

Undersøgelser over Kvælstofomsætning i Agerjord. II.

Ved Frode Hansen.

230. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Som Fortsættelse af det i 220. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur, Undersøgelser over Kvælstofomsætning i Agerjord, offentliggjorte Arbejde er der i Aarene siden 1924 paa Forsøgsstationen ved Askov udført Bestemmelse af Indholdet af Ammonium og Nitrat i Jorden fra nogle etaarige Forsøg med Staldgødning og forskellige Kvælstofgødninger og fra fastliggende Forsøg med Kvælstofgødninger. I Forbindelse med nogle af Forsøgene er der desuden udført Undersøgelser over Kvælstofgødningernes Indflydelse paa Jordens Reaktion. Bestemmelserne af Ammonium og Nitrat er udførte paa det kemiske Laboratorium paa Forsøgsstationen ved Askov, Reaktionsbestemmelserne paa Statens Planteavlslaboratorium. Resultaterne meddeles i nærværende Beretning, der er udarbejdet af Assistent *Frode Hansen*.

Til Arbejdets Gennemførelse har Assistent *Frode Hansen* gennem Det kongelige danske Landhusholdningsselskab modtaget Understøttelse fra Julius Skrikes Stiftelse.

Forsøgslederne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

De i 220. Beretning omtalte Undersøgelser udførtes i Forbindelse med fastliggende Gødningsforsøg. Det fremgaar af Resultaterne af disse Undersøgelser, at der vel var et større Indhold af Nitrat i den staldgødede Jord end i den ugødede, men at Forøgelsen af Nitratindholdet dog svarede til en forholdsviis ringe Mængde af det med Staldgødningen tilførte Kvælstof. I Forsøgene tilførtes ikke Staldgødning hvert Aar, og det viste sig, at der ogsaa i de Aar, da der ikke var til-

ført Staldgødning, var et større Nitratindhold i den Jord, der med 1—3 Aars Mellemrum var tilført Staldgødning, end i den, der stadig var ugødet.

Den Eftervirkning af Staldgødningen, der saaledes blev paavist, kunde, ved Undersøgelser i Forbindelse med fastliggende Forsøg, ikke skilles fra Virkningen i det første Aar. Dels for at faa Rede paa, hvorledes Omsætningen af Staldgødningens Kvælstofforbindelser forløber i den første Tid efter Tilførsel, og dels for at undersøge, hvorledes de med Kunstgødning tilførte Kvælstofforbindelser omsættes i Jorden, er der i Aarene siden 1924 udført en Række Bestemmelser af Jordens Indhold af Ammonium og Nitrat i Forbindelse med etaarige Forsøg med smaa Parceller, som blev anlagte med det Formaal at bestemme Omsætningens Forløb. Ved Siden deraf udførtes spredte Undersøgelser i Forbindelse med almindelige etaarige Markforsøg med Staldgødning og Kunstgødning.

Man maa paa Forhaand gøre sig klart, at Indholdet af Nitrat og Ammonium i Jorden paa det Tidspunkt, da Prøveudtagningen finder Sted, er Udtryk for en Balance mellem Mineralisering af organiske Kvælstofforbindelser og Assimilation af Ammonium og Nitrat. Hvor der staaer en voksende Afgrøde paa Jorden, vil Assimilationen være i Overvægt, og Indholdet af mineralske Kvælstofforbindelser reduceret til et Minimum. Den mineraliserede Kvælstofmængde kunde i saa Tilfælde findes ved Bestemmelse af Kvælstofmængden i hele den producerede Plantemasse. Ved de her omhandlede Undersøgelser blev Jorden holdt ren ved gentagen Skufning, saaledes at der i det væsentlige kun har været Tale om mikrobiologisk Assimilation, og det, der er bestemt ved Analysen af de med nogenlunde regelmæssige Tidsmellemrum udtagne Prøver, er Balancen mellem Mineraliseringen og denne Assimilation.

I nogle Tilfælde — og dette gælder alle de egentlige Markforsøg — har der dog været saaat Roer i Forsøgsarealerne, og Prøverne blev da udtagne midt imellem Rækkerne, idet man gik ud fra, at Indholdet der vilde være upaavirket af de spæde Planters Optagelse. I disse Tilfælde kunde Undersøgelserne kun fortsættes til nogen Tid efter Udyndingen, idet Roerne, naar de i Løbet af Juli Maaned kommer i stærk Vækst, hurtig optager hele den dannede Nitratmængde.

I ubevokset Jord kan der ved meget rigelig Nedbør fore-

gaa en Udvaskning, og Balancen derved forstyrres. Der vil i det følgende blive Lejlighed til nærmere Omtale af dette Forhold, idet de paagældende Aar har haft meget fugtige Forsomre. Sædvanlig vil det ikke være muligt at følge Omsætningen længere end til Begyndelsen af August, idet den store Regnmængde, der i Almindelighed falder paa denne Tid, udvasker største Parten af den dannede Nitratmængde.

Som omtalt i 220. Beretning, er Stigningen i Nitratindholdet i Forsommeren afhængig af Temperaturen, saaledes at den indledes tidligere i varme Aar end i kolde og foregaar hurtigst ved høj Temperatur. Af afgørende Betydning for Balancen mellem Mineralisering og mikrobiologisk Assimilation er ogsaa Forholdet mellem de tilførte Mængder af organiske Stoffer og Kvælstof. *Søderbaum* og *Barthel* (11)¹⁾ har vist, at Savsmuld, der tilføres Jorden, kan foraarsage en betydelig Afgrødenedgang som Følge af mikrobiologisk Nitratassimilation, og *Sasanow* (10) har — ligesom flere andre — vist, at Tilførsel af Halm kan forhindre en Stigning i Nitratindholdet i lang Tid, medens *Barthel* (3) og Medarbejdere har paavist Ammoniumkvælstoffets Betydning for Omsætningen af Cellulose og Staldgødning i Jorden, samt, ligesom *Waksmann* og *Tenney* (12) og *H. L. Jensen* (6), at Omsætnings hastigheden for de organiske Kulstofforbindelser i de i Jorden tilstedeværende Planterester stiger med et stigende Indhold af Kvælstof, hvorfor de sidstnævnte Forfattere ogsaa finder, at de yngste og kvælstofrigeste Plantedele omsættes hurtigere end de mere kvælstoffatte, ældre eller modne Plantedele. Flere andre Forfattere har beskæftiget sig med tilsvarende Problemer, og det væsenligste af de hidtil vundne Resultater er følgende: Omsætningen af kvælstoffri organiske Stoffer kræver en vis Mængde Kvælstof, som benyttes til Opbygning af de i Omsætningen deltagende Mikroorganismers Legeme. Den nødvendige Kvælstofmængde pr. Vægtenhed organisk Stof kan være forskellig, eftersom forskellige Forhold i Jorden — f. Eks. forskellig Reaktion — betinger, at den ene eller den anden Organisme er i Overvægt. Kvælstoffet kan tages fra letopløselige organiske Forbindelser, fra Ammonium eller Nitrat. Ved et stort Indhold af letomsættelige kvælstoffrie Stoffer — Cellulose, Pentosaner og lignende — i Jorden eller i den benyttede Gødning kan Indholdet af mineralisk Kvælstof formindskes, og en Stigning i Mængden deraf begynder da først igen, efter at Mængden af de kvælstoffri Stoffer er reduceret, saaledes at Ammonifikation og Nitrifikation kan tage Overhaand over den af disse Stoffer betingede Omdannelse af Ammonium og Nitrat til organiske Kvælstofforbindelser.

¹⁾ Tallene i Parentes henviser til Litteraturfortegnelsen, Side 751—52.

I de udførte Forsøg sammenlignedes Staldgødningen med »Ugødet« og forskellige Kvælstofgødninger, og da disse forskellige Gødskninger vil udøve en forskellig Indflydelse paa Jordens Reaktion, blev ogsaa dette Forhold taget op til Undersøgelse, idet en Del af de til Bestemmelse af Ammonium og Nitrat udtagne Prøver indsendtes til Statens Planteavls-Laboratorium, hvor Reaktionen blev bestemt elektrometrisk ved Hjælp af Kinhydronelektroden.

Ved de efterhaanden talrige Forsøg, som er udførte og udføres i Landboforeningerne og ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plante-kultur, er det paavist, at de forskellige Kvælstofgødninger udøver en højst forskellig Indflydelse paa Planteproduktionens Størrelse, og at deres relative Værdi er forskellig ved Benyttelse til forskellige Plantearter. Dette kan skyldes forskellige Forhold. De fleste Kvælstofgødninger er Salte, hvori der foruden Kvælstofforbindelsen som Syre- eller Basebestanddel indgaar andre Stoffer som henholdsvis Base- eller Syrebestanddel, og disse andre Stoffer udøver ogsaa deres Indflydelse paa Planterne. Man ser saaledes ved Sammenligning af Chilesalpeter (Natronsalpeter) og Norgesalpeter (Kalksalpeter) til Runkelroer og Sukkerroer, at man som oftest faar det største Udbytte for Chilesalpeter (9). Der er her kun Tale om Ombytning af to Stoffer, Natron og Kalk, og Forsøgene er rene Forsøg med disse to Stoffer, hvor Fordelen altsaa har vist sig at være paa det førstnævnte Stofs Side. Andre Afgrøder forholder sig tilsyneladende ligegyldige over for dem, medens nogle, f. Eks. Kaalroer, synes at foretrække Kalk for Natron.

Ombyttets Chilesalpeter med svovlsur Ammoniak, ændres Kvælstofforbindelsens Karakter, man faar Svovlsyre i Stedet for Natron og et fysiologisk surt Salt i Stedet for et fysiologisk alkalisk. Det viser sig nu, at denne Ombytning virker forskelligt paa forskellige Plantearter. Kartoffler vil f. Eks. betale den med et Merudbytte, medens Runkelroer og Sukkerroer vil give mindre for samme Kvælstofmængde i svovlsur Ammoniak end i Chilesalpeter. For Bedernes Vedkommende kunde dette Forhold tænkes foraarsaget af, at de berøves det Tilskud af Natron, som betingede Chilesalpeterets Overlegenhed over Norgesalpeter, men da et lignende Forhold gør sig gældende ved Ombytning af Norgesalpeter og svovlsur Ammoniak, maa ogsaa andre Forhold spille ind.

Ammonium, der tilføres i Form af svovlsur Ammoniak, vil enten optages af Planterne direkte eller iltes i Jorden til Salpetersyre. I begge Tilfælde vil Svovlsyre frigøres og omsætte sig med Jordens Indhold af Kalciumkarbonat til Kalciumsulfat. Efter Nitrifikation omsættes Salpetersyre med kulsur Kalk til Kalciumnitrat. Disse Om-sætninger betinger en Forskydning af Jordens Reaktion til den sure Side, og denne Forskydning vil ved Iltning af Ammonium til Salpeter-

syre svare til baade Salpetersyre- og Svovlsyremængden, Ved Optagelse af Ammonium direkte, og efter Optagelse af den ved Nitrifikationen dannede Salpetersyre, vil Reaktionsændringen svare til Svovlsyremængden. Ved Benyttelse af fysiologisk alkaliske Gødningssalte, Salpetergødningerne, vil Planterne optage Syrebestanddelen og lade Basebestanddelen tilbage i Jorden, saaledes at der kan forårsages en Forskydning af Reaktionen til den alkaliske Side.

Det maa bemærkes, at denne Fremstilling er skematisk, og at der kan forårsages andre Omsætninger i Jorden, som kan tilsløre de fremstillede simple Forhold. De tilførte Saltes Baseioner kan omsætte sig med Jordens Ler- og Humusbestanddele, saaledes at der afspaltes Brintioner, og Reaktionen blive mere sur, og samtidig med Optagelsen af Ammonium eller Nitrat kan Saltenes Syre- eller Basebestanddele optages, og den reaktionsændrede Virkning derved formindskes. Dette sidste kan f. Eks. være Tilfældet ved Tilførsel af Chilesalpetur til Runkelroer og Sukkerroer.

Om Betydningen for Planterne af Reaktionsændringen er der udført en lang Række Undersøgelser (1 og 7), men den kan dog ikke siges endnu at ligge ganske klar. Det er vanskeligt at skelne mellem den primære Virkning og den sekundære, der fremkaldes ved, at enten den sure eller den alkaliske Reaktion begunstiger visse Plantesygdomme. Naar man imidlertid fra Forsøg med Kalkning (2) ved, at Runkelroer og Sukkerroer trives bedst ved neutral og alkalisk Reaktion, og at Kartofler befinder sig bedre ved lavere Reaktionstal, og man dernæst af Forsøg med Kvælstofgødninger ser, at de førstnævnte Afgrøder foretrækker Salpetergødningerne fremfor svovlsur Ammoniak, medens den sidste forholder sig omvendt, maa det deraf være tilladt at slutte, at den af Kvælstofgødningerne forårsagede Reaktionsændring har spillet en Rolle for Afgrødernes Værdsættelse af disse Gødninger.

Et andet Forhold, som mulig kan være af Betydning for forskellige Plantearter forskellige Stilling over for Ammoniak- og Salpetergødningerne, er det, at den direkte Virkning af Ammonium og Nitrat kan være forskellig. Fra *Liebigs* Teori, at Luftens Indhold af kulsur Ammoniak var Planternes vigtigste Kvælstofkilde, blev omstyrtet og indtil Begyndelsen af det 20. Aarhundrede, antog man almindeligt, at Planterne udelukkende blev forsynede med Kvælstof fra Jordens Indhold af Nitrat. Siden er det paavist, at Ammonium lige saa vel kan tjene Planterne som Kvælstofnæring (4 og 8).

Nogen Klarhed over den relative Værdi af Ammonium og Nitrat har de hidtil udførte Forsøg ikke givet, men før man overhovedet kan dømme om Værdien for praktisk Landbrug af et fortsat Forsøgsarbejde i denne Retning, maa man være klar over, i hvor lang Tid en tilført Ammoniakgødning virker som saadan over for Planterne, det vil sige, hvor lang Tid en fuldstændig Omsætning af Ammonium til Nitrat tager.

Ved de tidligere offentliggjorte Undersøgelser over Kvælstofomsætning i Agerjord blev der ikke foretaget Maaling af Jordens Temperatur. I 1925 og Aarene siden udførtes en saadan Maaling paa følgende Maade:

Kviksølvkuglen paa et langhalset Termometer blev sat ned i Jorden til 10 cm Dybde, og Temperaturen aflæstes, uden at Termometret blev fjernet fra Jorden. Aflæsningen blev foretaget 3 Gange daglig — Kl. 8, Kl. 14 og Kl. 21. Termometret var anbragt paa Lermarken ved Askov i umiddelbar Nærhed af Meteorologisk Instituts Instrumentskab, og i den nærmeste Omkreds omkring det blev Jorden holdt fri for Vegetation. Alle de i det følgende meddelte Udtryk for Jordtemperaturen er simpelt Gennemsnit af de tre daglige Aflæsninger.

Allerede ved de i 1924 udførte Undersøgelser blev der udført Bestemmelse af Ammonium, og denne Bestemmelse er ved de i nærværende Beretning omtalte Undersøgelser udført i alle Prøver ved Siden af Nitratbestemmelsen. Fremgangsmaaden var følgende:

Der blev afvejet 50 g Jord, som bragtes over i en 500 cm³ Destillationskolbe, tilsattes 150 cm³ Vand, 1—2 g Magniumoxyd og lidt Parafinolie for at forhindre Skumning. Der afdestilleredes 75 cm³ i Løbet af ½ Time. Destillatet opsamledes i n/10 Svovlsyre, det blev kogt nogle Minutter og derefter afkølet inden Titration med n/10 Natron. Som Indikator benyttedes Bromeresolpurpur i Stedet for den almindelige Metylrodt, fordi denne ofte spaltes ved Kogning med Destillatet.

Denne Fremgangsmaades Anvendelighed demonstreres ganske godt af følgende Undersøgelse, hvis Resultater findes i Tabel 1.

Ved Undersøgelsen anvendtes en Lermergel med ca. 35 pCt. kulsur Kalk, som havde ligget i Dyngge i 3—4 Aar og efterhaanden var bleven bevokset med Ukrud, en sandblandet Lerjord med ret stort Muldindhold fra Forsøgsstationens Lermark og en lys, let Sandjord fra Forsøgsstationens Sandmark.

Af lufttør Jord, der havde passeret en 2 mm Sigte, afvejedes Prøver à 50 g. Af hver Jordart bragtes 2 Prøver i Destillationskolber, og den ene af disse destilleredes efter Tilsætning af 150 cm³ Vand og Magnesia, den anden tilsattes 5 cm³ Ajle, fortyndet med saa meget Vand, at ⅔ af Jordens Vandkapacitet var mættet, hvorefter Kolberne tilproppedes og blev hensatte ved Siden af de nedennævnte Glasskaale. En tredje Prøve blev bragt i en fladbundet Glasskaal, hvor den blev tilsat samme Mængde Vand og Ajle som Prøverne i Destillationskolber. Skaalene blev satte ud i fri Luft, hvor de stod fra Kl. 19 til Kl. 8 den følgende Dag. Et Termometer, som var anbragt i umiddelbar Nærhed, viste 4.8° C. Kl. 21 og 2.0° C. Kl. 8.

Tabel 1. Bestemmelse af Ammonium i Jord.

	Jord og Ajle destilleret hver for sig				Jord tilsat Ajle.					
					Henstand i lukkede Kølber til Destillation			Henstand i aabne Glas-skaale til Destillation		
	Mergel	Lerjord	Sandjord	Ajle	Mergel	Lerjord	Sandjord	Mergel	Lerjord	Sandjord
1. Destillat	0.87	0.76	0.65	20.60	19.10	19.30	20.05	11.30	13.70	12.30
2. »	0.38	0.32	0.21	0.06	1.10	1.24	0.72	0.45	1.20	0.65
3. »	0.04	0.21	0.15	0.03	0.14	0.27	0.19	0.06	0.29	0.16
4. »	0.02	0.16	0.10	0.02	0.09	0.19	0.14	0.04	0.18	0.11
Sum af alle Destillater	1.31	1.45	1.10	21.71	20.43	21.00	21.10	11.85	15.37	13.22
Sum af 2 første Destillater.	1.25	1.08	0.85	20.66	20.20	20.54	20.77	11.75	14.90	12.95
» » 2 sidste »	0.06	0.37	0.25	0.05	0.23	0.46	0.33	0.10	0.47	0.27
2 første Destillater af Jord og Ajle tilsammen.....	21.91	21.74	21.51	—	—	—	—	—	—	—

Under Destillationen skiftedes Forlag med 16 Minutters Mellemrum, og efter at der paa denne Maade var taget 4 Destillater, var det meste af Vandet destilleret over. Hvert Destillat indeholdt ca. 35 cm³, idet det dog var nødvendigt for at undgaa Skumning at dæmpe Lampen under Mergel og Lerjord, saaledes at 3. og 4. Destillat blev noget mindre. Det første Destillat fra Ajle og Jord + Ajle titreredes med n/10 Opløsninger, alle de øvrige med n/100.

I de 4 Destillater fandtes et aftagende Indhold af Ammonium, men Afgangen var ikke afsluttet, selv om det meste af Vandet var destilleret over. Jo større Indholdet af Ammonium var i samme Jord, desto større blev ogsaa Indholdet i de sidste Destillater, men Forskellen paa Indholdet i disse var ikke stor. Praktisk talt fandtes hele Forskellen i de to første Destillater.

Ved Destillation af Jord, tilsat Ajle, fandt man i de to første Destillater fra Mergel 8 pCt., fra Lerjord 5 pCt. og fra Sandjord 3 pCt. mindre af den tilsatte Kvælstofmængde end ved Destillation af Jord og Ajle hver for sig.

Den i de to første Destillater fundne Mængde Ammonium svarede til følgende Mængder Kvælstof i mg pr. kg Jord:

Mergel	35
Lerjord.....	30
Sandjord.....	24

Ved Sammenligning med de følgende Tabeller vil man se, at disse Mængder svarer til dem, man finder i Jord, som ikke kort Tid før Prøveudtagningen var tilførte Ammoniakkødning. De kan stamme

fra Ammonium, der er adsorberet af Jordens Indhold af Lerjords- og Humuskoloider, eller de kan være dannede under Destillationen ved Afspaltning fra organiske Kvælstofforbindelser. At de ikke kan udnyttes af Planterne, fremgaar deraf, at Mængden er lige stor, hvad enten Prøverne udtages i bevokset eller ubevokset Jord. Efter de hidtil indhøstede Erfaringer er den Mængde, der saaledes frigøres af Jorden, karakteristisk for hver bestemt Jord, og sædvanlig er den større for Lerjord end for Sandjord. For Analyseresultaternes Anvendelse i det følgende er det ligegyldigt, hvorfra den stammer, idet der altid vil blive regnet med Differensen mellem ugødet og gødet Jord, og de ovenfor refererede Undersøgelser viser, at den med Gødningen tilførte Mængde praktisk talt genfindes efter Destillationen af Jorden. Den beskrevne Metode er foretrukket fremfor andre foreslaaede (4), fordi den egner sig bedst til Masseundersøgelser.

Bestemmelsen af Nitrat blev udført som ved de i 220. Beretning omtalte Undersøgelser, ligesom der i alle de udtagne Prøver blev udført Vandbestemmelse, og Analyseresultaterne paa Grundlag af denne omregnet til mg Kvælstof pr. kg tør Jord.

Resultaterne af de i 1924 udførte Undersøgelser over Jordens Indhold af Ammonium og Nitrat findes i Tabellerne 2 og 3.

Tabel 2. Indhold af Ammonium og Nitrat i Jord fra Forsøg med Staldgødningens Eftervirkning.

Lermarken 1924.

Prøve udtaget, Dato	Jorden benyttet til						
	Kar- tofler	Kar- tofler	Brak	Kar- tofler	Brak	Kar- tofler	Brak
	Jorden gødet med						
	Ingen Gødning	40000 kg Stald- gødning pr. ha	120000 kg Stald- gødning pr. ha	Kunstgødning = 120000 kg Stldg.			
mg Kvælstof pr. kg tør Jord							
	som Ammonium						
17. Juni	30	33	31	30	26	456	462
12. August	29	34	35	33	38	90	218
	som Nitrat						
17. Juni	10	17	16	18	17	24	23
12. August	1	1	41	2	48	48	101

Undersøgelserne i Tabel 2 blev udførte i Forbindelse med et Forsøg med Staldgødningens Eftervirkning, hvor der blev

anvendt 40 000 og 120 000 kg Staldgødning pr. ha. Hver Staldgødningsmængde dækker over 4 Forsøgsled, hvoraf det ene var bevokset med Kartofler, og de tre andre blev brakkede. Indholdet i Jorden bestemtes i alle de tre brakkede Forsøgsled hver for sig, men kun Gennemsnit er opført i Tabellen. I to Forsøgsled med henholdsvis Roer og Brak tilførtes Kunstgødning svarende til 120 000 kg Staldgødning.

Den benyttede Staldgødning indeholdt 0.60 pCt. Kvælstof, hvoraf 32 pCt. var Ammonium. Den var kun opbevaret i kort Tid, og var næsten uomsat ved Udbringningen den 27. April. Det var Regnvejrr under Udbringning og Spredning, og Nedpløjning blev foretaget samme Dag som Udbringningen.

Med 40 000 kg Staldgødning tilførtes 77 og med 120 000 kg Staldgødning 230 kg Ammoniumkvælstof pr. ha, men disse Mængder, som for største Delen kom i Jorden, har hverken den 17. Juni eller den 12. August sat sig noget Spor i dennes Indhold af Ammonium. Den kunstgødede Jords Indhold var derimod meget stort begge disse Dage, og sidstnævnte Dato var det over dobbelt saa stort i den ubevoksede Jord som i den bevoksede. Indholdet af Nitrat var den 17. Juni omtrent lige stort efter begge Staldgødningsmængder, men noget større end i ugødet Jord. Kartoffelspirene var først i Færd med at bryde igennem Jorden, og man kan gaa ud fra, at der endnu kun var optaget smaa Mængder Nitrat. I den kunstgødede Jord var Nitratindholdet lidt større end i den staldgødede, men der var dog endnu kun foregaaet en forholdsvis ringe Nitrifikation.

Prøverne blev udtagne til 15 cm Dybde, og efter Rumvægtsbestemmelse findes der i dette Jordlag 1725 Tons tør Jord. Omregner man det den 17. Juni fundne Merindhold af Ammonium- og Nitratkvælstof i kunstgødet Jord mod ugødet, finder man 776 kg pr. ha i Gennemsnit af bevokset og ubevokset Jord. Dette er 56 kg mere end tilført, eller 8 pCt. mere end den tilførte Mængde. I Betragtning af Usikkerheden ved Prøveudtagning og Omregning fra mg pr. kg tør Jord til kg pr. ha maa Overensstemmelsen siges at være tilfredsstillende.

Tabel 3 indeholder Resultater af Undersøgelser i Forbindelse med Sædskifte- og Gødningsforsøg paa Lermarken. Sædfølge og Gødskning er omtalt i 220. Beretning, Side 743—745, hvortil her henvises. I Markerne med Kaalroer og Kartofler,

Tabel 3. Indhold af Ammonium og Nitrat i Jord
fra Sædskiye- og Gødningsforsøg.

Lermarken 1924.

Prøve udtaget, Dato	Jorden benyttet til											
	Brak			Runkelroer			Kaalr. og Kart.			Turn. og Kart.		
	Forsøgsled											
	$\frac{1}{2}$ Staldg.	1 Staldg.	$\frac{1}{2}$ Kunstg.	1 Staldg.	$\frac{1}{2}$ Staldg.	1 Kunstg.	1 Staldg.	$\frac{1}{2}$ Staldg.	1 Kunstg.	1 Staldg.	$\frac{1}{2}$ Staldg.	1 Kunstg.
mg Kvælstof pr. kg tør Jord												
som Ammonium												
6. Juni	30	28	16	21	20	19	30	32	27	30	27	30
17. »	28	26	23	26	37	24	24	30	29	29	30	23
15. Juli	23	24	23	27	25	22	23	26	19	23	28	23
11. August	36	27	22	25	27	23	34	29	21	27	27	24
som Nitrat												
6. Juni	7	5	5	13	17	16	18	24	22	8	12	15
17. »	14	15	13	32	30	23	29	32	32	15	23	35
15. Juli	23	22	20	25	43	50	16	25	37	8	13	32
11. August	15	16	15	1	1	1	1	1	1	1	2	3

Turnips og Kartoffler var Parcellerne delte, og Halvdelen be-
vokset med den ene, Halvdelen med den anden Afgrøde. I
Tabellen er opført Gennemsnit af det fundne Indhold. Ind-
holdet af Ammonium var i øvrigt omtrent ens i de to Halv-
dele, og det samme gælder Indholdet af Nitrat den 6. og den
17. Juni, medens der den 13. Juli og den 17. August var ret
stor Forskel paa Nitratindholdet (se nærmere 220. Beretning,
Side 769).

Heller ikke i dette Forsøg ser man nogen Virkning af
Staldgødningen paa Jordens Indhold af Ammonium. I Gen-
nemsnit af de 4 Prøveudtagninger finder man følgende:

	$\frac{1}{2}$ Staldg.	1 Staldg.	$\frac{1}{2}$ Staldg.
Brak	27	26	—
Runkelroer	—	25	27
Kaalroer og Kartoffler	—	29	29
Turnips og Kartoffler	—	39	28

Brakmarken var ingen Gødning tilført i det paagældende
Aar, Runkelroemarken og Kaalroe-Kartoffelmarken var tilført
Staldgødning og Ajle, Turnips-Kartoffelmarken Staldgødning

alene. Brakmarken havde omtrent samme Indhold som Roemarkerne, og den største Mængde Gødning i samme Mark har heller ikke givet større Indhold end den mindste Mængde.

I Brakmarken har man gennemgaaende fundet et mindre Indhold af Ammonium i den kunstgødede Jord end i den staldgødede. Om dette skyldes et reelt mindre Indhold, eller det har andre Aarsager, kan være tvivlsomt. En Del af den fundne Ammonium kan under Destillationen være afspaltet fra Kvælstofforbindelser i Jorden, og Muligheden af en større Afspaltning i den staldgødede Jord end i den kunstgødede er ikke udelukket.

Den kunstgødede Jord i Roemarkerne havde ved den første Prøveudtagning overalt et større Indhold af Ammonium end den samme Jord i Brakmarken, og det samme var ved anden Prøveudtagning Tilfældet i Kaalroe-Kartoffelmarken. Ved de to sidste Prøveudtagninger var Indholdet ens i alle 4 Marker. Selv om det saaledes er muligt, at Omsætningen af den med svovlsur Ammoniak tilførte Ammonium endnu ikke var afsluttet i første Halvdel af Juni, tog Omsætningen i dette Forsøg dog langt kortere Tid end i det foran omtalt, hvor der endnu var en stor Mængde Ammonium tilbage i Jorden i Midten af August. I Sædskiftforsøgene var til Runkelroer og til Kaalroe-Kartofler givet 67 kg Kvælstof pr. ha og til Turnips-Kartofler 57 kg, i Forsøget med Eftervirkning var givet 720 kg Kvælstof pr. ha. I denne over 10 Gange saa store Mængde findes Forklaringen paa den senere Afslutning af Omsætningen.

I 1925 udførtes Undersøgelser i Forbindelse med et Forsøg med Staldgødning og forskellige Kvælstofgødninger. Forsøget anlagdes i et 20 m × 25 m stort Areal, som inddeltes i Parceller à 2 m × 2 m. Hele Arealet var i Slutningen af Marts gødet med ca. 200 kg Superfosfat og 100 kg 37 pCt. Kaligødning pr. ha. Forsøget blev anlagt den 29. April med følgende 5 Led:

- 1) Ugødet,
- 2) Staldgødning med 200 kg Kvælstof pr. ha,
- 3) Chilesalpeter » 100 » » »
- 4) Svovlsur Ammoniak » 100 » » »
- 5) Urinstof » 100 » » »

Staldgødningen blev taget fra Forsøgsstationens Mødding, hvor den var opbevaret 2—3 Maaneder under Tag. Den indeholdt 0.19 pCt. Ammoniumkvælstof og 0.60 pCt. Kvælstof i alt.

Alle Gødninger blev udbragte omkring Kl. 17, og de gravedes ned med Greb den følgende Dag omkring Kl. 10. Det var klart Vejr og stille eller svag Blæst. Jordoverfladen var tør. Staldgødningen tørredes paa Overfladen af Klatterne, men disse var fugtige indeni og ned imod Jorden.

Den første Del af Sommeren blev Jorden holdt ren ved gentagen Skufning. Den 2. Juli blev saaet Gul Sennep, hvoraf største Parten først spirede efter Regnen i Slutningen af Juli og Begyndelsen af August. Derefter voksede Sennepen stærkt, og den 6. September, da den blev hugget af, var den meget kraftig.

Resultaterne af Bestemmelse af Ammonium og Nitrat i Jordprøver, der blev udtagne med 1—2 Ugers Mellemrum, findes i Tabel 4, medens Figur 1 demonstrerer Analyseresultaternes Forhold til Nedbør og Jordtemperatur.

Tabel 4. Indhold af Ammonium og Nitrat i Jord fra etaarigt Forsøg med Staldgødning og forskellige Kvælstofgødninger. *Lermarken 1925.*

Prøve udtaget, Dato	Jordens Gødskning										pCt. Vand i Gennemsnit af alle Prøver
	Ingen Gødn.	Staldgødn.	Chilesalpet.	svovls. Amm.	Urinstof	Ingen Gødn.	Staldgødn.	Chilesalpet.	svovls. Amm.	Urinstof	
	mg Kvælstof pr. kg tør Jord										
	som Ammonium					som Nitrat					
20/4 ...	24	22	25	27	25	4	4	4	4	5	16.8
19/6 ...	27	27	31	49	42	6	8	27	26	25	18.6
19/6 ...	32	33	34	41	39	11	11	36	45	48	16.5
27/6 ...	27	29	30	25	31	9	11	24	33	34	16.7
4/8 ...	31	29	27	31	34	6	11	28	43	34	16.9
12/8 ...	24	31	22	30	24	8	10	21	28	35	15.4
23/8 ...	29	28	24	29	28	14	18	27	45	50	15.9
2/9 ...	32	27	29	27	29	16	22	32	33	31	15.8
18/9 ...	33	29	31	31	28	18	26	33	50	39	15.5
28/9 ...	27	27	28	28	25	22	30	53	70	66	18.5
10/8 ...	20	22	22	21	22	12	23	29	38	44	14.4
7/9 ...	24	21	22	22	24	2	2	3	3	3	20.1

Nedbøren maalttes Kl. 8. Dens Størrelse er demonstreret ved Søjlen over det Døgn, hvori den er falden, idet Søjlernes Højde er bestemt af Antal mm Nedbør. Datobetegnelsen er anbragt Kl. 12, altsaa i Midten af det paagældende Døgn. I

den lodrette Linie derover er Punkterne for Jordtemperatur og Analyseresultater afsatte.

Følger man Resultaterne af Bestemmelserne af Ammonium gennem Tabellens tre Rubrikker for ugødet, staldgødet og salpetergødet Jord, vil man se, at Forskellen paa Indholdet har været meget lille. Kun en enkelt Gang — den 13. Juni — var Indholdet større i den staldgødede Jord end i begge de to andre.

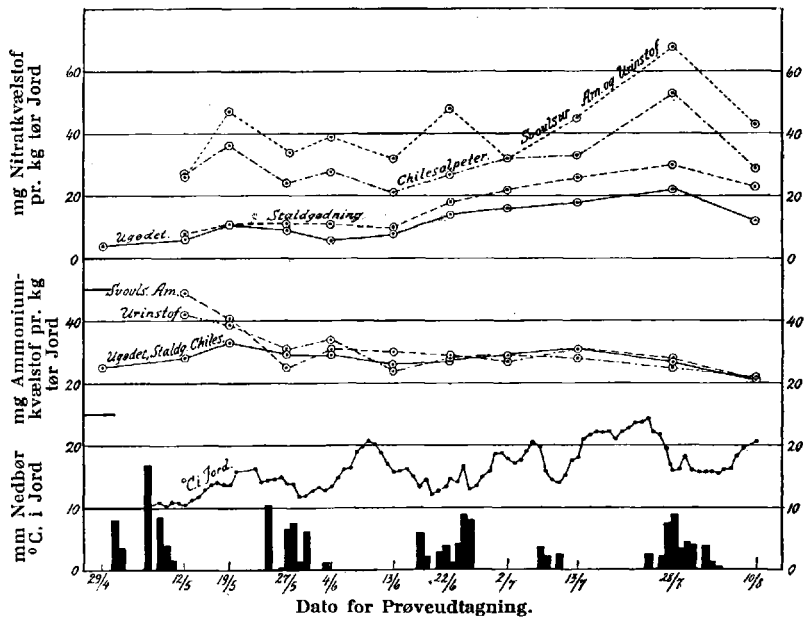


Fig. 1. Resultater af Undersøgelser i 1925.

I Figuren er kun tegnet een Linie for Gennemsnit af disse tre Forsøgsled, og dette Gennemsnit viste kun smaa Udslag. Det begyndte den 29. April — umiddelbart før Gødningen blev tilført — ved 25 mg pr. kg Jord, steg derfra til 33 mg den 19. Maj, faldt igen til 26 mg den 30. Juni for igen at stige lidt til Slutningen af Juli og at falde i Løbet af August og September.

I Jorden, gødet med svovlsur Ammoniak og Urinstof, var Indholdet den 12. Maj henholdsvis 49 og 42 mg pr. kg tør Jord, eller 21 og 14 mg større end i de to andre Forsøgsled. Ogsaa den 20. Maj var Indholdet størst i den ammoniak- og urinstofgødede Jord, men ved de følgende 3 Prøveudtagninger

var Forholdet uregelmæssigt. Først efter den 13. Juni kan man med Sikkerhed sige, at Indholdet var ens i alle Forsøgsled.

De svingende Resultater i denne Periode kan skyldes ujævn Fordeling af Gødningen, Gødningsklumper o. l., idet der som Følge deraf vil være Pletter i Jorden, hvor Koncentrationen af Gødning bliver stor. I saadanne Pletter vil, ligesom ved Tilførsel af de meget store Mængder i 1924, Omsætningen af Gødningen være afsluttet senere, end hvor Koncentrationen er mindre. En ligelig Repræsentation i Prøverne af Jord fra disse Pletter vil det altid være vanskeligt at opnaa.

Nitratinholdet i den staldgødede Jord var kun lidt højere end i den ugødede, men Forskellen var dog stigende i Løbet af Sommeren. Prøverne blev udtagne til 20 cm Dybde, og dette Jordlag indeholder ca. 2300 Tons tør Jord pr. ha. Omregner man derefter mg Nitratkvælstof pr. kg tør Jord til kg pr. ha, finder man følgende:

	Forskel i Indhold af Nitratkvælstof mellem ugødet og staldgødet Jord.		
	mg pr. kg tør Jord	kg pr. ha	i pCt. af tilført
Gennemsnit af Maj	1	5	2.5
» » Juni	4	9	4.5
» » Juli	8	18	9.0
10. August	11	25	12.5
7. September	0	0	0

Merindholdet i den staldgødede Jord var stigende indtil 10. August. I Løbet af denne Maaned voksede Sennepen stærkt og optog som Følge deraf hele den tilstedeværende Nitratmængde, saaledes at Indholdet i Begyndelsen af September var ens i ugødet og staldgødet Jord. Ogsaa den 10. August kan Afgrødens Nitratoptagelse have gjort sig gældende, saaledes at den af Staldgødningen dannede Nitratmængde har svaret til mere end de $12\frac{1}{2}$ pCt. af Kvælstofmængden.

Svovlsur Ammoniak og Urinstof gav omtrent samme Indhold af Nitrat i Jorden. Der var vel i nogle Tilfælde Afvigelser, men disse gik snart til den ene Side og snart til den anden, og derfor er der kun tegnet en Kurve for Gennemsnit. Sammenligner man denne Kurve med Kurven for Chilesalpeter, finder man, at Indholdet var ens den 12. Maj. Denne Dag var der endnu et stort Indhold af Ammonium i den med svovlsur Ammoniak og Urinstof gødede Jord, og dette gav sig Udslag

i en stærkere Stigning af Nitratindholdet i denne Jord end i den chilesalpetergødede indtil den 19. Maj. Den derved opnaaede Forskel i Indholdet holdt sig Resten af Sommeren nogenlunde konstant, naar bortses fra den 22. Juni, da Forskellen var større end sædvanlig, og den 2. Juli, da det fundne Indhold var ens. I Tiden mellem den 29. April og den 12. Maj maa der være foregaaet et Tab af det med Chilesalpeter tilførte Nitratkvælstof, som ikke senere er genvundet. I disse Dage faldt ca. 40 mm Nedbør, og det maa anses for sandsynligt, at der er foregaaet en Nedvaskning af Chilesalpeter, medens det med svovlsur Ammoniak tilførte eller af Urinstof dannede Ammonium ved Adsorption har været bedre beskyttet mod en saadan.

Beregnes Summen af Ammonium og Nitratkvælstof i kg. pr. ha, finder man, at Merindholdet mod »Ugødet« i Jord, gødet med svovlsur Ammoniak, den 12. Maj svarede til 97 kg pr. ha. Den 19. Maj havde de to Forsøgsled omtrent samme Indhold af Ammonium og Nitrat, og Summen svarede i Gennemsnit til 99 kg Kvælstof pr. ha. Ved de følgende Prøveudtagninger svarede Merindholdet af Nitrat til mellem 40 og 80 kg Kvælstof pr. ha, men den stærke Stigning af Indholdet i Juli bragte Merindholdet op til 106 kg Kvælstof pr. ha.

Et lignende Forsøg blev udført i 1926 i 3 Parceller af gamle Kalkforsøg paa Lermarken. Den ene af disse Parceller havde ingen Kalk faaet tilført siden omkring 1880, den anden havde i Aarene 1907—1909 faaet 13500 kg kulsur Kalk pr. ha med 4500 kg aarlig, den tredje havde i de samme Aar faaet samme Kalkmængde og i 1919 yderligere 13500 kg. Om Reaktionsforholdene se i øvrigt nærmere Side 743.

N ↑	Staldgødning	Ajle	Chilesalpeter	Svovlsur Ammoniak	Urinstof	Ugødet
	—27000 kg Kalk pr. ha—			—13500 kg Kalk pr. ha—		
	Svovlsur Ammoniak	Urinstof	Ugødet	Staldgødning	Ajle	Chilesalpeter
	Staldgødning	Ajle	Chilesalpeter	Svovlsur Ammoniak	Urinstof	Ugødet
	<i>Ukalket</i>					
S ↓	Svovlsur Ammoniak	Urinstof	Ugødet	Staldgødning	Ajle	Chilesalpeter

I det i disse Parceller anlagte Gødningsforsøg benyttedes Parceller à 10 m² (2.9 m × 3.45 m) og dette Forsøg blev anlagt med een Parcel af hvert Forsøgsled i hver af de kalkede Parceller og to Parceller i den ukalkede, der var dobbelt saa stor som de to andre. Se foranstaaende Rids.

I de benyttede 6 Forsøgsled tilførtes følgende Kvælstofmængder:

- 1) Ugødet,
- 2) Staldgødning med 200 kg Kvælstof pr. ha,
- 3) Ajle » 100 » » »
- 4) Chilesalpeter » 100 » » »
- 5) Svovlsur Ammoniak » 100 » » »
- 6) Urinstof » 100 » » »

Staldgødningen svarede til den i 1925 benyttede, og den indeholdt 0.16 pCt. Ammoniumkvælstof og 0.60 pCt. Kvælstof i alt.

Gødningen blev udbragt den 11. Maj, samtidig med Udbringning af Gødning paa den øvrige Del af Marken, og den gravedes ned med Greb til 10 cm Dybde straks efter Spredning paa Parcellerne. Den 14. Maj blev saet Runkelroer, samtidig med Tilsaaning af den øvrige Del af Marken. Jorden blev i Løbet af Sommeren holdt ren som hele Roemarken ved Radrensning og Hakning. Roerne blev udtyndede den 22. Juni. Et Indtryk af deres Udvikling i den første Del af Sommeren faar man af følgende Beskrivelse, som blev udført den 17. Juli.

Ukalket Jord.

Bestanden er meget mangelfuld, og de tilstedeværende Roer stærkt angrebne af Rodbrand, navnlig i de ugødede Parceller og Parcellerne, som er gødede med svovlsur Ammoniak og Urinstof. I Parcellerne, som er gødede med Staldgødning, Ajle og Chilesalpeter, er Roerne noget kraftigere, Roden er 3—4 cm tyk og Bladene ca. 35 cm lange. Der synes at være nogen Overslæbning af Kalk fra den stærkt kalkede Jord uden for Forsøget, idet Roerne er kraftigere og mindre angrebne af Rodbrand langs Grænserne mod Øst og Vest (Roerækkernes Retning og den Retning, hvori Marken pløjes).

13500 kg Kalk.

Bestanden noget mangelfuld. Roerne i de ugødede Parceller er lidt bedre end de daarligste i den ukalkede Jord. Alle de gødede Parceller er omtrent ens, og som i de bedste Parceller i den ukalkede Jord.

27000 kg Kalk.

Bestanden god og Roerne kraftige med ca. 5 cm tyk Rod og ca. 40 cm lange Blade. Ikke synligt Udslag for Gødning.

Der blev udtaget Prøver til Bestemmelse af Indholdet af Nitrat og Ammonium, Dagen før Gødningen blev udstrøet.

Tabel 5. Indhold af Ammonium og Nitrat i Jord fra etaarigt Forsøg med Staldgødning og forskellige Kvælstofgødninger paa forskellig kalket Jord.

Lermarken 1926.

Prøve udtaget, Dato	Jordens Gødskning											pCt. Vand i Gen- nemsnit af alle Prøver	
	Ingen Gødn.	Stald- gødn.	Ajle	Chile- salpet.	svovls. Amm.	Urin- stof	Ingen Gødn.	Stald- gødn.	Ajle	Chile- salp.	svovls. Amm.		Urin- stof
	mg Kvælstof pr. kg tør Jord												
	som Ammonium						som Nitrat						
Ukalket													
10/5	25	25	25	25	25	25	7	7	7	7	7	7	13.7
14/5	24	29	43	21	43	58	4	5	4	33	4	5	14.7
2/6	26	28	31	26	29	39	10	9	23	30	19	20	13.5
12/6	23	20	24	26	32	30	10	10	24	27	18	26	15.8
30/6	29	24	19	21	26	26	6	9	24	14	14	20	11.9
19/7	26	25	22	24	26	27	9	11	19	16	22	24	11.7
13500 kg kulsur Kalk pr. ha (Reaktionstal i ugødet Jord 6.7—7.0)													
10/5	26	26	26	26	26	26	6	6	6	6	6	6	13.0
14/5	24	26	45	28	59	41	4	5	4	28	6	6	14.7
2/6	28	28	26	23	31	31	9	11	24	30	26	28	13.9
12/6	21	21	23	20	33	33	12	12	25	27	24	29	15.9
30/6	19	21	21	19	21	19	8	9	21	13	11	17	12.0
19/7	—	—	—	—	—	—	4	11	14	10	11	10	11.1
27000 kg kulsur Kalk pr. ha (Reaktionstal i ugødet Jord 7.9—8.1)													
10/5	25	25	25	25	25	25	8	8	8	8	8	8	13.8
14/5	22	28	51	28	62	49	5	5	5	24	6	6	15.1
2/6	23	29	26	21	31	26	13	15	23	31	20	25	14.1
12/6	23	24	26	22	19	23	13	15	23	37	24	33	16.4
30/6	19	23	24	26	24	29	8	11	19	23	20	20	12.7
19/7	—	—	—	—	—	—	5	8	9	8	8	11	11.1
Gennemsnit af alle tre Kalkmængder													
10/5	25	25	25	25	25	25	7	7	7	7	7	7	13.5
14/5	23	28	46	26	55	49	4	5	4	28	5	6	14.8
2/6	26	28	28	23	30	32	10	12	23	30	22	24	13.8
12/6	22	22	24	23	28	29	12	12	24	30	22	29	16.0
30/6	22	23	21	22	24	25	7	10	21	17	15	19	12.2
19/7	26	25	22	24	26	27	6	10	14	11	14	15	11.3

Prøveudtagning blev gentaget 3 Gange med 2—4 Ugers Mellemrum indtil den 19. Juli. Resultaterne af Undersøgelserne findes i Tabel 5.

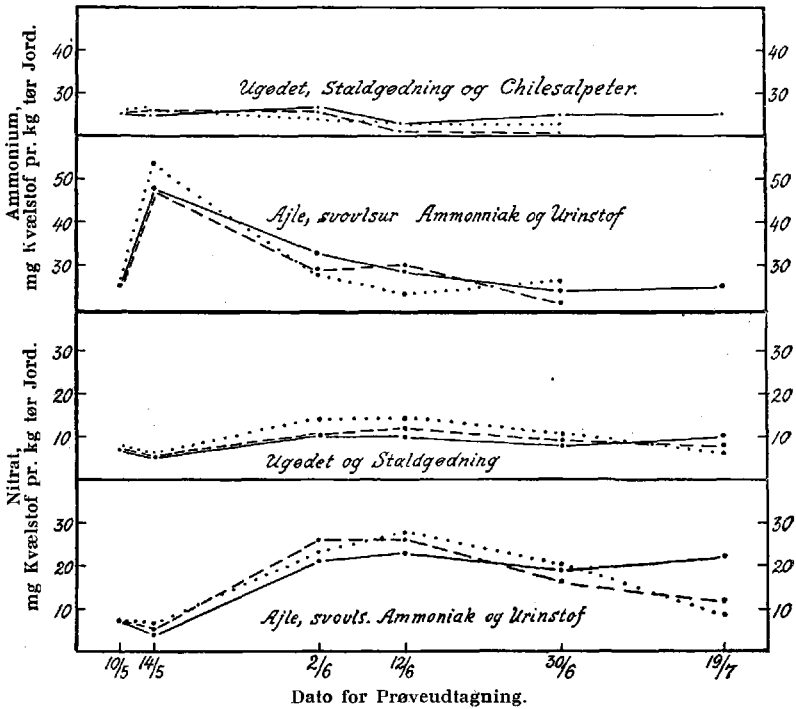


Fig. 2. Indhold af Ammoniak og Nitrat i forskellig kalket Jord.

Ukrud

13500 kg Kalk

27000 kg Kalk

I Fig. 2 er det forsøgt at demonstrere Kalkens Indflydelse paa Kvælstofomsætningen, idet de fuldt optrukne Linier gælder Indholdet i ukalket Jord, de afbrudte Indholdet i Jord, kalket med 13500 kg Kalk pr. ha, og de punkterede Indholdet i Jord, kalket med 27000 kg Kalk pr. ha. Af Hensyn til Overskueligheden er der ved Indholdet af Ammonium taget Gennemsnit af Forsøgsleddene i to Grupper, nemlig: 1) Ugødet, Staldgødning og Chilesalpeter, og 2) Ajle, svovlsur Ammoniak og Urinstof. Ved Indholdet af Nitrat er samme Inddeling benyttet, idet dog Chilesalpeter er skilt ud af første Gruppe. Af Tabellen vil det ses, at Forsøgsleddene inden for hver Gruppe i det væsentlige har forholdt sig ens.

Det fundne Indhold af Ammonium har været omtrent ens i kalket og ukalket Jord. I Gennemsnit var det snarest mindst i den kalkede Jord, men ved Eftersyn i Tabellen vil man se, at de enkelte Resultater har været ret afvigende. Den Sikkerhed, der er arbejdet med, har ikke været stor nok til at paa-vise en eventuelt tilstedeværende Forskel. Indholdet af Nitrat har i Juni Maaned været størst i den kalkede Jord, og i Løbet af Juli blev det størst i den ukalkede. Nitrifikationen synes at være foregaaet lidt hurtigere i den kalkede Jord end i den ukalkede, men de svage Planter paa den ukalkede Jord optog Nitrat langsommere end de kraftigere paa den kalkede.

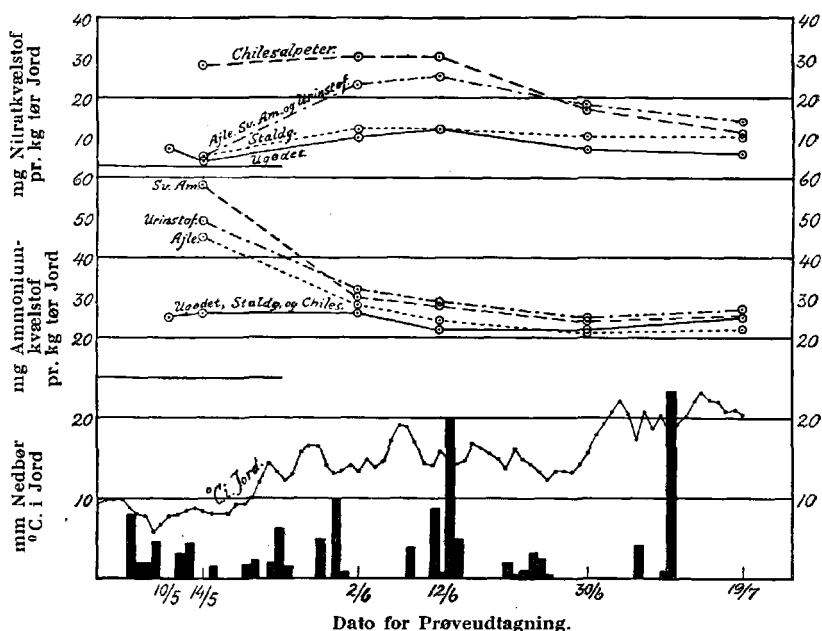


Fig. 3. Resultater af Undersøgelser i 1926.

I den nederste Del af Tabel 5 findes Gennemsnit af Indholdet af Ammonium og Nitrat i de forskellige kalkede Jorder, og i Fig. 3 er disse Gennemsnit sammenstillede med Nedbør og Jordtemperatur paa samme Maade som for 1925 i Fig. 1.

Nedbøren var en Del større end det foregaaende Aar, og Jordtemperaturen en Del lavere. Den store Nedbør og lave Temperatur har paa-irket Nitratindholdet, saaledes at dette

blev lavt, men ogsaa det Forhold, at Roerne kom hurtigere i Vækst end Sennepen i 1925, kan have foraarsaget et mindre Indhold af Nitrat i Slutningen af Juli.

Som i 1925 var Indholdet af Ammonium omtrent ens i ugødet, staldgødet og chilesalpetergødet Jord, idet der dog baade den 14. Maj og den 2. Juni var en Antydning af et højere Indhold i den staldgødede end i de to andre Forsøgsled. Dette Merindhold er ikke helt sikkert bestemt, og det kan højest have svaret til 2—5 mg pr. kg tør Jord eller mellem 5 og 12 kg Kvælstof pr. ha. Der var tilført 46 kg Ammoniakkvælstof pr. ha med Staldgødningen, og Merindholdet kan højest have svaret til 10—25 pCt. deraf.

Tre Dage efter Tilførsel af Gødning fandt man ret varierende Indhold af Ammonium efter Gødskning med Ajle, svovlsur Ammoniak og Urinstof. I Gennemsnit var Indholdet størst efter svovlsur Ammoniak, men Prøveudtagningen har været usikker, og man tør ikke af det mindre Indhold efter Ajle og Urinstof slutte, at der har været et Tab af Ammoniak ved Udbringningen af Ajle, eller at hele Urinstofmængden endnu ikke var omsat til Ammoniumkarbonat.

Baade den 2. og den 12. Juni havde disse tre Forsøgsled et større Indhold af Ammonium end Gennemsnit af de tre andre. Forskellen var dog ikke stor, og den Mængde af det tilførte Ammonium, der var tilbage i Jorden omkring 1. Juni, har kun været ringe.

Den staldgødede Jords Indhold af Nitrat var kun lidt større end Indholdet i den ugødede. Ogsaa den kunstgødede Jord havde et meget ringe Nitratindhold paa Grund af den stadige og rigelige Nedbør.

Samme Aar udførtes Undersøgelser i Forbindelse med fastliggende Forsøg med forskellige Kvælstofgødninger paa let Sandjord ved Lundgaard. Dette Forsøg, som var anlagt i 1921, havde følgende Led:

- 1) Ingen Kvælstofgødning.
- 2) Chilesalpeter.
- 3) Norgesalpeter.
- 4) Ammoniumnitrat.
- 5) Svovlsur Ammoniak.
- 6) Urinstof.

I Gennemsnit af hele Sædsiftet tilføres 40 kg Kvælstof pr. ha aarlig. Der blev udtaget Prøver i en Roemark, som havde faaet 100 kg Kvælstof pr. ha tilført i alle de benyttede Kvælstofgødninger.

Marken havde i 1919 faaet 4000 kg kulsur Kalk tilført pr. ha. I 1921 fik den ene Halvdel af Marken yderligere 4000 kg pr. ha. Der var 4 Fællesparceller i begge Halvdele. Kvælstofgødningen tilførtes den 11. Maj. Der var da udtaget Prøver Dagen før, og Prøveudtagningen blev gentaget den 15. Maj og den 11. Juni. Resultaterne af Undersøgelserne findes i Tabel 6.

Merindholdet mod grundgødet i mg Kvælstof pr. kg tør Jord var følgende:

	Chilesalpeter Norgesalpeter	Ammonium- nitrat	Svovlsur Ammoniak	Urinstof
Den 15. Maj.				
Ammonium	0	15	26	14
Nitrat	20	10	0	0
Sum...	20	25	26	14
Den 11. Juni.				
Ammonium	0	0	4	4
Nitrat	22	21	20	19
Sum...	22	21	24	23

Efter Gødskning med Urinstof fandt man den 15. Maj kun halv saa stort Merindhold af Ammonium som efter svovlsur Ammoniak, eller det samme som efter Ammoniumnitrat, hvor kun Halvdelen af Kvælstoffet var givet som Ammonium. Den 11. Juni fandtes samme Indhold efter Urinstof som efter de andre Kvælstofgødninger. Der er her utvivlsomt Udtryk for, at hele Mængden af Urinstof ikke var omsat til Ammoniumkarbonat i Løbet af de 4 Dage, der var gaaet siden Gødningen tilførtes.

Endnu den 11. Juni var der et lille Merindhold af Ammonium efter Gødskning med svovlsur Ammoniak og Urinstof. Dette hidrørte alene fra den svag kalkede Del af Marken. Om Reaktionsforholdene se nærmere Side 747—48.

Baade 1925 og 1926 udførtes nogle spredte Undersøgelser i Forbindelse med Forsøg med Sammenligning af Staldgødning og Kunstgødning. Disse Forsøg udførtes baade paa Lermarken

Tabel 6. Indhold af Ammonium og Nitrat i Jord
fra fastliggende Forsøg med forskellige Kvælstofgødninger.

Lundgaard 1926.

Prøve udtaget, Dato	Jordens Gødskning												pCt. Vand i Gen- nemsnit af alle Prøver
	Grund- gødning	Chile- salp.	Norge- salp.	Amm.- nitrat	svovls. Amm.	Urin- stof	Ingen Gødning	Chile- salp.	Norge- salp.	Amm.- nitrat	svovls. Amm.	Urin- stof	
	mg Kvælstof pr. kg tør Jord												
	som Ammonium						som Nitrat						
4000 kg Kalk pr. ha. Turnips													
¹⁰ / ₅	13	13	15	11	13	11	2	2	2	2	2	2	10.2
¹⁵ / ₅	19	19	20	38	49	33	2	24	25	13	3	2	10.3
¹¹ / ₆	20	21	18	20	26	28	6	31	33	23	20	26	11.7
8000 kg kulsur Kalk pr. ha. Kaalroer													
¹⁰ / ₅	13	15	15	15	15	15	2	2	2	2	2	2	10.2
¹⁵ / ₅	19	18	20	29	40	32	3	20	22	13	3	3	10.0
¹¹ / ₆	20	18	17	21	21	19	7	27	22	33	33	25	11.6
Gennemsnit af begge Kalkmængder													
¹⁰ / ₅	13	14	15	13	14	13	2	2	2	2	2	2	10.2
¹⁵ / ₅	19	19	20	34	45	33	3	22	24	13	3	3	10.2
¹¹ / ₆	20	20	18	21	24	24	7	29	28	28	27	26	11.7

og Sandmarken med henholdsvis Runkelroer og Kartofler som Forsøgsafgrøde og med følgende Forsøgsled:

- 1) Ugødet.
- 2) 30 000 kg Staldgødning pr. ha.
- 3) 60 000 kg » »
- 4) Kunstgødning med Kvælstof i Chilesalpeter.
- 5) » » i svovlsur Ammoniak.

Staldgødningen var begge Aar af samme Beskaffenhed som den i de foran omtalte Forsøg anvendte og den indeholdt:

	pCt. Ammoniumkvælstof	pCt. Kvælstof i alt
1925	0.17	0.61
1926	0.18	0.59

Med Kunstgødningen tilførtes i 1925 183 kg Kvælstof pr. ha, svarende til Indholdet i 30 000 kg Staldgødning, i 1926 89 kg pr. ha, svarende til Indholdet i 15 000 kg Staldgødning. De

tilførte Mængder af Fosforsyre og Kali stod i samme Forhold til Staldgødningsmængderne som Kvælstoffet. Gødningerne tilførtes til følgende Tider:

	Lermarken			Sandmarken	
	Staldgødning	Kunstgødning		Staldgødning	Kunstgødning
1925.....	5. Maj	9. Maj		5. Maj	7. Maj
1926.....	19. April	24. April		1. Maj	1. Maj

Begge Aar blev kun udført Undersøgelser to Gange, og Resultaterne findes i Tabel 7.

I første Halvdel af Juni var der begge Aar baade paa Lermarken og Sandmarken et lidt større Indhold af Ammonium efter Gødsning med den store Staldgødningsmængde end i den ugødede Jord, medens Indholdet efter den lille

Tabel 7. Indhold af Ammonium og Nitrat i Jord fra Forsøg med Sammenligning af Staldgødning og Kunstgødning.

Lermarken og Sandmarken 1925 og 1926.

Prøve udtaget, Dato	Jordens Gødsning										pCt. Vand i Gennemsnit af alle Prøver	
	Ingen Gødning	Staldgødn.		Kunstgødn.			Ingen Gødning	Staldgødn.		Kunstgødn.		
		30000 kg/ha	60000 kg/ha	Chile- salp.	svls. Amm.	Amm.		30000 kg/ha	60000 kg/ha	Chile- salp.		svls. Amm.
	mg Kvælstof pr. kg tør Jord											
som Ammonium					som Nitrat							
Lermarken 1925. Runkelroer												
¹² / ₆ ...	35	36	40	34	63	7	15	13	41	34	14.9	
¹² / ₁₀ ...	25	25	25	27	24	1	1	1	1	1	18.8	
Lermarken 1926. Runkelroer												
⁶ / ₆ ...	22	23	27	23	31	10	15	13	31	25	13.8	
²⁰ / ₇ ...	21	21	22	21	20	4	4	5	7	3	10.9	
Sandmarken 1925. Kartoffler												
¹² / ₆ ...	22	20	32	24	52	4	8	9	22	11	9.7	
¹⁸ / ₁₀ ...	19	16	17	21	21	1	1	1	1	1	13.1	
Sandmarken 1926. Kartoffler												
¹⁰ / ₆ ...	17	20	19	18	30	5	10	12	22	12	9.7	
²⁰ / ₇ ...	20	19	20	23	20	2	2	2	2	2	5.9	

Staldgødningsmængde ikke blev kendelig forøget. I 1925, da der var benyttet en stor Mængde svovlsur Ammoniak, var Indholdet af Ammonium i den dermed gødede Jord den 13. Juni kendelig større end i de øvrige Forsøgsled. Merindholdet mod ugødet Jord var 28 mg pr. kg tør Jord paa Lermarken og 30 mg paa Sandmarken, hvilket svarede til henholdsvis 64 og 78 kg Kvælstof pr. ha¹⁾, eller 35 og 43 pCt. af det tilførte. Heller ikke i 1926 var den med svovlsur Ammoniak tilførte Kvælstofmængde omsat til Nitrat i Begyndelsen af Juni, og der var ligesom i 1925 mere tilbage paa Sandmarken end paa Lermarken. Der var tilført mindre Mængde, og derfor var der, trods nogle Dage tidligere Prøveudtagning og trods lavere Temperatur, et mindre Merindhold.

Indholdet af Nitrat var i Juni kun lidt større i staldgødet Jord end i ugødet, og den store Staldgødningsmængde gav ikke større Indhold end den lille. Svovlsur Ammoniak gav i Overensstemmelse med det større Indhold af Ammonium et mindre Indhold af Nitrat end Chilesalpeter.

I 1927 blev anlagt Forsøg paa et 15.6 m × 7.2 m stort Areal paa Lermarken. Arealet deltes i 18 Parceller hver paa 2.4 m × 2.6 m. Forsøget omfatter følgende 3 Led:

- 1) Ugødet.
- 2) 30 000 kg Staldgødning pr. ha (= 165 kg Kvælstof).
- 3) 250 kg svovlsur Ammoniak pr. ha (= 50 kg Kvælstof).

Staldgødningen var meget stærkt omsat. Ca. 60 pCt. af den stammede fra den øverste Del af Møddingen, hvor der var foregaaet en Omsætning under stærk Varmedvikling, som havde omdannet Gødningen til en sort, tørveagtig Masse (se nærmere 222. Beretning, Staldgødningsundersøgelser II, Side 84, Tabel 5, Side 98 og Side 104). Dette Lag var kastet til Side under Udkørsel af Møddingen og blandet med den efterhaanden producerede Gødning. Derved opstod paany en stærk Omsætning, saaledes at Gødningen ved Benyttelsen var meget varm og meget stærkt omsat. Den gamle Gødning indeholdt 0.03 pCt. Ammoniumkvælstof og 0.74 pCt. Kvælstof i alt, og den friske Gødnings Indhold laa i Nærheden af 0.10 pCt. Ammoniumkvælstof og 0.45 pCt. Kvælstof i alt. Den ved Sammenblandingen

¹⁾ Jordens Rumvægt svarede til 2300 Tons tør Jord paa Lermarken og 2600 Tons paa Sandmarken.

og Gæringen opstaaede Gødskning indeholdt 0.09 pCt. Ammoniumkvælstof og 0.55 pCt. Kvælstof i alt.

Gødningerne tilførtes den 5. Maj og blev straks gravede ned til ca. 10 cm Dybde. Arealet blev holdt rent ved Skufning en Gang ugentlig. Før Tilførsel af Gødning blev udtaget 3 Prøver til Bestemmelse af Indholdet af Ammonium og Nitrat, og derefter blev med en Uges Mellemrum udtaget Prøve af hver Parcel til de samme Bestemmelser indtil Begyndelsen af August. Resultaterne i Gennemsnit for hvert Forsøgsled findes i Tabel 8, og de er i Fig. 4 sammenstillede med Nedbør og Jordtemperatur paa sædvanlig Maade.

Tabel 8. Indhold af Ammonium og Nitrat i Jord fra Forsøg med Staldgødning og svovlsur Ammoniak.

Lermarken 1927.

Prøve udtaget, Dato	Jordens Gødskning						pCt. Vand i Gen- nemsnit af alle Prøver
	Ingen Gød- ning	Stald- gødn., 30000 kg/ha	svovls. Amm., 250 kg/ha	Ingen Gød- ning	Stald- gødn., 30000 kg/ha	svovls. Amm., 250 kg/ha	
	som Ammonium			som Nitrat			
5. Maj	23	23	23	2	2	2	15.5
12. »	23	31	39	4	7	6	14.6
19. »	23	28	33	5	7	9	14.4
27. »	22	26	32	6	9	12	14.5
3. Juni	21	21	27	5	10	15	16.6
10. »	22	20	23	5	10	16	16.7
16. »	16	18	16	7	17	23	15.2
23. »	25	25	26	6	14	16	16.7
1. Juli	30	29	30	4	9	10	15.5
7. »	24	27	26	3	7	6	15.6
14. »	23	24	24	6	10	9	15.3
21. »	24	26	25	5	9	8	15.5
29. »	24	23	24	7	11	10	17.1
4. August ..	24	26	24	8	11	8	16.5

Indholdet af Ammonium i den ugødede Jord har forholdt sig omtrent som i de tidligere Aar, kun var Faldet i Juni stærkere udpræget og begrænset til en enkelt Prøveudtagning — den 16. Juni, da Jordtemperatur og Nitratindhold var stigende. Nitratindholdet i denne Jord var meget lavt, og en begyndende

Stigning i første Tredjedel af Juni og i Midten af Juli blev holdt nede af Regnvejr.

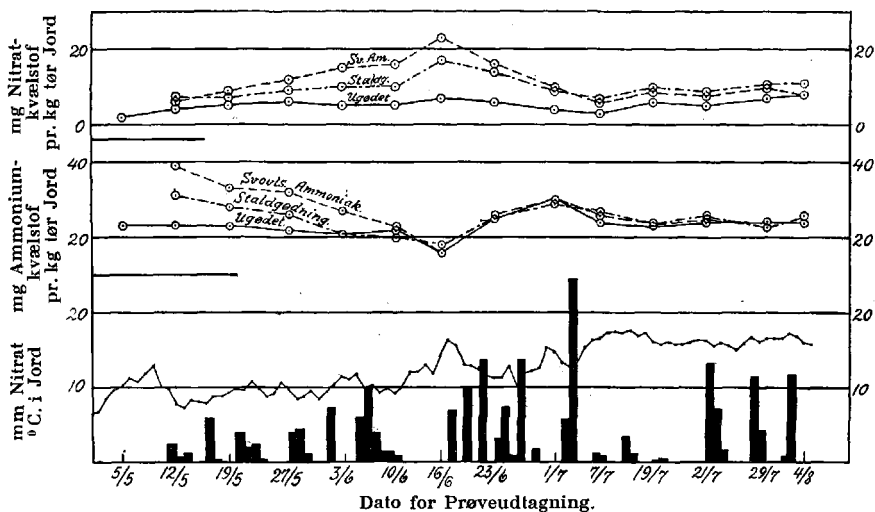


Fig. 4. Resultater af Undersøgelser i 1927.

Staldgødningen har, i Modsætning til tidligere Aar, forøget Indholdet af Ammonium betydeligt. Merindholdet mod ugødet Jord udgjorde den 12. Maj 18 kg Kvælstof pr. ha. Der var tilført 27 kg Ammoniumkvælstof. Samme Dag svarede Merindholdet i Jorden, som var gødet med svovlsur Ammoniak (50 kg Kvælstof tilført pr. ha), til 37 kg Kvælstof pr. ha. Der var allerede paa dette Tidspunkt et Merindhold af Nitrat paa 2—3 mg Kvælstof pr. kg tør Jord eller 5—7 kg pr. ha, og Merindholdet af mineraliseret Kvælstof udgjorde da i begge Tilfælde ca. 85 pCt. af den tilførte Ammoniakmængde.

I Løbet af Maj og første Halvdel af Juni forsvandt Merindholdet af Ammonium efter begge Gødninger, og noget tidligere efter Staldgødning end efter svovlsur Ammoniak. Samtidig dermed steg Indholdet af Nitrat, og det blev størst den 16. Juni, da Merindholdet mod ugødet Jord var henholdsvis 10 og 16 mg pr. kg tør Jord, eller 23 og 37 kg pr. ha. Den følgende Tids store Nedbør reducerede Nitratindholdet stærkt, men det blev dog ved at være lidt højere i den gødede end i den ugødede Jord.

I Tabel 9 findes Resultaterne af nogle Bestemmelser af Undergrundens Nitratindhold.

Tabel 9. Indhold af Nitrat i Undergrunden i Forsøg med Staldgødning og svovlsur Ammoniak.

Lermarken 1927.

Prøve udtaget, Dato	Jordens Gødskning						pCt. Vand i Gennemsnit af alle Prøver	
	Ingen Gød- ning	Stald- gød- n., 30000 kg/ha	svovls. Amm., 250 kg/ha	Ingen Gød- ning	Stald- gød- n., 30000 kg/ha	svovls. Amm., 250 kg/ha		
	mg Kvælstof pr. kg tør Jord						20—40 cm Dybde	40—60 cm Dybde
	20—40 cm Dybde			40—60 cm Dybde				
¹⁰ / ₆ ...	2	2	9	1	1	1	14.3	13.9
¹ / ₇ ...	5	6	10	2	2	2	15.3	15.2
¹⁴ / ₇ ...	5	11	9	3	4	5	14.6	14.3
⁴ / ₈ ...	3	5	9	4	7	16	15.6	15.2

Allerede den 10. Juni, endnu medens Nitratindholdet i Overgrunden steg, var der i 20—40 cm Dybde et større Indhold af Nitrat i Jorden, som var gødet med svovlsur Ammoniak, end i den ugødede Jord, og denne Forskel holdt sig, om end med lidt varierende Størrelse, Sommeren igennem. I den staldgødede Jord blev Indholdet i samme Dybde lidt større end i den ugødede den 1. Juli, men kun den 14. Juli fandtes en betydende Forskel.

I 40—60 cm Dybde fremkom en Forskel paa Indholdet i de tre Forsøgsled først den 14. Juli, da Indholdet var størst i Jorden, som var gødet med svovlsur Ammoniak, og mindst i den ugødede Jord. Den 4. August blev Forskellen endnu større, og større end i begge de overliggende Jordlag.

For de Dage, da der blev udtaget Prøver af Undergrunden, fordelte Merindholdet af Nitratkvælstof i kg Kvælstof pr. ha i Jorden, gødet med svovlsur Ammoniak, mod ugødet Jord sig paa følgende Maade:

Jordlag	Merindhold af Nitratkvælstof, kg pr. ha den			
	10. Juni	1. Juli	14. Juli	4. August
0—20 cm	25	14	7	0
20—40 »	11	12	9	14
40—60 »	0	0	5	28
Sum...	36	26	21	42

Det største Merindhold var stadig paa Vandring nedad.

I Forbindelse med nogle af de i det foregaaende omtalte Forsøg blev der udført Undersøgelser over Gødningernes Indflydelse paa Reaktionen, idet en Del af den Jord, som blev udtaget til Bestemmelse af Indholdet af Ammonium og Nitrat, straks efter Udtagelsen blev indsendt til Statens Planteavlslaboratorium i Lyngby til Reaktionsbestemmelse. Resultaterne af disse Undersøgelser skal omtales i det følgende.

I 1925 udførtes Reaktionsbestemmelser i Forbindelse med Sammenligning af Staldgødning og forskellige Kvælstofgødninger (Forsøgsplan Side 724). Reaktionstallene findes i Tabel 10.

Tabel 10. Reaktionstal fra etaarigt Forsøg med Staldgødning og forskellige Kvælstofgødninger.

Lermarken 1925.

Prøve udtaget, Dato	Jordens Gødskning				
	Ingen Gødning	Staldgødning	Chilesalpeter	svovlsur Ammon.	Urinstof
	Reaktionstal				
19. April	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
12. Maj	7.4	7.4	7.3	6.8	7.2
19. »	7.3	7.2	7.2	6.8	7.0
27. »	7.3	7.4	7.3	6.9	7.0
4. Juni	7.5	7.5	7.6	6.8	7.2
13. »	7.3	7.3	7.2	6.7	6.9
22. »	7.4	7.4	7.3	6.8	7.0
2. Juli	7.3	7.3	7.2	6.8	7.1
13. »	7.2	7.1	7.3	6.8	7.1
28. »	7.2	7.1	7.2	6.7	6.9
10. August	7.2	7.2	7.1	6.8	6.9
7. September	7.6	7.6	7.6	7.3	7.5
22. »	7.5	7.6	7.5	7.3	7.6
12. Oktober	7.5	7.5	7.4	7.3	7.4
20. November	7.6	7.6	7.5	7.2	7.6

Før Tilførsel af Gødning var Reaktionstallet 7.3, og i ugødet, staldgødet og chilesalpetergødet Jord var Afgigelserne derfra Sommeren igennem ikke store. Den 4. Juni var Reaktionstallene lidt højere, hvorefter de faldt lidt indtil Midten af Juli. I Juli var der en Antydning af lavere Reaktionstal i den staldgødede Jord end i de to andre Forsøgsled, men i øvrigt har Staldgødning og Chilesalpeter ikke udøvet nogen Indflydelse

paa Jordens Reaktion. Da Undersøgelserne blev fortsatte, efter at Sennepen var fjernet i Begyndelsen af September, var Reaktionstallene en Del højere end i Foraaret, men de var ikke højere efter Gødskning med Chilesalpeter end efter Gødskning med Staldgødning eller i ugødet Jord.

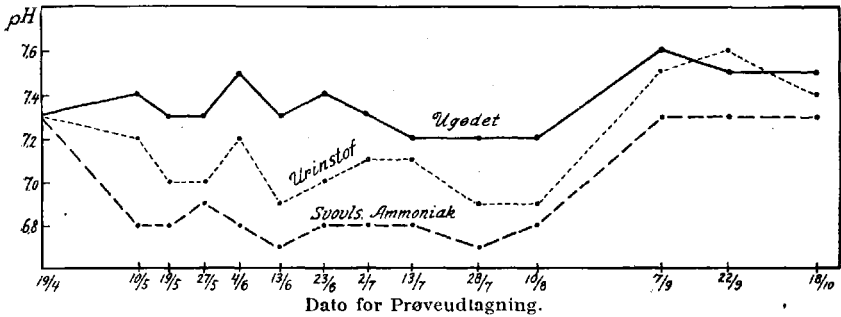


Fig. 5. Reaktionstal i Jord fra Forsøget paa Lermarken i 1925.

Variationerne i den med svovlsur Ammoniak og Urinstof gødede Jords Reaktionstal er i Fig. 5 sammenlignede med Variationerne i ugødet Jord. I Overensstemmelse med Omsætningen af Ammonium til Nitrat faldt Reaktionstallene hurtigt i den med disse Gødninger gødede Jord. Bortset fra et meget lavt Reaktionstal for svovlsur Ammoniak den 12. Maj, var der for dem begge et jævnt Fald i Forhold til ugødet Jord indtil Midten af Juni. Tager man Gennemsnit¹⁾ af de i Juni og Juli udførte 6 Bestemmelser, finder man:

Ugødet Jord	pH = 7.32
Jord, gødet med Urinstof	» = 7.03
» » svovlsur Ammoniak	» = 6.77

Ved Nitrifikation af svovlsur Ammoniak frigøres en med den dannede Salpetersyremængde ækvivalent Svovlsyremængde, medens Omsætningen af Ammonium, dannet af Urinstof, kun resulterer i Dannelse af Salpetersyre. Reaktionstallene blev derfor lavest efter Gødskning med svovlsur Ammoniak.

I en Gennemsnitsprøve af hele Arealet, udtaget den 20. April, blev udført Titrering, og Titreringskurven er fremstillet i

¹⁾ Der er baade her og i det følgende beregnet simpelt Gennemsnit af Reaktionstallene, hvilket kun kan tillades, naar disse ligger meget nær sammen.

Fig. 6. Indlægger man i denne Kurve de ovenfor anførte Gennemsnit af Reaktionstal i Juni og Juli, faar man de med »Ugødet«, »Urinstof«, og »svovlsur Ammoniak« betegnede Punkter. Nedfældes disse Punkter paa Absisseaksen, kan man paa denne aflæse de Mængder Saltsyre pr. 10 g Jord, den stedfundne Reaktionsændring har svaret til, og man finder for Urinstof 0.3 og for svovlsur Ammoniak 0.6 cm³. Den Mængde Salpetersyre, som kan dannes af 100 kg Kvælstof pr. ha i Urinstof, svarer til 0.31 cm³ n/10 Saltsyre pr. 10 g Jord, og Salpetersyre + Svovlsyre af svovlsur Ammoniak svarer til 0.62 cm³. Reaktionsændringen har altsaa svaret til de af de tilførte Gødninger dannede eller frigjorte Syremængder.

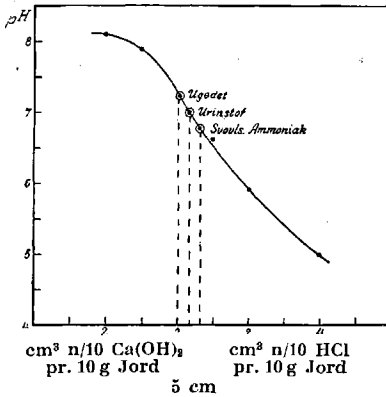


Fig. 6. Titreringskurve for Jord fra Forsøget paa Lermarken 1925.

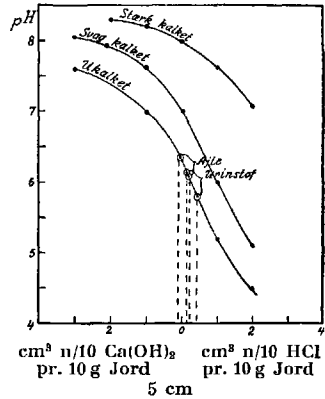


Fig. 7. Titreringskurve for forskellig kalket Jord fra Forsøget paa Lermarken 1926.

Efter at Sennepen var afhugget, steg Reaktionstillene i urinstofgødet Jord til samme Højde som i ugødet, medens Jorden, der var gødet med svovlsur Ammoniak, blev ved at være mere sur. I Gennemsnit af de 4 Prøveudtagninger i September-November fandt man følgende:

Ugødet Jord	p ^H = 7.55
Jord, gødet med Urinstof	» = 7.53
» » svovlsur Ammoniak	» = 7.23

Forskellen mellem ugødet og urinstofgødet Jord paa den ene Side og Jord, gødet med svovlsur Ammoniak, paa den

Tabel 11. Reaktionstal i Jord fra etaarigt Forsøg med Staldgødning og forskellige Kvælstofgødninger paa forskellig kalket Jord.

Lermarken 1926.

Prøve udtaget, Dato	I Del af Forsøget	Jordens Gødskning					
		Ingen Gødning	Staldgødning	Ajle	Chilesalpeter	svovls. Ammoniak	Urinstof
Ukalket Jord							
26. April....	vestlige	6.2	6.4	6.3	6.2	6.3	6.2
26. »	østlige	6.3	6.3	6.4	6.4	6.2	6.1
10. Maj.....	vestlige	6.2	6.1	6.4	6.2	6.2	6.3
10. »	østlige	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.0
14. »	Gennem-	6.3	6.3	6.3	6.1	6.1	6.5
2. Juni....	snit	6.1	6.3	6.0	6.1	6.1	5.9
12. »	af	6.2	6.5	6.3	6.3	6.1	5.8
30. »	begge	6.3	6.3	6.0	6.3	6.2	5.7
19. Juli....	Dele	6.1	6.5	6.1	6.2	6.1	5.8
16. August..	vestlige	6.2	6.4	6.0	6.1	6.5	6.0
16. »	østlige	6.1	6.2	6.2	6.5	5.7	5.8
20. Septbr..	vestlige	6.3	6.7	6.2	6.3	6.8	6.4
20. »	østlige	6.3	6.4	6.3	6.7	6.0	6.1
13500 kg kulsur Kalk pr. ha							
26. April....	—	7.0	7.0	6.9	7.0	7.2	7.1
10. Maj.....	—	6.9	6.7	6.9	6.8	7.3	6.9
14. »	—	7.1	7.0	6.9	6.7	7.0	7.1
2. Juni....	—	7.0	7.0	6.5	6.7	6.9	6.7
12. »	—	7.1	7.0	6.8	7.0	7.0	6.9
30. »	—	7.0	7.0	6.7	6.9	7.0	6.7
19. Juli.....	—	7.0	7.0	6.7	6.8	7.1	6.8
16. August..	—	7.1	7.1	6.8	7.1	7.2	6.9
20. Septbr..	—	7.1	7.1	6.8	7.0	7.2	6.9
27000 kg kulsur Kalk pr. ha							
26. April....	—	7.9	8.0	8.0	7.8	8.1	8.0
10. Maj.....	—	8.1	8.2	8.2	8.0	8.3	8.3
14. »	—	7.9	8.2	8.1	7.9	8.1	8.1
2. Juni....	—	8.0	8.1	8.2	7.9	8.1	8.1
12. »	—	7.9	8.1	8.1	7.9	8.0	8.0
30. »	—	8.0	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0
19. Juli....	—	8.0	8.1	8.0	8.0	7.9	8.1
16. August..	—	7.9	8.3	8.1	8.1	8.0	8.1
20. Septbr..	—	7.9	8.1	8.1	8.0	7.9	8.0

anden Side — bestemt paa samme Maade som ovenfor — svarede omtrent til $0.3 \text{ cm}^3 \text{ n}/10$ Saltsyre pr. 10 g Jord, eller omtrent til den Mængde Svovlsyre, der var frigjort af svovlsur Ammoniak.

I 1926 udførtes Undersøgelser i Forbindelse med det kombinerede Kalk- og Kvælstofforsøg (Forsøgsplan se Side 727), og Resultaterne findes i Tabel 11. Ved Prøveudtagning den 26. April udførtes Titring, og Titreringskurverne findes i Fig. 7. Ved de to første og de to sidste Prøveudtagninger blev Reaktionen bestemt i alle Parceller i den ukalkede Jord, ved de mellemliggende Prøveudtagninger blev den kun bestemt i Gennemsnitsprøver fra de to Fællesparceller.

	Ugødet og Staldgødn.	Ajle	Chile- salpeter	Svovlsur Ammoniak	Urinstof
Ukalket Jord.					
Før Gødskning.....	6.25	6.35	6.20	6.20	6.15
Den 14. Maj.....	(6.30)	6.30	(6.10)	(6.10)	6.50
I Juni og Juli.....	(6.30)	6.10	(6.20)	(6.10)	5.80
I August og September .	5.30	6.20	6.20	5.85	6.10
Svag kalket Jord.					
Før Gødskning.....	6.90	6.90	6.90	7.25	7.00
Den 14. Maj.....	7.05	6.90	6.70	7.00	7.10
I Juni og Juli.....	7.00	6.60	6.85	7.00	6.80
I August og September .	7.10	6.80	7.05	7.20	6.90
Stærk kalket Jord.					
Før Gødskning.....	8.05	8.10	7.90	8.20	8.15
Den 14. Maj.....	8.05	8.10	7.90	8.10	8.10
I Juni og Juli.....	8.05	8.10	7.95	8.00	8.05
I August og September .	8.05	8.10	8.05	7.95	8.05

Som allerede omtalt under Beskrivelsen af Roernes Udvikling (Side 728), var der i Kalkforsøget foregaaet en Overslæbning af Kalk til den ukalkede Jord, og denne har paa-virket Resultaterne af Reaktionsbestemmelserne. Reaktionstal-lene var meget uregelmæssige og denne Uregelmæssighed var størst i den ukalkede Jord, og i denne igen i de fire Forsøgsled — Ugødet, Staldgødning, Chilesalpeter og svovlsur Ammoniak — som mod Øst eller Vest stødte op til Jorden uden for Forsøget (se Ridset Side 727). Ogsaa i den kalkede Jord giver den af Overslæbningen følgende Uensarthed sig til Kende i de uregel-mæssige Reaktionstal før Tilførsel af Gødning. Ovenstaaende findes en Oversigt over Reaktionstillene, idet der er taget

Gennemsnit af de to Bestemmelser, før der tilførtes Gødning, de 4 Bestemmelser i Juni—Juli og de 2 Bestemmelser i August—September. For de 4 ovennævnte Forsøgsled i ukalket Jord er ved de Prøveudtagninger, hvor der blev udført Undersøgelser i hver Parcel, kun de midt i Stykket beliggende Parceller benyttede, og Resultaterne fra de Undersøgelser, hvor der benyttedes Gennemsnitsprøver, er sat i (). Ugødet og staldgødet Jord har forholdt sig ens, og der er taget Gennemsnit af dem.

For den stærk kalkede Jords Vedkommende fremgaar det af Titreringen, at de 0.3 og 0.6 cm³ n/10 Syre pr. 10 g Jord, som henholdsvis Urinstof og svovlsur Ammoniak svarede til, knap nok skulde ændre Reaktionstallene med 0.1 og 0.2 Enhed. En saadan Ændring er konstateret fra før Gødskning til Juni—Juli, men paa Grund af Usikkerheden ved Bestemmelserne kan den lige saa godt være foraarsaget af Tilfældighed som af Gødskningen. I ugødet og ajlegødet Jord var Reaktions-tallene ens Sommeren igennem, medens den chilesalpetergødede havde lidt højere Reaktionstal i Efteraaret end i Foraaret.

I ukalket og svag kalket Jord kunde samme Syremængder give sig langt større Udslag, og der er ogsaa her tydelige Udtryk for en Virkning af Gødningerne. Paa Grund af Parcellernes forskellige Reaktion i Foraaret kan denne Virkning ikke indlægges paa Titreringskurverne paa samme Maade som i 1925. Der synes imidlertid ikke i 1926 at have været noget Fald — eller dog kun et ringe Fald i Reaktionstallene i ugødet og staldgødet Jord fra Foraar til Sommer, og man kan da gaa ud fra, at hele Reaktionsændringen i den kunstgødede Jord skyldes Gødningerne. Derefter kan man for hver enkelt Gødning indlægge Reaktionstallet i Foraaret og i Juni—Juli paa Kurverne, nedfælde begge Punkter paa Absiseaksen og maale den til Reaktionsændringen svarende Syremængde, saaledes som det er vist i Fig. 7 for Ajle og Urinstof paa ukalket Jord. Man finder da følgende Syremængder i cm³ n/10 Op-løsning pr. 10 g Jord:

	Ukalket Jord	Svag kalket Jord
Ajle.....	0.23	0.37
Urinstof	0.33	0.23
Svovlsur Ammoniak	—	0.33

Tabel 12. Reaktionstal i Jord fra Forsøg med Sammenligning af Staldgødning og Kunstgødning. Lermarken og Sandmarken 1925 og 1926.

Prøve udtaget, Dato	Jordens Gødskning				
	Ingen Gødning	Staldgødning		Kunstgødning	
		30000 kg pr. ha	60000 kg pr. ha	Chile- salpeter	svovlsur Ammon.
Lermarken 1925					
12. Juni	7.3	7.3	7.3	7.1	6.4
13. Oktober	7.6	7.6	7.6	7.7	6.7
17. Maj 1926	7.4	7.5	7.5	7.4	7.1
Lermarken 1926					
22. April ¹⁾	6.9	6.9	6.9	6.9	7.2
9. Juni	6.8	6.8	6.9	6.9	6.6
20. Juli	7.0	7.0	7.0	7.1	6.9
16. August	6.9	7.1	7.1	7.1	6.8
21. September	7.2	7.2	7.2	7.2	6.9
Sandmarken 1925					
12. Juni	6.1	6.1	6.0	5.9	5.3
13. Oktober	6.3	6.3	6.4	6.6	5.8
17. Maj 1926	6.3	6.4	6.3	6.5	5.9
Sandmarken 1926					
22. April ¹⁾	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
10. Juni	6.6	6.7	6.6	6.3	6.0
20. Juli	6.7	6.6	6.7	6.7	6.0
16. August	6.7	6.7	6.7	6.5	6.4
20. September	6.6	6.7	6.7	6.6	6.4

For Ajle og Urinstof laa de fundne Mængder i Nærheden af de beregnede, medens den fundne Mængde for svovlsur Ammoniak i svag kalket Jord var for lille. I Betragtning af, at en Ændring i Reaktionstallet paa 0.1 Enhed svarede til ca. 0.1 cm³ Syre, og af den Usikkerhed, der maa være ved Prøveudtagning af saa uensartet Jord, kan det ikke overraske, at der er nogen Uoverensstemmelse mellem fundne og beregnede Mængder.

¹⁾ Før Tilførsel af Gødning.

I Forbindelse med det Side 734—36 omtalte Forsøg med Staldgødning og alsidig Kunstgødning udførtes Reaktionsbestemmelse baade i 1925 og 1926, og Resultaterne findes i Tabel 12. Paa Lermarken har Forholdet været som ved de hidtil omtalte Undersøgelser. Staldgødning og Chilesalpeter ændrede ikke Reaktionen, hvorimod svovlsur Ammoniak gav sur Reaktion. I 1925 steg Reaktionstillene i ugødet og staldgødet Jord fra Juli til Efteraaret, for at falde lidt igen til det følgende Foraar. I 1926 var der kun en Antydning af et Fald fra April til Juni og derefter en jævn men svag Stigning til September.

Paa Sandmarken var der begge Aar lavere Reaktionstal i chilesalpetergødet Jord i Juni end i ugødet og staldgødet. I Efteraaret 1925 og i det samme Forsøg i Foraaret 1926 var der en Antydning af en alkalisk Virkning af Chilesalpeter, men denne genfandtes ikke ved Undersøgelserne i Forbindelse med

Tabel 13. Reaktionstal i Jord fra Roemark i fastliggende Forsøg med forskellige Kvælstofgødninger.

Lundgaard 1926,

Prøve udtaget, Dato	Jordens Gødskning					
	Grund- gødning	Chile- salpeter	Norge- salpeter	Ammo- nium. Nitrat	Urinstof	svovlsur Ammo- niak
4000 kg kulsur Kalk pr. ha						
10. Maj	6.1	6.2	6.1	5.8	5.9	5.7
15. »	6.0	6.1	5.9	5.6	6.1	5.5
11. Juni . . .	6.0	6.1	5.8	5.4	5.6	5.3
21. »	6.0	6.2	6.0	5.4	5.8	5.2
17. August . .	6.2	6.5	6.2	5.8	5.9	5.3
10. Septbr. .	6.2	6.5	6.2	5.9	6.0	5.6
April 1927 .	6.0	6.2	6.1	5.7	5.7	5.6
8000 kg kulsur Kalk pr. ha						
10. Maj	6.7	6.8	6.7	6.7	6.7	6.5
15. »	6.7	6.6	6.5	6.6	6.9	6.0
11. Juni . . .	6.8	6.7	6.6	6.5	6.8	6.0
21. »	6.7	6.8	6.6	6.2	6.4	5.7
17. August . .	7.0	7.1	6.7	6.5	6.6	6.1
10. Septbr. .	7.0	7.1	6.8	6.5	6.6	6.0
April 1927 .	7.0	7.1	6.7	6.7	6.5	6.2

det i 1926 anlagde Forsøg. I øvrigt forholdt Sandjorden sig som Lerjorden.

Ogsaa i Forbindelse med det Side 732—33 omtalte fastliggende Forsøg med forskellige Kvælstofgødninger paa let Sandjord ved Lundgaard blev der udført Bestemmelser af Reaktionen. Resultaterne findes i Tabel 13, og de er demonstrerede i Fig. 8.

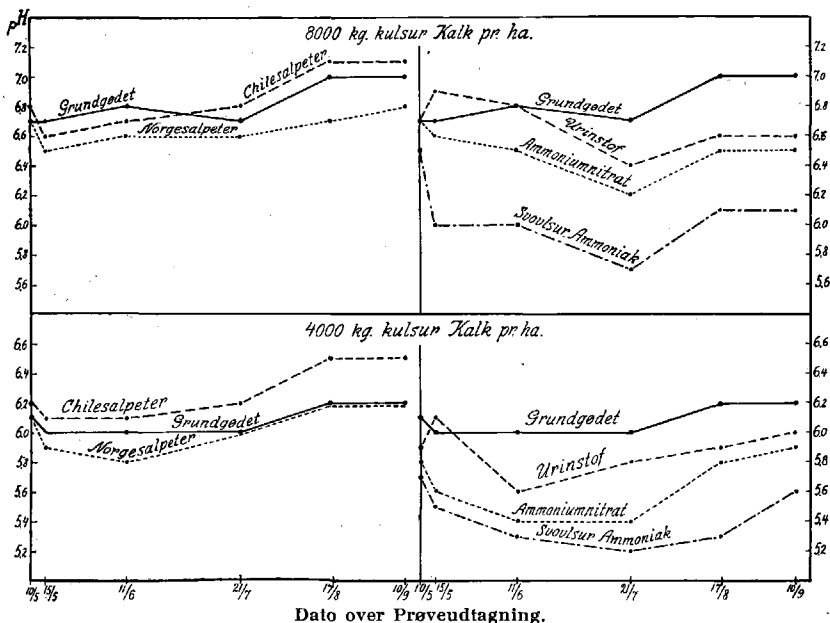


Fig. 8. Reaktionstal i Jord fra fastliggende Forsøg med Kvælstofgødninger. Lundgaard 1926.

Den forskellige Gødskning i de foregaaende Aar har bevirket, at Reaktionen i Jorden før Udbringning af Gødning var noget forskellig, idet de Parceller, som var gødede med svovlsur Ammoniak, havde mere sur Reaktion end de øvrige, og der var lidt mere alkalisk Reaktion i de Parceller, som var gødede med Chilesalpeter. Norgesalpeter havde derimod tilsyneladende ingen alkalisk Virkning udøvet.

Straks efter Tilførsel af Gødning var der en tydelig sur Virkning baade af svovlsur Ammoniak, Chilesalpeter, Norgesalpeter og Ammoniumnitrat. Denne Virkning, der skyldes Omsætninger mellem Saltene og Jordbundskoloiderne, var der i et enkelt Tilfælde Udtryk for paa Sandjorden ved Askov,

medens man ikke — eller dog kun utydeligt — har fundet noget tilsvarende paa Lerjorden. Samtidig var der i Forsøgene paa Lundgaard tydeligt Udtryk for en alkalisk Virkning af den af Urinstof dannede Ammonium. Noget tilsvarende syntes vel at være Tilfældet paa svag kalket og ukalket Jord paa Lermarken samme Aar (se Side 744), men da Ajle, som maatte antages at udøve en lignende Virkning, ikke har vist en saadan, kan Rigtigheden af det i dette Forsøg fundne være tvivlsom.

Stigningen i Reaktionstillene fra Sommer til Efteraar, som i dette Aar slet ikke, eller kun utydeligt, gjorde sig gældende paa Lermarken og Sandmarken ved Askov, var meget fremtrædende i Forsøgene ved Lundgaard. Reaktionstillene i ugødet Jord steg 0.2 Enhed, og den gødede Jord fulgte med. Den Forskel, der i Foraaret var mellem Norgesalpeter og Chilealpeter, blev forøget i Løbet af Sommeren, saaledes at Chilealpeter fra Midten af Juli havde tydelig alkalisk Virkning, medens den norgesalpetergødede Jord i den svag kalkede Del af Marken havde samme Reaktionstal som den ugødede, og i den stærk kalkede endog lavere. De »neutrale« Gødninger — Urinstof og Ammoniumnitrat — havde en upræget sur Virkning, ogsaa efter at den dannede Salpetersyre i Løbet af Juli og August var optaget af Jorden. Paa den svag kalkede Jord havde dette Forhold gjort sig gældende allerede i Foraaret, medens det paa den stærk kalkede Jord indtraadte i Løbet af Sommeren. Svovlsur Ammoniak forøgede Surheden stærkt, og selv om Reaktionstillene steg samtidig med Nitratoptagelsen, naaede de dog endnu i September ikke op til samme Afstand fra Ugødet eller de »neutrale« og »alkaliske« Gødninger.

I April 1927 var Reaktionstillene i ugødet og salpetergødet Jord som den 10. Maj 1926. Ammoniumnitrat, Urinstof og svovlsur Ammoniak havde derimod foraarsaget et Fald, som ikke var indvundet i Løbet af Vinteren.

Oversigt over Resultaterne.

Efter Tilførsel af Staldgødning i Foraaret kunde der, selv efter kort Tids Forløb, ikke paavises nogen Forøgelse, eller dog kun en meget ringe Forøgelse af Jordens Indhold af Ammonium eller Nitrat. I Løbet af Sommeren holdt Indholdet af Ammo-

nium sig paa samme Højde i den staldgødede og den ugødede Jord, og Nitratindholdet begyndte først at stige i Løbet af Juni Maaned — samtidig i staldgødet og ugødet Jord. Forøgelsen af Nitratindholdet fortsattes i Løbet af Juli, indtil den blev afbrudt af Røafgrødernes Nitratoptagelse eller paa bar Jord af Udvaskning som Følge af stor Nedbør. Den eneste Undtagelse fra disse Forhold fandtes i 1927, da der blev benyttet en meget stærk omsat Staldgødning. Man genfandt da den største Part af den med Staldgødningen tilførte Ammonium 8 Dage efter, at Staldgødningen var tilført og nedbragt i Jorden, og i den følgende Tid forøgedes Jordens Indhold af Nitrat, samtidig med at dens Indhold af Ammonium formindskedes, saaledes at der i Midten af Juni fandtes en Nitratmængde, der omtrent svarede til den tilførte Mængde Ammonium.

Urinstof blev omsat til Ammoniumkarbonat i Løbet af faa Dage.

Tilførtes svovlsur Ammoniak, Urinstof eller Ajle i Slutning af April eller i Begyndelsen af Maj i Mængder, svarende til 50—100 kg Kvælstof pr. ha, blev den største Part af den dannede eller tilførte Ammonium omsat til Nitrat i Løbet af Maj Maaned, men endnu i første Halvdel af Juni kunde der paavises et lidt større Indhold i den saaledes gødede Jord end i den ugødede. Den dannede Nitratmængde svarede altid til den tilførte Kvælstofmængde.

Sammenholder man disse Resultater med de fra anden Side meddelte Resultater af Laboratorieundersøgelser, kan man slutte, at den normal omsatte Staldgødningens Indhold af Ammonium og eventuelt andre let omsættelige Kvælstofforbindelser som Følge af Omsætningen af Kulstofforbindelser omdannes til Bakteieprotein hurtig efter Nedbringen i Jorden, og at Mineraliseringen først i Løbet af Juni—Juli faar Overhaand over denne mikrobiologiske Assimilation. Den under Mineraliseringsprocesserne dannede Ammonium omsættes til Nitrat eller genopbygges igen saa hurtigt, at den ikke foraarsager nogen paaviselig Forøgelse — eller dog kun en meget ringe Forøgelse — af Jordens Indhold.

Reaktionen i ugødet Jord var ikke helt konstant Sommeren igennem. Reaktionstallet var i 1925 lavest i den tørre og varme Juli Maaned og højest i Efteraaret. Den største

Forskæl var 0.4 Enhed. I den fugtige og kolde Sommer 1926 fandtes tilsvarende Forhold kun paa let Sandjord.

Staldgødningen ændrede ikke Jordens Reaktion, og Reaktionsstallene i den staldgødede Jord fulgte Svingningerne i den ugødede.

Paa Lerjord ændrede heller ikke Chilesalpeter Reaktionen ved Benyttelse i et enkelt Aar af en Mængde, svarende til 100 kg Kvælstof pr. ha¹). Paa Sandjord havde den i enkelte Tilfælde straks efter Tilførsel ændret Reaktionen i sur Retning som Følge af Saltvirkning, ligesom den der — ogsaa i enkelte Tilfælde — efter Optagelse af Salpetersyren gav en Ændring i alkalisk Retning.

Svovlsur Ammoniak ændrede Reaktionen i sur Retning, og den fundne Ændring svarede til den beregnede Virkning af den ved Nitrifikationen dannede Salpetersyre og frigjorte Svovlsyremængde. Efter at Salpetersyren var optaget af Planterne, svarede Reaktionsændringen til Svovlsyremængden¹).

Urinstof kunde straks efter Tilførsel paa let Sandjord ændre Reaktionen i alkalisk Retning som Følge af Omdannelsen til Ammoniumkarbonat. Ved Omsætning af Ammonium til Salpetersyre ændredes Reaktionen i sur Retning, og den fundne Ændring svarede til den dannede Salpetersyremængde.

Litteraturfortegnelse.

1. *Arrhenius, C.*: Några bidrag till kännedomen om sambandet mellan markreaktionen och visse kulturväxsters utveckling. Medd. N:o 245 fr. Centralanst. f. Forsöksv. på Jordbruksomr. 1923.
2. *Christensen, Harald R.*: Forsøg og Undersøgelser vedrørende Kalk og Mergel. 181. Beretn. fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur, Tidsskrift for Planteavl. 25. Bd. 1918.
3. *Barthel, Chr.*: Bidrag till frågan om ställgödselkvävet's nitrifikation i Åkerjorden I. Medd. N:o 150 fr. Centralanst. f. Forsöksv. på Jordbruksom. 1917.
3. *Barthel, Chr. och N. Bengtsson*: Do. Medd. N:o 172, 1918.
3. Do. Do. » 211, 1920.
3. Do. Do. » 269, 1924.
3. Do. Do. » 311, 1926.
3. *Barthel, Chr. och Charpentier*: Studier öfver Stallgöselens inverkan på cellulösans sönderdelning i åkerjord. Medd. Nr. 218, 1921.
3. *Barthel Chr. och N. Bengtsson*: Do. » 248, 1923.

¹) Om Kvælstofgødningernes Virkning paa Reaktionen ved fortsat Brug, se *S. Tovborg Jensen*: 227. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plante-kultur, nærv. Bind, Side 390 og følg.

3. *Barthel, Chr. och N. Bengtsson*: Sönderdelning av inkrustrerad cellulosa i jorden. Medd. N:o 300, 1926.
3. *Barthel, Chr. och N. Bengtsson*: Do. Medd. N:o 320, 1927.
3. *Anderson, J. Arlington*: Inverkan av lättlösliga kväveföreningar på cellulosasönderdelningen i jorden. Medd. N:o 291, 1925.
4. *Bengtsson, N.*: Bestämning av amoniak i jord. Medd. N:o 255 från Centralanst. f. försöksväsendet på jordbruksom.
5. *Hedlund T.*: Vilka äro villkoren för tillväxsten hos stråsåd och vad är slidsjuka? Årsskrift från Lantbruks- och Mejeriinstitutet ved Alnarp. 1920.
6. *Jansen, H. L.*: On the influence of the carbon:nitrogen ratios of organic material on the mineralisation of nitrogen. Jour. of agric. Sc. Vol. XIX. 1929.
7. *Olsen, C.*: Studier over nogle danske Landbrugskulturplanters Vækst i Jord af forskellig Brintionkoncentration. Medd. fra Carlsberglaboratoriet, 16. Bd., Nr. 2. 1925.
8. *Prianischnikow, D. N.*: Ammoniak, Nitrate und Nitrite als Stickstoffquellen für höhere Pflanzen. Ergebnisse der Biologie, 1. Bd. 1926.
8. *Prianischnikow, D. N.*: Über physiologische Acidität von Ammoniumnitrat Biochemische Zeitschrift, 182. Bd. 1927.
9. *Rasmussen, L.*: Beretning om Planteavlssarbejdet paa Sjælland 1926 og 1928.
10. *Sasanow*: Zur Frage über Nitrifikation in Tschernozem-Boden. Russische Jour. für exp. Landw., Bd. VIII. 1907.
11. *Söderbaum, H. G. och Chr. Barthel*: Inverkan på väkstligheten av träavfall (Sågsån) i jorden. Medd. N:o 271 fr. Centralanst f. Forsöksväsendet på Jordbruksomr. 1924.
12. *Waksman, S. A. and F. G. Tenney*: The composition of natural organic material and their decomposition in the soil, I, Soil Sci. Vol. 24, II, Soil Sci. Vol. 24, III Soil Sci. Vol. 26.

Summary.

Nitrogen Transformation in Field Soils.

Investigations on the transformation of nitrogen compounds added to the soil with fertilizers or farmyard manure were made by determining the content of ammonium and nitrate at regular intervals throughout the summer in uncultivated soils or in soils in which root crops were grown.

When ammonium was added with fertilizers or liquid manure at the end of April or beginning of May in amounts corresponding to 50—100 kg nitrogen per ha., the transformation to nitrate was completed in the beginning of June.

After ploughing under, the content of ammonium in farmyard manure was rapidly transformed to protein substances by the microorganisms of the soil which are able to utilize the organic carbon

compounds in farmyard manure as source of carbon. About the middle of June the rate of mineralization of the proteins thus formed and of the organic nitrogen compounds added with the farmyard manure exceeded the microbiological assimilation so that a considerable increase in nitrate content took place after that date. No corresponding increase in the ammonium content of the soil was noted at the same time.

If the farmyard manure added was very strongly decomposed (in the manure pile) its ammonium content was transformed to nitrate at the same rate as the ammonium added with fertilizers.

In connection with these investigations soil reaction determinations were made with the following results:

The p_H values of unmanured soils were lowest in the summer, and highest in the autumn months. The greatest difference noted was 0.4 unit. Farmyard manure exerted no appreciable effect on the reaction the year it was applied.

Ammonium fertilizers changed soil reaction in an acid direction the same year they were applied, corresponding to the amount of acid formed by nitrification. Nitrate fertilizers did not change the reaction in clay soil. In sandy soil they changed the reaction in an alkaline direction after the nitrate was assimilated by the crop. Ammonium as well as nitrate fertilizers were able to show effect of salts on sandy soil with low buffering-capacity, for the reaction was more acid immediately after, than prior to their application. In the same way the transformation of urea to ammonium carbonate rendered soil reaction more alkaline. In both sandy and clay soils this transformation was complete in the course of a few days and the transformation to nitrate thereafter caused a change in an acid direction corresponding to the amount of nitric acid formed.
