

Undersøgelser over *Winogradsky-Sacketts* Metode til Bestemmelse af Kali- og Fosforsyretræng.

Af Erik J. Petersen.

I. Indledende Litteraturoversigt.

Lige siden *Harald R. Christensen* for 25 Aar siden udarbejdede sin klassiske *Azotobacter*prøve til Bestemmelse af Jordens »Kalktræng«, har man fra forskellig Side haft sin Opmærksomhed henvendt paa Muligheden af at tillempe Metoden saaledes, at den ogsaa vilde kunne benyttes til Paavisning af »Fosforsyretræng«. I sine sidste Leveaar beskæftigede *Harald R. Christensen* sig ofte med denne Mulighed og foretog ogsaa et mindre Antal orienterende Undersøgelser, i hvilke Prøven udførtes med en Mannitopløsning uden Kaliumfosfat, men med Tilsætning af Kalciumkarbonat, hvorved der sikres en for *Azotobacter*udviklingen gunstig Reaktionsstilstand. I øvrigt pødedes Kolberne paa sædvanlig Vis med en lille Stump af en *Azotobacter*-Raahinde, hvis Vækst efter 3 Dages Henstand i Termostat derefter maatte formodes at være et Udtryk for de respektive Jordprøvers Indhold af let opløselig Fosforsyre.

Harald R. Christensen naaede aldrig selv at indsamle et tilstrækkelig stort Materiale til Belysning af Metodens praktiske Værdi, lige saa lidt som der fra hans Haand foreligger nogen Offentliggørelse af disse første orienterende Forsøg. Senere har derimod *Niklas* i Forbindelse med forskellige Medarbejdere (1926, 1927) udarbejdet en mikrobiologisk Metode til Bestemmelse af »Fosforsyretræng«, der principielt ganske svarer til den af *Harald R. Christensen* anvendte Metodik. — Metoden har dog aldrig opnaaet nogen større Udbredelse, idet de Ulemper, der knytter sig til *Azotobacter*prøvens Anvendelse ved Kalktrængbestemmel-

ser, ligeledes vil gøre sig mere eller mindre stærkt gældende i den af *Niklas* benyttede Modifikation (Vanskelighed ved Fremskaffelse af ensartet Podemateriale, Forstyrrelser hidrørende fra Jordprøvernes forskellige Nitratindhold m. m.).

I de senere Aar er der imidlertid under Medvirken fra forskellig Side udarbejdet en ny mikrobiologisk Metode til Fosforsyrebestemmelse, der principielt adskiller sig fra den oprindelige Azotobacterprøve derved, at man ikke undersøger Azotobacterudviklingen i en flydende Næringsopløsning, men udfører Forsøget direkte i den paagældende Jordprøve.

I sin oprindelige Form kan Metoden føres tilbage til et Arbejde af *Winogradsky* (1926), i hvilket det bl. a. paavises, at de hidtil anvendte »Ophobningsforsøg« i en Mannit-Fosfatopløsning, der podes med en ringe Mængde af den paagældende Jordprøve, med Fordel vil kunne erstattes af Ophobningsforsøg direkte i den foreliggende Jordprøve. Efter Til sætning af de nødvendige Kulstofforbindelser vædes Jorden med saa meget Vand, at den antager Karakter af en plastisk Masse, der efter at være anbragt i en mindre Glasskaal udgattes saaledes, at der fremkommer en fuldstændig homogen og fugtig Overflade, paa hvilken man efter 2—4 Dages Hens tand i »fugtigt Kammer« vil kunne iagttage Fremkomsten af vel afgrænsede og vel udviklede Kolonier af samme makroskopiske Udseende som Kolonierne i en Pladekultur, anlagt efter den sædvanlige Spredningsteknik paa Agarflader. Paa Grundlag af den spontane Udvikling af Azotobacterkolonier i de saaledes behandlede Jordprøver mener *Winogradsky* (1926, 1928) her efter at kunne skelne mellem »stærkt aktive«, »svagt aktive«, »temporært inaktive« og »permanent inaktive« Jorder — en Inddeling, der i store Træk formodes at give et Udtryk for de respektive Jorders landøkonomiske Dyrkningsværdi. I et senere Arbejde af *Winogradsky* og *Ziemięcka* (1928) udformes Metoden yderligere, idet der nu for een og samme Jordprøve indgaar parallelle Forsøgsled med og uden Fosforsyre og Kalk.

Winogradsky selv har kun i enkelte Tilfælde haft Lejlighed til at kontrollere Metodens Anvendelighed i Praksis, men den Omstændighed, at Forsøgene udføres uden Podning med *Azotobacter*, medfører dog ganske utvivlsomt et ikke ganske ringe Usikkerhedsmoment ved Tydningen af Forsøgsresultaterne. Dette fremgaar da ogsaa af et senere Arbejde af *Ziemięcka* (1932),

der paa Grundlag af Gødningsforsøgene i Rothamsted finder, at Jordprøver fra Forsøgsled, der er gødet stærkt med mineralsk Kvælstofgødning, ikke udviser nogen *Azotobacter*udvikling, selv efter Tilsætning af Fosforsyre. Podes Prøverne derimod med *Azotobacter*, medfører dette en kraftig Koloniudvikling, hvorfor det maa antages, at det negative Resultat i de upodede Skaale skyldes mikrobiologiske Aarsager, idet den stærke Tilførsel af mineralsk Kvælstofgødning har bevirket, at *Azotobacter* i de paagældende Forsøgsled efterhaanden er blevet fortrængt af nitratassimilerende Mikroorganismer. — Det fremgaar altsaa heraf, at *Winogradsky*-Prøven ikke vil kunne give tilfredsstillende Resultat, med mindre eventuelt tilstedeværende mikrobiologiske Forskelligheder udjævnes ved Podning med en passende Mængde *Azotobacter*celler. — Prøven kommer da sluttelig til at hvile paa det af *Harald R. Christensen* og *Niklas* benyttede Princip, ganske vist med den meget væsentlige Modifikation, at Forsøget udføres direkte i de paagældende Jordprøver.

Den endelige Udformning af Teknikken skyldes i første Række *Sackett* og *Stewart* (1931), der har foretaget systematiske Undersøgelser af et større Antal forskellige Jordprøver og fundet en meget smuk Overensstemmelse mellem Laboratorieforsøg og Markforsøg.

I den af *Sackett* og *Stewart* benyttede Modifikation udføres Forsøget paa følgende Vis:

Efter at den paagældende Jordprøve er blevet lufttørret og sigtet, bestemmes Reaktionstallet; ligger dette under 6.8, tilsættes 8—10 pCt. kulsur Kalk, hvorefter Jorden deles i 4 Portioner à 50 Gram. Derefter podes med *Azotobacter*, idet der til hver Portion sættes 1 cm³ af en Bakterieopslemning, fremstillet under Anvendelse af en ganske ung Agarkultur. Som Kulstofkilde tilsættes Rørsukker eller Majsstivelse (2.5 Gram pr. 50 Gram Jord). Jordprøverne anbringes i smaa Petri-skaale, hvorefter det egentlige Forsøg udføres efter følgende Plan:

Skaal Nr. 1: Ingen yderligere Tilsætning.

» » 2: 5 cm³ af en 3 pCt. Opløsning af K₂SO₄.

» » 3: 5 » » » 6 » » » Na₂HPO₄.

» » 4: 5 » » » 3 » » » K₂HPO₄.

Til samtlige Skaale sættes yderligere saa meget Vand, at Jorden efter Udglatning med et fugtigt Objektglas fremtræder med en ganske homogen, næsten spejlblank, fugtig Overflade. Hvor det drejer sig om lette Sandjorder, vil det til Opnaelse af en tilstrækkelig plastisk Konsistens være nødvendigt at tilsætte 10—20 pCt. ren Kaolin; svære Lerjorder iblandes derimod en passende Mængde pulveriseret Kvarts.

De saaledes behandlede Jordportioner henstilles derpaa i Termostat ved 25° C., idet de 4 sammenhørende »Forsøgsled« samles i en større Skaal, indvendigt beklædt med fugtigt Filtretpapir og lukket med løst overfaldende Laag. Efter 3—4 Dages Forløb fremkommer paa de udglattede Jordflader en mere eller mindre stærk Udvikling af karakteristiske stearinlignende Azotobacterkolonier, hvis Antal og Udvikling i de forskellige Forsøgsled antages at være et Maal for den paagældende Jords »Frugtbarhedstilstand«. Udviser f. Eks. Forsøgsled Nr. 1, der altsaa ikke har modtaget nogen Tilsætning af Mineralstoffer, samt Nr. 2, der har faaet Tilskud af Kali, slet ingen Azotobacterkolonier, medens Nr. 3 og 4, der repræsenterer Forsøgsleddene »Fosforsyre« og »Fosforsyre + Kali«, udviser en kraftig Koloniudvikling, skulde den paagældende Jord være stærkt fosforsyretrængende. Kalitrang skulde paa lignende Vis kunne konstateres ved ingen eller ringe Udvikling i Forsøgsleddene 1 og 3, men god Udvikling i Nr. 2 og Nr. 4. Foreligger samtidig saavel Kali- som Fosforsyretræng, skulde dette give sig Udtryk ved svag eller manglende Udvikling i de tre første Skaale og normal Azotobactervækst i det sidste Forsøgsled.

Til Afgørelse af, hvorvidt man paa Grundlag af denne Teknik vil være i Stand til at yde konkret Vejledning for Praksis, foreligger dog hidtil kun et ret sparsomt Forsøgsmateriale. Efter en vistnok ret paagaaende Agitation gennem Foredrag, Radioudsendelser og Pressemeddelelser (se f. Eks. *Greene*, 1932) har Metoden dog allerede vundet en Del Udbredelse i U. S. A., hvor den anvendes saavel af forskellige Forsøgsstationer og Gødningsfirmaer som navnlig af en Række Sukkerfabrikker, i hvis Laboratorier der i Løbet af de sidste Par Aar skal være undersøgt flere Tusinde Jordprøver; ved sammenlignende Markforsøg angives der at være konstateret Overensstemmelse med Laboratorieforsøgene i 92 pCt. af samtlige Tilfælde (citeret efter *Keller*, 1932). Saa vidt vides, er Resultaterne af disse omfattende Forsøg dog endnu ikke offentlig tilgængelige. — Derimod har *Stewart*, *Sackett*, *Robertson* og *Kezer* (1932) nylig offentliggjort Resultaterne af en Række sammenlignende Undersøgelser mellem *Winogradsky-Sackett*-Metoden og *Neubauers* Kimplantemetode, delvis stillet i Relation til Markforsøg. Det angives her, at de to nævnte Laboratoriemetoder er hinanden ret jævnbyrdige med Hensyn til Bestemmelse af saavel Fosforsyre- som Kalitræng, men da den mikrobiologiske Metode i teknisk Henseende frembyder væsentlige Fordele (let og hurtig Udførelse), vil den være at

foretrække fremfor Kimplantemetoden. Sammenlignende Markforsøg angives ligeledes at have givet et tilfredsstillende Resultat.¹⁾

Fra Kanada beretter *Dan Jones* (1931) ligeledes om ret tilfredsstillende Resultater. 12 Jorder, der i 1—3-aarige Markforsøg har givet et betydeligt Udslag for Fosforsyretilførsel, maa efter Udfaldet af Laboratorieundersøgelsen efter *Winogradsky-Sackett*-Metoden ligeledes betegnes som stærkt fosforsyretærende. For 7 andre Jorder viser samme Prøve, udført ved Vegetationsperiodens Afslutning, ligeledes stærk Fosforsyretæng til Trods for, at de paagældende Jorder tidligere paa Aaret var blevet gødet med Fosforsyregødning. En kemisk Undersøgelse af disse Jordprøver viser imidlertid ikke større Indhold af letopløselig Fosforsyre end i de ovenfor omtalte 12 fosforsyretærende Jorder, hvorfor det antages, at den tilførte Fosforsyre er blevet beslaglagt af den nylig indhøstede Afgrøde. Alle Forhold taget i Betragtning, skulde Resultatet af Undersøgelsen herefter kunne betegnes som ret tilfredsstillende.

Keller (1932), der har medbragt den af *Sackett* modificerede *Winogradsky*-Prøve fra U. S. A. til Østrig, gør sig paa Grundlag af nogle orienterende Undersøgelser ligeledes til Talsmand for Metoden. — Fra Tyskland foreligger vistnok endnu ingen Resultater. Derimod har *Ziemięcka* (1932), som tidligere omtalt, arbejdet med Metoden i Rothamsted og fundet en tilfredsstillende Overensstemmelse med de derværende klassiske Gødningsforsøg. Samme Forfatter har endvidere med Held anvendt Metoden ved Undersøgelser i Polen. I Frankrig har *Guittonneau* (1929) udført ganske enkelte orienterende Undersøgelser med den oprindelige *Winogradsky*-Prøve uden Azotobactertil sætning. Og endelig er Metoden blevet underkastet indgaaende Undersøgelser i Sovjetrusland, hvor den vistnok anvendes i ret stor Udstrækning til Bestemmelse af saavel Kali- og Fosforsyre- som Kalktæng (se *Uspinsky* og *Kriusthkova* 1933).

Medens alle forannævnte Forfattere giver Metoden deres

¹⁾ Desværre har dette Arbejde ikke været mig tilgængeligt i Original, men saa vidt det kan ses af de til Raadighed staaende Referater (*Experimental Stat. Record*, 68. Bd., 1933, Side 168, samt »Superphosphate«, Bd. 6, Nr. 10, 1933), synes der kun at foreligge et yderst spinkelt Grundlag for Sammenligningen med Markforsøg, idet disses Antal indskrænker sig til i alt 11.

Tilslutning, foreligger dog tillige enkelte mindre tilfredsstillende Beretninger.

Greene (1932), der har arbejdet med Jorder fra Arizona, har kun opnaaet meget utilfredsstillende Resultater. Af 33 Jordprøver, der paa een nær alle gav *Azotobacter*udvikling ved Ophobningsforsøg i Vædskekulturer, gav de 14 overhovedet ingen *Azotobacter*udvikling efter *Winogradsky-Sackett*-Metoden, selv efter Tilsætning af Kali og Fosforsyre, og for de øvrige Jorders Vedkommende var der kun i 4 Tilfælde Overensstemmelse mellem Laboratorieundersøgelserne og Iagttagelserne i Marken. Metoden maa herefter, i hvert Fald for Arizona-Jordernes Vedkommende, nærmest betegnes som værdiløs. — Egentlige Markforsøg mangler dog ganske.

Heller ikke *Young* (1933) vil kunne anbefale Metoden, idet Laboratorieundersøgelsen ofte viser Fosforsyreprang, selv hvor det drejer sig om Jorder, der ved Markforsøg ikke giver noget Merudbytte ved Tilførsel af Fosforsyre. Hertil kommer yderligere, at Undersøgelsen ikke giver samme Resultat for een og samme Jord, naar Prøven udtages til forskellige Aarstider.

Det vil af ovenstaaende fremgaa, at de hidtil foreliggende Resultater vedrørende *Winogradsky-Sackett*-Metoden er ret forskellige og i hvert Fald ganske utilstrækkelige til at muliggøre en endelig Dom over Prøvens praktiske Værdi. Metoden har utvivlsomt den store Fordel at være hurtig og billig at udføre, og da den menes at kunne tjene som Vejledning ved Planlægningen af saavel Fosforsyre- som Kalitilførsel, vilde Fremkomsten af en saadan bekvem »Universalmetode« — saafremt denne i øvrigt maatte svare til Forventningerne — unægtelig betyde et meget væsentligt Fremskridt.

I det følgende skal berettes om en Række Forsøg, udført paa den bakteriologiske Afdeling af Statens Planteavls-Laboratorium, hvor *Winogradsky-Sackett*-Metoden er søgt belyst dels paa Grundlag af Undersøgelser af Jordprøver fra fastliggende danske Gødningsforsøg, dels ved en statistisk Sammenligning med den af *Bondorff* og *Steenbjerg* (1931) foreslaaede kemiske Bestemmelse af Fosforsyretallet, udført paa 193 forskellige, til Planteavlslaboratoriet indsendte Jordprøver.

II. Undersøgelse af Metoden.

Da enkelte af de i Litteraturen foreliggende Angivelser (*Greene 1932, Young 1933*) lader formode, at *Winogradsky-Sackett*-Metodens Anvendelighed kan variere med de geologiske og geografiske Lokalteter, vil den af *Sackett* angivne Metodik m. H. t. Mængden af de tilsatte Mineralstoffer, Bedømmelse af Koloniudviklingen o. s. v. ikke kunne betragtes som en under alle Forhold gældende Standardmetode. Ifølge hele sin Oprindelse er Teknikken af ren empirisk Natur og maa som Følge heraf for hver enkelt geografisk Lokaltet eventuelt underkastes visse Modifikationer paa nyt empirisk Grundlag.

Den i nærværende Arbejde benyttede Fremgangsmaade slutter sig, hvad den rent principielle Udførelse angaar, i Hovedsagen til den af *Sackett* angivne Teknik (sml. foran Side 783), dog med den lille Ændring, at det af Hensyn til de til Raadighed staaende forholdsvis smaa Jordmængder har været nødvendigt at udføre Forsøgene i Portioner à 10 Gram lufttørret Jord pr. »Forsøgsled«. — Som Forsøgsbeholdere benyttes smaa Mikro-Farveskaale med halvkugleformet Fordybning (»Saltkar«), der i Forhold til den anvendte Jordmængde giver en større Overflade end de smaa Petriskaale og tillader en bekvem Udjævning af Overfladen med et fugtigt Objektglas.

Forsøgene udføres i alle Tilfælde under Anvendelse af en passende Kulstofforbindelse (Mannit, Druesukker, Rørsukker eller Stivelse) samt 1 pCt. Kalciumkarbonat. Reaktionsmaalinger, udført i en Række forskellige Jorder ved Afslutning af de respektive Forsøg (d. v. s. efter 3—4 Dages Henstand), har vist, at denne Kalkmængde i alle Tilfælde er tilstrækkelig til at forhindre Reaktionstallet i at falde nævneværdigt under Neutralpunktet. — Hvor det drejer sig om lette Sandjorder, tilsættes yderligere 10—20 pCt. Kaolin; derimod har ingen af de undersøgte Lerjorder været af en saadan Beskaffenhed, at det har været nødvendigt at ændre Jordens fysiske Karakter ved Til sætning af pulveriseret Kvarts.

Den til Forsøget benyttede Vædskemængde retter sig selvfølgelig efter de foreliggende Jordprøvers fysiske Egenskaber. Man maa her i hvert enkelt Tilfælde prøve sig frem ved langsom Tildrypning af Vand til Forsøgsled Nr. 1, indtil der opnaas en passende plastisk Konsistens; til de øvrige Jord-

portioner sættes derefter en tilsvarende Vædske­mængde, indeholdende de med Forsøgsleddene varierende Mineralstoffer. — En for ringe Vædsketilsætning vanskeliggør Fremskaffelsen af en fuldstændig jævn Jordoverflade, der er en absolut Betingelse for Opnaaelse af et godt Resultat; en for rigelig Vædske­mængde medfører derimod ofte en stærk Luftudvikling, saaledes at den plastiske, oprindelig ganske plane Jordoverflade hvælver sig i i Vejret og sluttelig sprænges under Dannelsen af kraterformede Fordybninger, der hindrer Fremkomsten af typisk udviklede Azotobacterkolonier.

Undersøgelsen af Azotobacterudviklingen, der i Tvivls­tilfælde foretages under en stærk Lup, volder som Regel ingen Vanskeligheder, idet de efter 3—4 Dages Forløb fremkomne Kolonier normalt fremtræder med vel afgrænsede Konturer i skarp Kontrast til den i øvrigt ubevoksede Jordoverflade (se Fig. 3—11).

Ved en mikroskopisk Undersøgelse af saadanne karakteristiske Kolonier viser de sig at bestaa næsten udelukkende af typiske Azotobacterceller, omgivet af vel udviklede Slimkapper, der farves let af de basiske Anilinfarvestoffer (se Fig. 1). — Som Regel bestaar Bakterie­bevoksningen udelukkende af Azotobacterkolonier, men undtagelsesvis forekommer dog ogsaa vel afgrænsede Kolonier af andre Bakteriearter, der i visse Tilfælde kan blive saa dominerende, at Azotobacterudvik­lingen helt træder i Baggrunden. Af saadanne Tilfælde er der særlig Grund til at fremhæve Forekomsten af store, grovkornede Kolonier, bestaaende af sporedannende Stavformer, der navnlig synes at frem­komme i saadanne Tilfælde, hvor den paagældende Jordprøve ved Forsøgets Begyndelse har modtaget en lidt for ringe Tilsætning af Vand. Saavel Kolonitype som Cellernes Form og Størrelse lader for­mode, at den paagældende Mikroorganisme staar nær *Bacillus tumescens* eller *Bacillus megatherium*. En anden stavformet, men ikke-spore­dannende Bakterieart optræder navnlig i Forsøg med Jorder med stort Indhold af Nitratkvælstof; de mælkehvide, fugtigt-glinsende Kolo­nier, der fremkommer paa Jordoverfladen allerede efter 36—48 Ti­mers Forløb, ligner i saa høj Grad Azotobacterkolonier, at en sikker Afgørelse først kan træffes paa Grundlag af en mikroskopisk Under­øgelse. — Som en Bestanddel af Azotobacterkolonierne, ligeledes stærkt fremtrædende i Jord med stort Salpeterindhold, men kun sjældent dannende selvstændige Kolonier, iagttages endvidere ret ofte *Bacterium radiobacter*, der ligeledes vides at optræde massevis i Azotobacterhinden ved Ophobningsforsøg i Vædskekulturer (se Fig. 2).

Endelig skal nævnes, at der undertiden mod Slutningen af For-

søget kan iagttages en ret kraftig Bevoksning med forskellige Skimmelsvampe, hvis Fremkomst navnlig begunstiges ved en begyndende Udtørring af Jordoverfladen. I øvrigt iagttages Fænomenet ogsaa saavel ved særlig høje Salpeterkoncentrationer som ved Forsøg med Jordprøver fra stærkt gødede Forsøgsparceller (se Fig. 8).

Prøvens endelige Udfald kan paa Forhaand siges at være afhængig af Samspillet mellem mikrobiologiske og kemiske Faktorer. En hensigtsmæssig Metodik maa altsaa tage Sigte paa en saadan Afstemning af disse Faktorer, at de forskellige Jordprøvers mikrobiologiske Forskelligheder udjævnes, medens de kemiske Forskelligheder fremtræder med den størst mulige Kontrast.

1. Mikrobiologiske Faktorer.

For saa vidt muligt stadig at arbejde med ensartede Podemængder, fremstilles først følgende Sammenligningsskala:

- Nr. 1. 0.5 Gram Kaolin, opslemmet i 100 cm³ dest. Vand,
- » 2. 50 cm³ af Opslemning Nr. 1 + 50 cm³ Vand,
- » 3. 50 cm³ af Opslemning Nr. 2 + 50 cm³ Vand o. s. v.

Efter omhyggelig Omrystning afmaales fra hver af disse Opslemninger 20 cm³, der fordeles i ensartede Reagensglas (1.5 × 15 cm), som lukkes med parafinerede Korkpropper.¹⁾

Podemængdens Betydning for Udfaldet af Prøven fremgaar af Forsøg med Jordprøver fra Gødningsforsøgene i Askov, udført med Tilsætning af 1 pCt. Mannit + 1 pCt. CaCO₃ + 0.5 cm³ af en 6 pCt. Opløsning af sek. Kaliumfosfat til samtlige Forsøgsled. Podemængden er varieret ved Tilsætning af en vekslende Mængde Bakterieopslemning i Tæthedsgrader, svarende til henholdsvis Skalatrin 5 og 6. Vandtilsætningen afpasses saaledes, at den samlede Vædskemængde (Kaliumfosfat + Bakterieopslemning + Vand) i alle Tilfælde udgør 2.5 cm³ pr. 10 Gram Tørjord. Forsøget udføres med andre Ord under optimale kemiske Betingelser og maa altsaa antages at udvise den for hver enkelt Podemængde maksimale Azotobacterudvikling.

Som det vil ses af Tabel 1, formindskes Intensiteten af Bakterieudviklingen med aftagende Podemængde. En Azoto-

¹⁾ Til Sammenligning skal anføres, at man gennem Glas Nr. 5 netop er i Stand til at læse en almindelig Avistekst, der anbringes umiddelbart bag Glasset, hvorimod man gennem Glas Nr. 4 kun utydeligt kan skelne de enkelte Bogstaver.

bactertilsætning, svarende til de to største Podemængder, maa anses for uhensigtsmæssig, idet Væksten her er saa kraftig, at det overhovedet ikke kommer til Dannelsen af isolerede Kolonier, men Azotobacterbevoksningen fremtræder som en sammenhængende, ret flad Belægning, der allerede efter 2 Døgns Forløb antager den for ældre Azotobacterkulturer karakteristiske brunsorte Farve (se Fig. 3). I de øvrige 4 Forsøgsled optræder derimod vel afgrænsede Kolonier, der dog er svagest udviklede i de to sidste Forsøgsled med den mindste Podemængde.

Tabel 1. Forsøg med forskellige Podemængder.

Anvendt Jordprøve		Benyttede Podemængde (cm ³ pr. 10 g Jord)					
		Skalatrín 5			Skalatrín 6		
		2.0	1.0	0.5	0.5	0.25	0.12
Askov Sandmark, G ₁	Ugødet	(4)	(4)	4	4	3	2
	Kunstgødet	(4)	(4)	(4)	4	3	2
	Staldgødet	(4)	(4)	(4)	4	4	2
Askov Lermark, B ₃	Ugødet	(4)	(4)	4	4	4	4
	Kunstgødet	(4)	(4)	4	4	4	4
	Staldgødet	(4)	(4)	4	4	3	2

(4) = sammenhængende, kraftig Bakteriebelægning.

(4) = meget tæt Bevoksning med smaa Kolonier.

4 = kraftig Bevoksning med vel isolerede Kolonier.

1, 2 og 3 sml. Side 792.

Da Anvendelsen af en middelstor Podemængde aabenbart foraarsager den mest typiske Koloniudvikling, er til de følgende Undersøgelser overalt anvendt en Podemængde paa 0.5 cm³ af en Tæthedsgrad, svarende til Skalatrín 6 paa den ovenfor omtalte Sammenligningsskala.

For at fremskaffe et eksakt Udtryk for den til Forsøgene benyttede Podemængde, foretages en Kimtælling af den til Skalatrín 6 svarende Azotobactersuspension, der herved viser sig at indeholde ca. 20 Millioner Azotobacterceller pr. cm³. Ved Podningen tilføres altsaa ca. 10 Millioner Azotobacterceller pr. 10 Gram Jord. Hvorvidt denne Mængde er tilstrækkelig til at udjævne eventuelle Forskelligheder m. H. t. Jordprøvernes oprindelige Indhold af Azotobacterceller, lader sig selvfølgelig ikke afgøre med matematisk Sikkerhed, men Størrelsesordenen

af de Faktorer, hvormed der maa regnes, fremgaar dog af følgende Betragtninger:

Paa Grundlag af de i Litteraturen foreliggende Angivelser (se f. Eks. *Waksmann* 1927, Side 37) vil Azotobacterindholdet, selv i velkalkede Agerjorder, kun kunne anslaaes til nogle faa Tusinde Celler pr. Gram Jord. Det maksimale Azotobacterindhold af den til hvert »Forsøgsled« benyttede Jordmængde skulde herefter kunne anslaaes til ca. $10 \cdot 5000 = 50000$ Azotobacterceller, medens Minimumsværdien repræsenteres af Jorder, der overhovedet ikke indeholder *Azotobacter*. For at udjævne de undersøgte Jorders eventuelle Forskelligheder m. H. t. Azotobacterindhold kræves en saa stor Podemængde, at den maksimale Forskel, der efter denne Beregning højst skulde beløbe sig til 50000 Celler pr. 10 Gram Tørvjord, bliver af underordnet Betydning i Sammenligning med den tilførte Podemængde — en Betingelse, der utvivlsomt opfyldes ved Podning med den ovenfor foreslaaede Azotobactersuspension.

Under ovennævnte »Standardbetingelser« skulde man i Forsøgsled 4 (Kali + Fosforsyre), der altsaa saavel i kemisk som i mikrobiologisk Henseende repræsenterer optimale Forhold, vente for samtlige Jordprøvers Vedkommende at finde en ganske ensartet Azotobacterudvikling, svarende til den, der karakteriserede de midterste af de i Tabel 1 opførte Forsøgsled (200—300 Kolonier pr. Skaal). Dette er dog ingenlunde altid Tilfældet, idet man ved sammenlignende Forsøg med et større Antal forskellige Jorder finder, at Koloniudviklingen i Skaal Nr. 4 er underkastet en ret betydelig Variation.

Aarsagen til denne Variation maa foreløbig staa hen i det uviste. Muligvis kan Fænomenet tænkes at staa i Forbindelse med Podematerialets Beskaffenhed, idet en Azotobacteropslemning, fortrinsvis bestaaende af større Celler med stærkt udviklede Slimkapper, selvfølgelig pr. Rumenhed vil indeholde et færre Antal Celler end en Opslemning af samme Tæthed, men stammende fra en Kultur med ringere Slimproduktion. — Men ogsaa Fugtigheds- og Fordampningsforholdene spiller utvivlsomt en ikke ringe Rolle for Koloniudviklingen: Saa fremt de i Termostaten henstillede Jorder efter et Par Dages Forløb stadig fremtræder med en meget fugtig Overflade eller endog dækket af et sammenhængende, tyndt Vædskeleg, der begunstiger en Udflugtning af Cellerne fra de først dannede mikroskopiske Kolonier, vil dette give Anledning til Fremkomsten af en sammenhængende Bakteriebelægning, ganske som Tilfældet er ved en almindelig Pladespredning paa en fugtig Agarflade med Overskud af Kondensvand. En forholdsvis ringe Uoverensstemmelse med Hensyn til Vandindhold og

Konsistens, der muligvis unddrager sig Opmærksomheden ved Forsøgets Begyndelse, vil saaledes kunne give Anledning til ret vidtgaaende Forskelligheder med Hensyn til Karakteren af Koloniudviklingen.

Det vil af ovenstaaende fremgaa, at enhver Tanke om at benytte det absolute Kolonital pr. Fladeenhed som Maal for Bakterieaktiviteten i de respektive Forsøgsled maa betragtes som haabløs. Men i øvrigt er der Grund til at understrege, at Kolonitætheden i Forsøgsled Nr. 4, der kan betragtes som et Kontrolforsøg ved Undersøgelsen af hver enkelt Jordprøve, praktisk talt aldrig daler under 200—400 Kolonier pr. Skaal (d. v. s. ca. 20—40 Kolonier pr. cm^2). Udviser dette Kontrolforsøg en væsentlig svagere Koloniudvikling, maa Forsøget selvfølgelig gentages, indtil der opnaas et tilfredsstillende Resultat.

Paa Grundlag af ovennævnte Forsøg og Iagttagelser foretages Bedømmelsen af Azotobacterudviklingen under Anvendelse af følgende Talskala (sml. Fig. 3—7):

Karakter 4: Maksimal Azotobacterudvikling. Koloniantal sædvanligvis 200—400 pr. Skaal. Undtagelsesvis en sammenhængende Bakteriebelægning.

Karakter 1: Ganske enkelte og yderst svagt udviklede Azotobacterkolonier.

Karakter 2 og 3: Mellemliggende Udviklingsgrader.

Med 0 betegnes endelig den totale Mangel paa Azotobacterkolonier.

Ligesom Tilfældet var med Azotobacterprøven til Kalktrangsbestemmelse, kommer Forsøgsresultaterne saaledes ogsaa her til at bero paa en skønsom Vurdering, hvor der navnlig for Mellemkarakterernes Vedkommende maa regnes med et ret vidt Spillerum for den rent subjektive Opfattelse — en ganske aabenbar Svaghed ved Metoden, der dog i nogen Grad kan formindskes, naar Bedømmelsen af Koloniudviklingen ved sammenlignende Forsøg altid foretages af een og samme Person. (Sml. i øvrigt Side 800—801.)

2. Kemiske Faktorer.

De kemiske Faktorer, der er bestemmende for Intensiteten af Bakterieudviklingen, er dels Arten og Mængden af de forhaandenværende Kulstofforbindelser, der overvejende tjener Bakterierne som Energikilde, dels de til Raadighed staaende

uorganiske Næringsstoffer, der af Bakterierne benyttes til Opbygning af nye Celler og derved overføres i organisk bundet Form.

a. Kulstofforbindelser.

For nærmere at undersøge de til Forsøgene bedst egnede Kulstofforbindelser er der udført en Række Undersøgelser med 3 forskellige Koncentrationer af henholdsvis Mannit, Druesukker, Rørsukker og Stivelse; ved Tilsætning af sek. Kaliumfosfat (1 cm³ af en 3 pCt. Opløsning af K₂HPO₄ pr. 10 Gram Jord) fremskaffes i øvrigt optimale Betingelser med Hensyn til de uorganiske Næringsstoffer (Kali og Fosforsyre), der eventuelt kunde tænkes at være i Minimum i de til Forsøget benyttede Jordprøver¹⁾. — Koloniudviklingen undersøges efter 2, 3 og 4 Dages Forløb med det i Tabel 2 fremstillede Resultat.

Tabel 2. Forsøg med forskellige Kulstofforbindelser.

Anvendt Jordprøve	Forsøgstid, Døgn.	Kulstoffkildernes Art og Koncentration, pCt.											
		Mannit			Druesukker			Rørsukker			Stivelse		
		0.5	1.0	2.0	0.5	1.0	2.0	0.5	1.0	2.0	0.5	1.0	2.0
Askov Sandmark, G ₁ . Ugødet	2	0	0	0	2	1	0	2	1	1	0	0	0
	3	4	4	1	4	4	0	4	3	1	0	0	0
	4	4	4	3	4	4	0	4	4	3	0	0	0
Askov Lermark, B ₃ . Ugødet	2	4	4	2	2	0	0	3	3	2	0	0	0
	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	0	0	2
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	2

Som det vil ses, giver Forsøgene med Stivelse et yderst mistrøstigt Resultat. Derimod er der ingen nævneværdig Forskel mellem Mannit, Druesukker og Rørsukker, der i Koncentrationer paa henholdsvis 0.5 og 1.0 pCt. for begge de undersøgte Jordprøvers Vedkommende giver maksimal Koloniudvikling allerede efter 3 Dages Forløb. En Forøgelse af Koncentrationen til 2 pCt. har derimod i Forsøget med Jord fra Askov Sandmark medført en lidt svagere og senere indtrædende Koloniudvikling, hvorimod *Azotobacter*udviklingen i Jordprøver fra Lermarken ikke paavirkes i nævneværdig Grad.

¹⁾ Kvælstof kan her lades ude af Betragtning, idet *Azotobacter* som bekendt er i Stand til at dække sit Kvælstofbehov ved Assimilation af det i Atmosfæren tilstedeværende Elementærkvælstof.

Som Kulstofkilde ved samtlige senere Forsøg er herefter anvendt 1 pCt. Mannit, der bedst tilsættes i vandig Opløsning.

b. Mineralske Næringsstoffer.

Kali. Til Belysning af Kaliumion-Koncentrationens Indflydelse paa Koloniuudviklingen er der udført en Række Forsøg med forskellige Jorder, der paa Grundlag af Markforsøg eller kemiske Analyser maa antages at repræsentere ekstreme Yderpunkter m. H. t. Kaliindhold og Kalitrang (se Tabel 3).

Tabel 3. Forsøg med varierende Kalikoncentration.

Jordprøvens Oprindelse	Kalital	Koloniuudvikling ved varierende Kalikoncentration (cm ³ pr. 10 g Jord)						
		Ingen Kali-tilsetning	3 pCt. K ₂ SO ₄			10 pCt. K ₂ SO ₄		1 cm ³ 3 pCt. K ₂ HPO ₄
			0.25	0.50	1.0	0.40	0.80	
Askov Lermark, B ₃ , ugødet....		4	4	4	4	4	4	4
Askov Sandmark, G ₁ , ugødet...		3	4	4	4	4	4	4
Hornum Nr. 4, N + P + K....	137	3	4	4	4	4	4	4
Hornum Nr. 5, ugødet.....	29	1	3	4	4	4	2	4
Nr. 36060.....	320	4	4	4	4	4	3	4
Nr. 4850.....	1005	4	4	1	0	0	0	4

Jordprøverne fra de gamle Gødningsforsøg i Askov hidrører fra en i Efteraaret 1933 foretaget Prøveudtagning og repræsenterer en Gennemsnitsprøve af de til de paagældende Forsøgsled hørende Fællesparceller. De to fra Hornum stammende Jordprøver er udtaget i Sommeren 1933; efter Udfaldet af den kemiske Analyse maa Nr. 5 betragtes som endogsaa usædvanlig kalifattig, medens Nr. 4 m. H. t. Kaliindhold nogenlunde svarer til almindelig veldyrket Agerjord. Endelig omfatter Forsøgsrækken to til Laboratoriet indsendte Gartnerjorder med højt — for den enes Vedkommende endogsaa usædvanlig højt — Kalital¹⁾. (Nr. 36060 og 4850.)

Forsøgene er i øvrigt udført saaledes, at der til samtlige Jorder er sat lige store Mængder af sek. Natriumfosfat (1 cm³ af en 3 pCt. Opløsning af Na₂HPO₄ pr. 10 Gram Jord), hvorefter Kalikoncentrationen er varieret paa Grundlag af en 3, resp. 10 pCt. Opløsning af K₂SO₄ (1.0 cm³ af de paagældende Opløsninger pr. 10 Gram Jord).

¹⁾ De her og i det følgende benyttede »Kalital«, angiver Mængden af ombytteligt Kali, udtrykt i mg K₂O pr. kg Jord og beregnet efter *Vagelers* Hyperbelligning. — Den analytiske Bestemmelse er udført paa Planteavls-Laboratoriets jordbundskemiske Afdeling.

Resultatet af Forsøgene er i flere Henseender bemærkelsesværdigt. Det maa saaledes vække nogen Forbavselse, at Prøverne fra de ugødede Parceller af de gamle Gødningsforsøg i Askov giver god Koloniudvikling alene ved Tilsætning af Fosforsyre, men uden ekstra Tilsætning af Kali — d. v. s., de paagældende Jorder skulde efter Udfaldet af *Winogradsky-Sackett*-Prøven praktisk talt ikke være kalitrængende! En Variation af Kalikoncentrationen inden for de i Tabellen angivne Grænser ses at være uden kendelig Indflydelse paa Koloniudviklingen. Heller ikke Jord Nr. 4 fra Forsøgsstationen ved Hornum udviser nævneværdig Kalitræng, lige saa lidt som en Variation af Kalimængden her medfører nogen Forandring af Koloniudviklingen.

Derimod giver den anden fra Hornum stammende Jordprøve (Nr. 5) uden Kalitilsætning kun en yderst ringe Koloniudvikling; med stigende Kalimængder iagttages derimod en meget tydelig Forøgelse af *Azotobacter*udviklingen, idet der dog ved Anvendelse af den højeste Kalikoncentration indtræder en meget bemærkelsesværdig Depression. Paa Grundlag af den mikrobiologiske Laboratorieundersøgelse skulde den paagældende Jord herefter betegnes som kalitrængende — et Resultat, der stemmer smukt overens saavel med det usædvanlig lave Kalital som med Erfaringerne fra Dyrkningsforsøgene. (Sml. Side 810.)

Vender vi os sluttelig mod de to Jorder med de meget høje Kalital, er Udfaldet af *Winogradsky-Sackett*-Prøven her i god Overensstemmelse med den kemiske Undersøgelse, idet begge de nævnte Jorder giver en kraftig *Azotobacter*udvikling saavel uden som med Tilsætning af Kaliumsulfat. For den sidst opførte Jords Vedkommende (Nr. 4850) medfører Kalitilsætningen endog en tydelig Depression af Koloniudviklingen, der her indtræder allerede ved Anvendelsen af forholdsvis svage Koncentrationer af Kaliumsulfat.

Efter Udfaldet af ovenstaaende Forsøgsrække maa det herefter betragtes som mest hensigtsmæssigt at anvende 1 cm³ af en 3 pCt. Opløsning af K₂SO₄ pr. 10 Gram Tørjord. En væsentlig mindre Kalimængde er ikke tilstrækkelig til at sikre maksimal Koloniudvikling ved Undersøgelse af Jorder med særlig lavt Kaliindhold, medens en Forøgelse af Koncentrationen i visse Tilfælde synes at medføre en Depression af Koloniudviklingen.

Fosforsyre. I Lighed med de nylig nævnte Forsøg er Undersøgelsen for Fosforsyrens Vedkommende udført under Anvendelse af Jordprøver med velkendt, men stærkt varierende Fosforsyreindhold. (Se Tabel 4.)

Tabel 4. Forsøg med varierende Fosfatkoncentration.

Jordprøvens Oprindelse	Fosforsyretal	Koloniudvikling ved varierende Fosfatkoncentration (cm ³ pr. 10 g Jord)						
		Ingen Fosfat-tilsætning	3 pCt. Na ₂ HPO ₄			10 pCt. Na ₂ HPO ₄		1 cm ³ 3 pCt. K ₂ HPO ₄
			0.25	0.50	1.0	0.40	0.80	
Askov Lermark, B ₃ , 1933, ugødet	0.6	0	3	4	4	4	0	4
Askov Sandm., G ₁ , 1933, ugødet	3.0	0	4	4	4	4	0	4
Tylstrup, A ₃ , 1930:								
a. Ugødet	11.1	0	4	4	4	4	0	4
d. 200 kg Superfosfat	12.9	2	4	4	4	4	0	4
Nr. 2245	85.2	4	4	4	3	3	3	3
Nr. 2294	123.6	4	4	4	0	0	0	2

De i Forsøget medtagne Prøver fra de gamle Askov-Forsøg udmærker sig ved et ganske usædvanlig lavt Fosforsyreindhold, medens den modsatte Yderlighed repræsenteres af de to med Numrene 2245 og 2294 betegnede Jordprøver, der i Sommeren 1933 er indsendt til Laboratoriet til Bestemmelse af Fosforsyretallet. — Endelig er i Forsøget medtaget to Jordprøver fra Forsøgsstationen ved Tylstrup med middelstort Fosforsyretal, stammende fra de i 1927 paabegyndte Forsøg med stigende Mængder Fosforsyregødning. (Tylstrup Forsøgsstation, Mark A₃, Forsøgsled a, ugødet, og Forsøgsled d, 200 kg Superfosfat aarlig. — Sml. i øvrigt Arbejdsplanen, for Statens Forsøg i Plantekultur, Forsøg 27—43.) Prøverne, der er udtaget i Marts 1930, repræsenterer en Gennemsnitsprøve af de til de paagældende Forsøgsled hørende Fællesparceller.

Fosforsyretallene er bestemt paa den jordbundskemiske Afdeling efter den af *Bondorff* og *Steenbjerg* (1931) angivne Metode.

Som det vil fremgaa af Tabel 4, er der i dette Tilfælde en god Overensstemmelse mellem den kemiske og mikrobiologiske Bestemmelse af Fosforsyretrangen. Askovjorderne udviser efter *Winogradsky-Sackett*-Prøven stærk Fosforsyretrang, men giver dog maksimal Koloniudvikling allerede efter Tilsætning af 0.25—0.50 cm³ af en 3 pCt. Opløsning af Na₂HPO₄ pr. 10 Gram Jord. — Af Jorderne fra Fosforsyreforsøget ved Tylstrup udviser Prøven fra Forsøgsled a (»Ugødet«) en tydelig Fosforsyretrang, der dog helt ophæves ved en ringe Fosfattilførsel;

derimod giver Jordprøven fra Forsøgsled d, ogsaa uden Fosfattiltførsel, en tydelig, om end langtfra maksimal Koloniudvikling. Den mikrobiologiske Metode synes saaledes i dette Tilfælde at give et tydeligere Udslag for den i Marken foretagne Fosforsyretiltførsel end den kemiske Bestemmelse, der, som det fremgaar af Tabellen, kun viser en Stigning af Fosforsyretallet fra 11.1 til 12.9. — Hvad endelig de to sidst opførte Jorder angaar, finder vi her, i god Overensstemmelse med de meget høje Fosforsyretal, en smuk Koloniudvikling uden nogen som helst Fosforsyretiltførsel, men med stigende Fosforsyretilsætning en meget tydelig Depressionsvirkning. — I øvrigt iagttages ogsaa for de fosforsyrefattige Jorders Vedkommende en lignende Depression, der dog her først indtræder efter Anvendelse af den største af de i Tabellen opførte Fosfatmængder.

Som Standardmængde er herefter i det følgende benyttet en Dosis paa 1 cm^3 af en 3 pCt. Opløsning af Na_2HPO_4 pr. 10 Gram Tørjord.

Kvælstof. Paa Grund af *Azotobacters* kvælstofbindende Evne behøver man ved Udførelse af Forsøg under »optimale kemiske Betingelser« ikke at tilføre nogen som helst Art af Kvælstofnæring. Under Hensyntagen til de Erfaringer, der er indhøstet ved tidligere Lejlighed vedrørende Nitratkoncentrationens Indflydelse paa *Harald R. Christensens* »Azotobacterprøve« (*Erik J. Petersen* 1925), maa det endog paa Forhaand anses for sandsynligt, at en rigelig Tilstedeværelse af Salpeter vil kunne udøve en ugunstig Indflydelse paa Koloniudviklingen, idet *Azotobacter* under saadanne Forhold vil træde i Baggrunden eller helt fortrænges af de overalt i Jordbunden forekommende salpeterassimilerende Mikroorganismer.

Til nærmere Belysning af dette Forhold er der udført en Række sammenlignende Forsøg med Jordprøver fra Gødningsforsøgene i Askov (udtaget i Efteraaret 1933), hvis Salpeterindhold er varieret ved Tilsætning af Natriumnitrat, der tilføres opløst i den til Forsøget benyttede Vandmængde. Undersøgelsen er i øvrigt udført under optimale kemiske Betingelser, d. v. s. efter Tilsætning af Kali + Fosforsyre (1 cm^3 af en 3 pCt. Opløsning af K_2HPO_4 pr. 10 Gram Tørjord).

Resultatet af Forsøgene fremgaar af Tabel 5, hvor Tallene som sædvanlig betegner *Azotobacter*udviklingen, medens Krydssenes Antal udtrykker Vækstintensiteten af de artsfremmede Mi-

krorganismer (salpeterassimilerende Bakterier). Som det vil ses, aftager Azotobacterudviklingen med stigende Salpeterkoncentration, medens samtidig Antallet af »fremmede« Mikroorganismer udviser en tilsvarende Stigning. I de mellemstærke Salpeterkoncentrationer (10—20 mg NaNO_3) træffes endnu velisolerede Kolonier af saavel *Azotobacter* som forskellige stavformede, salpeterassimilerende Mikroorganismer, men ved Anvendelse af den største Salpetermængde fortrænges *Azotobacter* ganske, idet Jordoverfladen her dækkes af en slimet, sammenhængende Bakteriebelægning, bestaaende af smaa *Radiobacter*-lignende Celler, større sporedannende Stavformer, frigjorte Sporer, Clostridiumformer m. m. (se Fig. 2). Ved længere Tids Henstand optræder tillige en ret kraftig Vegetation af forskellige Skimmelsvampe, hvis Vækstintensitet ligeledes forøges med stigende Salpeterkoncentration (se Fig. 8).

Tabel 5. Forsøg med varierende Salpeterkoncentration.

Jordprøvens Oprindelse		Koloniudvikling ved varierende Salpeterkoncentration (mg NaNO_3 pr. 10 g Jord)				
		0	5	10	20	40
Askov Ler- mark, B ₃ , 1933	Ugødet	4	4	3 (xx)	3 (xx)	0 (xxx)
	Kunstgødet	4	4	4 (x)	3 (xx)	0 (xxx)
	Staldgødet	4	4	2 (xx)	2 (xx)	0 (xxx)
Askov Sand- mark, G ₁ , 1933	Ugødet	3	2	2 (x)	2(x)	0 (xx)
	Kunstgødet	3	2	2 (x)	2(xx)	0 (xxx)
	Staldgødet	3	3	3 (x)	2	0 (xxx)

Selv om man i Praksis vel aldrig vil træffe Jorder med saa abnormt højt et Nitratindhold som de i Tabellen opførte Maksimumsværdier, fremgaar det dog af Forsøgene, at selv relativt smaa Salpetermængder, der i Størrelsesorden ikke væsentlig overstiger, hvad vi kan vente at finde under naturlige Forhold i stærkt gødet Ager- eller Havejord, udøver en kendelig Indflydelse paa Udfaldet af *Winogradsky-Sackett*-Prøven¹⁾. Det maa herefter anses for hensigtsmæssigt at foretage en mindre Ændring af denne, saaledes at Bedømmelsen

¹⁾ Til Sammenligning skal anføres, at *Frode Hansen* (1929, Side 724) ved Undersøgelse af Jordprøver fra etaarige Forsøg med Staldgødning og forskellige Kvælstofgødninger har fundet indtil 70 mg Nitratkvælstof pr. kg Tørvjord.

ikke foretages alene paa Grundlag af *Azotobacter*udviklingen, men under Hensyntagen til den samlede Bakteriebevoksning.

Tilbage bliver dog endnu at undersøge, om de to forskellige Mikrofloraer (*Azotobacter*, resp. de salpeterassimilerende Mikroorganismer) stiller nogenlunde ensartede Krav med Hensyn til Tilstedeværelsen af let tilgængelige Kali- og Fosforsyreforbindelser. Enkelte i Litteraturen foreliggende Angivelser kunde nemlig tyde paa, at *Azotobacter*, i hvert Fald med Hensyn til Fosforsyreforbindelser, stiller større Krav end Tilfældet er med Hovedparten af de i Jordbunden forekommende Mikroorganismer (se navnlig *Stoklasa* 1908, Side 631). Og er dette Tilfældet, maa den lejlighedsvisse Anvendelse af de salpeterassimilerende Bakterier som Indikator i Stedet for *Azotobacter* selvfølgelig forkastes, idet man da ikke vil kunne afvise den Mulighed, at Jorder, der i salpeterfattig Tilstand ikke giver nogen som helst *Azotobacter*udvikling uden Tilsætning af Fosforsyre, vil være i Stand til at give en Udvikling af salpeterassimilerende Bakterier, saafremt Forsøget udføres paa et Tidspunkt, hvor Jorden udmærker sig ved et stort Indhold af Nitratkvælstof. Udfaldet af Prøven vil da kunne variere stærkt med de meteorologiske Forhold (Udvaskning af Nitraterne) og i hvert Fald ikke give et reproducerbart Resultat.

For nærmere at undersøge dette Forhold er sluttelig udført en Forsøgsserie med 10 forskellige Jordprøver, der ikke er i Stand til at foranledige nogen *Azotobacter*udvikling uden Fosfattsætning, og i god Overensstemmelse hermed alle udmærker sig ved et ringe Fosforsyreindhold (Fosforsyretal mindre end 5.0). Forsøget udføres under Anvendelse af den sædvanlige Standarddosis af *Azotobacter*celler, Mannit og Kaliumsulfat, men uden Tilsætning af Fosforsyre; Salpeterkoncentrationen varieres i Overensstemmelse med det i Tabel 5 benyttede Skema. — I intet Tilfælde fremkommer dog nogen som helst makroskopisk synlig Bakterieudvikling, og Forsøget viser saaledes tydeligt, at hvor den forhaandenværende Fosforsyre ikke er tilstrækkelig til at foranledige en *Azotobacter*udvikling, vil ogsaa de salpeterassimilerende Mikroorganismer blive hæmmet paa tilsvarende Vis.

Man vil herefter uden Betænkning kunne anvende den samlede Bakterievækst — uanset den mikrofloristiske Sammensætning — som Maalestok for Bakterieaktiviteten i det paa-

gældende Forsøgsled. Efter denne lille Modifikation bliver *Winogradsky-Sackett*-Prøven helt uafhængig af den foreliggende Jordprøves øjeblikkelige Salpeterindhold og kommer herved til at afvige væsentlig fra *Harald R. Christensens* Azotobacterprøve, der beroede paa en ganske specifik Egenskab hos *Azotobacter* (Ømfindtlighed over for sur Reaktion) og derfor var nøje knyttet til Tilstedeværelsen af Azotobacterceller.

3. Resultaternes indbyrdes Overensstemmelse.

Af største Betydning for Prøvens praktiske Værdi er Afgørelsen af Spørgsmaalet om Muligheden af at reproducere de engang vundne Resultater. — Selvfølgelig maa man ved en Undersøgelse af denne Art ikke vente, at en Gentagelse af Forsøget altid vil resultere i fuldstændig Overensstemmelse, idet der aabenbart maa reserveres et vist Spille- rum for det rent subjektive Usikkerhedsmoment ved Bedøm- melsen af Koloniudviklingen. Paa den anden Side maa det dog — som mindste Krav til Prøvens Stabilitet — forlanges, at Afvigelsen inden for eet og samme Forsøgsled ikke beløber sig til mere end eet Skalatrín paa den anvendte Talskala.

Til nærmere Belysning af dette Spørgsmaal er der foretaget en sammenlignende Undersøgelse, omfattende 36 forskellige Jord- prøver, der efter den kemiske Bestemmelse af Fosforsyretallet (foretaget i lufttørret Tilstand) er udvalgt saaledes, at det sam- lede Materiale maa antages at indeholde en nogenlunde ligelig Repræsentation af de forskellige Kategorier af Fosforsyretræng.

Mellem 1. og 2. Udførelse af *Winogradsky-Sackett*-Prøven er der hengaaet ca. 2 Maaneder, men da Jordprøverne i dette Tidsrum har henligget i lufttørret Tilstand, kan man ganske se bort fra den Mulig- hed, at Fosforsyretallet kan være undergaaet nogen Ændring under Opbevaringen. Heller ikke en eventuelt indtrædende Ændring af Jordprøvernes mikrobiologiske Tilstand (Formindskelse af Azoto- bactertallet) vil kunne paavirke Forsøgsresultaterne, idet den anvendte Podemængde ifølge de tidligere foretagne Undersøgelser (se Side 791) er fuldt tilstrækkelig til at udjævne selv meget vidtgaende mikro- biologiske Forskelligheder. — I øvrigt er det en Selvfølge, at Bedømmel- sen af Koloniudviklingen ved 2. Udførelse af Forsøget er foretaget uden Kendskab til Resultaterne af den først udførte Forsøgsrække.

Som det vil fremgaa af Tabel 6, maa Overensstemmelsen mellem de to Forsøgsrækker betragtes som ret tilfredsstillende. — I 1. og 2. Forsøgsled er der for Jorderne med de lave Fos-

forsyretal (under 5.0) en næsten fuldstændig Overensstemmelse, medens vi blandt Jorderne med højere Fosforsyretal træffer enkelte Tilfælde af grov Uoverensstemmelse mellem de to Parallelbestemmelser. — I 3. Forsøgsled, der udmærker sig ved en gennemgaaende langt stærkere Koloniudvikling, træffes ligeledes to Tilfælde, hvor Forskellen mellem Kolonibedømmelsen er af en saadan Karakter, at den ikke kan antages at hidrøre alene fra det subjektive Usikkerhedsmoment. — I 4. Forsøgsled (Kali + Fosforsyre) træffer vi endelig overalt en ensartet maksimal Koloniudvikling, hvorfor dette Forsøgsled ikke er medtaget i den tabellariske Oversigt.

Tabel 6. Den indbyrdes Overensstemmelse mellem Forsøgsresultaterne.

Skaal Nr.	Forskellen mellem to Parallelbestemmelser (Skalatrin)					I alt
	Ingen Forskel	1 Trin	2 Trin	3 Trin	4 Trin	
1. Ingen Tilsætning	30	4	0	2	0	36
2. + Kali	29	6	0	1	0	36
3. + Fosforsyre	25	9	2	0	0	36
I alt	84	19	2	3	0	108

Winogradsky-Sackett-Prøven lader sig altsaa reproducere med nogenlunde tilfredsstillende Resultat.

4. Tydningen af Forsøgsresultaterne.

Med Hensyn til Tydningen af Forsøgsresultaterne skal sluttelig bemærkes følgende:

Fosforsyretrang konstateres ved Sammenligning af Skaal Nr. 2 (+ Kali) og Skaal Nr. 4 (Kali + Fosforsyre), idet en væsentlig Forskel i Vækstintensiteten i disse to Skaale tyder paa, at den paagældende Jord er fattigere paa letopløselige Fosforsyreforbindelser end saadanne Jorder, hvor de nævnte Skaale udviser en nogenlunde ensartet Bakterieuudvikling. Det maa dog understreges, at Fosforsyrefattigdom, maalt ved Laboratorieforsøg, og »Fosforsyretrang«, maalt ved Fosforsyrevirkningen i Markforsøg, ikke paa Forhaand kan betragtes som eentydige Begreber, idet det meget vel kan tænkes, at en

Jord til Trods for Fosforsyrefattigdom dog kan indeholde tilstrækkelige Mængder af let opløselige Fosforsyreforbindelser til at sikre en tilfredsstillende Afgroede af højere Planter.¹⁾

Skønt det saaledes stærkt maa fremhæves, at man først paa Grundlag af et omfattende Erfaringsmateriale er i Stand til nøjagtigt at afgøre, hvilket Trin paa Bedømmelsesskalaen der markerer Grænsen mellem »Fosforsyretrang« og »Ikke-Fosforsyretrang«, maa det dog paa den anden Side fremhæves, at vi *a priori* i hvert Fald er i Stand til at fastlægge Yderpunkterne. Thi saafremt Metoden overhovedet skal have nogen som helst Betydning, maa den maksimale Bakterieudvikling og den helt manglende Bakterieudvikling repræsentere henholdsvis »Ingen Fosforsyretrang« og »Udpræget Fosforsyretrang«. De midt i Skalarækken beliggende Talværdier maa indtil videre antages at karakterisere de mere tvivlsomme »Overgangstilfælde«. I Overensstemmelse hermed vil vi altsaa foreløbig tyde Vækstintensiteten i Skaal Nr. 2 paa følgende Vis:

Skalatrin 3 og 4: Ingen Fosforsyretrang.

» 0: Udpræget do.

» 1 og 2: Overgangstilfælde.

Hvorvidt *Winogradsky-Sackett*-Metoden tillader en mere nuanceret Bedømmelse af Fosforsyretrangen end i de her opførte 3 Kategorier, maa foreløbig forekomme ret tvivlsomt. Om Grænserne for »Overgangstilfældene« saa i øvrigt maa sættes som her anført eller trækkes paa anden Vis, lader sig, som ovenfor omtalt, først afgøre paa empirisk Grundlag. Videre se Side 814.

Kalitrang. Afgørelsen træffes her under Hensyntagen til Bakterieudviklingen i Skaal Nr. 3 (+ Fosforsyre), sammenlignet med Udviklingen i Skaal Nr. 4 (Fosforsyre + Kali). Ved Bedømmelsen anlægges i øvrigt samme Synspunkter som de ovenfor for Fosforsyren anførte.

¹⁾ Naar *Sackett* og hans Medarbejdere erklærer en Jord for at være fosforsyretrængende (om end kun i ringere Grad), blot fordi der ikke opnaas maksimal Koloniudvikling i Skaalen uden Fosforsyretilsætning, er dette aabenbart, fordi man paa Forhaand har betragtet det som givet, at de højere Planter stiller ganske samme Fosforsyrekrav som de til Forsøgene benyttede Mikroorganismer. Dette er dog ingenlunde sikkert — tværtimod er der meget, der tyder paa, at den som Indikator benyttede Bakteriebelægning stiller noget større Krav til Tilstedeværelsen af letopløselige Fosforsyreforbindelser end de højere Planter. Sml. i øvrigt Side 814.

Hvor vidt *Winogradsky-Sackett*-Prøven i Forbindelse med den her omtalte Tydning af Forsøgsresultaterne virkelig er i Stand til at give Oplysninger med Hensyn til de paagældende Jorders Gødningsbehov, kan først besvares efter Undersøgelse af et større Antal Jorder, hvis »Frugtbarhedstilstand« er kendt gennem Dyrkningsforsøg, eller hvis Indhold af let tilgængelige Næringsstoffer er bestemt paa Grundlag af dertil egnede kemiske Metoder. — I det følgende skal berettes om Udfaldet af saadanne sammenlignende Undersøgelser.

III. Anvendelse af Metoden.

Efter Udfaldet af de i forrige Afsnit omtalte Undersøgelser maa det anses for mest hensigtsmæssigt at udføre *Winogradsky-Sackett*-Prøven under følgende Standardbetingelser (beregnet pr. 10 Gram Tørjord):

Fælles for alle Forsøgsled: 1 pCt. CaCO_3 + 1 pCt. Mannit + 0.5 cm^3 af en *Azotobacter*opslemning, indeholdende ca. 20 Mill. *Azotobacter*-celler pr. cm^3 . — Passende Vandtilsætning samt eventuelt 10–20 pCt. Kaolin.

Forsøgsled 1: Ingen yderligere Tilsætning.

» 2: 1 cm^3 af en 3 pCt. Opløsning af K_2SO_4 .

» 3: 1 » » » 3 » » Na_2HPO_4 .

» 4: 1 » » » 3 » » K_2HPO_4 .

Bedømmelsen af Forsøget foretages efter 3 Dages Forløb under Hensyntagen til den samlede Bakterievækst.

1. Forsøg med Jordprøver fra fastliggende Gødningsforsøg.

De gamle Gødningsforsøg i Askov (Arbejdsplan: 93-II). Forsøgene, der er udført med Jordprøver, stammende fra en i 1930 foretaget Prøveudtagning, giver de i Tabel 7 opførte Forsøgsresultater.

Som det vil ses, udviser samtlige fra Lermarken stammende Jordprøver stærk Fosforsyretrang, uanset den i Marken foretagne Gødningstilførsel. Resultatet forekommer meget bemærkelsesværdigt, men maa formodentlig forklares saaledes, at den gennem Aarene fortsatte Tilførsel af Fosforsyre (i de med Staldgødning, alsidig Kunstgødning, samt Chilesalpeter + Superfosfat gødede Forsøgsparcereller) kun lige har været i Stand til at opretholde Fosforsyrebalancen, saaledes at Høstudbyttet

formentlig kun vil kunne opretholdes ved hvert Aar at tilføre en vis Mængde Fosforsyre, der enten ganske beslaglægges af Afgrøden og fjernes med denne eller bindes meget fast af Jorden (sml. de ovenfor, Side 785, refererede Undersøgelser af *Dan Jones*). Men i øvrigt er der Grund til at fremhæve, at Resultaterne af *Winogradsky-Sackett*-Prøven stemmer smukt overens med de i de paagældende Jordprøver fundne Fosforyretal, der ligeledes alle — uanset Gødningstilførsel — ligger usædvanlig lavt og betydeligt under den Grænseværdi (P-Tal 4.0), der ifølge de paa Statens Planteavls-Laboratorium foretagne kemiske Undersøgelser antages at markere Skillelinien mellem stærkt fosforyretrængende Jorder og Jorder med tvivlsomt Fosforyrebehov. — Ogsaa samtlige Jordprøver fra Sandmarken maa ifølge *Winogradsky-Sackett*-Prøven betegnes som fosforyrefattige. Meget bemærkelsesværdigt udviser dog Jordprøverne fra de kunstgødede og staldgødede Parceller en svag Bakterieu udvikling i Skaal Nr. 1 og Nr. 2, d. v. s. Fosforyretrangen i de paagældende Forsøgsled er noget mindre fremtrædende i Sandmarken end i Lermarken. Resultaterne er ligeledes her i god Overensstemmelse med den kemiske Analyse, idet Fosforyretallene for Sandmarkens Vedkommende vel er relativt lave, men dog betydeligt større end paa Lermarken.

Tabel 7. Forsøg med Jordprøver fra de gamle Gødningsforsøg i Askov.

Jordprøvens Oprindelse		Reaktionstal (pH)	Fosforyretal	Koloniudvikling				Forsøgsresultat	
				1. Uden Tilsætn.	2. + K	3. + P	4. K + P	Kalitrang	Fosforyre- trang
Askov Lermark, B ₄ (1930)	Ugødet	7.0	0.1	0	0	4	4	+	+
	1 Staldgødning	6.9	0.7	0	0	4	4	+	+
	1 Kunstgødning	6.8	0.7	0	0	4	4	+	+
	Chilesalpeter	7.0	0.1	0	0	4	4	+	+
	Chilesalpeter + Superfosfat .	7.0	1.0	0	0	4	4	+	+
Askov Sandmark, G ₁ (1930)	Ugødet	6.9	3.5	0	0	1	4	+	+
	1 Staldgødning	6.7	5.7	1	1	4	4	+	+
	1 Kunstgødning	6.7	4.6	1	2	4	4	+	+
	Chilesalpeter	6.8	2.3	0	1	2-3	4	+	+
	Chilesalpeter + Superfosfat .	6.7	6.2	0	1	2	4	+	+

Vender vi os dernæst mod Spørgsmaalet om Kalitrang, vil det ses, at ingen af de fra Lermarken stammende Jordprøver udviser ringeste Tegn paa Kalimangel — selv Jordprøven fra det med »Chilesalpeter + Superfosfat« gødede Forsøgsled, i hvilket der dog maatte formodes at være foregaaet en stærk Kaliudpining, giver maksimal Koloniudvikling alene ved Til-sætning af Fosforsyre. For Sandmarken ligger Forholdet lidt anderledes, idet Forsøgsleddet »Ugødet« samt det kaliudpinte »Chilesalpeter + Superfosfat« viser tydelige Tegn paa Kalitrang. Det med »Chilesalpeter« gødede Forsøgsled synes at staa paa Overgangen til Kalitrang, hvorimod de med Staldgødning og alsidig Kunstgødning gødede Parceller ikke udviser ringeste Tegn paa Kalimangel.

For de her undersøgte Jorder foreligger ingen Bestemmelse af det ombyttelige Kali (»Kalitallet«), men ifølge de af *Harald R. Christensen* (1927) angivne kemiske Analyser er Lermarkens totale Indhold af Kali (K_2O , opløselig i 20 pCt. Saltsyre) noget større end Sandmarkens, uden at det dog er muligt at paavise en sikker Sammenhæng mellem Kaliindhold og Gødningstilførsel. Ved Bestemmelse af Kaliindholdet efter Ekstraktion med kulsyremættet Vand findes — i hvert Fald for Sandmarken G_1 — en noget bedre Overensstemmelse mellem Gødningstilførsel og Kaliindhold, men for Lermarken B_4 forekommer dog her det ejendommelige Forhold, at Forsøgsleddet »Chilesalpeter«, der dog maatte formodes at være udpint for Kali, viser sig at have samme Kaliindhold som det staldgødede Forsøgsled! De nærmere Enkeltheder fremgaar i øvrigt af nedenstaaende Uddrag af *Harald R. Christensens* Analyseresultater:

	Saltsyreopl. K_2O (pCt.)	Opl. i kulsyrem. Vand (mg $K_2O/1$)
Askov Lermark (B_4):		
Ugødet	0.127	2.5
Kunstgødet	0.125	5.5
Staldgødet	0.165	3.6
Chilesalpeter	0.144	3.6
Askov Sandmark (G_1):		
Ugødet	0.093	4.8
Kunstgødet	0.092	7.4
Staldgødet	0.094	10.3
Chilesalpeter	0.093	4.0

Fastliggende Kali- og Fosforsyreforsøg (Arbejdsplan 27-43).
Denne Forsøgsserie omfatter Undersøgelser af en Række Jordprøver, stammende fra de ved Askov, Lundgaard og Tylstrup beliggende Kali- og Fosforsyreforsøg, hvis foreløbige Resultater

(for Aarene 1927—30 incl.) foreligger i den af *Karsten Iversen* (1933) nylig offentliggjorte 263. Forsøgsberetning.

De paagældende Markforsøg er paabegyndt i Efteraaret 1926 med 1927 som første Forsøgsaar. Forsøgene er i øvrigt anlagt i et 4—6-aarigt Sædskifte med stigende Mængder Fosforsyre og Kali, anvendt som Tilskud til staldgødede Marker. Som Grundgødning er yderligere givet en efter Afgrødens Art tilpasset Mængde Chilesalpeter + 100 kg 37 pCt. Kaligødning (i Fosforsyreforsøget), resp. 200 kg Superfosfat (i Kaliforsøget). — Nærmere se *Karsten Iversen* 1933, Side 46—48.

Laboratorieforsøgene omfatter kun Jordprøver fra de Forsøgsled, der foruden med den ovenfor nævnte Grundgødning tillige er blevet gødet med henholdsvis 200 kg Superfosfat (Fosforsyreforsøget) eller 100 kg Kaligødning (Kaliforsøget).

Prøverne er udtaget i 1930.

Tabel 8. Forsøg med Jordprøver fra fastliggende Kali- og Fosforsyreforsøg.

Jordprøvens Oprindelse		Fosforsyretal	Koloniudvikling				Resultat		
			1. Uden Tilsætn.	2. + K	3. + P	4. K + P	Kalitrang	Fosforsyre-trang	
Tylstrup, A ₃ (1930)	Fosforsyre-forsøg	a. Ugødet ¹⁾	11.1	0	1	3	4	·:·	++
		d. 200 kg Superfosfat . . .	12.9	0—1	1—2	3	4	·:·	++
	Kali-forsøg	a. Ugødet	13.0	0	0	4	4	·:·	++
		d. 100 kg Kaligødning . . .	13.1	0	0—1	4	4	·:·	++
Askov Ler-mark, B ₄ (1930)	Fosforsyre-forsøg	a. Ugødet	0.9	0	0	4	4	·:·	++
		d. 200 kg Superfosfat . . .	1.5	0	0	4	4	·:·	++
	Kali-forsøg	a. Ugødet	1.5	0	0	4	4	·:·	++
		d. 100 kg Kaligødning . . .	1.2	0	0	4	4	·:·	++
Lund-gaard (1930)	Kali-forsøg	a. Ugødet	4.1	0	0	4	4	·:·	++
		d. 100 kg Kaligødning . . .	4.8	0	1	4	4	·:·	++

¹⁾ »Ugødet« betegner i denne Forbindelse blot, at det paagældende Forsøgsled ikke har modtaget nogen Tilsætning af Fosforsyre- resp. Kaligødning, men derimod er gødet alene med den i den paagældende Forsøgsserie anvendte Grundgødning.

Resultaterne af den laboratoriemæssige Undersøgelse fremgaar af Tabel 8, medens Udfaldet af de tilsvarende Markforsøg af *Karsten Iversen* (1933) opgøres paa følgende Vis:

Gennemsnitlige Merudbytte 1927—30
for Fosforsyre- eller Kalitilførsel
(hkg F.-E. pr. ha):

	Fosforsyreforsøg (200 kg Super- fosfat pr. ha)	Kaliforsøg (100 kg Kali- gødning pr. ha)
Tylstrup, Mark A ₃	0.5	÷0.1
Askov Lermark, B ₄	4.4	1.5
Lundgaard, Mark 1.....	—	÷2.5

Som det vil ses af Tabel 8, udviser Prøverne fra Tylstrup efter *Winogradsky-Sacketts* Metode ingen Kalitrang, men derimod — til Trods for de ret høje Fosforsyretal — en mere eller mindre tydelig Fosforsyretræng, der endnu ikke synes ophævet, hverken ved Tilførsel af de 200 kg Superfosfat i Fosforsyreforsøget eller ved Anvendelsen af Grundgødning (ligeledes indeholdende 200 kg Superfosfat) i Kaliforsøget. — Markforsøgene udviser et lille positivt Udslag for Fosforsyretilførsel, men *Karsten Iversen* betegner dog Fosforsyrevirkningen som meget ringe. »Kun Byg, der dyrkes efter staldgødede Kaalroer, har ret regelmæssigt givet Merudbytte for Tilførsel af Fosforsyre. Det bemærkes tillige, at Kaalroer i 1930, da der paa de ikke-fosforsyregødede Parceller er høstet 100.2 hkg Tørstof pr. ha, har givet gode Udslag for Fosforsyre« (Side 73). — Tylstrup-Jorderne maa da paa Grundlag af disse første Markforsøg anses for at være ikke-kalitrængende, men svagt fosforsyretrængende eller i hvert Fald staaende paa Overgang til Fosforsyretræng. Resultaterne af *Winogradsky-Sackett*-Prøven er saaledes i nogenlunde god Overensstemmelse med Markforsøgene.

Vender vi os dernæst mod Askov Lermark, vil det ses, at Jordprøverne herfra, ganske i Overensstemmelse med Resultatet af Undersøgelserne af Jordprøver fra de »Gamle Gødningsforsøg« paa Lermarken, udviser en stærk Fosforsyretræng efter *Winogradsky-Sackett*-Metoden — et Resultat, der stemmer smukt saavel med de usædvanlig lave Fosforsyretal som med Resultaterne af de tilsvarende Markforsøg; i den paagældende Mark (B₄) viser Gennemsnits-Merudbyttet sig endog ret regelmæssigt stigende fra 1.4—2.1—4.4 hkg F.-E. pr. ha for en Tilførsel af henholdsvis 50—100—200 kg Superfosfat pr. ha. (Se *Karsten Iversen* 1933, Side 50.) I øvrigt vil det bemærkes, at heller ikke i dette Tilfælde har den i Marken foretagne Fosforsyre-

tilførsel paa 200 kg Superfosfat været tilstrækkelig til at ændre Resultatet af *Winogradsky-Sackett*-Prøven. — For Kaliets Vedkommende er Resultatet mere tvivlsomt. *Winogradsky-Sackett*-Prøven viser »Ingen Kalitrag«, men Resultatet af de 4-aarige Markforsøg viser for den paagældende Mark (B_4) et lille Merudbytte paa gennemsnitlig 1.5 hkg F.-E. pr. ha for en aarlig Tilførsel af 100 kg Kaligødning pr. ha. (Se *Karsten Iversen*, Side 53). Merudbyttet varierer dog stærkt fra Aar til Aar, og i et enkelt Aar synes Kalitilførselen endog at have foraarsaget en Formindskelse af Høstudbyttet. I øvrigt er det ligeledes bemærkelsesværdigt, at Gennemsnitstallene for de 4 Aar ikke udviser nogen regelmæssig Stigning af Merudbyttet for stigende Tilskud af Kaligødning. (Se *Karsten Iversen*, Side 52.) — Nogen særlig stærk Kalitrag synes der i hvert Fald ikke at foreligge efter Resultaterne af de hidtidige Markforsøg.

Hvad endelig Forsøgene paa Lundgaard angaar, omfatter Laboratorieundersøgelsen kun Jordprøver fra Kaliforsøget. Som det vil ses af Tabel 8, viser *Winogradsky-Sackett*-Forsøget »Ingen Kalitrag« og stemmer i saa Henseende godt med Markforsøgene, der kun viser et yderst ringe eller endog et negativt Udslag for Kalitilførsel. (Se *Karsten Iversen*, Side 69—70.) — I øvrigt fortjener det at bemærkes, at de paagældende fra Kaliforsøget udtagne Jordprøver trods den i Marken foretagne Tilførsel af fosforsyreholdig Grundgødning, endnu udviser Fosforsyretang efter *Winogradsky-Sackett*-Metoden. Ifølge Resultaterne fra Markforsøgene (Fosforsyreforsøgene) maa de paagældende Jorder da ogsaa betegnes som fosforsyretængende eller dog staaende paa Overgang til Fosforsyretang. (Se *Karsten Iversen*, Side 64—67.)

Gødningsforsøgene ved Hornum og Blangsted (Arbejdsplanen 21—175). I Tilslutning til ovennævnte Landbrugsforsøg skal sluttelig omtales Resultatet af nogle Forsøg med Jordprøver, stammende fra de i 1922 ved Blangsted og Hornum anlagte Dyrkningsforsøg med Frugttræer med Tilførsel af Kvælstof, Fosforsyre og Kali i varierende Blandingsforhold.

Gødningerne har været tilført efter Planerne siden 1922. I de 7 første Forsøgsaar dyrkedes almindelige Markafgrøder, men i Efteraaret 1928 tilplantedes Arealerne med Frugttræer. Samtlige Forsøg er udført ved 3—4 forskellige p_H -Værdier; til nærværende Laboratorie-

undersøgelse er dog udelukkende anvendt Jordprøver fra den Forsøgs-serie, hvor Reaktionstallet er søgt fastholdt omkring pH 7.0.

Prøverne er udtaget i Sommeren 1933.

En samlet Opgørelse af Resultaterne af Dyrkningsforsøgene foreligger endnu ikke, men efter de hidtil indvundne Resultater maa de paagældende Jorder nærmest karakteriseres saaledes:

Blangsted: Fosforsyretrang eller paa Overgang til Fosforsyretrang. Kalitrang.

Hornum: Stærk Fosforsyretrang. Stærk Kalitrang.

Tabel 9. Forsøg med Jorder fra fastliggende Gødningsforsøg ved Hornum og Blangsted.

Jordprøvens Oprindelse	Forsøgsled	Fosforsyretal	Kalital, (mg K ₂ O pr. kg Jord)	Koloniudvikling				Resultat	
				1. Uden Tilsetn.	2. + K	3. + P	4. K + P	Kalitrang	Fosforsyretrang
Hornum	Ugødet	2.5	29	0	0	1-2	4	+	+
	N + P + K 50 25 100	3.1	137	0	0	2-3	4	+	+
Blangsted	Ugødet	4.4	50	0	0	4	4	÷	+
	N + P + K 50 25 100	4.8	100	0	0	4	4	÷	+
	N + P + K 50 50 50	9.6	75	2-3	4	4	4	÷	÷

Jordprøverne fra de ugødede Forsøgsparceller fra saavel Blangsted som Hornum udviser efter *Winogradsky-Sackett*-Prøven en tydelig Fosforsyretrang (se Tabel 9), der ikke synes afhjulpel ved den i Markforsøgene foretagne Tilførsel af 25 kg Fosforsyre pr. ha. I god Overensstemmelse hermed ligger Fosforsyretallene lavt og hæves ikke nævneværdigt ved den omtalte Fosforsyregødsning. En Tilførsel af 50 kg Fosforsyre pr. ha (i Blangsted-Forsøget) synes derimod — stadig efter *Winogradsky-Sackett*-Metoden — at have været tilstrækkelig til Afhjælpning af Fosforsyretrangen, og svarende hertil udviser den paagældende Forsøgsparcel et betydeligt højere Fosforsyretal end de øvrige i Laboratorieundersøgelsen inddragne.

For Kalispørgsmaalets Vedkommende giver den mikrobiologiske Undersøgelingsmetode et knap saa tilfredsstillende

Resultat. — Det ugødede Forsøgsled ved Hornum, der saavel paa Grundlag af det yderst lave Kalital som under Hensyntagen til Resultaterne fra Dyrkningsforsøgene maa betegnes som meget kalitrængende, udviser til Trods herfor en svag, men dog tydelig Bakterievækst, hvorefter Jorden nærmest maa klassificeres som kalitrængende eller staaende paa Overgang til Kalitrang. (Sml. i øvrigt ogsaa Tabel 3, Side 794, hvor den paagældende Jord under Mærket »Hornum Nr. 5« er benyttet til Undersøgelse af den mikrobiologiske Vækstintensitet ved stigende Kalikoncentration.) Som det i øvrigt vil ses af Tabel 9, medfører den i Marken foretagne Tilførsel af 100 kg Kaligødning pr. ha en meget stærk Stigning af Kalitallet, men desuagtet udviser *Winogradsky-Sackett*-Prøven — i Sammenligning med den ugødede Forsøgsparcel — kun en mindre Forøgelse af Vækstintensiteten, saaledes at den paagældende Jordprøve til Trods for den stedfundne Tilførsel af Kaligødning nærmest maa henføres til Kategorien »Overgangstilfælde«! — Derimod viser samtlige fra Blangsted stammende Jordprøver ingen Kalitrang efter *Winogradsky-Sackett*-Metoden — et Resultat, der kun daarligt forenes med de ved Dyrkningsforsøgene indvundne Erfaringer.

Resultatet af denne foreløbige Undersøgelse af Jordprøver fra fastliggende Gødningsforsøg kan herefter kort sammenfattes saaledes:

For Fosforsyrens Vedkommende er de ved *Winogradsky-Sackett*-Prøven indvundne Resultater i ret tilfredsstillende Overensstemmelse med saavel Markforsøg som de kemisk bestemte Fosforsyretal, om end den ovenfor, Side 802, omtalte »Tydning« af Vækstforskellighederne i de forskellige Skaale synes at resultere i en noget strængere Bedømmelse af Fosforsyretrangen end den, der fremgaar af de paa kemisk Vis bestemte Fosforsyretal i Forbindelse med de af Statens Planteavls-Laboratorium benyttede Grænseværdier til Vurdering af Forholdet mellem »Fosforsyretal« og »Fosforsyretrang«. — Endvidere synes Metoden at være mindre fintmærende over for Kali end over for Fosforsyre, om end det hidtil foreliggende Materiale endnu er for spinkelt til at muliggøre en endelig Bedømmelse af Metoden.

2. Sammenlignende statistiske Undersøgelser.

Ved de i det følgende omtalte Forsøg er *Winogradsky-Sackett*-Metodens Værdi til Bestemmelse af Fosforsyretrangen søgt belyst paa mere indirekte Vis ved en statistisk Sammenligning mellem den mikrobiologiske Vækstintensitet og de tilsvarende Fosforsyretal, idet denne sidstnævnte rent kemiske Metode jo ved anden Lejlighed er stillet i Relation til mere omfattende Markforsøg. (Se *K. A. Bondorff*, 1933.)

Som Forsøgsmateriale er benyttet 193 Prøver af forskellige Mineraljorder, der i Foraaret 1933 er blevet indsendt til Statens Planteavls-Laboratorium til Bestemmelse af Fosforsyretal. Paa Grundlag af denne Bestemmelse er Prøverne derefter udvalgt saaledes, at der i det samlede Materiale findes en nogenlunde ligelig Fordeling af Jorder, der under Hensyntagen til Fosforsyretal og de af Statens Planteavls-Laboratorium benyttede Grænseværdier maa karakteriseres som henholdsvis fosforsyretrængende, ikke fosforsyretrængende og »Overgangsjorder«.

Den nærmere Fordeling fremgaar i øvrigt af følgende:

Fosforsyretal 1— 4 (Fosforsyretrang)	60	Jorder
» 4—10 (Overgangsjorder)	50	»
» 10—40 (Ikke-Fosforsyretrang)	71	»
» over 40 (Ekstremt høje Fosforsyretal)	12	»

I alt... 193 Jorder

I øvrigt er der ved Udvælgelsen af Jordprøverne draget Omsorg for, at der inden for hver af de ovennævnte Grupper forekommer et nogenlunde ligeligt Antal Ler- og Sandjorder. Egentlige Humusjorder mangler derimod ganske.

Forsøgenes Udførelse og Bedømmelsen af den mikrobiologiske Vækstintensitet svarer nøje til de i de foregaaende Afsnit omtalte Undersøgelser. I øvrigt skal det understreges, at Bedømmelsen af Koloniudviklingen selvfølgelig er foretaget uden forudgaaende Kendskab til Fosforsyretallet.

Som det vil fremgaa af de i Tabel 10 opførte Forsøgsresultater, er der i det store og hele en meget tilfredsstillende Overensstemmelse mellem Fosforsyretal og Udfaldet af *Winogradsky-Sackett*-Prøven. Praktisk talt alle de undersøgte Jordprøver med Fosforsyretal under 4.0 udviser overhovedet ingen Koloniudvikling uden Fosforsyretilsætning; med stigende Fosforsyretal forøges den mikrobiologiske Vækstintensitet, og naar vi

naar op i Grupperne med de højeste Fosforsyretal, findes i næsten alle de undersøgte Jordprøver en stærk eller endog maksimal Koloniudvikling.

Tabel 10. Forholdet mellem Fosforsyretal og *Winogradsky-Sackett-Prøven*.

Fosforsyretal	Mikrobiologisk Vækstintensitet i Skaal Nr. 2					I alt
	0	1	2	3	4	
1-- 2	11	—	—	—	—	11
2-- 3	29	5	—	1	—	35
3-- 4	13	1	—	—	—	14
4-- 5	14	1	—	1	—	16
5-- 6	2	2	1	—	—	5
6-- 7	4	4	—	—	—	8
7-- 8	1	4	3	—	—	8
8-- 9	1	3	3	1	—	8
9--10	3	2	—	—	—	5
10--11	1	3	2	3	1	10
11--12	2	2	—	1	—	5
12--13	—	0	1	3	—	4
13--14	1	—	2	1	2	6
14--15	4	2	1	1	—	8
15--16	1	1	1	2	1	6
16--17	1	1	—	—	—	2
17--18	2	1	4	—	—	7
18--19	—	—	1	—	1	2
19--20	—	4	1	—	2	7
20--30	—	—	1	3	1	5
30--40	—	—	1	1	7	9
> 40	—	—	1	3	8	12
I alt	90	36	23	21	23	193

Et eksakt Udtryk for den indbyrdes Sammenhæng mellem Fosforsyretal og den mikrobiologiske Vækstintensitet faas ved Beregning af den saakaldte »Korrelationskoefficient« i Overensstemmelse med den af *Bravais* angivne Formel:

$$r = \frac{\sum D_x D_y}{n \sigma_x \sigma_y},$$

hvor r betegner Korrelationskoefficienten, x og y de to Egen-skaber eller Karakterer, hvis »Sammentræf« skal beregnes. (Her »Fosforsyretal« og »Den mikrobiologiske Vækstintensitet«). $D_x D_y$ betegner den Værdi, der fremkommer, naar man for hvert Par sammenhørende Bestemmelser af » x « og » y « beregner

disse Afvigelser fra Gennemsnittet paa henholdsvis x- og y-Rækken (regnet med Fortegn) og multiplicerer disse Afvigelser med hinanden. $\sum D_x D_y$ betegner da Summen af disse Produkter. σ_x og σ_y betyder »Standardafvigelsen« paa henholdsvis x- og y-Rækken, medens n betegner det samlede Antal Bestemmelser. — Sml. i øvrigt *Erik J. Petersen*, 1925, Side 317—321.

Til Beregning af Korrelationskoefficienten paa Grundlag af det i Tabel 10 opførte Materiale er *Bravais* Formel omskrevet til Formen:

$$r = \frac{\sum p a_x a_y \div n b_x b_y}{n \sigma_x \sigma_y}$$

der tillader at udføre det praktiske Regnearbejde med en vilkaarlig valgt Midtergruppe som Udgangspunkt i Stedet for Materialets virkelige Middelværdi. — Med Hensyn til de paa-gældende Bogstavers Betydning og den videre Udførelse af Arbejdet henvises til *Ø. Wings* Arvelighedslære 1928, Side 28—37.

I øvrigt skal bemærkes, at der ved Beregningen af Korrelationskoefficienten ikke er medtaget de i Tabel 10 opførte Jorder med Fosforsyretal større end 40.0, idet disse repræsenterer ekstreme Tilfælde, der kun undtagelsesvis forekommer i Praksis. — Ved Beregningen er for saavel x- som y-Rækken benyttet et Klassespillerum paa 1.0; den til Beregningen benyttede Korrelationstabel svarer altsaa ret nøje til Tabel 10, idet dog de Jordprøver, der i denne er opført i Rubrikkerne med Fosforsyretal 20—30 og 30—40 er henført til deres virkelige, »uafkortede« Klasseværdier.

Efter en Beregning af Korrelationskoefficienten paa ovennævnte Grundlag findes:

$$r = + 0.70 \pm 0.04,$$

idet Middelfejlen paa Korrelationskoefficienten, m_r , beregnes efter Formelen:

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$$

Som det vil ses, foreligger altsaa en ret betydelig Korrelation imellem den kemiske og den mikrobiologiske Undersøgelsesmetode. Dog fortjener det at bemærkes, at dette ret faste Korrelationsforhold paa det samlede Materiale fortrinsvis skyldes den meget smukke, næsten fuldstændige Overensstemmelse i Tabellens Ydergrænser. Undersøger vi derimod den midterste Tredjedel af Materialet, f. Eks. den Del, der

begrænses af Fosforsyretallene 5.0—15.0, vil det ses, at der her praktisk talt ikke eksisterer nogen som helst Relation mellem Fosforsyretal og Vækstintensitet.

Aarsagen til dette Forhold maa foreløbig staa hen i det uviste. Det fortjener dog i denne Forbindelse at bemærkes, at netop i dette midterste Interval udviser enkelte af de hidtil opgjorte sammenlignende Markforsøg en mindre fremtrædende Sammenhæng mellem Fosforsyretal og Merudbytte ved Superfosfattilførsel, end ved Jorder med saavel højere som lavere Fosforsyretal (*K. A. Bondorff* 1933, Tabel 9, Side 577.)

Da der paa Grundlag af sammenlignende Markforsøg (se *K. A. Bondorff* 1933) allerede vides at være en ret tilfredsstillende Overensstemmelse mellem Fosforsyretal og Markforsøg, og da Korrelationen mellem Fosforsyretal og *Winogradsky-Sackett*-Prøven ligeledes maa betragtes som tilfredsstillende, tør det herefter betragtes som overvejende sandsynligt, at Udfaldet af sidstnævnte Prøve vil kunne benyttes til Karakterisering af Jordens »Fosforsyretrang«.

Tilbage staar dog endnu at fastlægge, hvilke Talværdier paa Bedømmelsesskalaen 0—4 (»Karakterer for Vækstintensitet«), der er Udtryk for de tre Kategorier »Fosforsyretrang«, »Overgangstilfælde« og »Ikke Fosforsyretrang«. — Strængt taget kan disse Værdier først fastlægges paa Grundlag af et større Antal Markforsøg, men paa indirekte Vis er vi dog ogsaa i dette Tilfælde i Stand til at fremskaffe en foreløbig Vejledning, idet vi benytter os af de allerede foreliggende Sammenligninger mellem Fosforsyretal og Markforsøg, ifølge hvilke Grænserne trækkes saaledes:

Fosforsyretal under 4: Stærk Virkning ved Fosforsyretilførsel (alle Afgrøder).

Fosforsyretal over 10: Kun undtagelsesvis Virkning.

Fosforsyretal mellem 4 og 10: Virkningen er mindre og afhængig af Afgrødens Art.¹⁾

Saafernt vi fastholder den tidligere nævnte midlertidige Tydning af Forsøgsresultaterne (sml. ovenfor, Side 801), vil det i Tabel 10 opgjorte Forsøgsmateriale kunne sammenstilles saaledes:

¹⁾ Sml. den af Statens Planteavls-Laboratorium udsendte »Vejledning til Vurdering af Fosforsyreundersøgelsens Resultat«.

Fosforsyre- tal	Fosforsyre- trang	Overgangs- tilfælde	Ikke-Fosfor- syretrang	I alt
1—4	53	6	1	60
4—10	25	23	2	50
10—40	12	29	30	71
over 40	0	1	11	12
I alt	90	59	44	193

Som det vil ses, resulterer *Winogradsky-Sackett*-Prøven i Forbindelse med nævnte Grænseværdier i en langt »strengere« Klassificering af Jordprøverne end den, der fremkommer paa Grundlag af det kemisk bestemte Fosforsyretal, idet næsten samtlige Jordprøver med Fosforsyretal under 10.0, og over Halvdelen af de undersøgte Jordprøver med Fosforsyretal 10—40, ifølge ovenstaaende Klassificering maa betegnes som fosforsyretrængende eller staaende paa Overgang til Fosforsyretrang!

En langt bedre Overensstemmelse opnaas, saafremt Forsøgene opgøres paa Grundlag af følgende »Tydning«:

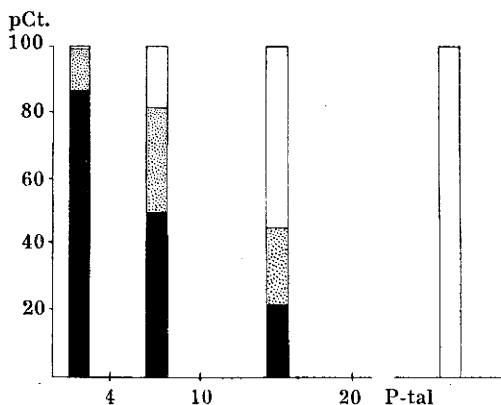
Koloniudvikling 0:	Fosforsyretrang.
»	1: Overgangstilfælde.
»	2, 3 og 4: Ikke-Fosforsyretrang.

Tabel 11.

Den procentiske Fordeling af fosforsyretrængende Jorder efter *Winogradsky-Sackett*-Metoden.

Fosforsyretal	Fosforsyretrang		Overgangs- jorder		Ikke Fosforsyretrang		I alt
	Abs.	pCt.	Abs.	pCt.	Abs.	pCt.	
1—4	53	88.3	6	10.0	1	1.7	60
4—10	25	50.0	16	32.0	9	18.0	50
10—20	12	21.0	14	24.6	31	54.4	57
> 20	0	0.0	0	0.0	26	100.0	26
I alt	90		36		67		193

Som det fremgaar af Tabel 11, resulterer Opgørelsen af Forsøgsresultaterne under disse Forudsætninger i en Klassificering af Jordprøverne, der nogenlunde svarer til den paa Fosforsyretallene baserede. Selv efter denne Tillempning synes det dog, som om den mikrobiologiske Fosforsyrebestemmelse klassificerer Jorderne noget strengere end den kemiske Bestemmelse af Fosforsyretallet i Forbindelse med den af Planteavlslabora-



Tekstfigur 1.
Den procentiske Fordeling af fosforsyretrængende Jorder efter *Winogradsky-Sackett*-Metoden.

- Fosforsyretrængende.
- ▨ Overgang til Fosforsyretrængende.
- Ikke-Fosforsyretrængende.

ratoriet givne Vejledning til Tydning af Forsøgsresultaterne, thi som det ses af Tabel 11 og Tekstfig. 1, skal vi helt op paa Fosforsyrethal over 20, før samtlige Jordprøver efter *Winogradsky-Sackett*-Metoden viser »Ingen Fosforsyretræng«. Forskellen er dog ikke mere fremtrædende, end at de to Metoder i Hovedsagen dog maa siges at føre til samme Resultat.

Endskønt den i nærværende Afsnit omtalte Undersørgelsesrække for-

trinsvis skal tjene til Belysning af Fosforsyrespørgsmaalet, er dog for samtlige her omtalte Jordprøver *Winogradsky-Sackett*-Prøven gennemført i hele sin Udstrækning, saaledes at der herved skabes nogen Mulighed for ogsaa at orientere sig m. H. t. Metodens Anvendelighed til Paavisning af Kalitræng. Resultatet bekræfter dog kun den allerede under Omtalen af de fastliggende Gødningsforsøg fremsatte Formodning, at Metoden ikke er tilnærmelsesvis saa fintmærkende over for Kali som over for Fosforsyre: Fraregnet nogle ganske enkelte Undtagelser udviste de 193 undersøgte Jordprøver praktisk talt samme Vækstintensitet i Skaal Nr. 3 og Skaal Nr. 4 (»Fosforsyre« og »Fosforsyre + Kali«). — Endskønt der for det foreliggende Materiale hverken forefindes Markforsøg eller Bestemmelse af Kalitallet, der kan tjene til Belysning af Værdien af den mikrobiologiske Undersørgelsesmetode, synes denne ganske paafaldende Ensartethed m. H. t. stærk eller endog maksimal Vækstintensitet i Skaal Nr. 3 dog at tyde paa, at *Winogradsky-Sackett*-Metoden for Kaliets Vedkommende ikke er i Stand til at foretage den Klassedeling eller Sortering af et konkret foreliggende Materiale, der er den første uomgængelige Betingelse for en hvilken som helst analytisk Arbejdsmetode.

Der synes herefter ikke at være megen Mulighed for at anvende *Winogradsky-Sackett*-Metoden til Bestemmelse af Kali-trang — i hvert Fald ikke i den her benyttede Form.

IV. Afsluttende Oversigt.

I nærværende Arbejde undersøges Værdien af den af *Winogradsky* foreslaaede og senere af *Sackett* o. a. Forfattere videre udarbejdede »Jordplade-Metode« til Bestemmelse af Jordens Kali- og Fosforsyretrang. De opnaaede Forsøgsresultater kan resumeres saaledes:

Paa Grundlag af en Række metodiske Undersøgelser under Anvendelse af Jordprøver af forud kendt Frugtbarhedstilstand fastlægges den Kali- og Fosforsyredosis, der under danske Forhold maa betragtes som den mest hensigtsmæssige for den praktiske Udførelse af *Winogradsky-Sackett*-Prøven. De saaledes fastslaaede Værdier svarer ret nøje til de af *Sackett* anvendte. Som Kulstofkilde benyttes Mannit; Stivelse, der navnlig anbefales af amerikanske Forfattere, synes derimod ganske uegnet under danske Forhold. Samtlige Jordprøver faar endvidere en Tilsætning af 1 pCt. CaCO_3 og podes med en nøje standardiseret Opslemning af en *Azotobacter*-Renkultur i optimal Tæthedegrad.

Som Regel bestaar den paa Jordpladerne fremkomne Bakterielægning udelukkende af *Azotobacter*kolonier i mere eller mindre Renbestand. Ved eksperimentel Tilsætning af Salpeter er det dog muligt at bevirke en kvalitativ Ændring af Mikrofloraen, idet *Azotobacter* under disse Forhold fortrænges helt eller delvist af salpeterassimilerende Mikroorganismer. Hvor det drejer sig om stærkt gødede Jorder, vil disses »naturlige« Indhold af Nitratkvælstof sandsynligvis ligeledes kunne indvirke forstyrrende paa *Azotobacter*udviklingen. Ganske undtagelsesvis — vistnok navnlig i stærkt staldgødede Jorder — udgør Skimpelsvampe og sporedannende Bakterier en ikke uvæsentlig Del af den paa Jordfladen fremkomne Mikroflora. Under Hensyntagen hertil maa det anses for tilraadeligt ikke alene at tage Hensyn til *Azotobacter*kolonierne, men at foretage Bedømmelsen paa Grundlag af den samlede Vækstintensitet.

Som en væsentlig Anke mod Metoden maa fremføres, at

det endelige Forsøgsresultat ikke hviler paa et talmæssigt, eksakt Grundlag, men fremkommer som Resultat af en rent subjektiv, skønsmæssig Vurdering. Under de ovenfor nævnte Forsøgsbetingelser kan Bedømmelsen af den mikrobiologiske Vækstintensitet dog foretages med ret stor Sikkerhed, saaledes at Forsøgsresultaterne i det store og hele lader sig reproducere med tilfredsstillende Resultat.

Metodens praktiske Anvendelighed er undersøgt dels paa Grundlag af Jordprøver fra forskellige fastliggende Gødningsforsøg, dels under Anvendelse af Jordprøver, indsendt til Statens Planteavls-Laboratorium til Bestemmelse af Fosforsyretal.

Med Hensyn til Kalispørgsmaalet synes Metoden i den her benyttede Form ikke at give tilfredsstillende Resultat. Jorder, der er meget fattige paa ombytteligt Kali, udviser ganske vist kun en meget ringe mikrobiologisk Vækstintensitet, men da ogsaa Jordprøver med usædvanlig høje »Kalital« (stærkt gødede Gartnerjorder) udviser et lignende Forhold, synes Forsøget i alle Tilfælde at maatte udføres med stigende Kalimængder for at afgøre, om en eventuelt forekommende svag Vækstintensitet skyldes »Kalitrang« eller tværtimod er et Udtryk for et Depressionsfænomen, foraarsaget af et særlig stort Kaliindhold. Til Afgørelse af »Kalitrang« i typiske, normale Agerjorder maa Metoden dog vistnok betragtes som ganske uanvendelig, idet den ikke er tilstrækkelig fint reagerende over for de i saadanne Jorder forekommende Forskelligheder m. H. t. Kaliindhold.

For Fosforsyrens Vedkommende er de paa Grundlag af *Winogradsky-Sackett*-Metoden indvundne Resultater derimod i god Overensstemmelse saavel med Resultaterne af Markforsøgene i de fastliggende Gødningsforsøg som med de efter *Bondorff* og *Steenbjerg* bestemte Fosforsyretal; den mikrobiologiske Metode resulterer dog i en lidt strængere Klassificering af Jordprøverne end den rent kemiske.

En sammenlignende Undersøgelse, omfattende 193 Jordprøver med stærkt varierende Fosforsyretal, giver til Resultat, at der mellem den mikrobiologiske Fosforsyrebestemmelse og den rent kemiske Bestemmelse af Fosforsyretallet findes en ret tilfredsstillende Overensstemmelse, der finder sit talmæssige Udtryk i Korrelationskoefficienten $r = + 0.70 \pm 0.04$.

Der synes saaledes at være nogen Mulighed for, at denne hurtige og billige Metode vil kunne anvendes til Besvarelse af Spørgsmaal vedrørende Tilførsel af Fosforsyre-gødning. Samtidig skal det dog understreges, at man ikke maa vente under alle Forhold at finde Overensstemmelse mellem *Winogradsky-Sackett-Forsøget* og den i Marken konstaterede »Fosforsyretang«, der jo, som gentagne Gange fremhævet af saavel *K. A. Bondorff* som *Karsten Iversen*, ikke er nogen vel definerbar Tilstand, men stærk afhængig af saavel det paa-gældende Aars Dyrkningsbetingelser (meteorologiske Forhold, øvrige Gødningstilførsel) som af Afgrødens Art.

Med Henblik paa Spørgsmaalet mikrobiologisk kontra kemisk Bestemmelse af Gødningstrangen er der endelig Grund til rent principielt at fremhæve, at alt andet lige vil en eksakt kemisk Metode selvfølgelig altid være at foretrække frem for en paa biologiske Reaktioner hvilende Fremgangsmaade, der ikke i samme Grad som den kemiske Metode lader sig kontrollere Skridt for Skridt. Kun saafremt man ved Anvendelse af en biologisk Metode er i Stand til at opnaa Oplysninger, der ikke kan fremskaffes paa anden Vis, vil der være Grund til at foretrække denne, eller eventuelt lade de to Metoder gensidigt supplere hinanden.

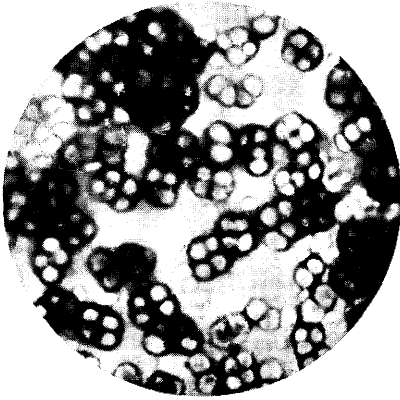
Hvorvidt et saadant Forhold foreligger i det her behandlede Tilfælde, lader sig selvfølgelig først afgøre, efter at begge de paa-gældende Metoder er stillede i Relation til et større Antal helst fleraarige Markforsøg. — En saadan Fremgangsmaade vil da ogsaa blive fulgt i den nærmeste Fremtid, idet de her forelagte Undersøgelser over *Winogradsky-Sackett-Metoden* vil blive fortsat under Anvendelse af saadanne Jordprøver fra lokale Forsøg, der maatte blive indsendt til Statens Planteavlslaboratorium til Bestemmelse af Fosforsyretal. Indtil et saadant Resultat foreligger, maa den mikrobiologiske Fosforsyrebestemmelse fortrinsvis søge sin Berettigelse under Forhold, der vanskeliggør den eksakte kemiske Bestemmelse af Fosforsyretangen.

Figurforklaring.

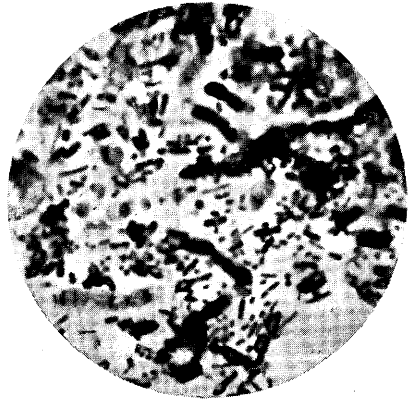
- Fig. 1. Azotobacterceller i Renbestand fra 4 Dage gl. Jordflade-Koloni (Hvilecellestadiet). Farvet med vandig Fuksin. ca. 1200 \times .
- Fig. 2. Bakterieceller fra sammenhængende Jordflade-Bevoksning, 3 Dage gl. (Tilsætning af 40 mg NaNO_3 pr. 10 g Jord). — Ingen Azotobacterceller, men talrige sporeførende Stave, frigjorte Sporer, Clostridieformer, smaa Stavformer (*Radiobacter*?) m. m. Farvet med vandig Fuksin. ca. 1200 \times .
- Fig. 3—7. Forskellige Typer af Vækstintensitet. 4 Dage gl. Kulturer. Naturlig Størr. Fig. 3. Kraftig Bevoksning af *Azotobacter*, dannende en sammenhængende, mørkebrun Belægning. Fig. 4. Dannelsen af vel isolerede Azotobacterkolonier. Vækstintensitet 4. Fig. 5. Vækstintensitet 3. Fig. 6. Vækstintensitet 2—3. (Teml. faa, men kraftigt udviklede Kolonier). Fig. 7. Vækstintensitet 1—2. (Svagt udviklede Kolonier).
- Fig. 8. Forsøgsled »Kali + Fosforsyre«, med Tilsætning af 40 mg NaNO_3 pr. 10 g Jord. 5 Dage gl. Kraftig Vækst af Skimmelsvampe.
- Fig. 9—10. Ganske unge, endnu ufarvede Bevoksninger af slimede Azotobacterceller. 2 Dage gl. Vækstintensitet 4. ca. 2 \times .
- Fig. 11. Mørkebrune, rynkede Kolonier af *Azotobacter*. 6 Dage gl. ca. 2 \times .

Litteraturfortegnelse.

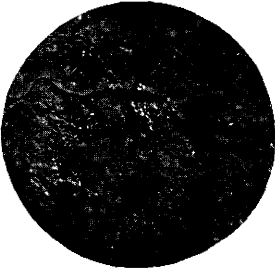
1. Bondorff, K. A. og Steenbjerg, F.: Studier over Jordens Fosforsyreindhold. I. Jordfosforsyrens Opløselighed. Tidsskrift for Planteavl, 38. Bd., 1932, S. 273.
2. Bondorff, K. A.: Studier over Jordens Fosforsyreindhold. II. Laboratorieundersøgelens Forhold til Markforsøget. Tidsskrift for Planteavl, 39. Bd., 1933, S. 549.
3. Christensen, Harald R.: Jordbundsundersøgelser i Forbindelse med fastliggende Gødningsforsøg paa Mineraljorder. Tidsskrift for Planteavl, 33. Bd., 1927, S. 191.
4. Greene, Robert A.: The Applicability of the Azotobacter (Plaque) Method for Determining the Fertility Requirements of Arizona Soils. Soil Science, 34. Bd., 1932, S. 83.
5. Guittoneau, G.: Sur l'application des besoins des sols en élément fertilisants par les cultures spontanées d'*Azotobacter*. Comptes rendus Académie d'Agriculture de France. 15. Bd., 1929, S. 83.
6. Hansen, Frode: Undersøgelser over Kvælstofomsætning i Agerjord II. Tidsskrift for Planteavl, 35. Bd., 1929, S. 713.
7. Iversen, Karsten: Forsøg med Kunstgødning paa staldgødet Jord. Tidsskrift for Planteavl, 39. Bd., 1933, S. 1.
8. Jones, Dan H.: The Soil Plaque Azotobacter Test for Soil Deficiency. Scientific Agriculture (Ottawa, Canada) 12. Bd., 1931—32, S. 716.
9. Keller, A.: Bericht über eine bakteriologische Methode zur Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens mit Hilfe von Bodenplatten. Centralblatt f. Bakt., II Abt., 86. Bd., 1932, S. 407.



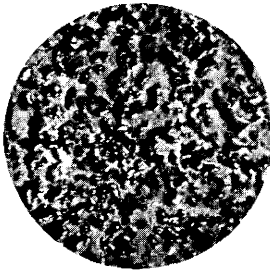
1



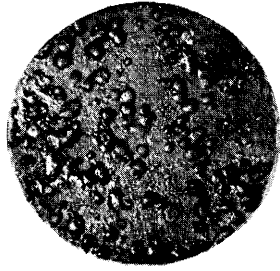
2



3



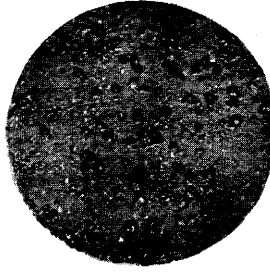
4



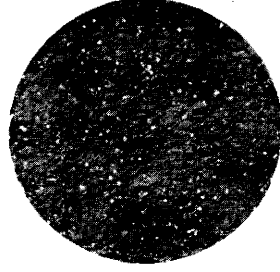
5



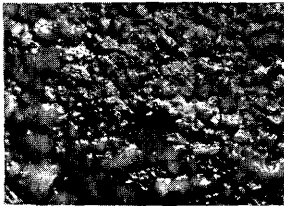
6



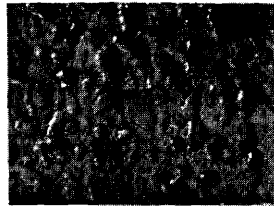
7



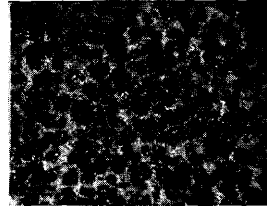
8



9



10



11

10. *Niklas, H., Scharrer, K. og Strobel, A.*: Phosphatlöslichkeit und Azotobakterwachstum. Landw. Jahrb., 1926, Side 387.
 11. *Niklas, H. og Hock, H.*: Die biochemische Azotobaktermethode zur Prüfung der Phosphorbedürftigkeit der Böden. Die Ernährung d. Pflanze, 13. Bd., 1927, S. 297.
 12. *Petersen, Erik J.*: Undersøgelser over Forholdet mellem Azotobacterprøven og Jordens Reaktionstilstand. Tidsskrift for Planteavl, 31. Bd., 1925, S. 246.
 13. *Sackett, W. og Stewart L.*: A Bacteriological Method for Determining Mineral Soil Deficiencies by the Use of the Soil Plaque. Colorado Agric. Coll. Exper. St. Bulletin 375, 1931. — Ref. i Exp. St. Record, 66. Bd., 1932, S. 616.
 14. *Stewart, L. C., Sackett, W. G., Robertson, D. W. og Kezer, A.*: A Comparison of the Soil Plaque Method with the Neubauer and Hofer Cornstalk Method for Determining Mineral Soil Deficiencies. Colorado Sta. Bull. 390, 1932. — Ref. i Exp. St. Record, 68. Bd., 1933, S. 168.
 15. *Stoklasa, J.*: Beitrag zur Kenntnis der chemischen Vorgänge bei der Assimilation des elementaren Stickstoffs durch Azotobacter und Radiobacter. Centralblatt f. Bakt., II. Abt., 21. Bd., 1908, S. 484.
 16. *Uspinsky, E. E. og Kriusthkova, A. P.*: Microbiological Evaluation of the Soil's Requirement in Fertilizers. Transactions of the Soviet Sect. of the Intern. Soc. of Soil. Vol. III, Com. III. Moscow 1933.
 17. *Waksman, S.*: Principles of Soil Microbiology. Baltimore 1927.
 18. *Winge, Ø.*: Arvelighedslære. København 1928.
 19. *Winogradsky, S.*: Études sur la microbiologie du sol. (Deuxième Mém.) Sur les microbes fixateurs d'azote. Annales de l'Institut Pasteur. 40. Bd., 1926, S. 455.
 20. *do.*: The Direct Method in Soil microbiology and its Application to the Study of Nitrogen-Fixation. — Proc. a. Papers of the First Internat. Congress of Soil Science. Commission III, Side 1. Washington 1928.
 21. *do. og Ziemiecka J.*: Études sur la microbiologie du sol. (Troisième Mém.) Sur le Pouvoir fixateur des terres. Annales de l'Institut Pasteur, 42. Bd., 1928, S. 36.
 22. *Young, Arthur W.*: The Winogradsky Spontaneous Culture Method for Determining Certain Soil Deficiencies. Agric. Exp. Stat. Iowa State Coll. of Agric. Res. Bull. Nr. 157. 1933.
 23. *Ziemiecka, J.*: The Azotobacter Test of Soil Fertility Applied to the Classical Fields of Rothamsted. Journ. of Agric. Sc., 22. Bd., 1932, S. 797.
-