

# Rozsiedlenie miksobakterij.

(Über die Verbreitung der Myxobakterien im Boden).

Napisali

HELENA KRZEMIENIEWSKA I SEWERYN KRZEMIENIEWSKI.

Opracowując „Miksobakterje Polski”<sup>1)</sup>, po raz pierwszy zastosowaliśmy metodę wyławiania ich z ziemi zapomocą sterylizowanego nawozu króliczego i wykazaliśmy, że ta metoda, prostsza i dogodniejsza w użyciu, daje znacznie lepsze wyniki niż dotychczasowa, która wymaga zbierania odchodów zwierząt. Obecnie podjęliśmy próbę zbadania, jakie jest rozsiedlenie miksobakterij na obszarze Polski, jak flora miksobakterij zmienia się w zależności od właściwości gleby, od wzniesienia nad poziom morza i t. d.

Ilościowych oznaczeń miksobakterij w glebie sposobem stosowanym w bakteriologii wykonać nie można. Miksobakterje w stanie wegetacyjnym i przetrwalnym tworzą zbyt zwarte skupienia, aby je można było rozbić. Jedynie tylko skupienia przetrwalne rodzaju *Myxococcus* są luźne i łatwo rozpływają się w wodzie. To też, jeżeli świeżą ziemię wykłocić z wodą i, nie czekając aż ciecz się wyklaruje, polać nią sterylizowany nawóz króliczy i pozostawić go w termostacie w t. 26—30° C, to otrzyma się bardzo bogatą florę miksobakterij, ale przeważnie tylko z rodzaju *Myxococcus*. Z innych gatunków w takich kulturach zdarzały się tylko *Chondrococcus coralloides*, *Archangium gephyra* i *Podangium erectum*.

Ten sam powód wyklucza zgórzy użycie płyt agarowych, zresztą nie nadają się one z powodu szczególnego wegetatywnego rozwoju miksobakterij na płytach.

Pozostało więc poprzestać na tej samej metodzie, którą stoso-

<sup>1)</sup> „Miksobakterje Polski”. Acta Soc. Bot. Poloniae 1926. T. IV. 1—54. Tam podana szczegółowa literatura przedmiotu.

wano do wyławiania mikrobakterij. Ale naprzód trzeba było przekonać się, o ile wyniki laboratoryjnych kultur z ziemią mogą się nadawać do porównania, a jeśliby się miało okazać, że one są zmienne i zależne od warunków, należało określić bliżej wpływ na nie czynników zewnętrznych i w dalszym postępowaniu starać się je możliwie ujednostajnić.

Przy poszukiwaniu mikrobakterij zapomocą kultur z ziemią nie przestrzegano ściśle, aby ich warunki stale były jednakowe. Mogło to mieć nawet swoją dobrą stronę, bo umożliwiałoby otrzymanie gatunków różnych, ale mogło również prowadzić do zatarcia różnic między ziemiami różnego pochodzenia i nie pozwalało uchwycić możliwego związku między właściwościami ziemi a występowaniem w kulturach z nią pewnych gatunków mikrobakterij.

Ujednostajnienie zatem warunków dla kultur porównawczych było koniecznym, jakkolwiek mogło ono ograniczać różnorodność wyhodowanych gatunków i tem samem mogło zacieśniać zakres badań tylko do tych form, dla których rozwoju przyjęte warunki były korzystne.

### Ogólna metoda kultur.

Mikrobakterie otrzymywano w hodowli przeważnie na odchodach dzikich zwierząt roślinnożernych. Byłoby zatem najlepiej takich właśnie odchodów użyć i do kultur z ziemią. Jednak uzyskanie ich w większej ilości zawsze połączone z trudnościami. Zaledwo kilka kultur zdołano zestawić z odchodami zajęca, pozatem stosowano odchody królików hodowanych. Odchody innych zwierząt hodowanych nie nadają się do tego celu ze względów technicznych, wyjątek stanowią odchody owcze, lecz te, w porównaniu z króliczmi, dawały zawsze kultury znacznie uboższe. Różnic wybitnych między oddzielonymi partiami nawozu nie obserwowano. W niektórych jednak razach, szczególnie podczas zimowego żywienia królików, okazało się korzystne, czasem nawet konieczne, nawóz naprzód lugować przez gotowanie go w wodzie.

Zwykle nawóz świeży lub wysuszony naprzód nasycano wodą, a następnie w kolbach szklanych, zatkanych wataą, poddawano przez pół godziny sterylizacji w autoklawie w t.  $120^{\circ}$  C. Nasycanie nawozu wodą miało ten skutek, że podczas sterylizowania on nie obsychał, jak to bywa przy użyciu zbyt małej ilości wody i nie rozpadał się, jak się to zdarza przy rozgotowywaniu go w wodzie.

Bezpośrednio przed użyciem wysterylizowany nawóz zalewano wodą, po kilku minutach wodę odlewano i mokre kawałki rozkła-

dano na ziemi. Ziemie umieszczały warstwą na dnie szalek o średnicy 18—22 cm wyłożonych bibułą.

W zasadzie więc samo zestawienie kultur jest bardzo proste. Trudności zaczynają się natrafić dopiero przy doborze takich warunków kultur, które przynajmniej dla rozwoju pewnej grupy miksobakterii byłyby dogodne, przy których niepojawienie się pewnego gatunku możnaby uważać za dowód, że jego istotnie w ziemi niema, a ilość pojawiających się form przetrwalnych miksobakterii możnaby przyjmować za miarę ich występowania w ziemi.

Chcąc możliwie dokładnie wyłowić miksobakterie z ziemi, aby uzyskać dane ilościowe co do ich występowania, próbowało zestawiać kultury z małymi ilościami ziemi. W tym celu porcje suchej ziemi wagi  $\frac{1}{2}$  gr. rozsypywano równomiernie na 150 sterylizowanych kawałków nawozu króliczego, a następnie, po rozłożeniu ich na mokrej bibule w szalce, pozostawiano w termostacie w t. 26—28<sup>0</sup>C. W takich kulturach już po kilku dniach zaczęły pojawiać się na nawozie przetrwalne skupienia miksobakterii. Odtąd codziennie obliczano ilość kawałków nawozu zakażonych przez różne gatunki. Zwykle już po 4—5 dniach ilość zakażonych kawałków nawozu przestawała się powiększać i nowe skupienia form przetrwalnych nie przybywały.

Niestety, takie kultury nigdy nie odzwierciedlały ani jakościowo ani ilościowo stosunków, jakie obserwowano na kulturach z kawałkami nawozu rozłożonymi na ziemi. W kulturach, otrzymywanych przez rozsypanie  $\frac{1}{2}$  gr. ziemi, przeważnie występowały skupienia *Myxococcus virescens* i *Myxococcus rubescens* i tylko zrzadka na niewielkich kawałkach nawozu pojawiały się gatunki inne.

Równolegle oznaczenia ilości gatunków z rodzaju *Myxococcus* wypadają dosyć zgodnie, tak np. jedna kultura z ziemią ogrodową wykazała zakażeń *M. rubescens* 13, a druga 19, zaś *M. virescens* jednocześnie było zakażeń 52 i 54. Kiedyindziej ziemia z darni na skałach gipsowych w jednej kulturze wykazała 47 zakażeń *M. rubescens* i 26 *M. virescens*, w drugiej zaś *M. rubescens* 39, a *M. virescens* 18. Jeżeli teraz zapomocą podobnych kultur porównać różne ziemie, to okaże się, że z nich dadzą się uzyskać bardzo różne ilości zakażeń temi gatunkami miksobakterii, a i wzajemne ustosunkowanie ich do siebie może być bardzo różne.

W zestawieniu pierwszym podajemy dane, uzyskane w ten sposób z różnych ziem. Liczby oznaczają przeciętne z dwóch lub trzech kultur ilości zakażonych kawałków nawozu na ogólną ich liczbę 150. W ostatniej rubryce wymienione są gatunki, które pojawiały się tylko sporadycznie, na bardzo niewielkich kawałkach nawozu.

### Tabela I.

Skład kultur, otrzymywanych z różnych ziemi, przez posypanie 150 kawałków nawozu porcjami po 0,5 gr ziemi. Liczby oznaczają ilości zakażonych kawałków nawozu w kulturze.

Rodzaje ziemi	<i>Myxococcus</i>		Inne gatunki mikrosobakterii
	<i>rubescens</i>	<i>virescens</i>	
Ziemia z ogrodu botanicznego	16	53	<i>Chondrococcus coralloides</i>
Ziemia z ogródka w podwórzu	—	85	<i>Chondrococcus coralloides</i>
Czarnoziem z Ostrej Skały w Miodoborach	6	64	
Czarnoziem z Czortowca	1	71	<i>Chondrococcus coralloides</i>
Rumosz na skałkach gipsowych	43	22	<i>Podangium erectum</i>
Gлина nawiana (loess) uprawna z Radkowic	—	18	
Gлина nawiana (loess) ze ścianki z Radkowic	19	11	<i>Chondrococcus coralloides</i>
Gлина z Sygniówki k. Lwowa	—	6	
Kreda z Kamienopola k. Lwowa	—	38	
" " " inna próbka	—	16	<i>Chondrococcus coralloides</i> <i>Archangium gephyra</i>
Torf z Dublan k. Lwowa	26	63	<i>Chondrococcus coralloides</i>
Torf ze Słucza k. Łomży	2	38	
Torf z Kiekrza k. Poznania	—	5	

W zestawieniu tem uderza, że we wszystkich przypadkach, prócz dwóch, przewaga jest po stronie *Myxococcus virescens*, który dotąd uchodził w Europie za rzadszy, a w sześciu przypadkach on tylko jeden wystąpił. Jednak najważniejsze, że wyniki tych kultur, w porównaniu do wyników, otrzymanych na kulturach z większą ilością ziemi, odznaczają się obfitością zakażeń przez oba gatunki.

Przy użyciu  $\frac{1}{2}$  gr ziemi mamy przeciętnie po kilkadziesiąt kawałków nawozu, na których pojawiają się przetrwalne skupienia mikrosobakterii z rodz. *Myxococcus*, podczas gdy w kulturach ze 150 gr

tej samej ziemi zakażone bywają przez nie kawałki wogóle nieliczne. Prócz *Myxococcus rubescens* i *Myxococcus virescens* znajdowano stosunkowo często jeszcze *Chondrococcus coralloides*, ale tylko na jednym lub dwóch kawałkach nawozu, rzadziej pojawiały się *Archangium gephyra* i *Podangium erectum*. Wynika stąd, że metoda posypywania nawozu bardzo małymi ilościami ziemi, podobnie jak zakażenie nawozu wodą, z którą wytrząsano ziemię, mogłaby służyć do porównywania różnych ziem tylko co do zawartości w nich miksobakterii z rodzaju *Myxococcus*.

Różnice między kulturami z  $\frac{1}{2}$  gr i większą ilością ziemi możnaby tłumaczyć różnie. Možnaby sądzić np. przykład, że porcja  $\frac{1}{2}$  gr ziemi jest zbyt małą, aby w niej obok gatunków z rodzaju *Myxococcus* mogły stale znajdować się inne jeszcze gatunki miksobakterii, albo że kultury z dużą przewagą nawozu w stosunku do ziemi dla innych gatunków nie są odpowiednie. Z drugiej zaś strony, być może przy użyciu większej ilości ziemi zjawiają się jakieś bliżej nieznane czynniki uboczne, które albo hamują rozwój miksobakterii z rodzaju *Myxococcus*, albo utrudniają tworzenie ich skupień przetrwalnych. W dalszych doświadczeniach starano się te wątpliwości wyjaśnić. Próbowano stopniowo zwiększać ilość ziemi. Gdy użyto do kultur po 10 gr ziemi ogrodowej, rezultat pozostał taki sam, jak przy użyciu  $\frac{1}{2}$  gr ziemi, wystąpił tylko *Myxococcus virescens*. Niepodobna przypuszczać, aby w 10 gr ziemi innych gatunków prócz niego nie było. Trzeba więc przyjąć, że niewystępowanie innych gatunków przy małych dawkach ziemi w stosunku do ilości nawozu jest spowodowane nieodpowiedniemi dla ich rozwoju warunkami.

Warunki te ustępują dopiero wówczas, gdy na taką samą ilość nawozu (120, względnie 150 kawałków) zwiększa się porcje ziemi do 25, 50, 100 i 150 gr. Kultury otrzymuje się obfitosze, ilość zakażeń różnimi gatunkami miksobakterii na ogół wzrasta, chociaż jakiegoś wyraźnego związku między ilością ziemi a ilością zakażeń zauważać nie można. Pewna proporcjonalność raz się ujawnia, kiedyindziej jej nie widać. Ciekawe pod tym względem wyniki dały kultury ze średnimi ilościami ziemi po 10, 25 i 50 gr. Dla przykładu można przytoczyć doświadczenie z 4 kulturami w temperaturze pokojowej. Dwie z nich zestawiono z 25 gr ziemi, a inne dwie z 50 gr na 120 kawałków nawozu. Ilości zakażonych kawałków różnimi gatunkami miksobakterii w tych kulturach podaje zestawienie drugie.

### Tabela II.

Skład kultur na 25 i 50 gr ziemi z 120 kawałkami nawozu. Liczby oznaczają ilości kawałków zakażonych.

Gatunki mikrobakterij	Ilość zakażonych kawałków nawozu			
	na 25 gr ziemi		na 50 gr ziemi	
	a	b	a	b
<i>Myxococcus rubescens</i> . . . . .	—	1	—	4
<i>Myxococcus virescens</i> . . . . .	12	13	2	1
<i>Chondroccus coralloides</i> . . . . .	2	3	9	9
<i>Archangium gephyra</i> . . . . .	16	11	32	25
<i>Polyangium fuscum</i> . . . . .	1	1	9	11

Podobne doświadczenia wykazują zgodnie, że przy pewnej stałej ilości nawozu *Myxococcus virescens* występuje obficie tam, gdzie mniej ziemi. Z drugiej strony widać z nich, że przy większych dawkach ziemi również i inne gatunki występują liczniej, więc np. *Archangium gephyra* na 50 gr ziemi pojawiło się w ilości dwukrotnie większej niż na 25 gr, jednak *Polyangium fuscum* tej proporcjonalności już nie wykazuje i na podwójnej dawce ziemi pojawiło się w ilości dziesięćkroć większej, czyli, że jego zachowanie się wobec większych ilości nawozu byłoby wręcz inne niż zachowanie się *Myxococcus virescens*.

Przy dalszym zwiększaniu ilości ziemi ponad 100 do 150 gr na tę samą ilość nawozu (120 do 150 kawałków), ilość zakażeń oddzielnymi gatunkami mikrobakterij już nie wzrastała, tak np. w dwóch równoległych kulturach ze 100 i 150 gr ziemi na 120 kawałków nawozu znaleziono *Archangium gephyra* na 29 i 24 oraz 31 i 25 kawałkach nawozu, a zaś *Polyangium fuscum* na 29, 16 oraz 19 i 20 kawałkach, a więc w granicach od 100 do 150 gr ziemi wpływ jej ilości już się nie ujawnił.

Ztąd wynika bezpośrednio, że do kultur porównawczych należy stosować większe ilości ziemi.

Doświadczenia z różnymi ilościami ziemi w kulturach wysuwają uboczne pytanie, co do sposobu zakażania się nawozu mikrobakteriami z ziemi. Nie jest bowiem rozstrzygnięte, czy do zakażenia nawozu konieczne jest jego bezpośrednie zetknięcie się z zarodnikami lub z wegetatywnymi komórkami mikrobakterij, znajdującymi się w ziemi, czy też pod wpływem ciał dyfundujących z nawozu do ziemi następuje pobudzanie ich rozwoju, w rezultacie którego dopiero nawóz ulega zakażeniu, a ilość zakażonych kawałków nawozu byłaby

tylko pewną miarą rozwoju mikrobakterij w kulturze. Te wątpliwości do pewnego stopnia zdają się rozstrzygać kultury, w których na warstwę świeżej ziemi nakładano ziemię sterylizowaną i dopiero na niej rozkładano sterylizowane kawałki nawozu. W ten sposób nawóz od ziemi, zawierającej żywe mikrobakterie, oddzielała warstwa ziemi sterylizowanej. Aby mieć pewność, że nawóz nie styka się z ziemią świeżą, użyto do doświadczeń ziem wybitnie różniących się swem zabarwieniem. W jednej kulturze na dno szalki o średnicy

11 cm данo 100 gr jasnej gliny nawianej z Radkowic koło Wierzbnika, w drugiej — czerwonej ziemi żelazistej z Rudnika nad Sanem. Na te ziemie w obu kulturach dawano po 50 gr sterylizowanej ciemnej ziemi ogrodowej i na niej układano po 50 kawałków sterylizowanego nawozu króliczego. Po odpowiednim zwilżeniu wodą kultury umieszczone w termostacie o t. 28° C. Mikrobakterie zaczęły się pojawiać na nawozie dopiero po 10 dniach. Z ziemi czerwonej żelazistej na dziesięciu kawałkach nawozu wystąpiło *Polyangium fuscum*, a z gliny nawianej na 9-ciu kawałkach nawozu pojawiło się *Archangium gephya*, na trzech *Chondrococcus coralloides* i tylko na dwóch *Polyangium fuscum*. Przez lupę można było stwierdzić, że zakażone kawałki nawozu nie stykały się z ziemią niesterylizowaną, a zatem, zakażenie ich nastąpiło przez warstwę ziemi sterylizowanej, czyli że mikrobakterie musiały rozwijać się w ziemi, zakażenie zaś nawozu było tylko następstwem tego ich rozwoju.

Nie jest przytem wykluczone, mimo, że doświadczenia Baura za tem nie przemawiają, iż nawóz, z którego dyfundują różne substancje, wywiera pewien wpływ na kierunek rozwoju mikrobakterij, w rezultacie czego one przechodzą nań, aby wytworzyć skupienia przetrwalne.

Że mikrobakterie mogą rozwijać się w ziemi, za tem również przemawia i to, że ich formy przetrwalne nietylko na nawozie występują. Często można je widzieć wprost na ziemi, chociaż zwykle w pobliżu kawałków nawozu. Niektóre jednak gatunki mogą tworzyć skupienia przetrwalne nawet w znacznej od niego odległości, jak np. *Polyangium fuscum v. velatum*, *Melittangium boletus*, *Angiococcus disciformis* i *Chondromyces frutescens*. Największą pod tym względem niezależność owocowania od sąsiedztwa nawozu zauważono u *Sorangium compositum*, które niejednokrotnie pojawiało się bardzo oficie na bibule, wyścielającej dno i boki szalki.

Jasne jest zatem, że mikrobakterie znajdują warunki rozwoju w ziemi i z niej przechodzą na nawóz, na którym tworzą ciała przetrwalne. Stopień zakażenia ka-

wałków nawozu miksobakterjami jest niewątpliwie miarą rozwoju ich w ziemi.

**Wilgotność kultur.** Już Kofler uważa stopień wilgotności nawozu, na którym poszukuje miksobakterij, za rzeczą pierwszorzędnej wagi, a jednocześnie za najtrudniejszą w praktycznym ujęciu ze względu na rozwój nietylko miksobakterij samych, lecz i innych mikroorganizmów, szczególnie grzybów i bakterij. Z tych samych względów również jest trudne określenie właściwego stopnia wilgotności w kulturach z ziemią. Pierwotne kultury, które służyły do poszukiwania miksobakterij, wykazały, że utrzymywanie ziemi w stanie silnej wilgotności jest korzystne. Duża wilgotność ziemi i nawozu poniekąd wpływa hamującą na rozwój grzybów, których obecność bardzo utrudnia poszukiwanie miksobakterij. Już ten względ przemawiałby za zestawianiem bardzo wilgotnych kultur z ziemią, jednak dla bliższego zbadania wpływu wilgotności na rozwój i ilość form miksobakterij, pojawiających się w kulturze, zestawiono osobno szereg doświadczeń porównawczych z ziemią lwowskiego ogrodu botanicznego. Ziemia ta bardzo bogata w miksobakterię, z niej wyosobniono 17 gatunków. Z tych 17 gatunków większość jednak pojawiała się tylko sporadycznie, a zaledwo kilka występowało stale w każdej kulturze. Przy określaniu wpływu stopnia wilgotności ziemi na rozwój kultur można było zatem brać pod uwagę tylko te gatunki „stałe“ i tylko co do ich wymagań względem wilgotności można było wprowadzać wnioski. Do kultur używano po 150 gr. ziemi świeżej, przesianej przez rzadkie sito. Ziemię układano warstwą na dnie szalek i rozkładano na niej po 120 kawałków sterylizowanego nawozu, następnie dodawano różne ilości wody od 20—120% całkowitego nasycenia. Kultury mieściły się w szalkach podwójnych tak, iż wysychanie ich było ograniczone i dlatego do raz zwilżonej ziemi wody ponownie już nie dodawano.

Ze wszystkich zestawień wynikało zgodnie, że większa wilgotność ziemi, od 70 do 100% całkowitego nasycenia, jest korzystniejszą dla rozwoju miksobakterij, niż poniżej 70%. Poniżej tej normy znacznie się zmniejsza ilość zakażonych kawałków nawozu, wreszcie, gdy kultury są bardzo suche (20—40% nasycenia), to zakażenie może wcale nie nastąpić, jeśli zaś będzie, to ciała przetrwalne miksobakterij powstaną bardzo drobne i nieliczne.

Wrażliwość różnych miksobakterij na stopień wilgotności kultury w pewnych granicach nie jest jednakowa. Najbardziej wrażliwymi na brak wilgotności okazują się *Chondrococcus coralloides* i *Archangium gephyra*. Oba te gatunki uzyskują optimum dla swego rozwoju przy

100% nasycenia ziemi. *Polyangium fuscum* oraz *Melittangium boletus* przy 70—90% nasycenia rozwijają się lepiej, niż przy całkowitem nasyceniu ziemi wodą, a przytem oba te gatunki w pokojowej temperaturze rozwijają się dość obficie nawet przy wilgotności około 50%, podczas gdy *Archangium gephysra* i *Chondrococcus coralloides* w tych warunkach pojawiają się bardzo rzadko i tylko w postaci bardzo drobnych ciał przetrwalnych. Stosunkowo dużą obojętnością na stopień wilgotności odznaczają się *Myxococcus rubescens* i *M. virescens*. Szczególnie mało wymagającym jest ten ostatni. Nawet w kulturze o 20% wilgotności znaleziono liczne kawałki nawozu z jego skupieniami przetrwalnymi, chociaż bardzo małe.

Nadmiar wody w ziemi, np. 120% nasycenia, wpływa już ujemnie. Z ziemi ogrodowej tak silnie zmoczonej otrzymano tylko *Myxococcus virescens*.

Na podstawie tych kultur porównawczych, jak i na podstawie obserwacji, poczynionych przy poszukiwaniu miksobakterii, przyjęto dalsze badania, dotyczące rozsiedlenia miksobakterii w ziemiach różnego pochodzenia, prowadzić na kulturach, w których stan wilgotności ziemi byłby bliski całkowitego nasycenia. Że przyjęty stopień wilgotności był korzystny, świadczą obfite kultury także i innych gatunków miksobakterii, spotykanych w różnych ziemiach, których w ziemi ogrodowej nie było.

Nieraz, obok zwykłych kultur bardzo wilgotnych, jednocześnie zestawiano z tą samą ziemią równolegle kultury suchsze i wtedy zawsze stwierdzano jedynie brak jednego lub drugiego gatunku, które były na kulturach wilgotnych, lecz nigdy w kulturach suchszych nie pojawił się taki gatunek, któregooby nie spotykano w kulturach wilgotnych, który zatem byłby właściwy kulturom suchszym.

Wpływ temperatury. Szczególnych wskazań, w jakiej temperaturze należy utrzymywać kultury miksobakterii, Thaxter nie daje. Dopiero Baur, a bezpośrednio po nim Quehl, zwróciili na to więcej uwagi. Jako najwyższą temperaturę, niezbędną dla rozwoju miksobakterii, Quehl wyznacza 17—20° C. Baur ustalił dla nich optimum t. przy 30—35° C, jednak Yoshi Y.<sup>1)</sup> znajduje, że optimum wynosi tylko 26° C. Kofler podaje, że przypadkowe podniesienie temperatury do 40° C kulturom nie szkodziło. Według Baura komórki wegetatywne znoszą nawet 50° C, zarodniki zaś w stanie wilgotnym przez pół godziny wytrzymują 70° C, a w stanie suchym

<sup>1)</sup> Vorläufige Untersuchungen über Myxobakterien in Japan. Science Reports of the Tohoku Imp. University. 1926.

przy 60° C zachowują zdolność przerastania przez 10 godzin, a przez kilka minut znoszą nawet temperaturę 100° C.

W praktyce Baur i Quehl do kultur miksobakterii stosowali t. 30° C (dla kropli wiszącej — 19° C), Kofler — 28° C. Zaznacza on przytem, że w t. pokojowej spotykał skupienia przetrwalne tylko *Myxococcus rubescens*, *Myxococcus virescens* i jednego gatunku *Polyangium*.

Dane te przemawiały więc za tem, aby kultury miksobakterii utrzymywać w temperaturze dosyć wysokiej. Być może ta okoliczność obok trudności, z jakimi było połączone zyskiwanie odpowiedniego materiału, były powodem pewnego zaniedbania tej grupy organizmów. Doświadczenia obecne dowodzą jednak, że jest zupełnie zbyteczne kłaść szczególny nacisk na wysoką temperaturę dla kultur miksobakterii.

Wszystkie kultury z ziemią prowadzono podwójnie, jedne w termostacie o t. 26—28° C lub 30—34° C, inne w t. pokojowej, przy 17—20° C. Prócz tego dwie serje kultur z różnymi ziemią wykonyano w piwnicy, jedną w t. 11—14° C, a drugą w t. 9—10° C.

Zasadnicze różnice między kulturami pokojowymi a termostatowymi nie wystąpiły. O ile jakiś gatunek znajdował się w ziemi obficie, to pojawiał się w jednych kulturach i drugich. Gatunki, które wogół pojawiały się rzadko i w małej ilości, w pojedynczych kulturach zdarzały się tak w pokojowych, jak i termostatowych. Dla niektórych jednak gatunków stwierdzono, zależnie od temperatury, pewne wahania co do ilości zakażeń przez nie wywoływanych. Tak np. *Mixococcus virescens* i *Polyangium fuscum var. velatum* występowały silniej w kulturach termostatowych niż w pokojowych. Natomiast *Polyangium fuscum*, a w stopniu jeszcze wyższym *Melittangium boletus*, *Sorangium septatum* i *Sorangium sereditatum* raczej w pokojowej t. dawały kultury obfitsze. Pozatem wahania co do ilości zakażeń w granicach temperatury od 17 do 34° C były nieznaczne, w kulturach z różnymi ziemią niejednostajne i dlatego trudno uchwytne.

Do określenia zachowania się miksobakterii w temperaturach niższych zestawiono kultury z ziemią uprawną ogrodową, kompostową, gliniastą uprawną, z gliną nawianą i z ziemią leśną z pod *Sphagnum*. Przy wyższej temperaturze w odpowiednich kulturach występowały stale: *Myxococcus rubescens*, *M. virescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Angiococcus disciformis*, *Archangium gephyra*, *Polyangium fuscum*, *P. fuscum var. velatum*, *Melittangium boletus*, *Sorangium sorediatum* i *S. septatum*.

Prócz tych gatunków „stałych“ bardzo często pojawiało się

*Sorangium compositum*, a pozatem na pojedynczych kulturach zdarzały się i inne gatunki, tych jednak przy ocenie wpływu niskiej temperatury nie brano pod uwagę — ich braku lub obecności, z powodu niestałości ich występowania, nie można było przypisywać działaniu temperatury.

Z wymienionych 10 gatunków, jako „stałych“, tylko trzy: *Myxococcus virescens*, *Polyangium fuscum var. velatum* i *Angiococcus disciformis* nie pojawiały się na kulturach trzymanych w piwnicy. *Archangium gephyra* w t. 11—14° C wystąpiło w niewielkiej ilości, a w t. 9—10° C pojawiło się zaledwo na 2 kawałkach nawozu, tworząc bardzo drobne skupienia przetrwalne, podczas gdy w t. pokojowej pokrywało w jednej tylko kulturze 30—40 kawałków nawozu. *Myxococcus rubescens*, *Polyangium fuscum*, *Melittangium boletus* w niskich t. dały kultury, albo wcale nieustępujące pokojowym, tak co do ilości zakażeń, jak i co do obfitości skupień przetrwalnych, albo nawet nieco je przewyższające. Stale w niższej temperaturze lepsze kultury dawał niż w t. pokojowej *Chondrococcus coralloides*.

*Sorangium compositum* znalazło się również w większości kultur trzymanych w niskiej temperaturze, i jak zwykle, występowało na nielicznych kawałkach nawozu. Toby świadczyło, że niska temperatura, jeżeli nie działa nań korzystnie, to bądź co bądź, jego rozwoju nie hamuje.

A zatem, między nielicznymi gatunkami miksobakterii, których rozwój w niskich temperaturach można było obserwować, zaznaczyły się wyraźne różnice. Temperatura 11—14° C całkowicie hamuje rozwój: *Myxococcus virescens*, *Polyangium fuscum var. velatum* i w znacznym stopniu utrudnia rozwój *Archangium gephyra*. Na inne gatunki, nawet obniżenie t. do 9—10° C nie wywiera ujemnego wpływu, a dla *Chondrococcus coralloides* tak niska t jest nawet korzystna.

Innym objawem wpływu temperatury na rozwój miksobakterii w kulturach z ziemią jest przyspieszanie lub opóźnianie czasu pojawiania się ich skupień przetrwalnych.

Podnoszenie temperatury przyspiesza rozwój i przechodzenie w stan spoczynku miksobakterii, a obniżenie jej opóźnia. To stale obserwuje się na sterylizowanym nawozie, lub na płytach agarowych.

Prędkość rozwoju oddzielnego gatunków miksobakterii, jak również i czas potrzebny do ich przejścia w stan spoczynku jest różny, lecz w określonych warunkach do pewnego stopnia stały.

W kulturach z ziemią czas pojawiania się przetrwalnych skupień miksobakterii ulega prócz tego pewnym wahaniom, zależnym od ro-

dzaju ziemi. Wahania te wszakże nie są tak znaczne, aby zaciemniały wpływ temperatury.

Zwykle najwcześniej pojawia się *Melittangium boletus*, można go znaleźć już w czterodniowych kulturach, trzymanych w t. 26–28<sup>0</sup> C. Następnie pojawiają się *Myxococcus virescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Archangium gephryra*, *Archangium assurgens*, *Polyangium fuscum* i *Polyangium fuscum var. velatum*.

W t. 30<sup>0</sup> C występują one już w 5–7 dniowych kulturach, w t. pokojowej trzeba na nie czekać 8–12 dni, a w t. 11–14<sup>0</sup> C i w 9<sup>0</sup> do 10<sup>0</sup> C znaleźć je można dopiero po 20 i 30 dniach.

Do szeregu wogóle bardzo wolno rozwijających się miksobakterii należą gatunki z rodzaju *Sorangium*, a dalej *Archangium flavum* i *Archangium primigenium* Quehl. Najwcześniej zaobserwowano ich skupienia przetrwalne na kulturach termostatowych dopiero po upływie 16 dni, w kulturach pokojowych po 22 do 25 dniach. W piwnicy o t. 9–14<sup>0</sup> C rozwijały się tylko gatunki z rodzaju *Sorangium*. Znaleziono ich skupienia przetrwalne po 54, względnie po 60 dniach. Pośrednie miejsce co do czasu pojawiania się w kulturach z ziemią ich skupień przetrwalnych zajmują: *Myxococcus rubescens*, *M. stipitatus*, *Angiococcus disciformis*, *Polyangium minus*, *Chondromyces aurantiacus* i *Ch. frutescens*.

Zdarzało się jednak, że zachowanie się oddzielnego gatunków wobec zmian temperatury odbiegało od zwykle obserwowanego. Jaskrawym tego przykładem jest zachowanie się *Polyangium fuscum* w kulturach z ziemią kompostową. Kultury na tej ziemi, trzymane w termostacie, albo wcale nie wykazywały zakażeń nawozu przez ten gatunek, albo bardzo mało (1 kawałek), podczas gdy z tą samą ziemią w t. pokojowej albo w piwnicy otrzymywano jego kultury obfite. Należy przypuszczać, że w tym wypadku ujemne działanie podwyższenia temperatury musiało być tylko pośrednie. Również takim pośrednim wpływem temperatury możnaby解释 i to, że w t. 9–10<sup>0</sup> C *Chondrococcus coralloides* w ziemi gliniastej i kompostowej występuje obficie. Z ziem tych w pokojowej temperaturze i w termostacie przy 30<sup>0</sup> C otrzymywano zaledwie po kilka kawałków nawozu zakażonych przez niego, a w kulturach w piwnicy — po kikadziesiąt. Natomiast kultury z innymi ziemiami, np. z połoniny Pożyżewskiej na Czarnohorze, właśnie w termostacie masowo wydały *Chondrococcus coralloides*.

Kultury, w których obniżenie temperatury wywarło na rozwój *Chondrococcus coralloides* wpływ korzystny, były zestawione z ziemiami bardzo bogatymi w *Archangium gephryra*, a jego rozwój w tem-

peraturze niskiej ulegał całkowitemu lub częściowemu zahamowaniu. Usunięcie współzawodnictwa *Archangium gephrya* przez obniżenie temperatury niewątpliwie oddziałało korzystnie na rozwój *Chondrococcus coralloides*.

Z wyżej przytoczonych obserwacji wynika naogół, że tworzenie się przetrwalnych skupień mikrobakterii, pewnych przynajmniej gatunków, może następować w szerokich ( $9-34^{\circ}\text{C}$ ) granicach temperatury; nie wykazują one w ich obrębie wyraźnej wrażliwości na jej zmiany. Dla innych gatunków, jak *Myxococcus virescens* lub *Archangium gephrya*, granice temperatury są nieco węższe i t.  $9^{\circ}$ , względnie  $14^{\circ}\text{ C}$  dla nich jest za niska.

Jeśli tak, to należałoby sądzić, że nie temperatura jest czynnikiem ograniczającym występowanie form przetrwalnych mikrobakterii w przyrodzie. — Jakieś inne czynniki wpływają na to, że w stosunku do rozpowszechnienia mikrobakterii w ziemi, odchody zwierząt bywają niemal tak rzadko zakażane i że jeszcze rzadziej, prawie wyjątkowo tylko, udaje się znaleźć ich formy spoczynkowe w przyrodzie.

### Ziemia jako siedlisko mikrobakterii.

Próbki ziemi brano z warstwy wierzchniej do głębokości 8—10 cm. O ile ziemia była zadarniona, wycinano z niej cegiełki o powierzchni do  $100\text{ cm}^2$ . Do kultur używano ziemi świeżej, przy dalszych transportach starano się ochronić ją od wysychania. Po oddzieleniu darni, korzeni i t. d., ziemię przesiewano, gdy zaś była zbyt wilgotna, rozcięzano ją w rękach, celem możliwie dokładnego wymieszania.

W każdym terenie, z miejsca możliwie jednostajnego, najczęściej brano naraz po kilka próbek ziemi, w niewielkiej odległości jedną od drugiej. Z każdą próbką zestawiano kultury osobne, aby uzyskać dane co do częstości występowania różnych gatunków mikrobakterii w danej ziemi. Do kultur używano 120—150 gr ziemi.

Na każdym terenie pewne gatunki pojawiały się we wszystkich próbkach. Obok tych gatunków, dla danego terenu niejako „stały ch“, spotykano takie, które w jednych próbkach były, w innych się nie powtarzały. Zwykle takie gatunki występowały w kulturach w małych ilościach. Tylko wyjątkowo zdarzały się ich kultury obfitsze. Tak było np. z *Archangium flavum* w kulturach z jednej próbki ziemi torfiastej z Kiekrza, koło Poznania, w innych próbkach z tego samego miejsca wcale go nie znaleziono.

Wobec jednakowych warunków kultur i właściwości gleby takich przypadków nie można tłumaczyć inaczej, jak przyjmując, że mikso-

bakterje nie są w ziemi na większej przestrzeni rozmieszczone równomiernie, lecz tworzą ogniska gęściej lub rzadziej rozrzucone.

Biorąc zatem w kulturę większą ilość próbek z danego terenu, można spodziewać się, że się znajdzie i większą ilość gatunków miksobakterii. Przykładem tego ziemia ogrodu botanicznego we Lwowie, którą należy uznać za najbogatszą w gatunki miksobakterii. Wykazała ona gatunków 17, ale i to trzeba podnieść, że wzięto z niej 28 próbek, a zestawiono z niemi przeszło 100 kultur. Tabela III obejmuje wykaz gatunków, pochodzących z tej ziemi, oraz liczby, wyrażające, w ilu próbkach je znaleziono.

Tabela III.

Ilość znalezień miksobakterii na 28 próbek ziemi ogrodu botanicznego.

1.	<i>Myxococcus rubescens</i>	24	10.	<i>Polyangium minus</i>	4
2.	<i>Myxococcus virescens</i>	27	11.	<i>Polyangium ochraceum</i>	1
3.	<i>Myxococcus stipitatus</i>	5	12.	<i>Podangium gracilipes</i>	1
4.	<i>Chondrococcus coralloides</i>	20	13.	<i>Archangium flavum</i>	2
5.	<i>Archangium gephrya</i>	28	14.	<i>Podangium erectum</i>	2
6.	<i>Polyangium fuscum</i>	22	15.	<i>Archangium primig. Quehl</i>	2
7.	<i>Polyangium fuscum var. velatum</i>	16	16.	<i>Chondromyces aurantiacus</i>	1
8.	<i>Melittangium boletus</i>	13	17.	<i>Chondromyces frutescens</i>	3
9.	<i>Sorangium compositum</i>	6			

Z zestawienia tego wynika, że w ziemi bogatej w miksobakterie, jak ziemia lwowskiego ogrodu botanicznego, przy zestawieniu dwóch kultur ma się pewne szanse znalezienia tylko 7-mu gatunków, a mianowicie: *Myxococcus rubescens*, *M. virescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Archangium gephrya*, *Polyangium fuscum*, *Polyangium fuscum var. velatum* i *Melittangium boletus*.

Z nich jeden tylko *Archangium gephrya* znaleziono we wszystkich próbkach; prawie we wszystkich, z wyjątkiem jednej, znalazł się *Myxococcus virescens*, więcej było próbek, które nie wykazały *Myxococcus rubescens*, *Chondrococcus coralloides* i *Polyangium fuscum*, wreszcie zaledwo w połowie wszystkich badanych próbek znalazło się *Polyangium fuscum var. velatum* i *Melittangium boletus*.

Poza temi siedmiu gatunkami inne zdarzały się tylko zrzadka. Z pośród nich jeszcze stosunkowo często trafiało się *Sorangium compositum* (w 6-ciu próbkach na 28 badanych), a *Chondromyces aurantiacus*, *Podangium gracilipes* i *Polyangium ochraceum* trafiły się każdy w jednej tylko próbce. Z pomiędzy tych, rzadko pojawiających się

w kulturach gatunków, *Chondromyces frutescens* dwa razy, a *Archangium flavum* jeden raz wystąpiły bardzo obficie, chociaż tylko w kulturach pojedynczych. Dla tych zatem gatunków, a podobnież i dla *Podangium erectum*, otrzymanego masowo w jednej kulturze z ziemią ze skał gipsowych, zastosowane warunki kultur niewątpliwie były dogodne.

Inne gatunki, które zdarzały się rzadko, występowały bardzo słabo i na nielicznych kawałkach nawozu. Można więc było przypuszczać, że albo warunki kultury nie były dla nich dogodne, albo też, że tłumili je gatunki inne, które bujniej się rozwijały.

Pewne fakty przemawiają za tem przypuszczeniem. Przytoczymy następujące: z jedną próbką ziemi ogrodowej zestawiono w jednakowy sposób dziesięć kultur i w żadnej z nich nie znaleziono *Polyangium minus*, resztę użytej do kultur ziemi, już po jej wyschnięciu, wspaniano do szalki i do zupełnie innego celu silnie zwilżono wodą i pokryto warstwą waty, na której rozłożono kawałki sterylizowanego nawozu króliczego. Po upływie kilkunastu dni stwierdzono na nawozie bardzo obfite skupienia *Polyangium minus*.

Ten sam gatunek, obok innych, wystąpił również, gdy do kultury użyto 100 gr ziemi wysterylizowanej, zmieszanej z 10 gr ziemi świeżej, gdy zatem materiał, użyty do zakażenia, jedenastokrotnie rozcieńczono.

W podobny czysto przypadkowy sposób otrzymano *Chondrococcus polycystus* z ziemi ogrodu warzywnego. W kulturze z tą ziemią pojawiło się masowo *Sorangium compositum* na dnie szalki i na bibule, a nawet na szkle poza bibułą. Po usunięciu ziemi i bibuły, ułożono na dnie nową bibułę, przykryto ją warstwą 50 gr ziemi sterylizowanej, a na nią данo kawałki sterylizowanego nawozu. Chodziło o uzyskanie nowej kultury *Sorangium compositum*. Tymczasem po kilkunastu dniach pojawiło się na nawozie *Archangium gephyra* i bardzo obficie *Chondrococcus polycystus*, którego w innych kulturach z tą samą ziemią nie było. Te przypadkowe kultury dowodzą, że pewne gatunki miksobakterij, które pojawiają się tylko zrzadka i do tego w bardzo małej ilości, nie znajdują w kulturach warunków odpowiednich dla ich rozwoju, albo też ulegają przewadze innych mikroorganizmów. Brak ich w kulturze nie świadczy zatem, że ich nie ma w badanej ziemi.

Wobec powyższego narazie można było uzyskać dane o rozmieszczeniu miksobakterij w zależności od właściwości gleby tylko dla nielicznych gatunków, którym warunki kultury rzeczywiście odpowiadały, o których, o ile nie pojawiły się w kulturach z danej

próbki ziemi, można było twierdzić, że ich w niej istotnie niema. Do gatunków takich zaliczamy: *Myxococcus rubescens*, *M. virescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Angiococcus disciformis*, *Archangium gephyra*, *Polyangium fuscum*, *Polyangium fuscum var. velatum*, *Melittangium boletus*, *Sorangium compositum*, *S. septatum* i *S. sorediatum*.

Z przytoczonych 11 gatunków jedynie *Sorangium compositum* nie odpowiada podanym wymogom, gdyż znajdowano go coprawda w dużej ilości próbek ziemi, lecz zawsze tylko w pojedynczych kulturach i na nielicznych kawałkach nawozu. Znajdowano go jednak w kulturach różnych ziem, co świadczy o jego dużem rozpowszechnieniu, tem bardziej, że o ile on nie występuje masowo na bibule, to łatwo go przeoczyć, tworzy on bowiem skupienia przetrwalne nieco zagłębione w podłożu.

Próbki ziemi, o ile nie zostawały zużyte do kultur, przechowywano w torebkach papierowych i w różnych odstępach czasu, gdy ziemie były już suche, zestawiano z niemi ponowne kultury. Takich kultur po kilku lub kilkunastu miesiącach zestawiono z różnymi ziemiami 20 i znaleziono w nich ogółem 18 gatunków miksobakterij, a mianowicie: *Myxococcus rubescens*, *M. virescens*, *M. ovalisporus*, *Chondrococcus coralloides*, *Ch. polycystus*, *Angiococcus disciformis*, *Archangium gephyra*, *Arch. flavum*, *Polyangium fuscum*, *P. fuscum var. velatum*, *P. minus*, *Podangium erectum*, *P. gracilipes*, *Melittangium boletus*, *Sorangium compositum*, *S. septatum*, *S. sorediatum* i *Chondromyces aurantiacus*.

Jednak nie zawsze w oddzielnych kulturach z ziemią suchą odnajdywano wszystkie te gatunki, które dawała ta sama ziemia świeża. Naogół z porównania kultur z ziemią świeżą i wysuszoną dawały się dostrzec pewne różnice. I tak np.: *Polyangium fuscum*, *Archangium gephyra* i *Melittangium boletus* w kulturach z ziemią suchą występowały słabiej, a czasem nawet zupełnie zawodziły. Wyraźnie szkodliwie na te gatunki działało wysuszenie ziemi na powietrzu do stałej wagi, o ile dokonywało się prędko, w ciągu kilku godzin. Ale i w ten sposób wysuszone ziemie nie zawsze dawały wyniki zgodne. Niekiedy, poza *Myxococcus rubescens* i *Myxococcus virescens*, innych gatunków miksobakterij wcale z nich nie otrzymywano, kiedyindziej znów, kultury z ziemią suchą jakościowo nie różniły się od kultur z ziemią świeżą. Zdarzało się również, że z ziemią suchą kultury wykazywały takie gatunki, jakich nie było w kulturach z ziemią świeżą.

Różnica między kulturami z ziemią świeżą a suchą, nadewszystko zaś fakt, że podczas suszenia ziemi na powietrzu pewne gatunki miksobakterij nie giną całkowicie, a tylko zmniejsza się ich ilość, wykazy-

wałyby, że albo miksobakterie znajdują się w ziemi w formie dwójakiej: wegetatywnej i przetrwalnej, albo że podczas wysychania ziemi przechodzą w stan przetrwalny, a sam wpływ suszenia ziemi jest tem mniejszy, im dany gatunek łatwiej przechodzi w stan spoczynku.

Większą odporność na wysychanie gatunków miksobakterii z rodzaju *Myxococcus* w ten właśnie sposób możnaby tłumaczyć. Tem bardziej, że na płytach agarowych można obserwować przechodzenie ich komórek wegetatywnych w zarodniki, bez wytwarzania specjalnych skupień przetrwalnych.

### Wyniki badań.

Ziemie, użyte do kultur, pochodziły z 26 miejscowości, rozrzuconych po całym obszarze Polski. Miksobakterie okazały się bardzo rozpowszechnione. Nie trafiła się ani jedna próbka ziemi, w którejby nie stwierdzono obecności przynajmniej jednego ich gatunku. Począwszy od nadmorskiej wydmy piasczystej, porośniętej tylko piaskownicą (*Psamma arenaria*), lub od pionowej ścianki nawianej gliny, zlekka pokrytej mchem, a kończąc na czarnoziemie i torfach, wszędzie występuje mniej lub więcej bogata flora miksobakterii. Tak samo, czy teren otwarty, czy zalesiony, czy będzie on na poziomie morza, czy wznosi się ponad 2 tysiące m, wszędzie on jest siedliskiem miksobakterii. Rezultaty badań ich rozsiedlenia zestawione są w tablicach IV i VIII. Wymienione są w nich miejscowości, z których brano próbki ziemi, zaznaczono w krótkości ogólny charakter terenu i podano ilość wziętych z niego próbek. Pod nazwami gatunków wskazano liczbami, w ilu próbkach je znaleziono, a znakami określono jakość otrzymanych kultur, co do pewnego stopnia jest wyrazem ilości miksobakterii w danej ziemi. Wreszcie, w ostatniej kolumnie wymieniono spotykane w różnych ziemiach gatunki rzadsze.

Dla lepszego scharakteryzowania próbek ziemi oznaczono ich odczyn i zawartość w nich węglanu wapniowego. Odczyn oznaczano w wyciągu wodnym kolorymetrycznie, a węglan wapniowy aparatem Passona.

Odczyn gleby charakteryzuje ją dość ogólnikowo, nie jest on związany z żadną jej właściwością. Jest on do pewnego stopnia tylko wyrazem pewnego jej stanu, dlatego też ziemie, różniące się swym składem bardzo wybitnie, mogą nieraz wykazywać jednakowy odczyn. Niemniej jednak odczyn gleby odgrywa dużą rolę w rozsiedleniu tak roślin wyższych, jak i niższych. Dla rozsiedlenia miksobakterii okazuje się on również w pewnych razach decydującym. Zależność występowania niektórych gatunków miksobakterii od stężenia jonów

wodorowych uwidacznia tabela V, w której badane gleby zgrupowano (z pominięciem próbek z ogrodu botanicznego) według ich odczynu. Z 11 gatunków miksobakterii, podanych w tej tabeli, tylko trzy, a mianowicie: *Myxococcus rubescens*, *Chondrococcus coralloides* i *Sorangium compositum* wykazują dużą obojętność względem odczynu gleby. Wszakże *Myxococcus rubescens* i *Sorangium compositum* częściej pojawiają się w glebach kwaśnych do słabo alkalicznych i tylko rzadko zdarzają się w glebach silnie alkalicznych, podczas gdy *Chondrococcus coralloides* i w tych ostatnich bywa dość często. Wszystkie inne gatunki mają mniej lub więcej ściśle określone wymagania. Trzy z nich: *Angiococcus disciformis*, *Sorangium septatum* i *Sorangium sorediatum* są ściśle związane ze środowiskiem wybitnie kwaśnym. (Tylko jeden raz znaleziono *Sor. septatum* w próbce ziemi z połoniny Pożyżewskiej, której Ph = 6·1). *Myxococcus virescens* i *Polyangium fuscum var. velatum* występują tylko w ziemiach alkalicznych, obojętnych lub bardzo słabo kwaśnych, o Ph nie spadającym poniżej 6. W szerszych granicach kwasoty występują *Polyangium fuscum* i *Archangium gephyra*, jednakże częstość ich występowania, w miarę wzrostu kwasoty, maleje. *Melittangium boletus* jest ograniczony tylko do ziem prawie obojętnych (Ph = 6·0—7·4). Z gatunków, występujących tylko sporadycznie, (Tab. IV) *Archangium flavum*, *Archangium primigenium var. assurgens* i *Podangium erectum* otrzymywano przeważnie tylko z ziem obojętnych i alkalicznych, natomiast inne gatunki: *Myxococcus ovalisporus*, *Myxococcus stipitatus*, *Chondrococcus polycystus* i *Polyangium minus* znajdowano w ziemiach obojętnych, słabo kwaśnych i kwaśnych. Szerokie granice wartości Ph, w jakich występują różne gatunki, świadczą, że odczyn gleby nie jest jedynym czynnikiem decydującym, że działanie jego może być mniej lub więcej wyraźne, zależnie od układu innych bliżej nieokreślonych warunków podłoża.

Że jednak odczyn podłoża jest b. ważnym czynnikiem dla pewnych gatunków, dowodzą tego kultury na płytach agarowych. Idąc za wskazówkami, uzyskanymi z badań nad rozsiedleniem miksobakterii, udało się niektóre z nich po raz pierwszy hodować na agarze. *Sorangium sorediatum* i *S. septatum* nie dawały się przenosić ani na nawóz sterylizowany, ani na zwykłe pożywki z wyciągiem nawozu, zestalone agarem. Otrzymano ich kultury dopiero wtedy, gdy zastosowano pożywki kwaśne. Do zakwaszania pożywek używano wyciągu z kwaśnych jabłek lub kwasu jabłkowego. Obfite kultury *Angiococcus disciformis* otrzymano na agarze z wyciągiem nawozowym zakwaszonym  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ .

Tabela V.

Częstość występowania mikrobakterii w kulturach z ziemią o różnym odczynie (Ph). Liczby oznaczają bezwzględne i odsetkowe ilości próbek, w których oddzielne gatunki zostały znalezione.

Odczyn gleby (Ph)	8·0—7·5	7·4—6·5	6·4—6·0	5·9—5·5	5·4—5·0	4·9—3·6						
Ilość zbadanych próbek	18	27	51	26	18	56						
Znalezione gatunki	w prób- kach	%	w prób- kach	%	w prób- kach	%	w prób- kach	%	w prób- kach	%		
<i>Myxococcus rubescens</i>	3	16·6	15	55·5	31	60·8	15	57·7	12	66·6	44	78·6
<i>Myxococcus virescens</i>	16	88·8	18	66·7	40	78·4	—	—	—	—	—	—
<i>Chondrococcus coralloides</i>	9	50·0	21	77·8	46	90·2	21	80·8	11	61·1	19	33·9
<i>Angiococcus disciformis</i>	—	—	—	—	—	—	1	3·8	2	11·1	7	12·5
<i>Archangium gephyra</i>	16	88·8	27	100·0	42	82·4	6	23·1	3	16·7	—	—
<i>Polyangium fuscum</i>	11	61·1	16	59·3	34	66·7	8	30·8	2	11·1	—	—
<i>Polyangium fuscum</i> var. <i>ve- latum</i>	8	44·4	4	14·8	12	23·5	—	—	—	—	—	—
<i>Militangium boletus</i>	—	—	7	27·1	12	23·5	—	—	—	—	—	—
<i>Sorangium compositum</i>	2	11·1	9	33·3	19	37·3	11	42·3	5	27·8	25	44·6
<i>Sorangium septatum</i>	—	—	—	—	1	2·0	1	3·8	2	11·1	19	33·9
<i>Sorangium sorediatum</i>	—	—	—	—	—	—	1	3·8	3	16·7	20	35·7

Tabela VI.

Częstość występowania mikrobakterii w glebach o różnym odczynie, wyrażona w odsetkach ich znalezień, sprowadzonych do jednakowej ilości próbek ziemi.

Ph = Odczyn gleby	8·0—7·5	7·4—6·5	6·4—6·0	5·9—5·5	5·4—5·0	4·9—3·6
<i>Melittangium boletus</i>	—	53·5	46·4	—	—	—
<i>Myxococcus virescens</i>	37·9	28·6	33·5	—	—	—
<i>Polyangium fuscum</i> var. <i>velatum</i>	53·7	17·9	28·4	—	—	—
<i>Polyangium fuscum</i>	26·7	25·9	29·0	13·5	4·9	—
<i>Archangium gephyra</i>	28·5	32·2	26·5	7·4	5·4	—
<i>Chondrococcus coralloides</i>	12·7	19·8	22·9	20·5	15·5	8·6
<i>Myxococcus rubescens</i>	5·0	16·5	18·1	17·7	19·8	23·4
<i>Sorangium compositum</i>	5·7	17·0	19·0	21·5	14·1	22·7
<i>Sorangium septatum</i>	—	—	3·9	7·5	21·9	66·7
<i>Angiococcus disciformis</i>	—	—	—	13·9	40·5	45·6
<i>Sorangium sorediatum</i>	—	—	—	6·7	29·7	63·5

Tabela IV.

Zestawienie mikrobakterij, otrzymanych w kulturach z próbek ziemi niżowych różnego pochodzenia.  
 (W kolumnach 1–11 liczby oznaczają, w ilu próbkach ziemi który gatunek znaleziono, znaki zaś stopień jego pojawienia się, przyciem + oznacza, że gatunek wystąpił słabo i nie we wszystkich kulturach, + oznacza występowanie umiarkowane lecz stałe, ++ bardzo obfite).  
 (Zusammenstellung des Auftretens von Myxobakterien in Bodenproben verschiedener Provenienz).  
 (Die Zahlen in den Spalten 1 bis 11 geben die Zahl der Erdproben, in welchen einzelne Arten gefunden wurden. In der Tabelle bedeutet:  
 + spärliches und nicht in sämtlichen Kulturen Auftreten der Art, + gemässigtes und ++ üppiges Auftreten).

Nr.	Ogólne typy terenów (Standortarten)	Miejscowości (Lokalitaten)	Ogólne właściwości gleb (Bodeneigenschaften)			Ilość próbek ziemi (Die Zahl der Bodenproben)	<i>Myxococcus rubescens</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Gatunki rzadsze (Seltene Arten)
			Rodzaj gleby (Bodenart)	CaCO <sub>3</sub> %	Ph			<i>Myxococcus viridescens</i>	<i>Chondrococcus coraloides</i>	<i>Angiococcus disciformis</i>	<i>Archangium sephaerae</i>	<i>Polyangium fuscum</i>	<i>Polyangium luscum</i> var. <i>velatum</i>	<i>Melittangium boletus</i>	<i>Sorangium compositum</i>	<i>Sorangium septatum</i>	<i>Sorangium sorediatum</i>		
1.	Podhorce k. Lwowa	Margiel (Kalkmergel)	> 50	7·7–8	2			2	1		2	1	2	1		1			
2.	Kamienopol k. Lwowa	Margiel (Kalkmergel)	> 50	7·7–8	6			5	3		6	5	2						
3.	Czortowiec k. Horodenki	Rumosze na gipsach (Gipsfelsen)	18–20	7·2–7·6	2	1	2				2	1	1						
4.	Czortowiec Zołob.	"	9·5–12·6	7·2–7·4	2	2	2	1		2									<i>Archangium flavum</i> 1+ <i>Archangium assurgens</i> 1+ <i>Podangium erectum</i> 2++
5.	Ostra Skała w Miodoborach	Czarnoziem (Schwarzerde)	8·3	7·6	2	1	2				2	1							
6.	Czortowiec k. Horodenki	Czarnoziem uprawny (Schwarzerde, Acker)	1·0	7·5	1			1	1		1	1	1						
7.	Bydgoszcz	Gлина uprawna (Lehmboden)	2·7	7·5	1			1	1		1	1	1						
8.	Sygnówka k. Lwowa	Gлина nieuprawna (Lehmboden)	0·0–0·04	6·1–7·1	3	1	3	2		2	1								<i>Archangium flavum</i> 1++ <i>Polyangium minus</i> 1++
9.	Lwów	Gлина uprawna (Lehmboden)	2·3	6·6	1			1	1		1	1	1	1	1				
10.	Radkowice w. Kieleckie	Gлина nawiana ze ściankijaru (Löss.)	7·4–8·5	7·7–8·0	3	1	2	1		1									<i>Archangium flavum</i> 1+ <i>Archangium primigenium</i> Quehl 1+
11.	Radkowice w. Kieleckie	Gлина nawiana darń (Löss Rasen)	0·0–0·4	6·2–6·5	6	2	5	3		5	2								<i>Archangium flavum</i> 2+ <i>Polyangium minus</i> 1+ <i>Polyangium ochraceum</i> 2+
12.	Radkowice w. Kieleckie	Gлина nawiana (Löss. Acker)	0	6·1	1			1	1		1	1							<i>Archangium assurgens</i>
13.	różne	Role piaszczyste (Sandböden)	0·0–3·4	6·2–7·5	8	3	8	6		8	7	3	2	4					<i>Myxococcus stipitatus</i> 2+ <i>Archangium primigenium</i> Quehl 1+
14.	różne	Ogrody warzywne (Gemüsegarten)	0·2–2·3	6·2–6·7	19	12	18	14		19	16	7	9	7					<i>Chondrococcus polycystus</i> <i>Polyangium minus</i>
15.	I. Role nieluzytki. (Acker- und nicht bearbeitete Böden)	Lwów	Ogród botaniczny (Botan. Garten)	0·2–5·4	6·1–6·6	28	23	27	19		28	22	16	13	8				<i>Myxococcus stipitatus</i> (6), <i>M. ovalisporus</i> (2), <i>Chondrococcus polycystus</i> (1), <i>Archangium flavum</i> (2), <i>A. primigenium</i> Quehl (2), <i>Polyangium minus</i> (5), <i>P. ochraceum</i> (1), <i>Podangium erectum</i> (3), <i>P. gracilipes</i> , <i>Chondromyces aurantiacus</i> (1), <i>Ch. frutescens</i> (3).
16.	Ciechocinek	Piaski słone (Sandböden mit Halophyten)	1·0	6·7	1	1	1	1		1				1					
17.	Rudnik n. Sanem	Gleba żelazista (Roterde)	0	5·6–5·9	3			3			3								
18.	Slucz w. Białostockie	Torf. niz. uprawny (Moorboden)	0·16	6·7	1	1		1		1	1								<i>Polyangium gracilipes</i> 1+
19.	Bydgoszcz	"	0·1	6·2	1	1	1	1		1	1	1	1						
20.	Dublany k. Lwowa	"	0·1–0·24	6·1–6·2	4	4	4	4		4	4	4	3						<i>Myxococcus stipitatus</i> (1) <i>M. ovalisporus</i> (2).
21.	II. Łąki. (Wiesen).	Slucz w. Białostockie	Łąka torfiasta (Moorwiese)	1·1–1·4	7·0	2	2	2	1	2	2			2					
22.	Kiekrz k. Poznania	Łąka torfiasta (Moorwiese)	0·3–1·8	6·8–7·1	4		1	4		4	3			1					<i>Archangium flavum</i> 1++
23.	Dublany k. Lwowa	Łąka torfiasta (Moorwiese)	0	6·2–6·4	3	2	3	3		3	2		2						<i>Myxococcus ovalisporus</i> , <i>Chondrococcus polycystus</i>
24.	Kiekrz k. Poznania	Łąka piaskowa nad stawem (Wiese auf unass. Bod.)	8·5	7·5	1		1	1		1									
25.	Ciemianka w. Białostockie	Łąka piaskowa śródpolna (Wiese)	0·0–0·1	5·3–6·4	8	7	4	8		6	6			4					<i>Archangium flavum</i> 2+ <i>Polyangium minus</i> 1+
26.	Kamienopol k. Lwowa	Mokre łaki (Nasse Wiesen)	0	5·6	1			1		1				1					<i>Polyangium minus</i> ± .
27.	Janów k. Lwowa	Łąka na torfowisku wyż. (Hochmoorwiese)	0	6·2	2			1											<i>Myxococcus stipitatus</i> 2++
28.	Worochta	Łąka gliniasta (Lehm)	0·02	5·6	1			1		1	1								
29.	Worochta	Łąka torfiasta wyż. (Hochmoor)	0·1	6·0	1	1	1	1		1	1								<i>Myxococcus stipitatus</i>
30.	Ardżeludżka k. Worochty	Łąka torfiasta (Moor)	0	5·9	1			1		1	1								
31.	III. Torfy wybrane (Hechte)	Świdry w. Białostockie	<i>Sphagnum</i> , <i>Carex</i>	3·8–5·2	2				2					1					<i>Chondrococcus polycystus</i> 1++
32.	Janów k. Lwowa	<i>Sphagnum</i> , <i>Carex</i>	0	4·4–4·8	3	3		2	1				1						<i>Myxococcus stipitatus</i> 3++ <i>Chondrococcus polycystus</i> 1++
33.	Kamienopol k. Lwowa	Dębina (Eichenwald)	0·05	7·1	1	1	1	1		1		1	1	1					
34.	Kniaźdów k. Kołomyi	Buk, cis, jodła (Buche, Tanne, Eibe)	0·04	6·9	1	1	1	1		1									<i>Archangium flavum</i> ± , <i>Arch. primigenium</i> Quehl ± , <i>Arch. assurgens</i> ± , <i>Chondromyces frutescens</i> , <i>Podangium gracilipes</i> ±
35.	Janów k. Lwowa	Dąb, sosna, świerk (Kiefer, Fichte, Eiche)	0	5·1–6·3	4	3		4		2	2			3					<i>Myxococcus ovalisporus</i> 1+, <i>Chondrococcus polycystus</i> 1± , <i>Polyangium minus</i> 2±
36.	Slucz w. Białostockie	Mieszany las liściasty (Gemischte Laubwald)	0·01–0·02	5·0–5·3	2	1		2		1									
37.	Radkowice w. Kieleckie	Wrzosowisko leśne szpilkowym (Heide)	0·03	4·5–4·9	2	2		1						1	1	2			<i>Myxococcus stipitatus</i> 1++, <i>Chondromyces aurantiacus</i> 1++
38.	Ciemianka w. Białostockie	Dąb i sosna (Eiche, Kiefer)		5·6–5·8	2	2		1											
39.	Ciemianka w. Białostockie	Sosna na piasku, igliwie (Kiefernwald)	0	5·1–5·7	4	4		1											
40.	Ciemianka w. Białostockie	Sosna leszczyna, <i>Oxalis</i> , <i>Vaccinium</i> (Kiefer, Hase'nuss)	0	4·9–5·3	4	4		3	1										
41.	Ciemianka w. Białostockie	Las sosnowy, mchy (Moos im Nadelwald)	0	3·8	2	2													
42.	Ciemianka w. Białostockie	Las sosnowy, <i>Sphagnum</i> (Kiefernwald)	0	3·6–3·9	7	7		1	2					6	5	4			
43.	Hel	Wydma w lesie sosnowym, <i>Psamma</i>	0	5·9	1	1			</td										

Zależność rozsiedlenia mikrobakterii od odczynu (Ph) gleby występuje przejrzystej na tabeli VI. Liczby do tej tabeli otrzymano z materiału zestawionego na Tab. V w ten sposób, że ilości znalezień każdego gatunku na sto badanych próbek ziemi o różnym odczynie zsumowano i obliczono je w odsetkach tej sumy. Więc np. na przykład: *Myxococcus virescens* na 100 badanych próbek ziemi o odczynie 8·0—7·5 znaleziono 88·8 razy, na 100 próbek o odczynie 7·4—6·5 znaleziono 66·7 razy, wreszcie na 100 próbek o odczynie 6·4—6·0 — 78·4 razy. Razem znalezień wypada 233·9. Znalezienia w próbkach o odczynie 8·0—7·5 wynosić więc będą dla *Myxococcus virescens*  $88\cdot8 \times 100 : 233\cdot9 = 37\cdot9\%$ . Z takiegoż obliczenia względem próbek ziemi o odczynie 7·4—6·5 wypadnie częstość jego w nich występowania = 28·6% i t. d.

Obecność węglanu wapniowego w dużych granicach na rozsiedlenie mikrobakterii wpływu nie wywiera, jednakże ziemie marglowe, o zawartości węglanu wapniowego ponad 50%, są w mikrobakterii bardziej ubogie. W kulturach z temi ziemiami jedynie *Archangium gephyra* wystąpiło bardzo obficie, ale to nie było rezultatem dodatniego wpływu węglanu wapniowego, raczej jest to tylko dowodem odporności tego gatunku na jego obecność, gdyż otrzymywano również obfite kultury *Archangium gephyra* z ziem, które wcale węglanu wapniowego nie wykazywały. Inne gatunki mikrobakterii, jak *Myxococcus virescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Polyangium fuscum* i *Polyangium fuscum var. velatum* w kulturach z ziemiami marglowymi występowały tylko w bardzo małych ilościach, a *Myxococcus rubescens* wcale się w nich nie pojawił, chociaż jeszcze w ziemi zawierającej 20% węglanu, a pochodzącej z rumoszu na skałach gipsowych, znajdował się on w obfitości.

Nie można tu pominąć, że dotychczasowe obserwacje nad zachowaniem się *Myxococcus rubescens* i *M. virescens* w pożywkach wobec dodatku kwasu lub zasady niezupełnie odpowiadają rezultatom naszych poszukiwań. Wprawdzie Yoschji zaznacza, że reagowanie tych mikrobakterii na odczyn pożywki zależy od jej składu i rodzaju, jednak dochodzi do wniosku, że np. dodatek  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  do t. z. tofu-agaru, czyli agaru zawierającego substancję nasion soji, wpływa na oba gatunki korzystnie, przyczem *M. virescens* silniejsze zakwaszenie ma znosić lepiej niż *M. rubescens*. *M. rubescens* natomiast, według doświadczeń Vahle'go, ma znosić lepiej dodatek do pożywki  $\text{NaOH}$ .

Nasze poszukiwania stwierdzają co innego, a mianowicie, że *M. rubescens*, chociaż się go znajduje i w glebach kwaśnych i alkalicznych, to jednak gleb silnie alkalicznych on już unika, podczas gdy

*M. virescens* wcale się nie znajduje w glebach wybitnie kwaśnych. Być może i tu decydującym jest środowisko.

Z porównania kultur z ziemią uprawnioną i nieuprawnioną z tych samych terenów okazuje się, że flora mikroskopijna pierwotnych jest wyraźnie bogatsza, tak pod względem obfitości zakażeń pojedynczymi gatunkami, jak i co do ilości występujących w nich gatunków. W tablicy VII zestawiono osobno częstość występowania różnych gatunków mikroskopijnych w ziemiach uprawnych, zgrupowanych według ich odczynu.

Tabela VII.

Częstość występowania mikroskopijnych w kulturach z ziemią uprawnioną o różnym odczynie (Ph). Liczby oznaczają bezwzględne i odsetkowe ilości próbek, w których znaleziono oddzielne gatunki.

Odczyn gleby (Ph)	8·0—7·5		7·4—6·5		6·4—6·0	
Ilość badanych próbek	8		8		25	
Znalezione gatunki	Ilość próbek	%	Ilość próbek	%	Ilość próbek	%
<i>Myxococcus rubescens</i>	—	—	3	37·5	17	68·0
<i>Myxococcus virescens</i>	7	87·5	7	87·5	24	96·0
<i>Chondrococcus coralloides</i>	7	87·5	7	87·5	19	76·0
<i>Archangium gephyra</i>	8	100·0	8	100·0	25	100
<i>Polyangium fuscum</i>	7	87·5	7	87·5	23	92·0
<i>Polyangium fuscum var. velatum</i>	6	75·0	3	37·5	12	48·0
<i>Melittangium boletus</i>	—	—	6	75·0	10	40·0
<i>Sorangium compositum</i>	—	—	3	37·5	10	40·0

Z porównania tablic V i VII widać, że częstość występowania gatunków, wyrażona w procentach, w ziemiach uprawnych (Tab. VII) jest większą niż w ogólnym zestawieniu (Tab. V). Szczególnie zwiększenie częstości występowania na ziemiach uprawnych wykazują *Melittangium boletus* i *Polyangium fuscum var. velatum*. Pierwszy z nich znaleziono w 19 próbkach (Tab. V), drugi w 24 (Tab. V), w czym było próbek ziem uprawnych 16 (Tab. VII), względnie 21 (Tab. VII). Poza ziemią uprawnioną *Melittangium boletus* znaleziono tylko w torfie z Dublan i w małej ilości w ziemi z pod tężni w Ciechocinku oraz w szlamie z brzegu stawu w Sygnówce koło Lwowa, a *Polyangium fuscum var. velatum* w ziemi marglowej z rumoszu na skałach gipsovych i w ziemi z lasu dębowego. Te zatem dwa gatunki można

uważać za związane w znacznej mierze z ziemią uprawnemi, a czynikiem decydującym o ich obecności zdaje się być zawartość w ziemi materji organicznej. Szczególnie bogate kultury *Melittangium boletus* otrzymano w ziemi kompostowej i z silnie nawożonych ogrodów warzywnych oraz ze szlamu stawowego. Obfite kultury *Polyangium fuscum var. velatum* otrzymano również z ziemi ogrodowych, lecz słabiej nawożonych.

*Archangium gephrya* jest stałym składnikiem wszystkich ziem uprawnych, a obok niego prawie zawsze można w nich znaleźć: *Myxococcus virescens*, *Polyangium fuscum* i *Chondrococcus coralloides*. Różne ziemie uprawne wykazują tylko ilościowe różnice co do tych gatunków. Ziemie, wydające obfite kultury *Melittangium boletus*, są zazwyczaj bardzo ubogie w inne gatunki. Czy to jest następstwem zahamowania ich rozwoju z powodu silnej przewagi *Melittangium*, czy też *Melittangium* niezależnie ma w tych ziemiach lepsze warunki niż inne mikrobakterie, trudno rozstrzygać. Na występowanie *Myxococcus rubescens* i *Sorangium compositum* uprawa szczególnego wpływu nie okazuje.

Wilgotność gleby w szerokich granicach nie wpływa na występowanie różnych mikrobakterii.

Próbki ziemi, wzięte z tej samej łąki z miejsc suchych i mokrych, o ile nie było między niemi znaczniejszych różnic w kwasocie, dawały kultury o składzie gatunkowym jednakowym.

Nadmiar więc wody w ziemi nie działa szkodliwie.

Pozostaje to w zgodzie z tem, że cały szereg gatunków mikrobakterii znaleziono w ilastym szlamie stawu na Sygnówce, koło Lwowa, jakież na kawałkach drewna, pochodzących z różnych stawów. Z tych źródeł otrzymano w kulturze na nawozie następujące gatunki mikrobakterii: *Myxococcus rubescens*, *M. stipitatus*, *Chondrococcus coralloides*, *Ch. polycystus*, *Archangium gephrya*, *Polyangium fuscum*, *P. fuscum var. velatum*, *P. minus* i *Melittangium boletus*. A zatem są to też same gatunki, które występują w glebie.

Bardzo suche piaseczyste gleby lasu sosnowego w Ciemiance, lub z wydmy na Helu są oczywiście bardzo ubogie, tak co do ilości znajdujących się w nich gatunków mikrobakterii, jak i co do ich obfitości.

Jednak zasadniczych różnic w składzie gatunkowym flory mikrobakterii (w obrębie badanych gatunków) dla szeregu bardzo różnych gleb nie stwierdzono. *Myxococcus rubescens*, *M. virescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Archangium gephrya*, *Polyangium fuscum*, *P. fuscum var. velatum* i *Melittangium boletus* występują w mniej

lub więcej licznych próbkach zarówno w ziemiach gliniastych jak i w piaskowych, w ubogiej glinie nawianej, jak i w czarnoziemach oraz w torfach nizinnych.

Pewien wyjątek przedstawia czerwona żelazista gleba z Rudnika nad Sanem, z której wyhodowano tylko *Chondrococcus coraloides* i *Polyangium fuscum*, przyczem to ostatnie wystąpiło masowo.

Niemniej jednak, porównyując kultury różnego pochodzenia, na podstawie ilości zakażonych kawałków nawozu, można stwierdzić różnice między niemi: tak np. ziemie ciężkie gliniaste sąuboższe od piaskowych, czarnoziemy —uboższe niż ziemie torfiaste. Pewne spostrzeżenia zdają się wskazywać, że ilość, a przedewszystkiem jakość związków próchniczych, jak również fizyczne własności gleby są ważnymi czynnikami w rozsiedleniu miksobakterii. Wobec jednak zbyt małego materiału otrzymanych wyników nie można uogólniać.

Torfowiska wyżynne, wrzosowiska oraz wilgotne gleby leśne, pokryte mchem lub porostami, mają swoją florę miksobakterii odmienną. Przeważają tu *Sorangium septatum* i *Sorangium sorediatum*, a obok nich znajdują się *Myxococcus rubescens* i *Sorangium compositum*, spotykane i w innych środowiskach.

Z torfowisk wyżynnych i ze *Sphagnetum* kilkakrotnie otrzymywano obfite kultury *Angiococcus disciformis*, które pozatem znaleziono raz jeden w bardzo małej ilości (1 kawałek nawozu zakażony) w ziemi z *Vaccinetum* w lesie sosnowym i dwa razy z połoniny Pożyżewskiej (kompost) w Karpatach. Ponieważ Thaxter skupienia *Angiococcus disciformis* rysuje na *Sordarji*, a prócz tego również na listku *Sphagnum*, można stąd wnosić, że nawóz, który on miał w kulturze, pochodził również z torfowiska wyżynnego. A zatem, gatunek ten byłby do pewnego stopnia związany ze *Sphagnum*.

Należy dodać, że z wrzosowiska i z torfowiska wyżynnego otrzymano bardzo obfite kultury *Myxococcus stipitatus* (Radkowice i Janów), a z odpowiednich stanowisk na Helu i w Karpatach — *Myxococcus ovalisporus*. Oba te gatunki spotykano w pojedynczych kulturach i z innymi ziemiami, ale zwykle tylko w małej ilości.

### Kultury na ziemi z góra.

Pośród próbki ziemi, poddanych badaniu, 63 pochodziły z terenów górskich, a mianowicie 40 z Czarnohory, we wschodnich Karpatach i 23 z Tat. Rezultaty tych poszukiwań obejmuje Tab. VIII. Ogółem stąd otrzymano 13 gatunków miksobakterii, a zatem znaczniejsze wzniesienie nad p. m. wpływu ujemnego na nie nie wywiera. Jednakże kultury z ziemią górska przeważnie byłyuboższe tak

w gatunki jak i w ilość mikrobakterij, ale to mogło być następstwem nie bezpośredniego wpływu klimatu, ile raczej właściwości gleby. Większość próbek ziem górskich pochodziła z podłoża granitowego (Tatry) i piaskowcowego (Czarnohora). Odczyn ich był kwaśny lub słabo kwaśny i mało one zawierały próchnicy, co, zdaje się, głównie decydowało o słabem w nich występowaniu mikrobakterij. Za tem przemawia, że próbki, wzięte na połoninie Pozyżewskiej z darni kompostowanej przed laty (Tab. VIII, 6), lub z lasu, wydały kultury wyraźnie bogatsze niż ziemia sąsiedniej połoniny. Rozmieszczenie oddzielnych gatunków wypadło zgodnie z tem, co otrzymano na ziemiach nizinnych. W glebach kwaśnych z Tatr i z Czarnohory znaleziono *Myxococcus rubescens*, *Myxococcus ovalisporus*, *Chondrococcus coralloides*, *Sorangium compositum*, *Sorangium septatum* i *Sorangium sorediatum*, a nadto z ziemi z nad Morskiego Oka i z nad stawami ponad Morskiem Okiem — *Polyangium minus*. W glebach próchnicznych prawie obojętnych, z podłoża wapiennego (Tab. VIII, 4 i 10) w Tatrach, znaleziono *Polyangium fuscum* i *Archangium gephyra*, a obok nich *Myxococcus rubescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Myxococcus ovalisporus* i *Polyangium minus*, gatunki występujące bez względu na rodzaj gleby. *Polyangium fuscum* znalazło się bardzo obficie w ziemi słabo kwaśnej ze szczytu Pietrosza (Tab. VIII, 9) w Czechosłowacji. W kulturach z ziemiami prawie obojętnymi uderza brak bardzo pospolitego w takich ziemiach na niżu gatunku *Myxococcus virescens*, który zwykle towarzyszy *Archangium gephyra* i *Polyangium fuscum*. Skoro te dwa gatunki znajduje się, to nie można sądzić, aby ziemia górska nie była odpowiednia dla *Myxococcus virescens*, raczej możnaby brak jego tłumaczyć ostrością klimatu. Kultury w piwnicy wykazały, że gatunek ten bardziej niż inne jest wrażliwy na obniżenie temperatury. Podobnież i *Melittangium boletus* w próbkach ziem górskich nie znaleziono ani razu.

Na połoninach czarnohorskich można było pozatem zaobserwować szkodliwy wpływ przegnojenia ziemi na mikrobakterie. W 5 próbkach ziemi ze szczawisk (*Rumex alpinus*, *Urtica dioica*), które były miejscem postoju trzód owiec i bydła, oprócz *Chondrococcus coralloides* nie znaleziono żadnego innego gatunku z liczby spotykanych na połoninach; a przedewszystkiem uderza w nich brak *Myxococcus rubescens*, który tam niemniej jest pospolity jak i *Ch. coralloides*, ten jeden tylko wystąpił w kulturach obficie. Zresztą ziemie górskie nie wykazały żadnego gatunku mikrobakterij, który mógłby uchodzić za gatunek im tylko właściwy. Z nich otrzymano wprawdzie *Chondrococcus (Myxococcus) cruentus* Th. po raz pierwszy dla Europy, ale ze stanowiska nie-

Tabela

Miksobakterje w Karpatach: w Tatrach i na Czarnohorze.

Nr.	Stanowisko (Standort)	Podłoże (Unterlage)	Miejscowość (Lokalität)	Wzniesienie n.p.m (Meter über Meer)	Ph	CaCO <sub>3</sub> %
1.	Poloniny i Hale (Alpweiden)	Tatry (Tatragebirge)	Granit	Morskie Oko	1384	5·1—5·6
2.			"	Staw nad Morskiem Okiem	1587	5·0—5·5
3.			"	Czarny Staw pod Kościelcem	1626	3·6—5·0
4.			Wapień (Kalk)	Skupniów Upłaz	1300	6·6—6·8
5.			Piaskowiec (Sandstein)	Pożyowska	1580	3·9—4·6
6.			"	Pożyowska, ogród	1440	4·1—5·9
7.			"	Howerla, szczyt	2058	4·1—6·1
8.			"	Staja pod Dancerzem	1460	4·5—6·3
9.			"	Pietrosz (Czecho-Słowacja)	2020	5·6
10.	Lasy (Wald)	Tatry	Wapień	Strażyska Las szpilkowy	1300	6·2—6·8
11.			"	Strażyska Las bukowy	1100	4·7—6·0
12.			Piaskowiec	Las świerkowy pod Pożyowską	1400	4·7
13.	Torfowiska wyżynne (Hochmoore)	Tatry	Granit	Kościeliska Staw Smreczyński	1220	3·8—4·0
14.	Czarnohora	Piaskowiec		Jszioro Niesamowite pod Turkułem	1800	4·6—5·9
15.				Pod Breskułem	1500	4·0—4·2

## VIII.

(Die Myxobakterien in Tatra- u. Czarnohoragebirge in den Karpathen).

Ilość próbek ziemi (Zahl der Erd- proben)	Gatunki rzadsze								
	<i>Myxococcus rubescent</i>	<i>Chondrococcus coralloides</i>	<i>Angiococcus disciformis</i>	<i>Archangium gephyra</i>	<i>Polyangium fuscum</i>	<i>Sorangium compositum</i>	<i>Sorangium septatum</i>	<i>Sorangium sorediatum</i>	
5	1 ±	4 ++	—	—	—	4 +	—	—	<i>Polyangium minus</i> 1 ++
3	2 ±	2 +	—	—	—	1 +	—	—	<i>Polyangium minus</i> 1 +
3	2 ±	1 ±	—	—	—	1 +	2 ++	1 ++	<i>Myxococcus ovalisporus</i> 1
3	3 +	2 ±	—	3 ++	2 ++	1 +	—	—	<i>Polyangium minus</i> 1
12	10 ++	10 ++	—	—	—	6 +	1 +	1 +	<i>Myxococcus ovalisporus</i> 1
5	3 ++	5 +	2 ++	2 ±	—	2 ±	—	—	<i>Chondrococcus poly cystus</i> 2 <i>Podangium gracilipes</i> 2
2	2 ++	1 +	—	—	—	—	2 +	—	
4	—	4 ++	—	1 +	—	—	—	—	
1	—	1 +	—	—	1 ++	1 +	—	—	
3	1 ±	3 ++	—	1 +	2 ++	2 +	—	—	<i>Myxococcus ovalisporus</i> 1
4	4 +	4 ++	—	—	—	1 ±	—	—	<i>Chondrococcus cruentus</i> ( <i>Myxococcus cruentus</i> ) 3 ++ <i>Myxococcus ovalisporus</i> 4 +
6	3 ++	5 ++	—	—	—	3 +	3 ++	2 +	<i>Myxococcus ovalisporus</i> 1 ++
2	1 ±	—	—	—	—	—	1 ±	—	
4	4 ++	1 ±	—	—	—	1 +	2 ++	4 ++	
6	5 +	—	2 ++	—	—	2 ++	3 ++	3 ++	

charakterystycznego dla gór, z murszu lasu bukowego w Dolinie Strążyskiej; z niżu była tylko jedna próbka w badaniu z podobnego podłoża (Tab. IV, 34), a zatem brak materiału porównawczego, który wykluczał rzadki ten gatunek na niżu. Z górskich torfowisk wyżynnych i z próbek z pod Kościelca w Tatrach otrzymano obok *Sorangium septatum* Th. odmianę jego o małych cystach (*var. microcystum*), której gdzieindziej nie spotykano, natomiast *Sorangium sorediatum* z ziemi górskich o cystach dużych (*var. macrocystum*) znajdowano kilkakrotnie również i na niżu.

### Zestawienie wyników.

Rezultaty badań rozsiedlenia mikrobakterii w glebie można ująć, jak następuje:

1. Mikrobakterie stale wchodzą w skład mikroflory gleby.
2. Do badania ich rozsiedlenia lepiej się nadają kultury z ziemią niż dotąd stosowane kultury nawozowe.
3. Na ich rozsiedlenie mają wpływ niektóre fizyczne i chemiczne właściwości gleby, gleby uprawne zawsze są w nie bogatsze.
4. Wyraźny wpływ na ich rozsiedlenie okazuje odczyn (Ph) gleby.
5. *Myxococcus virescens*, *Polyangium fuscum var. velatum* i *Melittangium boletus* znajdowano tylko w glebach alkalicznych i obojętnych, których Ph nie schodzi poniżej 6·0.
6. *Archangium gephrya* i *Polyangium fuscum* znalezione w glebach alkalicznych, obojętnych i słabo kwaśnych, w granicach Ph od 8·0 do 5·0. W miarę wzrostu w tych granicach kwasowości, ich występowanie słabnie.
7. *Angiococcus disciformis*, *Sorangium septatum* i *Sorangium sorediatum* spotykają się wyłącznie w glebach kwaśnych o odczynie Ph od 6·0 do 3·6. W miarę wzrostu kwasowości w tych granicach, ich występowanie staje się częstsze.
8. *Myxococcus rubescens*, *Chondrococcus coralloides* i *Sorangium compositum* otrzymywano z gleb od alkalicznych do silnie kwaśnych — są to zatem gatunki najmniej wrażliwe na odczyn gleby (Ph) w granicach od 8·0 do 3·6. *Myxococcus rubescens* i *Sorangium compositum* ze wzrostem kwasowości stają się nieco częstsze, natomiast *Chondrococcus coralloides* najczęściej pojawia się w glebach o odczynie Ph = 5·5—7·4 i gdy odczyn gleby wychodzi w jedną lub drugą stronę poza te granice, to występowanie *Ch. coralloides* słabnie.
9. Ziemia górska są w mikrobakterii uboższe niż ziemia nizinne. Żadnych górom tylko właściwych gatunków one nie wykazały. Na-

tomiast nie znaleziono w nich, gdzieindziej dość pospolitych *Myxococcus virescens*, *Polyangium fuscum var. velatum* i *Melittangium boletus*. Najuboższe są gleby przegnojone na „Stajach“ i koło szałasów pasterskich.

### Zakończenie.

Wyniki badań rozsiedlenia mikrobakterii pozwalają wyprowadzić pewne wnioski co do częstości pojawiania się różnych ich gatunków. Znalezione u nas mikrobakterie pod tym względem możnaby podzielić na trzy grupy, na pospolite, dość częste i wogóle rzadkie. Do pospolitych należy zaliczyć: 1. *Archangium gephyra*, 2. *Myxococcus coralloides*, 3. *Myxococcus rubescens*, 4. *Myxococcus virescens*, 5. *Polyangium fuscum*, 6. *Sorangium compositum*, 7. *Polyangium fuscum var. velatum*, i 8. *Melittangium boletus*. Porządek, w jakim gatunki te zestawia się według malejącej częstości ich pojawiania się, naogół odpowiada danym, uzyskanym przez dawniejszych badaczy. Jeśli zaś *Polyangium fuscum* nie otrzymuje miejsca bezpośrednio po *Myxococcus rubescens*, to zdaje się tylko dlatego, że od niego zostało odzielone *Polyangium velatum*, z którym razem ono znalazły się koło *Myxococcus rubescens*. Zresztą scisłej zgodności w szeregowaniu mikrobakterii według częstości ich występowania wymagać nie można, bo jeżeli one bywają związane z pewnymi typami gleb, to częstość pojawiania się ich w kulturach musi się zmieniać zależnie od różnej ilości gleb wziętych do badania. Tem się tłumaczy podniesione przez Koflera nie częste znajdywanie koło Wiednia *Polyangium fuscum*, natomiast pospolite tam *Podangium erectum*, u nas zaliczające się do rzadkich. Do pospolitych zalicza się u nas w końcu i *Sorangium compositum* i *Melittangium boletus*, które się znalazły od 20 do 68 razy na 100 badanych próbek ziemi. Do grupy dość częstych zalicza się: 1. *Myxococcus stipitatus*, 2. *Sorangium sorediatum*, 3. *Polyangium minus*, 4. *Sorangium septatum*, 5. *Myxococcus ovalisporus* i 6. *Polyangium flavum*. Na sto próbek ziemi znajdowano je od 6 do 9 razy. Z wyjątkiem ostatniego, są to gatunki mikrobakterii, znalezione w Europie po raz pierwszy. Najrzadziej spotykają się, w 2 do 4 próbkach na 100: 1. *Chondrococcus polycystus*, 2. *Podangium erectum*, 3. *Angiococcus disciformis*, 4. *Podangium gracilipes*, 5. *Archangium primigenium*, 6. *Archangium assurgens*, 7. *Polyangium ochraceum*, 8. *Chondromyces aurantiacus*, 9. *Chondromyces frutescens*, wreszcie 10. *Chondrococcus (Myxococcus) cruentus* Th.. dotąd u nas raz jeden i pierwszy raz w Europie znaleziony. O ile nie są one po raz pierwszy dla Europy stwierdzone, to rzadkość ich wynika również z badań dawniejszych.

Jedynie *Podangium erectum* w obecnych poszukiwaniach rzadkie, koło Wiednia spotykało się dość często.

Jeśli teraz porównać europejską florę mikrobakteryj z amerykańską, to okaże się, że zasadniczych różnic, przynajmniej co do gatunków pospolitych, nie będzie. Wyjątek stanowią dwa gatunki: *Chondromyces aurantiacus* w Ameryce bardzo pospolity, u nas zaś bardzo rzadki i *Archangium gephyra*, które, jeżeli nawet jest identyczne z *Chondromyces serpens*, to w Ameryce będzie rzadkością, u nas zaś jest najpospolitszym. Inne gatunki, zdaje się, są jednakowo rzadkie i u nas i w Ameryce. Do takich również będzie należało osiem form amerykańskich mikrobakterii, opisanych przez Thaxtera, a w Europie dotąd nie obserwowanych. Przypuszczać należy, że odnalezienie ich jest tylko kwestią czasu, tak samo jak odnalezienie na obszarze Polski niektórych form, znanych dotąd tylko z okolic Berlina lub Wiednia.

Z Instytutu Biologiczno-Botanicznego Uniwersytetu Jana Kazimierza we Lwowie.

### Zusammenfassung.

Die Methode Myxobakterien mittels sterilisierter Düngerstücke aus der Erde herauszuzüchten, die bei Nachsuchung dieser Organismen verfolgt, viel bessere Resultate ergab, als die ursprünglichen Mistkulturen, wurde auch bei den Untersuchungen über ihre Verbreitung angewandt.

Die Versuche den Dünger durch einwenig Erdaufschwemmung zu beimpfen ergaben meistens Fruchtkörper nur der einen Gattung *Myxococcus* und zwar hauptsächlich *M. rubescens* und *M. virescens*. Zu ähnlichen Resultaten gelangt man auch, wenn man auf sterilisierte Mistballen kleine Erdmengen zerstreut.

Obwohl die mittels dieser Methoden gewonnenen Kulturen, je nach der Art der verwendeten Erde, in Zahl der infizierten Düngerstücke Unterschiede aufweisen, und sogar, wie aus Tafel I. ersichtlich verschiedentliche Zahlenverhältnisse im Auftreten der Fruchtkörper einzelner Myxobakterienarten aufweisen, so sind sie doch nicht ausreichend, sobald es sich nicht um das Vergleichen einzelner Bodenarten, sondern um das Vergleichen der verschiedenen Böden eigenen Myxobakterienflora handelt.

An Arten reiche Kulturen erhält man nämlich nur, wenn man nicht zu dünne Erdschicht mit sterilisierten Düngerstücken belegt. Je nach der Menge der verwendeten Erde und je nach der Zahl der

aufgelegten Mistballen sind die Ergebnisse verschieden. Wenn in Glasschalen von 20 cm Durchmesser nur je 10 gr Erde gegeben, und diese mit Düngerstücken belegt wurde, so glichen die nun entstehenden Kulturen ganz den oben beschriebenen: es entwickelten sich, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch vorwiegend nur Myxobakterien der einen Gattung *Myxococcus*. Erst in Kulturen mit grösseren Erdmengen erschienen daneben auch andere Arten, auch wurde die Zahl der infizierten Düngerstücken grösser und ihre Infektion ergiebiger. Doch war die Zahl der Infektionen der Menge der verwendeten Erde nicht direkt proporzional. Es geschah häufig, dass bei Verwendung immer grösserer Erdmengen, sich eine Abnahme der Zahl der mit *Myxococcus virescens* infizierten Düngerstücke bemerkbar machte, bei gleichzeitigem Zunehmen der durch andere Arten, wie *Polyangium fuscum*, *Chondrococcus coralloides* und *Archangium gephyra* bedingten Infektion. Dieser Sachverhalt wird veranschaulicht durch die Tafel II., die die Ergebnisse der mit 25 u. 50 gr Erde und mit je 120 Düngerstücken durchgeföhrten Kulturen enthält. Eine weitere Vergrösserung der Erdmenge, über 100—150 gr pflegt gewöhnlich die Kulturen nicht noch mannigfaltiger zu gestalten.

Auf Grund dieser Erfahrungen wurden die Kulturen in Glasschalen von 20 cm Durchmesser angestellt, deren mit Fliesspapier belegter Boden mit je 150 gr Erde bedeckt wurde; auf die entsprechend befeuchtete Erde legte man je 120—150 Stücke von sterilisierten Kaninchenmist. Es wurde bei dieser Gelegenheit auch festgestellt, dass die Entwicklung der Myxobakterien auf dem Dünger nicht durch ihre unmittelbare Berührung mit dem Dünger bewirkt sein muss, sondern dass sie auch durch eine sterilisierte Erdschicht zum Dünger gelangen können. Auch der Wassergehalt des Bodens bleibt, um nach Koflers Beobachtungen zu urteilen, nicht ohne Einfluss auf die Entwicklung der Myxobakterien. Besondere der näheren Erforschung dieser Frage gewidmete Versuche ergeben, dass die 70% der Wasserkapazität der Erde übersteigende Feuchtigkeit für die Kulturen günstiger ist, als die unter dieser Norm verbleibende. Nur für *Archangium gephyra* und für *Chondrococcus coralloides* ist vollständige Wassersättigung günstig. *Polyangium fuscum* und *Melittangium boletus* entwickeln sich besser, wenn der Wassergehalt etwas niedriger ist. Diese zwei Arten zeigen eine gewisse Entwicklung sogar bei einer Feuchtigkeit von 50%. Eine weitere Herabsetzung des Wassergehaltes ist für die Kulturen schon schädlich. Gegen Austrocknung verhältnissmäßig am meisten resistent sind *Myxococcus rubescens* und *M. virescens* und zwar insbesondere die letztgenannte Art, deren

Entwicklung sogar in Kulturen mit einen Wassergehalt von nur 20% aufweisender Erde beobachtet wurde. Diese Art kann auch einen Überschuss an Wasser, über 100%, vertragen, während andere Arten bei so nasser Erde auf dem Dünger keine Fruchtkörper bilden.

Auf Grund dieser Erfahrungen wurde in den Kulturen die Erde fast bis zur vollständigen Sättigung befeuchtet.

Es wurde nun auch der Einfluss der Temperatur auf die Kulturen von Myxobakterien mit Erde der Untersuchung unterzogen und zu diesem Zwecke wurden sie gleichzeitig im Thermostaten bei 26—28° C und 30—34°, bei Zimmertemperatur v. 17—20° C und endlich auch im Erdgeschoss bei einer Temperatur von 11—14° C, und sogar bei 9—10° C angestellt.

Die im Thermostaten erhaltenen unterschieden sich von den Zimmekulturen nur durch die grössere Zahl der Infektionen der Düngerstücke und durch eine üppigere Entwicklung der Myxobakterien; sie zeigten aber keine grössere Mannigfaltigkeit im Bezug auf die auftretenden Arten. Doch war das Verhalten einzelner Arten in verschiedenen Temperaturen nicht das gleiche. *Myxococcus virescens* und *Polyangium fuscum var. velatum* zeigten eine bessere Entwicklung im Thermostaten, *Polyangium fuscum*, *Melittangium boletus*, *Sorangium septatum* und *S. sorediatum* — bei Zimmertemperatur. Das interessanteste ist, dass manchen Anschauungen zuwider — sogar eine Temperatur von 10° C in Kulturen mit Erde die Entwicklung der Myxobakterien nicht zu hemmen vermag. *Myxococcus rubescens*, *Polyangium fuscum*, *Melittangium boletus* und *Sorangium compositum* entwickelten sich im Keller sogar leidlich gut. Das weitverbreitete *Archangium gephyra* entwickelte sich dagegen sehr schwach, während *Myxococcus virescens*, *Polyangium fuscum var. velatum* und *Angiococcus disciformis* schon überhaupt keine Entwicklung aufwiesen. Es ist bemerkenswert, dass *Chondrococcus coralloides* sich bei niedriger Temperatur stets besser entwickelte.

Diese Versuche zeigten, dass obwohl Kofler berichtet, dass er in Mistkulturen bei Zimmertemperatur nur *Myxococcus rubescens*, *M. virescens* und *Polyangium* erhalten hat, für die Untersuchungen über die Verbreitung der Myxobakterien Zimmekulturen doch vollständig genügen. Ausserdem ergaben diese Versuche manche Resultate über den Einfluss der Temperatur auf die Entwicklungschnelligkeit der Fruchtkörper von Myxobakterien.

In den Kulturen lassen sich zuerst gewöhnlich die Fruchtkörper von *Melittangium boletus*, *Myxococcus virescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Archangium gephyra* und *Archangium primigenium var. assur-*

*gens*, etwas später die von *Polyangium fuscum* und *Pol. fuscum var. velatum* beobachten. Bei T. c. 30° C erscheinen diese Myxobakterien schon nach 5—7 Tagen, bei Zimmertemperatur nach 8—12 Tagen, im Erdgeschoss — wenn sie sich hier überhaupt entwickeln — findet man sie erst nach 24—30 Tagen. Jede Erhöhung der Temperatur um etwa 10° C verkürzt also die Zeit bis zu ihrem Erscheinen fast um die Hälfte. Etwas später erscheinen *Myxococcus rubescens*, *Myxococcus stipitatus*, *Polyangium minus*, *Chondromyces aurantiacus* und *Ch. frutescens*. Am spätesten finden sich ein: *Sorangium*, *Archangium flavidum* und *Arch. primigenium* Quehl. Im Thermostaten erscheinen sie erst nach 16 Tagen, im Zimmer nach 22—25 Tagen, im Keller muss man auf sie sogar 54—60 Tage warten.

Es lassen sich manchmal von diesen allgemeinen Normen abweichende Fälle konstatieren. So z. B. entwickelte sich *Polyangium fuscum* aus Komposterde im Thermostaten — entweder überhaupt nicht, oder nur sehr kümmerlich, während es im Zimmer oder im Keller reichliche Fruchtkörper bildete. Ahnlich auch *Chondrococcus coralloides*. Aus Kompost — oder Lehmboden entwickelte er sich sehr gut im Keller, aber schwach im Zimmer und im Thermostaten. Jedoch in Kultur mit anderer Erde (z. B. mit der Erde der Pożyżewska-Alm in den Karpathen) entwickelte sich dieselbe Art gut im Thermostaten. Andererseits wurde aus Erde, die im Keller gute Kulturen von *Chondrococcus coralloides* lieferte, im Thermostaten viel *Archangium gephyra* gewonnen, welches im Keller entweder überhaupt nicht, oder nur spärlich zu erscheinen pflegte.

Dies alles weist darauf hin, dass der Einfluss der Temperatur nicht immer ein unmittelbarer ist; je nach der Zusammensetzung der Mikroflora des Bodens, kann er verschieden ausfallen. Oft wird er für eine Art dadurch günstig, dass er die Entwicklung einer anderen hemmt. Die niedrige Temperatur des Kellers hemmt die Entwicklung von *Archangium gephyra* und ermöglicht dadurch ohne Zweifel die üppigere Entwicklung des *Chondrococcus coralloides*, — während im Thermostaten umgekehrt, *Chondrococcus coralloides* dem *Archangium gephyra* den Platz räumen muss.

---

Es wurden zur Untersuchung die Erdproben aus den oberen Schichten, nicht tiefer als 8—10 cm genommen. Aus dem Rasen schnitt man Ziegelchen von 100 cm<sup>2</sup> Oberfläche heraus. Man war bestrebt aus jedem Terrain einige, und zwar aus verschiedenen Stellen stammende Erdproben zu gewinnen, die dann in Kulturen gesondert behandelt wurden. Von einer Probe wurden immer je 2, oder 3 Kul-

turen mit je 125—150 gr Erde und 120—150 sterilisierten Kaninchenmistballen angelegt. Der Mist zum Sterilisieren wurde mit Wasser durchtränkt doch nicht begossen und vor dem Gebrauch mit Wasser abgespült. In einigen Fällen, besonders bei winterlichen Fütterung der Kaninchen, erwies sich als vorteilhaft, oft sogar als nötig, den Mist zuvor durch Kochen mit Wasser auslaugen.

Es pflegten manche Myxobakterien in allen demselben Terrain entnommenen Erdproben zu erscheinen, es gab aber auch solche, die sich in einigen Proben einfanden, in anderen aber ganz fehlten. Es scheint daraus zu folgen, dass die Myxobakterien nicht gleichmässig verbreitet sind, sondern dass sie herdweise auftreten. Eine grössere Zahl von Erdproben aus einem Standorte entnommen lässt also eine grössere Anzahl von Myxobakterienarten gewinnen. Es wird dies durch Kulturen mit aus ~~dem~~ Botanischen Garten stammender Erde bestätigt. Mit 28 dieser Erde entnommenen Proben wurden über 100 Kulturen angestellt und dabei 17 Arten gewonnen. Doch kamen nur 7 Arten am häufigsten vor. Die in Tafel III. enthaltene Zusammenstellung zeigt in wieviel Erdproben jede Art gefunden wurde. Die nicht in Allen mit dieser Erde angestellten Kulturen sich einfindende, also seltenere Arten, bedeckten gewöhnlich nur spärlich die Mistballen. Die Vermutung ist nahe, dass in diesen Kulturen die Bedingungen für diese Arten nicht vorteilhaft waren. Diese Ansicht wird durch folgendes bestätigt. In 10 üblichen Kulturen mit Gartenerde konnte kein einziges Mal *Polyangium minus* gefunden werden. Nachdem aber dieselbe Erde im lufttrockenem Zustande mit Wate bedeckt und auf diese zu ganz anderen Zwecken sterilisierter Mist gelegt wurde, erhielt man nach einigen Tagen eine üppige Kultur von *Polyangium minus*. Dasselbe wurde erreicht, als man 10 g frischer mit 100 g sterilisierter Erde vermischt und zur Kultur verwendete. Ein anderes Mal war in einer Kultur mit Gemüsegartenerde ein massenhaftes Auftreten von *Sorangium compositum* und zwar vorwiegend auf dem den Schalenboden bedeckenden Fliesspapier zu verzeichnen. Man schüttete die Erde aus und gab an ihre Stelle, um eine neue Kultur von *Sorangium* zu gewinnen, 50 g sterilisierter Erde, die man mit Düngerstücken belegte. Statt *Sorangium* erschienen nur aber *Archangium gephyra* und *Chondrococcus polycystus* der in der ursprünglichen Kultur nicht sichtbar war. Es ist möglich, dass dem zahlreicher Auftreten seltenerer Arten das Überwiegen anderer im Wege steht. Auf jeden Fall folgt aus dem Obigen, dass das Fehlen einer Art in der Kultur kein sicheres Zeichen für ihr gänzliches Fehlen in

der untersuchten Bodenprobe ergibt. Es konnten also die selteneren Arten in vergleichenden Kulturen nicht berücksichtigt werden, und man musste sich zu den „Steten“ begrenzen, also zu solchen, die, wenn sie in der untersuchten Erde vorhanden waren, sich auch in allen oder doch in der Mehrzahl der mit dieser Erde angelegten Kulturen herauszüchten liessen. Zu solchen Arten gehören: *Myxococcus virescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Angiococcus disciformis*, *Archangium gephyra*, *Polyangium fuscum*, *Polyangium fuscum* var. *velatum*, *Melittangium boletus*, *Sorangium septatum*, *Sorangium sorediatum* und gewissermassen auch *Sorangium compositum*, das häufig, wenn auch nur in vereinzelten Kulturen aufzutreten pflegt. Es lässt sich dies vielleicht dadurch erklären, dass die Fruchtkörper dieser Art teilweise in die Unterlage versenkt und darum der Beobachtung schwieriger zugänglich sind.

Mehrere Male wurden auch Kulturen mit ausgetrockneter Erde angestellt. Es konnten dabai in 20 Kulturen nicht weniger als 18 Myxobakterienarten gefunden werden. Doch war im Allgemeinen ihre Entwicklung eine schwächere als bei Verwendung frischer Erde und manche Arten wie *Polyangium fuscum*, *Archangium gephyra* oder *Melittangium boletus* blieben sogar gänzlich aus. Nur selten konnte volles Übereinstimmen einer Kultur mit trockener (beim Anlegen der Kultur reichlich mit Wasser befeuchteter) und derjenigen mit frischer Erde festgestellt werden. Als gegen Austrocknung am meisten widerstandsfähig erwiesen sich *Myxococcus rubescens* und *Myxococcus virescens*, was wahrscheinlich mit der diesen Arten eigenen Leichtigkeit der Sporenbildung im Zusammenhange steht. Das Abnehmen der Zahl der durch manche Arten bedingten Infektionen des Düngers in Kulturen mit ausgetrockneter Erde konnte auch darin seinen Grund haben, dass diese Arten in der Erde zugleich in vegetativem und in Ruhezustande vorhanden sind und in erstgenannter Form der Austrocknung nicht widerstehen. Über die Verbreitung der Myxobakterien wurde deshalb hauptsächlich auf Grund der Kulturen mit frischer Erde geschlossen.

Die untersuchten Erdproben stammen aus 26, über das ganze Gebiet Polens — die Ostseeküste und die Karpaten mit eingeschlossen — zerstreuten Ortschaften. Mit jeder der 227 Erdproben wurden parallele Kulturen angestellt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in der Tafel IV und VIII dargestellt. Auf diesen Tafeln ist neben dem Abstammungsort der Bodenproben, im allgemeinen die Art des Bodens, ihr  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt, ihre Reaktion (Ph) und die Zahl der

Bodenproben jeder Art verzeichnet. Die Spalten 1—11 enthalten die Aufzählung der wichtigsten gefundenen Myxobakterienarten, wobei zugleich angegeben wird, in wieviel Erdproben jede Art gefunden wurde und mit Kreuzen verzeichnet, wie zahlreich sie in der Kultur aufgetreten waren. In der letzten Spalte sind seltene sporadisch auftretende Arten angegeben.

Es genügt ein Blick auf diese Tafel, um zur Einsicht zu gelangen, dass die Myxobakterien im Boden allgemein verbreitet sind. Sie fehlten in keiner Erdprobe, sogar in denen nicht, die den Sanddünen entnommen waren. Ihre Zahl und Entwicklungskraft gestalteten sich natürlich — als von manchen Eigenschaften des Bodens abhängig — sehr verschieden.

Bei näherer Betrachtung der Tafel kann bemerkt werden, dass die Verbreitung der Myxobakterien mit Bodenreaktion (Ph) im deutlichen Zusammenhang steht. Denn obwohl *Myxococcus rubescens*, *Chondrococcus coralloides* und *Sorangium compositum* sich in weiten Grenzen der Reaktion des Bodens gegenüber gleichgültig zu verhalten scheinen, so pflegt doch *Myxococcus rubescens* und *Sorangium compositum* im allgemeinen öfter in sauren bis schwach alkalischen Böden aufzutreten, während *Chondrococcus coralloides* auch in alkalischen Böden sich zahlreich einfandet. Andere Arten weisen schon eine mehr begrenzte Verbreitung auf. So wurde z. B. *Myxococcus virescens* und *Polyangium fuscum var. velatum* in alkalischen, neutralen, oder doch nur schwach sauren Böden ( $\text{Ph} = 8.0 - 6.0$ ) gefunden. *Polyangium fuscum* und *Archangium gephyra* finden sich auch in sauren Böden ein ( $\text{Ph} = 5.0$ ) doch lässt sich in der Häufigkeit ihres Auftretens eine deutliche Verringerung feststellen. *Melittangium boletus* scheint nur in neutralen Böden vorzukommen ( $\text{Ph} = 6.0 - 7.4$ ). Die Verbreitung von *Angiococcus disciformis*, *Sorangium septatum* und *Sorangium sorediatum* ist zu den ausgesprochen sauren Böden ( $\text{Ph} = 3.7 - 5.9$ ) beschränkt. Die Eigenschaften des natürlichen Standortes deuteten an, in welchen Bedingungen man die Züchtung mancher Myxobakterien versuchen soll. Auf diese Weise wurde nach Ansauern des Substrates zum ersten Male die volle Entwicklung von *Sorangium septatum* und *Sorangium sorediatum* auf Agarplatten gewonnen.

Die Häufigkeit des Auftretens der Myxobakterien auf verschiedene Reaktion aufweisenden Böden ist besser ersichtlich aus der Tafel V, in welcher zugleich in % angegeben wurde, in wieviel Erdproben jeder Reaktion eine jede Myxobakterienart gefunden wurde. Auch die Anwesenheit seltenerer Arten im Boden weist einen Zusammenhang mit seiner Reaktion auf.

*Archangium flavum*, *Archangium primigenium* und *Podangium erectum* wurden nur in neutralen oder alkalischen Böden gefunden, *Myxococcus stipitatus*, *Myxococcus ovalisporus*, *Chondrococcus polycystus* und *Polyangium minus* dagegen in neutralen sowie schwach — oder ausgeprägt sauren.

Ein Einfluss des  $\text{CaCO}_3$ -Gehaltes des Bodens auf die Verbreitung der Myxobakterien ist nicht festzustellen. Nur dort, wo seine Menge 50% überschritt, fielen die Kulturen schwächlicher aus, indem sich nur *Archangium gephya* gut entwickeln konnte. Dies beweist die hohe Widerstandsfähigkeit dieser Art grösseren  $\text{CaCO}_3$ -Mengen gegenüber, da sie sich auf einer Erde, die des  $\text{CaCO}_3$  gänzlich entbehrte ebenso üppig zu entwickeln vermag.

Es ist außerdem ersichtlich, dass *Myxococcus virescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Polyangium fuscum* und *Polyangium fuscum var. velatum* auf Mergeln eine schwache Entwicklung aufweisen, und dass *Myxococcus rubescens* sogar ganz ausgeblieben ist, obwohl er noch in 20%  $\text{CaCO}_3$  aufweisender Erde reichlich aufzutreten pflegt.

Ein Vergleich der mit kultivierten und nicht bearbeiteten Böden angestellten Versuche ergibt, dass erstgenannte eine an Myxobakterien reichere Mikroflora aufweisen. In der Tafel VII. wurde die Häufigkeit ihres Auftretens in bearbeiteten Böden angegeben. Aus dem Vergleiche der Tafel VII. und der Tafel V., die die Durchschnittszahlen aus allen, also auch bearbeiteten Böden enthält, ist leicht zu ersehen, dass insbesondere *Melittangium boletus* und *Polyangium fuscum var. velatum* fast ausschliesslich in bearbeiteten Böden vorkommen. In nicht bearbeiteten Böden wurde die erstgenannte Art überhaupt nur dreimal, die zweite nur zweimal gefunden. Es pflegen sich endlich stets in bearbeiteten Böden *Archangium gephya*, und mit wenigen Ausnahmen auch *Myxococcus virescens*, *Chondrococcus coralloides* und *Polyangium fuscum* einzufinden.

Wenn man nun verschiedene Bodenarten, ohne sich jedoch in ihre exakte Klassifizierung einzulassen, mit einander vergleicht, so kann man, im Bezug auf die Verbreitung der Myxobakterien in ihnen nur quantitative Unterschiede feststellen. Doch muss auch hier bemerkt werden, dass reichliche Kulturen einer Myxobakterienart liefernde Erden, gewöhnlich an andere Arten ärmer sind. So ergaben z. B. die nährstoffreichen Kompost- und Gartenerden massenhaft *Melittangium boletus*, dabei aber nur sehr spärlich andere Arten. Es ist schwer über den Grund dieser Erscheinung zu entscheiden. Es ist möglich, dass die dominierende Art die Entwicklung anderer hemmt und sie nicht aufkommen lässt, es liegt aber auch die Möglichkeit

vor, dass in solchen Erden manche Myxobakterienarten für sich besonders günstige Bedingungen vorfinden.

Der Wassergehalt des Bodens übt in weiten Grenzen auf die Verbreitung der Myxobakterien keinen Einfluss aus. Eine grosse Anzahl von aus Erde gewonnenen Myxobakterien wurde auch im Teichschlamme, auf feuchtem verwesendem Holze u. s. w. gefunden. Trockene Sandböden der Dünen und der Kiefernwälder sind natürlich an Myxobakterien ärmer als feuchte Böden.

Ausserdem scheint die Zahl der Myxobakterien von der Menge gewisser Humusstoffe im Boden, sowie von dessen physikalischen Eigenschaften abhängig zu sein. Die Lehmböden sind also ärmer als Sandböden, die Moorböden reicher als Schwarzerde. Doch reichen die bisherigen Beobachtungen nicht aus, um daraus bestimmte Schlüsse ziehen zu können. Abweichende Zahlenverhältnisse einzelner Myxobakterienarten zu einander weisen nur Hochmoore, Heiden und feuchte mit Moos bewachsene Waldböden auf. Es überwiegen in ihnen *Sorangium septatum* und *Sorangium soreciatum*, die in anderen Böden nur selten vorkommen. Hochmoore und überhaupt mit *Sphagnum* bewachsene Böden lieferten vielmals reichliche Kulturen des *Angiococcus disciformis*, der sonst nur zweimal gefunden wurde: in sehr kleiner Menge in einem Waldboden und reichlich im Boden der Pożyżewska-Alm in den Karpathen. Es ist erwähnungswert, dass Thaxter die Fruchtkörper des *Angiococcus (Myxococcus) disciformis* auch auf Sphagnumblättern aufgezeichnet hat, voraus zu folgen scheint, dass der Dünger, auf welchem er diese Myxobakterien aufzüchtete, ebenfalls auf einem Hochmoore gesammelt wurde, man könnte also annehmen, dass diese Art an ein saures Substrat gebunden ist. Es konnten manchmal aus Heiden und Hochmooren reichliche Kulturen des *Myxococcus stipitatus* gewonnen werden; in anderen Fällen wurden aber an ähnlichen Standorten statt seiner *Myxococcus ovalisporus* gefunden. Aus anderen Erden liessen sich diese beiden Arten nur selten, und auch dann nicht in allen Kulturen und in kleiner Anzahl gewinnen.

Auch wurden 64 Bodenproben aus den Karpathen (1100—2000 m ü. d. M.) und zwar 41 aus Czarnohora in Ostkarpathen, und 23 aus der Hohen Tatra stammend der Untersuchung unterzogen. Die Ergebnisse enthält die Tafel VIII. Es ist auffallend, dass manche allgemein verbreitete Arten wie *Myxococcus virescens*, *Archangium gephyra*, *Melittangium boletus* oder *Polyangium fuscum* in diesen Böden entweder überhaupt nicht, oder nur spärlich vorkommen. Im stark überdingten Boden mit Ammoniakpflanzen (*Rumex alpinus*) um die Sennhütten

konnte nur ein reichliches Vorkommen des *Chondrococcus coralloides* festgestellt werden. Die Hochmoore und die Waldböden im Gebirge enthielten dieselben Arten wie im Tieflande. Irgendwelche nur im Gebirge auftretende Arten wurden nicht gefunden. Doch sind *Sorangium septatum* und *Sorangium sorediatum* im Gebirge durch vom Typus abweichende Formen vertreten.

Im Allgemeinen sind die Alpweiden arm an Myxobakterien, und nur dort, wo grössere Mengen Organischer Substanz vorhanden sind (wie z. B. im alten schon vor Jahren zum Kompost verarbeiteten Rasen), kann man hoffen die Myxobakterien in grösserer Menge zu finden.

---

Die Hauptergebnisse der vorliegenden Untersuchungen über die Verbreitung der Myxobakterien lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

1. Die Myxobakterien sind ständige Bewohner des Bodens.
2. Zur Untersuchung über ihre Verbreitung eignen sich die Kulturen mit Erde viel besser als die üblichen Mistkulturen.
3. Auf die Verbreitung der Myxobakterien übt die Wasserstoffionenkonzentration des Bodens einen Einfluss aus, da die Ph-Grenzen, innerhalb welcher die Myxobakterien zu leben vermögen, für einzelne Arten verschieden sind (s. Tafel VI.).
4. *Myxococcus virescens*, *Polyangium fuscum* var. *velatum*, *Melittangium boletus* wurden nur auf alkalischen und neutralen Böden gefunden ( $\text{Ph} = 6\cdot0 - 8\cdot0$ ).
5. *Archangium gephyra* und *Polyangium fuscum* wurden in alkalischen, neutralen und schwach sauren Böden gefunden ( $\text{Ph} = 5\cdot0 - 8\cdot0$ ).
6. *Angiococcus disciformis*, *Sorangium septatum* und *Sorangium sorediatum* kommen ausschliesslich in sauren Böden vor ( $\text{Ph} = 3\cdot6 - 6\cdot4$ ).
7. *Myxococcus rubescens*, *Chondrococcus coralloides*, *Sorangium compositum* wurden in alkalischen bis sauren Böden ( $\text{Ph} = 3\cdot6 - 8\cdot0$ ) gefunden; diese Arten sind also gegen Reaktion den Bodens ( $\text{Ph}$ ) am wenigsten empfindlich.
8. Die Gebirgsböden sind an Myxobakterien ärmer als Böden im Tieflande. Am ärmsten erwies sich der überdüngte Boden um die Sennhütten.

Aus dem Biologisch-Botanischen Institute der Universität Lwów.

---