- Meyer, D.:* (1910) Die Kalk- und Magnesiadüngung. Berlin 1910.
- (1910 a) Kalk- und Magnesiaversuche. Arb. der Agrik.-chem. Versuchstation, Halle a. S., III, S. 46.
- Miller, F.:* (1914) Über den Einfluss des Kalkes auf die Bodenbakterien. Zeitschrift für Gärungsphysiol., Bd. 4, S. 194—206.
- (1915) Über den Einfluss des Kalkes auf die Bodenbakterien. Zeitschrift für Gärungsphysiologie, Bd. 4, S. 194. Ref. i Jahresbericht über die Erfahrungen und Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Landwirtschaft, Bd. 29, S. 20.
- Mirasol, J. J.:* Aluminium as a factor in soil acidity. Soil Science, Bd. 10, S. 153.
- Mitscherlich, E. A.:* (1913) Bodenkunde für Land- und Forstwirte, 2. Oplag, S. 58.
- (1917) Ein Beitrag betreffend den Kalk-Magnesiakfaktor. Landw. Jahrb., Bd. 51.
- Morse, F. W. and B. E. Curry:* (1908—09) A study of the reactions between the manurial salts, clay mucks and soils. N. H. Agr. Exp. St., 19. and 20. Ann. Reports, S. 271.
- — (1909) The availability of soil potash in clay and clay loam soils. N. H. Agric. Exp. St. Bull. 142, S. 39—58.
- Müller, P. E. og Fr. Weis:* (1906) Studier over Skov- og Hedejord. I. Om Kalkens Indvirkning paa Bøgemor. Det forstlige Forsøgsvæsen, I, S. 235.
- Nagaoka, M.:* (1905) Der Einfluss des Kalkes auf die Wirkung der Phosphatdüngung. College of Agriculture Tokijo Imp. University, Vol. VI. Ref. i Jahresbericht über Agriculturnchemie, Bd. 19.
- Neller, J. R.:* (1920) The oxidizing power of soil from limed and unlimed plots and its relation to other factors. Soil Science, Bd. X, S. 29.
- Olsen, C.:* (1923) Humleagtig Sneglebælgs Forhold til Jordens Surhedsgrad (Brintionkoncentrationen). Vort Landbrug, 1923, S. 16.
- Pearson:* (1892) Chem. News, S. 53. Ref. i Centralblatt für Agriculturnchemie, 1893. Her efter *E. Blanck* (1909), S. 738.
- Parker, F. W. og E. Truog:* (1920) The relation between the calcium and the nitrogen content of plants and the function of calcium. Soil Science, Bd. X, S. 49.
- Paturel, G.:* (1902) Contribution a l'etude de la dissolution de l'acide phosphorique dans les liquides du sol. Ann. agron., Bd. 28, S. 385.
- Petersen, P.:* (1871) Ueber den Einfluss des Mergels auf die Bildung von Kohlensäure und Salpetersäure im Ackerboden. Landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. 13, S. 155—75.
- Peterson, P. P.:* (1912) Effect of heat and oxidation on the phosphorus of the soil. Wisc. Agr. Exp. St. Res. Bul. 19.
- Pfeiffer, Th., A. Hepner og L. Frank:* (1908) Die Wirkung des Ammoniakstickstoffs unter dem Einflüsse einer Kalkbeigabe. Mitteilungen der landwirtschaftl. Institute der Universität Breslau, Bd. 4, S. 331.
- og *E. Blanck:* (1914) Die Kalkfeindlichkeit der Lupine. Mitt. Landw. Inst. Breslau, Bd. 7, S. 201.

- Plummer, J. K.*: (1915) Petrography of some North Carolina soils and its relation to their fertilizer requirements. Journ. Agric. Research, Vol. 5, S. 569.
- (1918) Availability of potash in some common soil forming minerals. — Effect of lime upon potash-absorption by different crops. Journ. Agric. Research, Vol. 14, S. 285.
- Polzeniusz, F.*: (1898) Kalkgehalt des Bodens und die Nitrifikation. Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Oesterreich, Bd. 1, S. 235.
- Prianischnikoff*: (1911) Über den Einfluss von kohlenurem Kalk auf die Wirkung von verschiedenen Phosphaten. Die landw. Versuchsstationen, Bd. 75, S. 357—76.
- Rasmussen, L.*: (1923) Oversigt over de sjællandske Landboforeningers Virksomhed for Planteavlens Fremme indtil Aaret 1923, S. 112. København 1923.
- Remy, Th.*: (1902) Bodenbakteriologische Studien. Centralblatt für Bakt., II.
- Ramann, E.*: (1922) »Pufferwirkungen« der sauren kohlenurem Salze und ihre Bedeutung für Waldböden. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, Heft 1.
- Reynolds*: (1892) Über den Einfluss welchen der Kalk auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens auszuüben vermag. Ontario Agric. Coll. and Experim. Farm. Report 1892, 2. Ref. i Jahresbericht über Agrikultur-Chemie. Neue Folge, III, 2. 1899.
- Ritter, G. A.*: Beiträge zur Kenntniss der niederen pflanzlichen Organismen, besonders der Bakterien, von Hoch- und Niederungsmooren, in floristischer morphologischer und physiologischer Beziehung. Centralblatt für Bakt., II.
- Robinson, R. H. og D. E. Bullis*: (1922) Acid soil studies. III. The influence of calcium carbonate, calcium oxide and calcium sulfate on the soluble soil nutrients of acid soils. Soil Science, Bd. 13, S. 449.
- Ruot, M. og M. Lemoigne*: (1914) Etude de la chlorose des végétaux supérieurs attribué à la richesse excessive des sols en calcaire. Annales de l'Institut Pasteur, Bd. 28.
- Russell, E. J.*: (1905) Oxidation in soils and its connection with fertility. Journal of Agricultural Science, Vol. 1, S. 261.
- og *B. A. Keen*: (1922) The effect of chalk on the cultivation of heavy land. Journal of Ministry of Agriculture, Vol. XXVIII, S. 419—22.
- Rösing, G.*: (1912) Zusammenfassung der Ergebnisse von Untersuchungen über die Stickstoffsammlung von Azotobacter chroococcum. Centralblatt für Bakteriologie, II, Bd. 33, S. 618.
- Scales, F. M.*: (1915) Relation of lime to production of nitrates and mineral nitrogen. Science, Vol. 42, S. 317. Refereret af *F. E. Bear* (1917).
- Schneider, Ph.*: (1906) Studien über die Stickstoffsammlung im Ackerboden. Landwirtsch. Jahrbücher, S. 63.
- Schneidewind*: (1908) Versuche über die Wirkung des Chilisalpeters, Ammoniaksalzes, Kalkstickstoffes, Stickstoffkalkes und des norwegischen Kalksalpeter. Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts Gesellschaft, Heft 146.
- (1910) Arbeiten der Agrikulturchem. Versuchsstation, Halle a. S. Landw. Jahrbücher, Ergänzungsbd. 3—4, S. 221.
- Schreiner, O. og J. J. Skinner*: (1914) Harmful effects of aldehydes in soils. U. S. Dept. Agr. Bul. 108.
- Schulze, Franz*: (1860) Chemie für Landwirte, Bd. 1, S. 679. Refereret i: *Heinrich*: Mergel und Mergeln, 1896, S. 12.
- Schulze, B.*: (1904) Über den Einfluss des Kalkens auf die Leistungsfähigkeit der Phosphorsäure der Handelsdünger. Fühlings landw. Zeitung.
- Sievers, F. J.*: (1920) Washington Sta. Bul. 158, S. 33.
- Simmermacher, W.*: (1912) Einwirkung des kohlenurem Kalkes bei der Düngung von Haferkulturen mit Mono- und Dicalciumphosphat. Inaugural-Dissertation, Merseburg.



- Simmermacher, W.*: (1913) Einwirkung des kohlensauren Kalkes bei der Düngung von Haferkulturen mit Mono- und Dicalciumphosphat. Die landw. Versuchsstationen, Bd. 77, S. 44—471.
- Singh, T. M.*: (1920) The effect of gypsum on bacterial activities in soils. Soil Science, Bd. IX, S. 437.
- Skinner, J. J.* og *C. F. Noll*: (1916) Field tests of fertilizer action on soil aldehydes. Journ. Amer. Soc. Agron., Vol. 8, S. 273.
- Stewart, R.* og *F. A. Wyatt*: (1919) The comparative value of various forms of limestone. Soil Science, Vol. VII, S. 273.
- Stoddart, C. W.*: (1909) Soil acidity in its relation to lack of available phosphates. Journ. Indus. Engin. Chem., Vol. 1, S. 69—74.
- Sutherst*: (1902) Über die Reversion des Kalziumsperphosphats im Boden. Jahresber. f. Agrikulturchemie.
- Swanson, C. O.*: (1923) Soil reaction in relation to calcium adsorption. Journal of Agricultural Research, Vol. XXVI, S. 83.
- Söderbaum, H. G.*: Nya Kaligödslingsförsök. Meddelande Nr. 177 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet. Kemiska laboratoriet, Nr. 27.
- (1911) Efterverkan af fosfat. Meddelande Nr. 37 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet. Kemiska laboratoriet, Nr. 6.
- (1915) Om några faktorer, som inverka paa de svärlösliga fosfatens gödslingseffekt. Medd. Nr. 112 från Centralanstalten för försöksväsendet på jordbruksområdet.
- Tacke, B.*: (1895) Chemiker-Zeitung Nr. 95.
- (1903) Ungünstige Wirkung starker Kalkgaben auf Hochmoor bei Feldversuchen im Maibuschermoor. Sitzung Zentral-Moor-Kommission. Protokoll 52.
- og *Immendorf*: (1903) Arbeiten der Moorversuchsstation Bremen. Vierter Bericht, Abschnitt VII. Landw. Jahrbücher, Erg. Bd.
- Temple, J. G.*: (1914) Nitrification in acid or nonbasic soils. Georgia Exp. St. Bull. 103.
- Thaer*: (1911) Der Einfluss von Kalk und Humus auf die mechanische und physikalische Beschaffenheit von Ton-, Lehm- und Sandböden. Journal für Landw., Bd. 59, S. 25.
- Truog, E.*: (1916) A new apparatus for the determination of soil carbonates and new methods for the determination of soil acidity. Journ. Indus. Engin. Chem., Vol. 8, S. 345—48.
- og *F. W. Parker*: (1920) Lime maintains availability of phosphates. Wisconsin Sta. Bul. 323, S. 55.
- og *J. Sykora*: (1917) Soil constituents which inhibit the action of plant toxins. Soil Science, Bd. III, S. 333.
- (1918) Soil acidity. I. Its Relation to the growth of plants. Soil Science, Bd. V, S. 169.
- og *M. R. Meacham*: (1919) Soil acidity. II. Its Relation to the acidity of the plant juice. Soil Science, Vol. 7, S. 469.
- Verneul, A.* og *R. Lafond*: (1911) La résistance à la chlorose dans les sols charentais. Rev. de viticult., T. 36, S. 321—26. Ref. i Centralblatt für Bakt., Bd. 33, S. 588.
- Voorhees, Edward B., J. G. Lipman* og *Percy E. Brown*: (1907) Some chemical and bacteriological effects of liming. New Jersey Agricultural Experiments Stations Bulletin 210.
- Wagner, P.*: (1903) Die Düngung mit schwefelsaurem Ammoniak und organischen Stickstoffdüngern im Vergleich mit Chilisalpeter. Arbeiten Deutsch. Landwirtschaftsgesellschaft, Heft 80.
- Weibull, Mats*: (1909) Om Kalkbehovet i åkerjorden. Kungl. Lantbruks-Akademiens handlingar och tidskrift, S. 212—27.

- Weibull, Mats*: (1911) Om verkan av kalkning och sättet för den samma. Tidsskrift för landtmän, 32. Aargang.
- (1911 a) Betydelsen av åkerjordens reaktion vid jordundersökning och för bördigheten. Meddelande från Alnarps Laboratorium, XII.
- Weis, Fr.*: (1908) Studier over Skov- og Hedejord. II. Om Salpetersyreens Forekomst og Dannelse i Muld og Mor. Det forstlige Forsøgsvæsen, II, S. 257.
- Whiting, A. L.*: (1913) Soybean and cowpea nodules. Breeders Gaz., Vol. 64, S. 1130. Ref. af *F. E. Bear* (1917).
- Whitson, A. R.* og *W. W. Weir*: Soil acidity and litmus reaction. Wisconsin Agric. Exp. St. Bull. 230.
- Winogradsky, S.*: Die Nitrifikation. Handbuch der technischen Mykologi. (Udgivet af *Franz Lafar*). Bd. 3, S. 132.
- Wityn, J.*: (1924) Die Fruchtbarkeit des Bodens in ihrer Beziehung zur Bodenacidität. Vortrag zu dem IV intern. Kongress der Bodenkunde zu Rom 1924. Riga 1924.
- Wohltmann, F., Hugo Fischer og Philipp Schneider*: (1904) Bodenbakteriologische und bodenchemische Studien aus dem Versuchsfelde. Journal für Landw., S. 97.
- Wolkoff, M. J.*: (1920) Effect of various soluble salts and lime on evaporation, capillary rise and distribution of water in some agricultural soils. Soil Science, Vol. IX, S. 409.
- Wollny, E.*: (1897) Die Zersetzung der organischen Stoffe, und die Humusbildungen mit Rücksicht auf der Bodenkultur, S. 130 (og Journ. f. Landw., 54, 1886, S. 256).
- (1885) Untersuchungen über die Wasserkapazität der Bodenarten. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur-Physik, Bd. VIII.
- (1897—98) Untersuchungen über die Feuchtigkeitsverhältnisse der Bodenarten. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikultur-Physik, Bd. XX.
- Wrangell, Margarete*: (1920) Phosphorsäureaufnahme und Bodenreaktion. Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Bd. XCVI, S. 210.
- Yamagata, U.* og *A. Itano*: Physiological study of *Azotobacter chroococcum*, *Beijerinckii* and *Vinelandii* types. Journal of Agricultural Bacteriology, Vol. VIII, S. 521.