

Dr. Inż. EDWARD CHODZICKI

BADANIA MIKROBIOLOGICZNE NAD WPŁYWEM ZMIANY SKŁADU GATUNKOWEGO DRZEWOSTANÓW NA STAN GLEBY

(BUK W SOSNINACH)

(16 TABEL, 16 FOTOGRAFIJ I 16 WYKRESÓW)

MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DER HOLZ-
ARTEN ZUSAMMENSETZUNGS VERÄNDERUNG IM BESTANDE AUF DEN
ZUSTAND DES BODENS

(BUCHE IN KIEPERNBESTANDEN)

Wydane z zasobu Funduszu Kultury Narodowej

W A R S Z A W A

1 9 8 3

SKŁAD KASA IM. MIANOWSKIEGO, WARSZAWA, NOWY ŚWIAT 72

BADANIA MIKROBIOLOGICZNE NAD WPŁYWEM
ZMIANY SKŁADU
GATUNKOWEGO DRZEWOSTANÓW NA STAN GLEBY

1426015

WARSZAWSKIE ZAKŁADY GRAFICZNE
WILCZA 60. TELEFON 893-47.

Dr. Inż. EDWARD CHODZICKI

BADANIA MIKROBIOLOGICZNE NAD WPŁYWEM ZMIANY SKŁADU GATUNKOWEGO DRZEWOSTANÓW NA STAN GLEBY

(BUK W SOŚNINACH)

MIKROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINFLUSS DER HOLZ-
ARTEN ZUSAMMENSETZUNGS-VERÄNDERUNG IM BESTANDE AUF DEN
ZUSTAND DES BODENS

(BUCHE IN KIEFERNBESTANDEN)

~~PAŃSTWOWE
BIURO PROJEKTÓW
BUDOWNICZYCH~~

(Wydane z zasiłku Funduszu Kultury Narodowej)

~~MORSKI INSTYTUT TECHNICZNY~~
355.

W A R S Z A W A

1 9 3 3

SKŁAD: KASA IM. MIANOWSKIEGO, WARSZAWA, NOWY-ŚWIAT 72.

XY 951426014

Nie pożycz się do domu



Imię 775.

K/257
b. M. J. J. Wreszka
3. 6. 52

D 428/23/09

181

Praca niniejsza doszła do skutku dzięki materiałom badawczym, zebranych w czasie studjów zagranicznych w latach 1928—1929 z zasłki Wydziału Nauki Min. W. R. i O. P. oraz dodatkowemu subsydjum, udzielonemu mi na rozszerzenie badań w zakresie bakterjologicznym przez Min. Rolnictwa. Badania przeprowadzałem początkowo w Möllerowskim Instytucie Hodowli Lasu przy Wszechnicy Leśnictwa w Eberswalde pod Berlinem, w pracowni Prof. Dr. Wittich'a. Później pracowałem na przesłanym—dzięki godnej uznania pomocy Dyrektora Pruskiej Leśnej Stacji Doświadczalnej, Prof. Dr. Wiedemann'a — materiałach glebowym w Zurychu, w Laboratorjum Bakterjologii Rolniczej Politechniki Związkowej.

Opracowanie wyników dokonane było w kraju i ukończone do kwietnia 1931 r., po rocznem opóźnieniu z powodu choroby.

Opóźnienie ogłoszenia pracy niniejszej drukiem, o 2 lata blisko, było spowodowane ogólnym kryzysem ekonomicznym, który nie ominął także naukowych placówek wydawniczych. Wydanie pracy obecnie zawdzięczam Funduszowi Kultury Narodowej, którego Zarządowi na tem miejscu pragnę wyrazić moją głęboką wdzięczność.

(—) autor.

Warszawa, grudzień 1932.

PRZEGLĄD TREŚCI

	Str.
Wstęp	9
A. BADANIA BIOCHEMICZNE	
1. Istota mobilizacji azotu i jej znaczenie	14
2. Metodyka badań amonifikacji i nitryfikacji	16
3. Ogólne postępowanie przy organizacji badań, skorowidz badanych stanowisk i technika przygotowania próbek do inkubacji	19
4. Badania nad amoniakiem:	
a) metodyka	31
b) omówienie badań zawartości pierwotnej i końcowej amoniaku oraz siły amonifikacyjnej	32
c) zawartość amoniaku w próchnicy z gleby mineralnej i wpływ buka na nią	52
d) stopień przemiany azotu całkowitego w azot amoniakalny (odsetek amonifikacyjny) a wpływ buka	61
e) przegląd wyników badań nad amoniakiem	70
f) wnioski z wyników badań nad amoniakiem	75
5. Badania nad nitryfikacją:	
a) metodyka analizy azotanów	77
b) wyniki obcych badań nad azotanami w związku z oddziaływaniem drzew liściastych	80
c) wyniki badań własnych	84
d) zestawienie wniosków z wyników badań nad azotanami	97
6. Badania nad wpływem buka na niesymbiotyczne wiązanie atmosferycznego azotu w glebie:	
a) przegląd zagadnień w odniesieniu do badań leśnych	100
b) zastosowana metodyka badań nad wiązaniem azotu	105
c) omówienie wyników badań	107
B. BADANIA MIKROFLORYSTYCZNE	
7. Wpływ buka na ilościowy stan bakterij w glebie drzewostanów sosnowych:	
a) wstęp	116
b) dotychczasowe badania nad wpływem drzew liściastych na stosunki ilościowe bakterij w glebie	118

	Str.
c) opis metodyki i postępowania	122
d) wstępne badania jesienne	125
e) wyniki badań zimowych	
α) niektóre szczegóły metodyki	133
β) ilość bakterij, rozwijających się na pożywkach, a typ gleby	136
γ) wpływ buka na ilość mikrobów rozwijających się na płytkach żelatynowych	137
δ) wpływ buka na ilość mikrobów, rozwijających się na płytkach agarowych	141
ε) ogólne uwagi co do wpływu buka na ilość bakterij aerobowych	145
η) wpływ buka na ilość bakterij, rozwijających się w kulturach grubej warstwy cukrzonego agaru	149
f) zestawienie wyników badań nad ogólnymi stosunkami ilościowymi bakterij w glebie i odnośne wnioski	157
8. Badania ilościowe nad występowaniem heterotroficznych bakterij z grupy <i>Bacillus amylobacter</i> :	
a) metodyka badań nad ilością bakterij niektórych grup fizjolo- gicznych, oraz rola i znaczenie <i>Bac. amylobacter</i> w glebie	161
b) zestawienie i omówienie wyników kultur	170
9. Badania nad występowaniem azotobaktera	177
10. Badania nad obecnością bakterij, oksydujących sole amonowe:	
a) wstęp	195
b) metodyka	196
c) omówienie wyników pierwszej kontroli kultur	199
d) zastoje nitryfikacji w kulturach kolbkowych	204
e) wyniki ostatecznej kontroli na azotyny w kulturach z pożywką płynną	211
11. Ogólna ocena wpływu buka na czynniki badane, oraz zbiorowe kon- kluzje co do oddziaływania jego na poszczególnych stanowiskach przy uwzględnieniu wszystkich wyników własnych badań poprzednich	214
12. Zastosowanie wyników badań do praktyki hodowlano-leśnej	247
Spis literatury	256
Streszczenie niemieckie (Hauptinhalt)	263

W S T Ę P.

Istnieją dwie gałęzie biologicznych badań hodowlano-leśnych: 1) biologja drzewostanów*) z punktu widzenia czynników klimatycznych i socjalnych, 2) biologja gleb leśnych, która winna być rozpatrywana, jako makrobiologja oparta głównie na zoologii i mikrobiologja, nas tutaj specjalnie interesująca. Ta ze swej strony rozpada się na wiele oddzielnych czynników i opiera się głównie na bakterjologii i na mykologii.

W statycznych rozważaniach zagadnień hodowlano - leśnych pierwszorzędne znaczenie przypisujemy zawsze wzajemnemu oddziaływaniu pomiędzy pewnym zabiegiem gospodarczym, a glebą, jako podstawowym czynnikiem produkcji. Każde pogorszenie się wzajemnego stosunku powoduje nieodwołalnie zmniejszenie się produkcji i przyrostu drzewnego, a więc i rentowności gospodarstwa, jako całości.

Przejawy tego wzajemnego stosunku dają się skonstatować najlepiej przy pomocy zmian biologicznych wogóle, zaś mikrobiologicznych przede wszystkim, jako wykładnika fizycznego i chemicznego stanu gleby. Stąd też, chcąc należycie wydać sąd o wyniku pewnych poczynąń hodowlano - leśnych, musimy go oprzeć na wynikach badań w wyżej wspomnianym kierunku, lecz w pierwszym rzędzie dla przyczynowego wnioskowania muszą być znane też fizyczne i chemiczne własności danej gleby.

*) roślinnych zespołów leśnych.

W poprzedzającej pracy p. t.: „Domieszka buka w sośninach, jako czynnik edaficzny na piaszczystych popiołoziemach i buroziemach dyluwalnych“ opracowałem stronę gleboznawczą oddziaływania danego gatunku na glebę — ustalając wpływ jego na zmiany w teksturze gleby, stosunkach wilgotności, kwasowości, zawartości wapna, żelaza, próchnicy i azotu ogólnego, — precyzując zarazem odnośnie tych czynników — różnice pomiędzy wydzielanymi dwoma zasadniczymi typami gleb środkowo - europejskich t. zw. popiołoziemami (czyli siwoziemami) i buroziemami*). Tam więc odsyłam czytelników, pragnących się z szerszym zakresem prac zapoznać.

Praca niniejsza ma przenieść zagadnienie na teren zupełnie innej gałęzi wiedzy, mianowicie mikrobiologii, aby ciekawe wyniki badań uprzednio sprecyzowanych rozświecić ze stanowiska pozwalającego na reasumpcję ogólnych wniosków naukowych i praktycznych, rozstrzygających w podstawowych zagadnieniach hodowlano - leśnych, t. j. doborze gatunków drzew i ewentualnej zmianie ich ilościowego ustosunkowania w składzie drzewostanów. Zagadnienie tego rodzaju, a zwłaszcza przy oparciu o metody mikrobiologiczno-glebowe, nie były dotychczas publikowane, jakkolwiek uważam, iż mogą otworzyć obszerne nowe pole pracy naukowej dla leśnictwa.

Zakres badań ograniczony został do najważniejszych dla produkcji roślinnej stadiów krążenia azotu, t. j. niesymbiotycznego wiązania tegoż przez glebę, amonifikacji i nitryfikacji oraz do będących w związku z tem stosunków bakterjologicznych. Wszystkie wyniki są i tu rozpatrywane ze stanowiska różnic pomiędzy obydwoma występującymi typami gleb, aby odpowiednio naświetlić zmiany wywołane w odniesieniu do danego czynnika przez badany gatunek dodatkowy, którym i w tym wypadku jest buk w sośninach. Wzięcie pod uwagę przy badaniach tych, jakkolwiek ograniczonego, jednak różnorodnego kompleksu zagadnień, uważałem w tym wypadku za bardziej

*) Nazwy typów gleb urobione są przez autora niniejszej pracy (patrz Nr. 16 i 17 w spisie literatury).

celowe, aniżeli opracowanie z najwyższą miarą dokładności jednego tylko czynnika, gdyż na tem polu leśnictwa brak jeszcze jakiegokolwiek szkieletu naukowo-dowodzonych faktów, któreby dawały podstawę do równoczesnego uwzględnienia i innych odgrywających rolę czynników bez ich zbadania.

Wszelkie analizy i wszelkie czynności związane z pracą, przeprowadzałem osobiście. W przedstawieniu wyników starałem się uwypuklić porównawczy charakter badań. W opracowaniu, o ile to było możliwe ze względów na niewybieganie zbytnie poza ramy pracy, starałem się wyświeślać również nasuwające się zagadnienia poboczne.

Ponieważ chodziło o przedstawienie zależności badanych procesów mikrobiologicznych również od niektórych własności fizycznych i chemicznych gleb, przeto załączam do pracy niniejszej zbiorowe tabelaryczne zestawienie porównawcze również i tych czynników, które ustalone zostały na podstawie badań przedstawionych w poprzedzającej (17) pracy. Na jego podstawie możliwe też będzie wysnucie ostatecznej oceny co do oddziaływania badanego gatunku na każdym poszczególnem stanowisku.

Wszystkim, którzy okazali mi pomoc i umożliwili pracę, chciałbym wyrazić tutaj głęboką wdzięczność. W szczególności pragnę podziękować *Prof. Dr. Wittich'owi w Eberswalde*, oraz *Prof. Dr. M. Düggeli'emu w Zurychu*, który dając mi miejsce do pracy w swym Instytucie, służył mi swem cennem poparciem wspólnie z asystentem tego Zakładu, *Inż. roln. Blöchliger'em*.

Teren badań obejmuje obszary dyluwjalne dorzecza środkowej Odry, t. j. lasy szkolnych nadleśnictw państwowych w pobliżu *Eberswalde*, i lasy miejskie *Frankfurtu n/Odra*. Obszary terenu badań charakteryzują leśno-geograficzną krainę, odznaczającą się obecnością drzew cienistych, tylko liściastych gatunków (buk, grab), gdyż z gospodarczo ważnych iglastych*) obecne są z natury jedynie drzewa światłochłonne (jak: sosna, względnie na pld.-wsch.

*) a więc nie uwzględniając cisa.

i modrzew polski). Kraina ta i w Polsce zajmuje olbrzymie obszary (województwa pomorskie, poznańskie, oraz warszawskie i łódzkie częściowo), a więc praca posiada specjalne znaczenie dla kraju, pomijając nawet możliwość przenoszenia wyników badań i na inne dzielnice. Tereny i miejsca, a nawet większość próbek gleb branych do badań, są te same, na których przeprowadzałem wpierw opracowane (17) badania. Głównie ta możliwość badań na znanym pod innymi względami materiale, skłoniła mnie do podjęcia badań z dziedziny mikrobiologii, dając perspektywę możliwości znalezienia w wielu wypadkach przyczynowych wyjaśnień.

A. BADANIA BIOCHEMICZNE.

1. ISTOTA MOBILIZACJI AZOTU I JEJ ZNACZENIE.

Pod mobilizacją rozumiemy udostępnienie pewnej części azotu, za pośrednictwem mikroorganizmów, dla przyswajania go przez wyższe rośliny pod postacią amoniaku czy azotanów. Azot bowiem obecny jest w glebie przeważnie pod postacią nieprzyswajalnych związków białkowych (proteinów), etc., które dopiero w ostatnim stadium rozkładu i przemian azotu przechodzą w amoniak i azotany. W obecności węglowodanów i innych związków węglowych, służących za źródło energii dla mikroorganizmów, amoniak i azotany mogą być przemienione szybko zpowrotem w związki białkowe (*Waksman* 110 s. 686).

Całkowita ilość amoniaku i azotanów, utworzonych w pewnej glebie w wyniku rozkładu dostających się tam różnych substancji organicznych, może być uważana za miernik przyswajalnego azotu w poszczególnych glebach. Robiono rozliczne badania zależności pomiędzy żyznością różnych gleb, na podstawie tworzenia amoniaku z danej ilości związków białkowych, jako t. zw. studja amonifikacyjne, względnie nad dalszą jego oksydacją na azotany, jako t. zw. studja nitryfikacyjne (*Ziemiecka* 125).

Również w leśnictwie kilku autorów badało tę kwestję. Jeden z pierwszych, *Vogel von Falkenstein* (122) wyraża się, że jednym z najważniejszych zadań hodowli lasu jest regulacja krążenia azotu w próchnicy leśnej, przy uwzględnieniu zachowania dostatecznej zasobności azotu całkowitego i przy wykorzystaniu fizycznych, glebopoprawczych własności próchnicy. Nie można tego uważać za zbyt uciążliwe zadanie, ponieważ próchnica i azot, jak się wyraża *Altonen* (1), są produktami hodowli lasu, które w gospodarstwie leśnym wytwarzają się ubocznie i zupełnie bez kosztów.

Vogel von Falkenstein dochodzi dalej do wniosku, że, na podstawie samego występowania saletry w glebie, żyzność jej może być ocenioną, a wydajność określona. Te same wyniki osiągnął w Niemczech *Albert* (1912). W krajach skandynawskich, zwłaszcza w Szwecji, *Hesselman* (47, 48) jeszcze w 1917 r. uważał sposób rozkładu związków azotowych w glebie za pierwszorzędną nieraz decydujący czynnik w ekologii lasu. On to pierwszy wydzielił w glebach leśnych Szwecji 2 zasadnicze grupy gleb: nitryfikujące i nienitryfikujące. Do pierwszych z nich mają należeć gleby łagodno-próchniczne, do drugich — gleby z próchnicą surową, względnie suchym torfem leśnym, a więc, nie używając *pars pro toto*, byłyby to buroziemy, a w drugim wypadku — popiołoziemy. Twierdzi on dalej (50), że jeśli porównamy równowartościowe co do fizycznego i mineralogicznego składu gleby ze sobą, to bonitacja poprawi się współmiernie do zdolności azotanotwórczej gleby. Badania *Gardner'a* i *Hagem'a* (40) zgadzają się z wynikami *Hesselman'a*, wobec czego studja nitryfikacyjne należy uważać za mające pierwszorzędną znaczenie dla wszelkich badań charakteru ekologicznego.

Również badacze duńscy *Müller* i *Weiss* (83) uważają brak przyswajalnego azotu również za jeden z najważniejszych czynników ekologicznych i przychodzą do wniosku, że przemiany w azocie próchnicowym przebiegają różnorodnie, zależnie od rodzaju próchnicy.

Weiss (113) doszedł do wyniku na podstawie badań w lasach bukowych Danji, że ze stanowiska bonitacji przypada ważniejsza rola tworzeniu się azotanów, aniżeli reakcji gleb. Jakkolwiek, obie te kwestje mogą być do pewnego stopnia współzależnymi, jednak zdaje się być już dowiedzionem, że kwasota jest czynnikiem pierwotnym. Rozważania zawarte w pracy *Wittich'a* (119) z Niemiec, a zwłaszcza ostatnie badania *Aaltonen* (1) z Finlandji i zdają się bezsprzecznie potwierdzać związek pomiędzy bonitacją siedliska, wzgl. typami lasu, a rodzajem i stopniem rozkładu związków azotowych.

Hesselman (51) wyraża w późniejszych swych badaniach przypuszczenie, że odnowienie lasu samosiewem zależy całkowicie od występowania saletry w glebie leśnej. Odnowienie to ma być wogóle możliwe tylko w glebach, na których azotany występują bądź z natury, bądź w następstwie zabiegów hodowlano-leśnych, i ma się tem lepiej udawać, im silniejszą jest nitryfikacja.

Co dotyczy występowania amoniaku w glebach leśnych i jego znaczenia, mamy stosunkowo mniej badań. Z cytowanych prac *Albert'a* i *Hesselman'a* wynika, że z polepszeniem się bonitacji wzmacnia się siła amoniakotwórcza, czyli siła rozkładu peptonów w glebie. Gleby nitryfikujące produkują w/g *Hesselman'a* (51) więcej amoniaku, aniżeli nienitryfikujące. W sprzeczności do tego stałyby, moim zdaniem, wyniki: *Olsen'a* (90), *Clarke'a* (20), *Nemec'a* i *Kvapil'a* (87), odnoszące się do stosunków pomiędzy reakcją, a zdolnością amonifikacyjną gleb leśnych, że im kwaśniejsza jest gleba tem więcej wytwarza się amoniaku.

Z przytoczonego przeglądu prac wynika, jak wielkie jest znaczenie hodowlano-leśne przyswajalnego azotu, jako pokarmu roślinnego. Słusznie więc pisze *Altonen* (1), że istnieją często skłonności do oceny powodzenia, lub niepowodzenia takich, lub innych zabiegów hodowlanych, właśnie ze stanowiska kwestji azotowej, która wraz z ilością i rodzajem próchnicy, zależy od tego, jak las był pielęgnowany i jakie gatunki drzew są hodowane.

Mając te rozważania na względzie, uważałem, iż ujęcie wpływu buka na glebę, będące celem niniejszej pracy, da się przy pomocy badań nad mobilizacją azotu uchwycić z najistotniejszej strony, bo z punktu widzenia na żyźność siedliska.

2. METODYKA BADAŃ AMONIFIKACJI I NITRYFIKACJI.

Istnieją, jak wiadomo, dwa zasadnicze sposoby do stwierdzenia omawianych procesów biologicznych i porównania siły ich występowania. Pierwszy z nich — to używanie sztucznych płynnych pożywek, drugi — to zastosowanie samej gleby, jako substratu dla działalności bakteryj. Ten ostatni sposób wypracowali w 1909 r. dwaj amerykańanie: *Stevens* i *Whithers*, (101).

Stosowanie pożywek płynnych do badania procesów biochemicznych w glebie jest wcześniejszej daty i pochodzi od niemieckiego bakterjologa *Remy'ego* (95). Szczepi on specjalne pożywki określoną drobną ilością mającej się zbadać gleby, pozostawia jakiś czas działaniu bakteryj i stwierdza potem na drodze czysto chemicznej ich produkty przemiany materji. Metoda ta była dotychczas używana przez bakterjologów, jednak zdania co do jej wartości są podzielone, zwłaszcza zarzucają jej, iż zbyt zmienia naturalne warunki, jakie znajdują się w glebie.

Wprawdzie i w metodzie drugiej, używającej gleby jako medium, warunki naturalne nie są całkowicie zachowane, jednak w większym stopniu zdają się nadawać do przeniesienia w stosunki panujące w naturze. Dodanie do elektywnej pożywki małej ilości gleby, jak to czyni *Remy*, zmienia bardziej zasadniczo wyniki przejawów życiowych pewnych bakteryj, zachodzące w naturalnym stanie gleby, ponieważ pewien rodzaj drobnoustrojów może być uprzywilejowany, inny zaś — upośledzony.

Dlatego też nie można twierdzić na podstawie negatywnych rezultatów metody *Remy'ego*, że poszukiwany rodzaj mikrobów nie znajduje się wogóle w danej glebie, lecz należy również zbadać, czy inne drobnoustroje nie przerabiają w dalszym ciągu produktów przemiany materji szukanych bakteryj, względnie, czy jakieś drobnoustroje poszukiwanych nie pożerają, lub jakieś hamujące substancje

nie czynią środowiska sztucznego, niekorzystnym dla poszukiwanych bakterij.

Tak jest, jeśli wogóle chodziłoby tylko o stwierdzenie obecności pewnej fizjologicznej grupy drobnoustrojów. Gorzej, i jeszcze bardziej nienaturalnie przedstawia się sprawa na niekorzyść metod *Remy'ego*, jeżeli chodziłoby o stwierdzenie jedynie efektu zbiorowego przemiany materji w pewnym zakresie, np. amonifikacji, nitryfikacji, lub t. p. W tym wypadku metody, używające samą możliwie niezmienioną glebę jako medjum, zdają się dawać bardziej zbliżone do naturalnych wyniki. Ma się rozumieć jednak, że wyniki metod, używających gleby jako medjum nie odpowiadają również ściśle przebiegowi procesów w naturze. Przy metodach tych bowiem, jakkolwiek nie jest zmieniony sam substrat, na który działają bakterje, to jednak warunki otoczenia grubo odbiegają od naturalnych. Tak np. w warunkach inkubacji, w laboratorium są zmienione: wilgotność, temperatura i jej wahania, zjawiska wymywania i pobierania przez rośliny pewnych związków, bezpośrednio po ich wytworzeniu się w naturze.

Dlatego też charakterystyczne słowa *Wittich'a* (119 s. 23), przemawiające za metodą glebową, której on używał, należy przyjąć z pewnem zastrzeżeniem, gdyż i wówczas nie osiągniemy zupełnie naturalnego obrazu. Aby osiągnąć przejrzysty obraz co do wytworzonych w glebie, w pewnym określonym czasie przyswajalnych związków azotowych, koniecznem jest dać pracować bakterjom w możliwie naturalnych warunkach, ale w ten sposób, aby wytworzone związki nie ulegały ani wymywaniu, ani pobieraniu przez rośliny uprawne, tak, aby wszystkie wytworzone pokarmy roślinne można było ująć przez analizę. W tym celu wypadłoby glebom, których próbkę poprzednio zanalizowano, pozwolić jakiś czas podlegać procesom mikrobiologicznym w naczyniach szklanych, a potem ponownie je analizować i w ten sposób stwierdzić nowowytworzone, względnie zużyte związki.

Postępowałem w sposób opisany, aczkolwiek należy uznać wartość metod *Remy'ego*, jeżeli chodzi o ujęcie jakiegoś poszczególnego procesu, zwłaszcza ilości jakiejś grupy bakterij, bo inaczej trudno wyeliminować je z ogólnego kompleksu procesów. Metoda glebowa oddaje natomiast bezsprzecznie lepsze rezultaty, będące wypadkową całego szeregu procesów w odniesieniu do pewnego zagadnienia, o co przedewszystkiem chodziło w niniejszej po-



równawczej pracy. Wykorzystanie wyników, osiągniętych przy jej pomocy, wymaga jednak też krytycznego traktowania.

Mając na oku praktyczne zastosowanie wyników, wielu z wymienionych autorów, używało metody stosującej glebę jako środowisko. Do takich zaliczyć należy: *Vogel von Falkenstein'a*, *Hesselman'a*, *Altone'a*, *Wittich'a*. W pracy, noszącej charakter więcej abstrakcyjny *Mattern* (76) stosuje jeszcze wyłącznie metody *Remy'ego*.

3. OGÓLNE POSTĘPOWANIE PRZY ORGANIZACJI BADAŃ, SKOROWIDZ BADANYCH STANOWISK I TECHNIKA PRZYGOTOWANIA PRÓBEK DO INKUBACJI.

Materiał badawczy dotyczy 24 starszych drzewostanów oznaczonych w pracy, rzymskimi liczbami, jako stanowiska. Ponieważ ostatnie dwa drzewostany XXIII i XXIV były prawie identyczne z drzewostanami VII i VIII a dostarczyły tylko próbek do badań mikroflorystycznych, przeto w dalszym ciągu będą je rozpatrywał wspólnie z wymienionymi.

Dobór drzewostanów zależny był od obecności porównywalnych nawzajem miejsc, co stwierdzano analizą mechaniczną gleby. Jakkolwiek każde studja o charakterze ekologicznym wymagają szczegółowych zdjęć i opisów siedliskowych, jednak ze względu na miejsce ograniczano się tutaj tylko do tabelarycznie zestawionego sk o r o w i d z a badanych stanowisk, aby ułatwić orientację co do miejsc pobierania próbek. Podano w nim też przypuszczalny typ florystyczny w/g *C a j a n d r a*, jakoteż na podstawie stanu faktycznego oraz stanu w przeszłości, badań profilu geologicznego etc. — typy florystyczne i glebowe typy drzewostanów w/g *H a r t m a n n ' a* (43).

Dla szczegółowych informacji odsyłam do opisu siedlisk i drzewostanów umieszczonego w poprzedniej pracy (17).

Pobór próbek odnośnie techniki opisałem poprzednio (17). Zaznaczam, że próbki z warstwy butwienia i próbki z wierzchnich warstw gleby mineralnej (do głębokości 10 cm), przeznaczone do badań biochemicznych stanowiły zazwyczaj t. zw. próbki proporcjonalnie zmieszane t. j. pobrane z kilku (3—6) miejsc obok siebie leżących, aby uniknąć lokalnej przypadkowości. Próbki z warstw głębszych w profilu były raczej próbkami pojedynczemi, gdyż pochodziły z jednego profilu jakkolwiek z różnych jego stron. Przy próbkach do badań czysto bakterjologicznych, które miały podlegać transpor-

SKOROWIDZ BADAŃ YCH STANOWISK

ÜBERSICHT DER VERSUCHTEN STELLEN

Stanowisko Nr. Stelle	Miejscowość (Ndl. Oddz.) Untersuchungs- Ort (Obf. Jag.)	Gleba — Boden			Rodzaj próchnicy	Woda gruntowa)	Głębokość gł. za- korzenia buk Haupt-Bewurzelungs- cm	Drzewostan obecny jetziger Waldbestand				Zbliżony typ flo- rystyczny lasu w/g Cajander'a verwandter Waldtypus	Typ drzewostanu w/g Bestandestyp nach Hartmann'a		Drzewostan poprzedni Vorbestand	Właściwy typ zrze- szenia leśnego Eigentli- cher Wald- gesell- schafts-ty- pus
		Warstwa geolog. (rodzaj) Geologische Schichte (Gattung)	Gatunek Art	Typ				Skład gatun- kowy Holzart	Wiek prze- ciężny Durchschnittsalter	Wysokość — Höhe	Bonitacja w/g Bonität nach Schwappach		Florystyczny Floristischer	Glebowy Bodenkund- licher		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
I	Eberswalde 16	piasek pokrywowy Decksand	szczerk miałowy feinsandiger lehmiger Sand	popiołoziem żelazowy Eisenpodsol	kwaśna sauer	nieosią- galna unerreich- bar	15—35	so. Ki + bu. Bu	91 48	27 9	II IV-III	<i>Myrtillus</i>	mieszany: <i>Myrtillus</i> i <i>Airaflex-Hyp- num</i> z trawa- mi słodkimi i ziołami Mischtyp von Süßgräsern mit Kräutern oder Heidelbeere u <i>Aira flex- Hypnum</i>	I. (Szczer- kowato) pia- skowy t. Sandtyp (relativ kolloid- reich)	sosna poj. brzoza dąb Ki einzeln Bi. Ei	<i>Pinetum myrtillo- sum</i>
II	dtto	"	piasek miałowy feinsandiger Sand	"	"	"	"	so. Ki	91	26	II-III	"	"	"	"	dtto
III	Eberswalde 134	przemyta morena czołowa durchge- schlammte Endmoräne	"	"	"	"	10—30	so. Ki + bu. Bu	107 51	24 8	II-III V-IV	<i>Vaccinium</i>	jagodzinowo- trzcinnikowy (<i>Calamagrostis epig.</i>) Beerkraut Segge <i>Calluna-Clad.</i> Typ	III. (miałowo) piaskowy III. Sandtyp (kalk, kolloid- arme Feinsande)	sosna równo wiekowa, poj. buk, dąb grab gleichaltrige Ki, einzeln Bu Ei. Hainbuche	<i>Pinetum vaccinio- sum</i>
IV	dtto	"	"	"	"	"	"	so. Ki	107	23	III	"	"	"	"	dtto
V	Eberswalde 22 b	glina zwało- wa moreny dennej Geschiebelehm der Grundmo- räne	szczerk miałowy feinsandiger lehmiger Sand	buroziem Braunerde	łagodna mild	"	20—60	so. Ki + bu. Bu	73 38	21 11	II-I II	<i>Qxalis</i>	słodkotra- wiasty z zio- łami i byli- nami Süßgrasartyp m. Kräutern,	II. (płytko) naglinny II. Kiefernlehm- typ m. flach anstehendem strengen Lehm	niestwier- dzony unbekannt nicht festgestellt	<i>Pinetum querceto fagelum</i>
VI	dtto	"	"	"	"	"	"	so. Ki	73	20	II	"	"	"	"	dtto

*) Dla korzeni sosny — Für Kiefernwurzel.

SKOROWIDZ BADA

ÜBERSICHT DER UN

Stanowi- sko Nr. Stelle	Miejscowość (Ndl. Oddz.) Untersuchungs- Ort (Obf. Jag.)	Gleba — Boden			Rodzaj próchnicy	Woda gruntowa *)	Głębokość gł. za- korzenia buka Haupt-Bewurzelungs- tiefe d. Buche
		Warstwa geolog. (rodzaj)	Gatunek	Typ			
		Geologische Schichte (Gattung)	Art	Typ		Grundwas- ser	
1	2	3	4	5	6	7	8 cm
VII (XXIII)	Eberswalde 35	piasek po- krywowy na morenie dennej Deckensand auf Grundmo- räne (Beckensand)	piasek pylasty Staubsand	słaby buroziem schwach aus- gebildete Braunerde	łagodna mild	niesia- galna unerreich- bar	20—40
VIII (XXIV)	Eberswalde 36	"	"	"	"	"	
IX	Biesenthal 122 a	piasek pradolinyowy Talsand	"	popiołoziem żelazowy Eisenpodsol	kwaśna sauer	"	10—30
X	Eberswalde 90	"	"	"	"	"	
XI	Eberswalde 106	płytki pia- sek pokry- wowy na mo- renie dennej seichter De- ckensand auf Grundmoräne	"	buroziem (warunkowy) (bedingte) Braunerde	łagodna mild	"	20—60
XII	Eberswalde 73	"	"	popiołoziem (zdeg. buro- ziem) Eisenpodsol (degener. Braunerde)	kwaśna sauer	"	
XIII	Frankfurt n/O. 79	morena czołowa Endmoräne	piasek miałowy feinsandiger Sand	buroziem Braunerde	łagodna mild	"	20—60
XIV	Frankfurt n/O 80	"	piasek ziar- nisty Grobsand	zdegener. buroziem degener. Braunerde	"	"	

*) Dla korzeni sosny — Für Kiefernwurzel.

NYCH STANOWISK

TERSUCHTEN STELLEN

Drzewostan obecny jetziger Waldbestand				Zbliżony typ flo- rystyczny lasu w/g Cajander'a verwandter Waldtypus	Typ drzewostanu w/g Bestandestyp nach Hartmann'a		Drzewostan poprzedni Vorbestand	Właściwy typ zrze- szenia leśnego Eigentli- cher Wald- gesell- schafts-ty- pus
Skład gatun- kowy Holzer	Wiek prze- ciężny Durchschnittsalter	Wysokość-Höhe	Bonitacja w/g Bonität nach Schwappach		Florystyczny Floristischer	Glebowy Bodenkun- dlicher		
9	10	11	12	13	14	15	16	17
so. Ki + bu. Bu	80 45	22 10	II III	<i>Oxalis myr- tillus</i>	typ mieszany <i>Airaflex, Hyp- num Schreb. i Pteris aquil.</i> z trawami sł. <i>Aira flex Aira flex-Süssgras</i> Mischtyp	IV. (głębo- ko) naglinny IV. Kiefern- lehmtyp m. tief anstehendem Lehm	sosna poj. brzoza, dąb Ki. einzeln Bi. Ei.	<i>Pinetum herbosum</i>
so. Ki	78	20	II-III	"	"	"	"	dtto
so. Ki + bu. Bu	160 57	27 18	II-III III	<i>Myrtillus</i>	jagodzinowo trzcinnikowy Segge-Beer- krauttyp	III. (miałowo) piaskowy III. Sandtyp	niestwier- dzony nicht festgestellt	"
so. Ki	65	18	II-III	"	"	"	"	"
so. Ki + bu. Bu	138 90	30 25	I-II II	<i>Oxalis</i>	słodkotra- wiasty Süssgras typ	III. (średnio) naglinny III. Kiefern- lehmtyp m. mässig tief an- stehendem Lehm	sosna różno- wiek. w dom. dąb, buk, spor. brzoza ungleichaltrige Ki. mit Ei. Bu. spor. Bi.	<i>Pineto querceto fagetum</i>
so. Ki	91	23	II	<i>Oxalis myrtillus</i>	mieszany: trawy słodkie z <i>Aira flex.</i> i <i>Myrtillus</i> Mischtyp von Süssgräsern m. <i>Aira flex.</i> u. Heidelbeere	"	nieznany prawdopo- dobnie jak XI unbekannt wahrscheinlich wie XI	obecnie <i>Pinetum myrtillo- sum</i> derzeit
so. Ki + bu. Bu	85 28	22 7.5	II II-III	"	mieszany: <i>Aira flex.</i> z trawami słodkimi Mischtyp von <i>Aira flex.</i> m. Süssgräsern	IV. (warstwo- wano-) pia- skowy IV. Sandtyp m. wechselnden Schichten	niestwier- dzony nicht festgestellt	<i>Pineto quercetum</i>
so. Ki	85	21	II-III	"	"	"	"	dtto

SKOROWIDZ BADA

ÜBERSICHT DER UN

Stanowisko Nr. Stelle	Miejscowość (Ndl. Oddz.) Untersuchungs- Ort (Obf. Jag.)	Gleba — Boden			Rodzaj próchnicy	Woda gruntowa *) Grundwas- ser	Głębokość gł. za- korzenia buka Haupt-Bewarzelungs- tiefe d. Buche cm
		Warstwa geolog. (rodzaj) Geologische Schichte (Gattung)	Gatunek Art	Typ Typ			
		3	4	5			
I	2	3	4	5	6	7	8
XV	Frankfurt n/O 151	piasek alu- wjalny Alluvialsand	piasek ziarnisty Grobsand	popiołoziem żelazowy Eisenpodsol	kwaśna sauer	osiągalna erreichbar	10—30
XVI	dtto	"	"	"	"	"	
XVII	Frankfurt n/O 141	morena czołowa Endmoräne	piasek miałowy feinsandiger Sand	popiołoziem (zdegener. buroziem) Eisenpodsol (degenerierte Braunerde)	"	nieosią- galna unerreich- bar	15—<
XVIII	Frankfurt n/O 141	morena czołowa Endmoräne	"	"	"	"	
XIX	Biesenthal 280 f.	żwirtek pradolinyowy Talgrand	żwirkowy piasek ziarnisty grandiger Grobsand	butoziem Braunerde	łagodna mild	osiągalna erreichbar	30—70
XX	Biesenthal 280 f.	"	"	"	"	"	
XXI	Chorin 13 b	morena denna Grundmoräne	szczyrk pylasty staubsandiger lehmiger Sand	buroziem (warunkowy) Braunerde (bedingte)	"	nieosią- galna unerreich- bar	20—50
XXII	Chorin 13 b	"	szczyrkow. piasek pylasty anlehmiger Staubsand	popiołoziem (zdegener. buroziem) Eisenpodsol (degenerierte Braunerde)	kwaśna sauer	dtto	

*) Dla korzeni sosny — Für Kiefernwurzel.

NYCH STANOWISK

TERSUCHTEN STELLEN

Drzewostan obecny jetziger Waldbestand				Zbliżony typ flo- rystyczny lasu w g Carander ^a verwandter Waldtypus	Typ drzewostanu w/g Bestandestyp nach Harlmann ^a		Drzewostan poprzedni Vorbestand	Właściwy typ zrze- żenia leśnego Eigentli- cher Wald- gesell- schafts-ty- pus
Skład gatun- kowy Holzart	Wiek prze- ciężny Durchschnitts alter	Wysokość—Höhe	Bonitacja w/g Bonifat nach Schwappach		Florystyczny Floristischer	Glebowy Bodenkund- licher		
9	10	11	12	13	14	15	16	17
so. Ki + bu. Bu	80 32	21 7	II III	<i>Vaccinium</i>	niejednolity nicht einheitlich <i>Aira flex.</i> <i>Cal- luna</i> , <i>Vacc. v. id.</i>	V. piaskowy osiągająco- wodny V. Sandtyp m. f. d. Kiefern- wurzel erreich- bare n Grund- wasser	niestwier- dzony nicht- festgestellt	<i>Pinetum hyloco- miosum</i>
so. Ki	80	20	II-III	"	"	"	"	dtto.
so. Ki + bu. Bu	75 30	19 3,5	II-III IV-V	<i>Oxalis myrtillus</i>	mieszany: <i>Myrtillus</i> i trawy słodkie <i>Myrtillus</i> -Süss- gras-Mischtyp	IV. (głęboko) naglinny IV. Kiefern- lehtyp m. tief anstehendem Lehm	"	<i>Pinetum querceto- sum</i>
so. Ki	+ 75	19	III II	"	"	"	"	"
so. Ki X bu. Bu	126 70	27 21	I-II II	<i>Oxalis</i>	mieszany: <i>Airaflex.</i> - <i>Hyp- num</i> z trawa- mi słodkimi Mischtyp von <i>Aira flex.</i> — <i>Hypnum</i> mit Süssgräsern	II. (ziarnisto) piaskowy II. Sandtyp (Grobsande m. Kiesschichten)	prawie czy- sty bukowy fast reine Buche	<i>Pinetum querceto fagetum</i>
so. Ki	125	26	II	"	"	"	dtto. sporad. dąb brzoza dtto. spor. Ei. Bi.	"
so. Ki X bu. Bu	92 40	25 13	I-II II	"	słodkotra- wiasty Süssgras- typ	III. (średnio-) naglinny III. Kiefernlehm- typ m. mässig tief anstehen- dem Lehm	buk, dąb poj. grab. Buche Eiche einzeln Hain- buche	<i>Querceto fagetum</i>
so. Ki	70—80	24	II-I	<i>Myrtillus</i>	<i>Myrtillus</i> , <i>Aira flex</i> , trawy słodkie Mischtyp v. <i>Myrtillus</i> , <i>Aira flex.</i> u. Süss- gräsern	"	dtto	<i>Querceto fagetum</i>

towi do Zurychu ze wzgl. na mogące zachodzić przez zmieszanie zmiany w ilościach bakteryj, rezygnowałem z korzyści próbek mieszanych.

Tutaj chciałem też podnieść specjalne szczegóły jakie ze względu na biologiczno - bakterjologiczny charakter badań stosowałem. A więc łopatkę wojskową, jakiej do pobierania próbek używałem, za każdym razem wycierano przez kilkakrotne wbicie w warstwę gleby, z której próbka miała być pobrana, aby wyeliminować obcą mi-



Fot. autor

Rys. 1. Eberswalde Oddz. (Jag.) 73
Jedno z miejsc pobierania próbek gleby na stanowisku XII.
Einer der Bodenproben Entnahmepunkte auf der Stelle Nr. XII.

kroflorę. Charakter badań bakterjologicznych miał na celu nie absolutne stwierdzenie obecności jakiegoś rodzaju (gatunku bakteryj), lecz rzeczywistą działalność danej grupy bakteryj w glebie, względnie stosunki ilościowe, wobec czego zdają się być wystarczającymi środki zaradcze zastosowane przy sposobie pobierania próbek.

Próbki gleb (o wadze 1—2 kg) pobierano osobiście przez wycinanie łopatką (względnie sterylizowanym nożem na wbitą w żądaną głębokości łopatkę) i przewożono w czystych, płóciennych woreczkach

do laboratorium, gdzie w terminie zazwyczaj nie dłuższym, jak 12—24 godz. były poddawane wstępnym analizom. Przechowywano je w międzyczasie, w stanie absolutnie świeżym w chłodnej piwnicy. Jedynie próbki przesyłane do Z u r y c h u posiadały po kilka dni czasu pomiędzy pobraniem a badaniem, jednak było to bez większego znaczenia dla rezultatów badań, ponieważ przypadało na okres mrozów, tamujących działalność bakteryj.

Stosowanie do pobierania próbek początkowo mosiężnej rurki *Noyes'a* (*Stoklasa* 103) okazało się niepraktyczne wskutek trudności operowania nią w przerosłej korzeniami glebie naturalnej, wobec czego później tego zaniechano.

Do czysto bakterjologicznych badań w Z u r y c h u powtórne pobieranie próbek odbywało się przez wycinanie łopatką kostek ziemi (20 × 20 cm) i zawijanie ich bezpośrednio potem w duże arkusze papieru pergaminowego o ile możliwości bez dotykania ręką. W ten sposób mogłem później w laboratorium pobierać próbki częściowe z kilku miejsc rozłamanej bryłki.

Próbki pobierano dla ilościowych i jakościowych analiz gleboznawczych i biochemicznych, od początku lipca do końca października 1928 r., zaś dla badań czysto bakterjologicznych — w okresie od 9-go do 14-go stycznia 1929 r. Ponadto dla wstępnych badań bakterjologicznych i t. p. pobrano na pewnych stanowiskach (po raz trzeci) próbki w ciągu listopada 1928 r.

Próbki w każdym z porównywanych drzewostanów pobierano w ciągu tego samego dnia, o ile pierwszy pobór wszystkich próbek, w początku, (dopóki nie unormowałem techniki robót laboratoryjnych) odbywał się na porównawczych stanowiskach wyjątkowo nie w jednym dniu, to pobierano przynajmniej jednocześnie próbki z tej samej głębokości profilów porównawczych.

Ponieważ absolutna zawartość saletry w glebie nie jest miarą rzeczywiście zachodzącej w niej szybkości rozkładu materji, gdyż np. najsilniej w pewnym okresie nitryfikujące gleby mogą chwilowo wykazywać najmniejszą zawartość azotanów, bo mogą one być, zwłaszcza na glebach piaszczystych wymywane, względnie w pewnych wypadkach usuwane przez bakterje denitryfikujące, lub przemieniane zpowrotem na związki organiczne przez wyższe rośliny nieprzyswajane, przeto niezbędną jest w zasadzie znajomość początkowej

i końcowej zawartości produktów przemiany materji dla określenia zdolności gleby w tym względzie.

Ta zdolność gleby zależy od czynników otoczenia, jak: ciepłota, wilgotność etc., przeto w czasie okresu badawczego, względnie inkubacji warunki te muszą być optymalne i identyczne dla porównywalnych gleb. Niezbędną staje się analiza ilościowa wykonywana na początku i na końcu pewnego okresu. Początkowa analiza ilościowa może być zbędną w wyjątkowych tylko wypadkach, mianowicie w wypadku dowiedzionego braku uchwytniej ilości szukanego związku w pewnych glebach. W odniesieniu do azotanów wypadek taki zachodzi w przeprowadzanych badaniach, gdyż badane gleby obu typów w próbkach pobranych wprost z lasu, nie posiadały ich w ilościowo uchwytnych wielkościach wcale. O ile fakt ten związany jest z właściwościami badanych gleb leśnych, a o ile stoi w związku ze znanem okresem wahaniem się zawartości azotanów w glebie, musi pozostać narazie niewiadomem.

Wypadek wpływu zmian rocznych na brak azotanów możliwy jest zwłaszcza na buroziemach, które mogłyby wykazywać, bodaj znikome ilości azotanów w próbkach świeżych, w miesiącach późnej wiosny, w okresie, gdy normalna krzywa rocznego przebiegu zawartości azotanów osiąga swe maximum*), pomimo, iż w porze badań, w lecie nie posiadały nawet śladów.

Wittich (119 s. 63) w badaniach swych, w okolicach pobliskich terenom badanym przezemnie, spotkał się również z tem zjawiskiem, gdyż nie znalazł pierwotnej zawartości azotanów w żadnej próbce, z wyjątkiem pobranych późną wiosną. W glebach zaś, wykazujących silny porost traw, nie znajdował saletry nawet w tej porze. W lecie, lub z końcem tegoż i w jesieni, jak czytamy u *Wittich'a*, zawartość azotanów całkowicie znika. Na tej podstawie dochodzi on do wniosku, że wytworzone w ciągu okresu wegetacyjnego ilości azotanów zostają do zimy całkowicie uprowadzone przez wody wsiąkające, o ile nie zostaną pobrane przez rośliny.

Gleba nie posiada wcale zdolności absorbcyjnych dla soli saletowych. Stąd też łatwo zrozumiałe jest, że w niektórych próbkach świeżo pobranych, azotanów być nie mogło, zwłaszcza, o ile pobieranie próbek odbywało się z końcem lata lub w jesieni. Usprawiedliwione więc jest nieraz niewykonywanie początkowych analiz ilości-

*) Według *Fehera* (35, s. 572), jak wiadomo, maximum krzywej azotanów przypada na miesiąc kwiecień i maj.

wych azotanów w próbkach świeżych, a jedynie stwierdzenie jakościowe ich nieobecności. W moim wypadku, opierając się na wynikach badań *Altonen'a* (1, s. 32 i 36), należało się spodziewać nieobecności azotanów w próbkach, pobranych wprost z lasu.

Dla amoniaku, dwukrotna analiza ilościowa była niezbędna z racji absorbowania go przez glebę i celem określenia zdolności amoniakotwórczej. Z reguły pierwotne analizy amoniaku wykonywałem nie później jak w kilka dni po przyniesieniu próbek z lasu.

Celem określenia siły amonifikacyjnej i nityfikacyjnej, część przyniesionej z lasu gleby oznaczywszy jej wilgotność i maksymalną pojemność wodną (patrz 17) nastawiałem z reguły w ciągu kilkunastu względnie kilkudziesięciu godzin po pobraniu, w odpowiednie dla inkubacji warunki. Warunki te dotyczyły przede wszystkim temperatury i wilgotności.

Jak wynika z przytaczanych u *Wittich'a* badań *Schönbrun'a* nad wpływem temperatury na przebieg amonifikacji i nityfikacji, wybitne okresowe zmiany i perjodyczność tych procesów zależą wyłącznie od danej temperatury, a nie od przystosowania się bakterij w ciągu tysiącleci do istniejącego w naturze następstwa pór roku. Dlatego, pragnąc w dokonanych porównawczych badaniach uwolnić się od wpływu temperatury pór roku zdecydowałem zastosowanie równomiernej, podwyższonej temperatury, aby umożliwić sobie bezpośrednie porównywanie wszystkich próbek. Przez podwyższenie temperatury osiąga się wprawdzie przyspieszenie czynności bakterij, jednak nie jest ono wcale tak nienaturalnem, jakby przypuszczać można. *Schönbrun* (110, s. 545), wykazuje bowiem, że przy utrzymaniu stałej temperatury 30°C. w ciągu całego roku, krzywa azotonowa była tylko o 20% wyższą od takiejże krzywej, uzyskanej w normalnej temperaturze. Aby móc obliczać przeciętne z wszystkich badanych stanowisk zmuszonym się jest używać również jednostajnej temperatury.

Inkubacja w temperaturze normalnej, pominąwszy, iż musiała by trwać nieco dłużej, dozwalałaby na porównanie próbek jedynie równocześnie nastawionych. Możliwe byłoby to więc tylko przy niewielkiej ilości próbek, z uwagi na pochłanianie paru dni czasu na nastawienie zaledwie kilku. (Równocześnie byłem w stanie nastawiać zaledwie 6—12 próbek z dwóch porównywanych nawzajem stanowisk, jednego z bukiem — drugiego — bez).

Czynnik wilgotności, w/g wyników badań licznych autorów (cytowanych przez *Wittich'a* (119), jak *Ginstiani*,

Schloessing, Coleman, Tran, Gainez, Metzle), ma wpływać na nitryfikację w ten sposób, że ze wzrostem wilgotności do pewnego optimum, nitryfikacja wzmacnia się, a po przekroczeniu tegoż — raptownie spada. Optimum to zależy nie tylko od rzeczywistego stopnia wilgotności, ale od stosunku jego do pojemności wodnej gleby — i ma się znajdować przy ok. 60% maksymalnej pojemności wodnej.

Uzupełniałem więc wilgotność wszystkich próbek przez dodawanie wynikającej z obliczenia ilości ccm wody wodociągowej. Jedynie w próbkach surowo - próchnicznych z warstwy butwienia, gdzie pojemność wodną niemożliwym było dokładnie ustalić, dodawałem indywidualną, lecz jednakową dla porównanych bezpośrednio próbek ilość wody, uważając, aby nie przekroczyć owego optymalnego stanu wilgotności, którego przekroczenie wpływa szkodliwie.

4. BADANIA NAD AMONIAKIEM.

a) METODYKA

Oznaczanie amoniaku dokonywałem dwukrotnie — raz na próbkach świeżych, drugi raz — na tych samych próbkach i tą samą metodą analizy, po ca 2-miesięcznej inkubacji, tj. przechowaniu w optymalnych warunkach dla działalności drobnoustrojów. W ten sposób otrzymywałem z porównania siłę i zdolność amonifikacyjną gleb. W tabelach wyniki badania pierwszego, czyli początkowej zawartości amoniaku będę oznaczał I, zaś drugiego, t. j. po okresie inkubacji — II.

Ścisłe oznaczanie amoniaku w glebie przedstawia dość duże trudności z powodu silnej absorpcji amoniaku przez glebę, co może mieć miejsce zwłaszcza w próbkach z surową koloidalną próchnicą. Uwalnianie absorbowanego amoniaku silniejszymi zabiegami prowadzi często do rozszczepienia innych połączeń azotowych, jak białko etc. (*Hesselman* 50, s. 564). Z tego powodu wyciąganie wniosków co do siły amonifikacyjnej gleb z analiz amoniaku, powinno mieć miejsce dopiero przy dużych różnicach.

Zastosowałem metodę kombinowaną analizy, postępując przy ekstrakcji częściowo w sposób zbliżony do używanego przez *Aaltonen'a* (1) dający możliwie najdokładniejsze wyniki wg wspomnianego autora. Jest to metoda *Bengtsson'a* i *Harper'a* (*Soil Science* 1924), używająca do ekstrakcji 0,5 norm. KCl. Samego oznaczania NH_3 w destylacie dokonywałem miareczkowaniem (jak *Hesselman* (50), metodą *Boussingolta* i *Schloessinga*), a nie kolorymetrycznie, jak *Aaltonen*.

Do analizy brałem zarówno z próbek próchnicznych jak mineralnych 20 g przeschniętej (nieprzesiewanej) gleby, wzgl. od próbki V 27 począwszy, równoważną część, odpowiadającą substancji suchej, aby uniknąć późniejszych przebiegów wyników analiz (25 g brałem tylko przy pierwszych 12 próbkach). W próbkach inkubowanych używałem do analizy ilość równoważną 20 gramom substan-

cji suchej, określając dodatkowo absolutny procent wilgotności próbek bezpośrednio przed analizą.

Ekstrakcji dokonywałem w wysokich cylindrach szklanych, zamykanych hermetycznie, przez dwukrotne wytrząsanie po pół godziny przy pomocy maszyny elektrycznej, za każdym razem ze świeżymi 200 ccm 0,5 n KCl. Ekstrakty przesączałem przez sączki zwijane (*Schleicher & Schüll* Nr. 588 (p 15 cm). Kwaśne, surowo-próchniczne próbki z warstwy butwienia przesączały się b. wolno.

Półowę, z ogólnej ilości, użytego roztworu KCl z przesączonego zbiorowo ekstraktu poddawałem destylacji z 2 g MgO, do chwili zmiany barwy czerwonego papierka lakmusowego, łapiąc uwolniony amoniak do kolbek *Erlenmayer'a*, w których było nieco wody destylowanej i 5 ccm 0,1 n HCl (wzgl. 10 ccm, przy drugim oznaczaniu od próbki XVII 76 począwszy). W kolbkach tych oznaczałem ilość amoniaku przez miareczkowanie 0,1 n NaOH.

Kontrolne podwójne analizy wykazały naogół zgodne rezultaty, o ile przy destylacji zwracałem uwagę na niezagrzewanie się zbiorników, wobec czego, mając na uwadze możliwe niedokładności, uważałem tę metodę jednak za wystarczająco ścisłą do moich porównawczych wyników. (Wg *Hesselman'a* dokładność metody waha się w granicach — 5%, maks. do 10%).

b) OMÓWIENIE BADAŃ ZAWARTOŚCI PIERWOTNEJ I KOŃCOWEJ AMONIAKU ORAZ SIŁY AMONIFIKACYJNEJ.

a). Zawartość pierwotna i końcowa amoniaku w glebie całkowitej i w jej próchnicy, oraz siła amonifikacyjna badanych typów gleb w warstwie butwienia, — a zmiany zachodzące wskutek domieszki buka.

Zastanówmy się najpierw, jak przedstawia się ogólna, początkowa zawartość amoniaku, względnie azotu amoniakalnego (obliczona dla suchych próbek) w dwóch badanych typach gleb, aby na podstawie porównania zawartości NH_3 w uboższym popiołoziemiu i produktywniejszym buroziemiu do pewnego stopnia ocenić później wpływ buka.

Wogóle badane próbki należałoby zaliczyć do bogatych w azot amoniakalny, porównując je z cyframi *Schloessing'a* (patrz *Bodenkunde* — *Ramann*, str. 26).

Jak wynika z tabeli Nr. 1, zazwyczaj zawartość azotu amoniakalnego w buroziemiach jest znacznie wyższa, aniżeli w popiołoziemach. Zgodne byłoby to z wynikami *Hesselman'a* (50), jako też *Altonen'a* (1). Są do pomyślenia różne przyczyny tego, lecz stwierdzenie ich wymagałoby specjalnych badań. Przyjąć należy, że szybsza humifikacja na typach lepszych jest powodem zwiększonej amonifikacji oraz prze-

TABELA Nr. 1. Zawartość amoniaku [pierwotna (I) i po inkubacji (II)] w substancji suchej próbek całkowitych oraz siła amonifikacyjna

Ammoniakstickstoff — Gehalt [zu Beginn (I) u. am Ende (II) der Lagerzeit] in Trockensubstanz der Totalproben und Ammonifikationskraft.

Popiołoziem — Podsol									Buroziem — Braunerde										
sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche					sośnina Kiefernbestand					sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche					sośnina Kiefernbestand				
Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na Ammoni- fikations- kraft %		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na Ammoni- fikations- kraft %		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₂ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na Ammoni- fikations- kraft %		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na Ammoni- fikations- kraft %	
	I	II		I		II		I	II			I	II			I	II		
próbki z warstwy butwienia — Proben aus der Humusdecke																			
I	13	70	197	181	II	14	57	176	209	V	37	56	84	50	VI	38	126	197	56
III	15	30	140	367	IV	16	33	197	497	VII	39	126	197	56	VII	45	136	232	71
IV	51	77	112	45	X	55	70	105	50	XIII	64	77	161	109	XIV	67	105	239	128
XV	70	28	110	293	XVI	73	42	168	300	XIX	81	112	126	13	XX	84	98	253	158
XVII	76	126	237	88	XVIII	78	70	183	161										
					XII	61	56	84	50	XI	58	63	105	57					
					XXII	90	126	157	25	XXI	87	84	118	40					

ciężnie niższej całkowitej zawartości azotu (patrz *Chodziecki* 17), którego pomimo to znacznie większy odsetek jest w tym typie udostępniony dla pobierania przez rośliny. Wiąże się to też zapewne z lepszymi ogólnymi warunkami bytowania dla bakterij na buroziemach.

Ponieważ jednak w typie buroziemiu znajdują się już również warunki rozwoju i dla bakterij nitryfikacyjnych, biorących amoniak za produkt wyjściowy, przeto stosunkowe podwyższenie zawartości amoniaku w tym typie po inkubacji może być nawet mniejsze. Potwierdzenie tego znajdujemy w dalszych rozważaniach (tabela Nr. 11).

Jeszcze lepiej widzimy większą zawartość pierwotnej ilości amoniaku w buroziemach w stosunku do popiołoziemów na tablicy Nr. 5, wykazującej zawartość $\text{NH}_3\text{-N}$ w odniesieniu do próchnicy. Wynik jest również zgodny z rezultatami badań innych autorów krain północnych (*Altanen* 1). W ocenie tego faktu zwrócić należy uwagę na rzucający się w oczy przeważnie niższy procent próchnicy w warstwie butwienia, a w związku z tem większy zazwyczaj odsetek amoniaku w próchnicy na badanych przeze mnie glebach środkowo-europejskich.

W próbkach (w ciągu 5—7 tygodni) inkubowanych, bez względu na ilość amoniaku, również utrzymuje się zawartość jego w buroziemach na odpowiednio wyższym poziomie, aniżeli w popiołoziemach, co umacnia wypowiedzianą zasadę.

Z różnicy pomiędzy początkową a końcową zawartością amoniaku otrzymujemy t. zw. siłę amonifikacyjną gleby, obliczaną procentowo w odniesieniu do wartości początkowej azotu amoniakalnego. Niektórzy bakterjologowie — *Stoklasa* (103, s. 549) nazywają niesłusznie siłę amonifikacyjną zwykle „siłą gnilną“. Okazuje się, że tak obliczona siła amonifikacyjna*), niezależnie od tego, czy weźmiemy ją dla amoniaku w całych próbkach, czy dla amoniaku w próchnicy, jest wyższa ca dwukrot-

*) Ammoniakbildungsvermögen, Ammonifikationskraft. *Hesselman* (l. c.). wyraża ją inaczej, gdyż stosunkiem amoniaku do całkowitego azotu, jako wykładnik, odsetek amonifikacyjny, względnie współczynnik mobilizacyjny (Mobilisierungskoeffizient).

nie na popiołoziemach, aniżeli na buroziemach.

Według *Denison'a* (*Lundegardh* 75, s. 335), sole glinowe mają wzmacniać działalność organizmów amonifikacyjnych, a wstrzymywać działalność nitryfikujących. (Jest to szczególnie ważne dla próbek z gleby mineralnej). Ponieważ wolne Al-jony występują przede wszystkim w glebach kwaśnych (według *Hartmann'a* (43) poniżej pH 5,0), to może w tem leżeć przyczyna przewagi siły amonifikacyjnej w glebach wspomnianych.

Z badań *Hesselman'a* (50, s. 310) wnosić możnaby o zwiększonej sile amonifikacji popiołoziemów o tyle, że wykazuje on kulminację tworzenia się amoniaku przy większym stopniu kwasowości, aniżeli spotykany przeze mnie na buroziemach. Z powodu słabszej nieco kwasoty efekt siły amonifikacyjnej mógłby też się obniżać, gdyż rozpoczyna się już (granica $\pm$ pH 5,0), jak można przypuszczać, częściowa nitryfikacja amoniaku.

W badaniach innemi metodami (*Remy'ego*) stwierdził *Hesselman* pierwotnie (w 1917 r.), że łagodno-próchniczne gleby z reguły powodują silniejsze wydzielanie NH_3 , aniżeli gleby surowo-próchniczne.

Należy uważać, wnioskując z powiedzianego powyżej, obniżenie się siły amonifikacyjnej w warstwie butwienia za efekt dodatni, znamionujący poprawę siedliska w typach nitryfikujących, zaś za ujemny w takich glebach, które już tej własności nie posiadają i gdzie amoniak jest głównym pokarmem azotowym drzew.

Jak w świetle tych faktów przedstawia się wpływ buka? Badania uprawniają do wniosku (patrz tabela Nr. 1 i 5 oraz wykres ryc. 2), że w warstwie butwienia, w buroziemach drzewostan sosnowy z podszytem buka obniża zarówno zawartość początkową amoniaku (przeciętnie o 25% w porównaniu z czystą sosną), jak i w znaczniejszej jeszcze mierze zawartość końcową. Przeliczona na próchnicę zawartość amoniaku, pod wpływem buka, w tym typie gleby zmniejsza się w jeszcze nieco większej mierze (31%, względnie 49%).

Na popiołoziemach obniżenie analogiczne nie występuje. Raczej można powiedzieć o podwyższeniu, jeżeli weźmiemy pod uwagę zawartość amoniaku w całych próbkach. W odniesieniu do próchnicy jednak występuje znowu nieznaczne obniżenie zawartości amoniaku ($-0,5\%$, względnie $-5,9\%$).

Z głębszego wniknięcia w tabelkę i porównania jej z opisami szczegółowymi siedliska (patrz *Chodźicki* 17) można zauważyć, że wszędzie, gdzie w terenie dał się zauważyć stan korzystniejszego rozkładu ściółki i większej sprawności gleby w drzewostanie mieszanym niższa jest zawartość amoniaku, aniżeli w czystym, sosnowym, we wszystkich analizach tak początkowych, jak i końcowych, w odniesieniu do całkowitych próbek i do próchnicy. Pomimo tego, nie można przyjąć, iż obniżenie zawartości amoniaku w tej warstwie przez buk jest cechą dodatnią, gdyż wynik analiz własnych i obcych w odniesieniu do typów gleb i lasów zgodnie potwierdzają, że im jest lepszy typ, tem większą bywa zawartość amoniaku. Przypuszczać należy, że pod wpływem buka może część amoniaku jest niezwłocznie przemieniana w inne związki przyswajalne, korzystne dla roślin i łatwo wymywalne. Może też być, czego dotychczas nie stwierdzono, że tworzenie się amoniaku podlega wahaniom w ciągu roku i że dotyczący interwał inny jest u zrzucających liście drzewostanów, aniżeli u sosnowych.

Zastanówmy się nad wpływem przymieszki buka na siłę amonifikacyjną. Przedewszystkiem z pod rozważań tabeli trzebaby wyłączyć, jako pod względem biologicznym nieidentyczne, zgrupowane na oddzielnych wykresach, stanowiska, na których usunięcie buka zdołało wprowadzić zmianę typu gleby (XI/XII — XXI/XXII t. zw. buroziemy warunkowe). Dalej pamiętać należy z badań obcych (*Hesselman* 50), iż siła amonifikacyjna ma z wiekiem drzewostanu, o ile jest zwarty, opadać.

Nie uwzględnivszy nawet wspomnianych dwóch wypadków względnej nieporównywalności biologicznej stanowisk (XI—XXI), wpływ buka na siłę amonifikacyjną omawianej warstwy jest w większości wypadków ujemny, jeżeli zaś te wypadki wyeliminujemy, to obniżenie siły amonifikacyjnej przez zwarty podszyt buka spotkamy we wszystkich pozostałych. Wielkość obniżenia jest przeciętnie większa na buroziemach, aniżeli na popiołoziemach, jednak wykazuje ona znaczne wahania w poszczególnych wypadkach.

Przeciętne obniżenie siły amonifikacyjnej pod bukiem na buroziemach wynosi blisko połowę, podczas gdy na popiołoziemach jest nieco słabsze w ciągu okresu porównawczego.

Jakie są tego następstwa dla wydajności siedlisk i jakie przypuszczalne powody są przyczyną tego faktu?

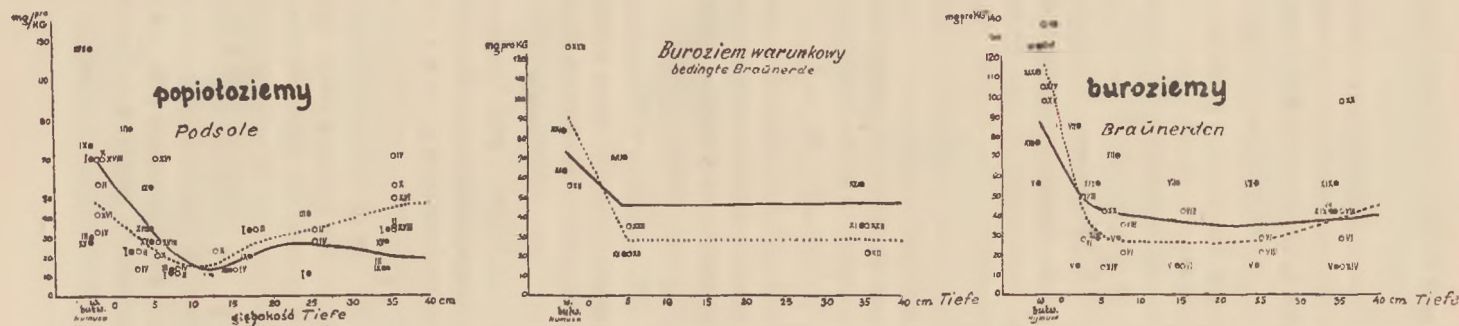
Dla wydajności siedlisk i produkcji drewna zapewne zmiany te w wierzchniej warstwie bezpośrednio na przyroście drzew jeszcze się nie odbijają, gdyż drzewa zakorzenione są znacznie głębiej. Inaczej zmiany te odbić się mogą na warunkach odnowienia naturalnego (*Burger* 11), dla którego mogą mieć poważne znaczenie ze względu na rozwój siewek i podrostu.

Nasuują się tutaj trzy możliwości, mogące uchodzić za przyczyny obniżenia siły amonifikacyjnej przez buk: 1) albo buk nie sprzyja wogóle działalności bakterij amonizacyjnych w warstwie butwienia, 2) albo wzmacnia tak znacznie działalność bakterij nitryfikacyjnych, że efekt ilościowy produkcji amoniaku pozostaje ujemny, lub wreszcie 3) może buk wzmacniać na typach, niezdolnych do nitryfikacji, znacznie działalność drobnoustrojów, redukujących amoniak na azot elementarny (dezamonifikacja).

Przyczyną pierwszego wypadku mogłoby być zacienienie gleby, czyli wpływy mikroklimatyczne, lub wytwarzanie się ze ściółki bukowej jakichś substancyj szkodliwych dla bakterij amonifikacyjnych. W tym wypadku niesprzyjanie działalności bakterij amonifikacyjnych musiałoby iść w parze z niesprzyjaniem działalności bakterij nitryfikacyjnych, co miały stwierdzić dalsze badania.

W drugim wypadku, gdyby obniżenie zawartości amoniaku i siły amonifikacyjnej było skutkiem intensywniejszej działalności bakterij nitryfikacyjnych, fakt obniżania byłby dla żyzności siedliska w wielkiej mierze dodatni, w pierwszym i w trzecim wypadku zaś—ujemny. Ponieważ dezamonifikacji, ani wyraźnego wzmacniania nitryfikacji (patrz niżej) w warstwie butwienia pod bukiem podczas badań nie stwierdziłem, przeto przyjmuję, zwłaszcza, że buk łagodzi tutaj i kwasowość, za główną przyczynę osłabienia przez buka siły produkcyjnej amoniaku w warstwie butwienia nadmiar związków organicznych, nierozłożonych w dostatecznej mierze dla bakterij amonifikacyjnych, ponieważ wpływy mikroklimatyczne w warunkach laboratoryjnych zostały wyeliminowane.

Z porównania wyniku analiz z opisami stanowisk wypływa również, że z występowaniem runa trawiastego wzmacnia się siła amonizacyjna. W każdym razie wnioskować można, iż buk na samej powierzchni gleby pogarsza warunki siedliskowe dla roślin amonia-



Ryc. 2. Pierwotna zawartość amoniaku w glebie z pod sośnin litych o i sośnin z bukiem — ●
 Ursprünglicher Ammoniak-Gehalt im Boden unter reinen Kiefernbeständen o und Kiefernbeständen mit Buche — ●

kozywnych, z drugiej jednak strony niewiadomo, czy urabia je raczej dla autotroficznych, azotanożywnych, a to byłoby ważnym faktem dla fitosocjologii (patrz niżej).

β). Początkowa i końcowa zawartość amoniaku, oraz siła amonifikacyjna w glebie całkowitej badanych typów z głębokości 0—10 cm a zmiany wywołane przez buka.

Pierwotna zawartość amoniaku w głębokości 0—10 cm była przeciętnie, podobnie, jak i w warstwie butwienia, na buroziemach wyższa, a niżeli na popiołoziemach. Buk, który w warstwie butwienia działał obniżająco, już w głębokości 0—10 cm pod pokładem butwienia powoduje przeciętnie podwyżkę (ca 40%) w porównaniu z czystą sośniną, zwłaszcza w buroziemach.

O ile w pokładzie butwienia na przeszkodzie akumulacji amoniaku przez buka stał zapewne nadmiar nierozłożonej, względnie niedostatecznie tylko rozłożonej materji organicznej, czy też lepsza aercja, wskutek domieszki liści (drobnoustroje amonifikacyjne przeważnie unikają zbytniego dostępu powietrza), lub zmniejszenie wilgotności (patrz *Chodziecki* 17), to w głębokości 0—10 cm dają się zauważyć tylko dobre strony domieszki próchnicy bukowej i zwiększenia wilgotności.

W poszczególnych stanowiskach (V, 27, lub XV, 71) spotykamy w głębokości 0—10 cm obniżoną zawartość amoniaku pod bukiem, lecz gdy w V przyczyną jest zapewne zwiększona nitryfikacja amoniaku, to w X i w XV na typowym popiołoziemiu, przypuszczalnie dostateczna jeszcze ilość korzystnych węglowodanów wstrzymuje mikroorganizmy od szukania źródła energii w związkach azotowych, wskutek czego nie są one rozkładane w szybkim tempie (*Waksman* 110).

Naogół widzimy, że trudno należycie wnioskować o wpływie jakiegoś gatunku drzewa z analiz tylko powierzchniowej warstwy butwienia.

Przejdźmy do omówienia następnej kolumny w tabeli Nr. 2 (zawartość amoniaku w całych próbkach z 0—10 cm głębokości), t. j. do zawartości amoniaku w próbkach inkubowanych przez kilka tygodni.

TABELA Nr. 2. Zawartość amoniaku [pierwotna (I) i po inkubacji (II)] w substancji suchej próbek całkowitych oraz siła amonifikacyjna

Ammoniakstickstoff — Gehalt [zu Beginn (I) u. am Ende (II) der Lagerzeit] in Trockensubstanz der Totalproben und Ammonifikationskraft.

Popiołoziem — Podsol									Buroziem — Braunerde										
sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche					ś o ś n i n a Kiefernbestand				sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche					s o ś n i n a Kiefernbestand					
Nr. stanowi- ska i próbki	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na		Nr. stanowi- ska i próbki	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na	Nr. stanowi- ska i próbki	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na	Nr. stanowi- ska i próbki	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na			
Stelle- u. Probe-Nr.	I	II	Ammoni- fikations- kraft %		Stelle- u. Probe-Nr.	I	II	Ammoni- fikations- kraft %	Stelle- u. Probe-Nr.	I	II	Ammoni- fikations- kraft %	Stelle- u. Probe-Nr.	I	II	Ammoni- fikations- kraft %			
próbki z głębokości 0—10 cm (0—5, 5—10, 0—10 cm) — Tiefe der Proben																			
I	1	23	28	22	II	7	23	26	13	V	27	14	49	250	VI	32	28	84	200
	.2	13	27	108		8	11	13	18		28	28	56	100		33	21	42	100
III	17	85	63	—26	IV	22	14	42	200	VIII	40	84	84	0	VIII	46	49	14	—71
	18	14	161	1050		23	14	14	0		41	70	42	—40		47	35	28	—20
IX	52	56	56	0	X	56	21	21	0	XIII	65	28	42	50	XIV	68	14	31	121
XV	71	28	24	—25	XIV	74	70	24	—66	XIX	82	56	140	150	XX	85	42	28	—33
XVII	77	35	21	—40	XVIII	79	28	14	—50										
					XII	62	21	14	—33	XI	59	21	56	167					
					XXII	91	35	30	—14	XXI	88	70	86	23					

Przedewszystkiem zauważymy również, że i ta wielkość przeciętnie zarówno pod czystą sosną, jak i pod sosną z bukiem, wyższa jest na buroziemach, aniżeli na popiołoziemach. A więc i tu potwierdza się zasada, że im jest lepszy typ gleby, tem jest wyższa zazwyczaj zawartość amoniaku w glebie. *Aaltonen* (1, s. 24) wykazuje też, że im lepszy typ lasu, tem bogatsze w amoniak są jego b-próbki, pochodzące z głębokości 0 — 5 cm pod warstwą butwienia. Zwłaszcza pomiędzy typami *Myrtillus* (według *Cajander'a*), który możemy uważać za przedstawiciela popiołoziemu, a typem *Oxalis—Majanthemum*, który zapoczątkowuje, mojem zdaniem, przejście do buroziemów, widzimy u *Aaltonen'a* l. c. wielką różnicę pod względem amoniaku na korzyść ostatnio wymienionego typu.

Jak wpływa na ilość amoniaku w próbkach inkubowanych buk? Z tabeli Nr. 2 wynika, że pod wyższą on tutaj (0—10 cm) dotyczącą wielkość przeciętną zarówno w buroziemach, jak i w popiołoziemach, zatem podwyższa wybitnie żyzność tej warstwy gleby. Przeciętne podwyższenie zawartości końcowej azotu amoniakalnego przez buka jest raczej niższe w popiołoziemach, aniżeli w buroziemach. Jeżeli przyjmujemy odpowiednią wartość w próbkach z pod czystej sosny za 100, to w drzewostanach sosnowych z domieszką buka wynosi ona w popiołoziemach 164, zaś w buroziemach 174. (W kolumnie popiołoziemów właściwej tabeli, z analizy próbki III, 18 otrzymano grube odbiegającą od większości wypadków wartość, którą należy uważać za błąd analityczny).

Podwyżka zatem jest procentowo większa dla próbek inkubowanych, aniżeli bezpośrednio z lasu pobranych, co przypisuje pewnej roli zacienienia gleby przez buka, wskutek czego w naturze temperatura tej warstwy w drzewostanie z podszytem jest zapewne nieco niższa. Po otrzymaniu jednak identycznych warunków ciepłoty w czasie inkubacji, przewaga wpływu dodatniego buka jeszcze się bardziej uzewnętrzniała.

Rozpatrując omawiane kolumny tabeli ze stanowiska ilości wypadków, w których próbki z pod sośniny z bukiem (nieparzyste rzymskie numera stanowisk) więcej wytworzyły amoniaku, aniżeli próbki (parzyste) z pod sośniny czystej, spostrzeżemy, że ilość ich w warstwie 0—10 cm głębokości na buroziemach, jak i na popiołoziemach

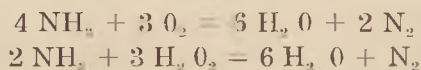
okazała w $\frac{8}{10}$ wszystkich porównań większą zawartość amoniaku w próbkach z pod domieszki buka, aniżeli z pod sośniny litej.

Po inkubacji mniejszą zawartość wykazały tylko V, 27 i XV, 71, które już i początkowo, t. j. wzięte wprost z lasu, posiadały mniejsze ilości amoniaku, aniżeli ich odpowiedniki VI, 32, względnie XVI, 74. Zatem musiały odgrywać tu rolę te same biochemiczne przyczyny, jakie podałem przy omawianiu zawartości początkowej amoniaku w tych próbkach — przyczyny, w których optymalne warunki ciepłoty i wilgotności w czasie inkubacji nie były w stanie zmienić.

Zastanówmy się nad porównaniem wzajemnem wyników I-ej początkowej i II-ej końcowej analizy amoniaku w tych samych próbkach, w omawianej warstwie z 0 — 10 cm głębokości pod pokładem butwienia leżącej, i to wpierw tylko z punktu widzenia typów gleb.

Zauważyć można tu niespotykane wogóle w warstwie butwienia zjawisko, że analizy końcowe niektórych próbek po inkubacji wykazały nieraz znacznie mniejszą zawartość amoniaku, aniżeli przed inkubacją. Wypadki te oznaczone są w tabelach znakiem „minus“, w odróżnieniu od wypadków, w których zawartość amoniaku w czasie inkubacji wzrosła. Wielkości obliczone są w procentach początkowej zawartości amoniaku. Ponieważ strat tych nie można tłumaczyć nitryfikacją, gdyż, jak zobaczymy dalej, występują przede wszystkim na glebach, nie tworzących uchwytynych ilości azotanów, przeto przypisuję to bezpośrednio oksydacji amoniaku na azot elementarny i będę nazywał dezamoniifikacją.

Odbywać się to mogłoby przy bardzo szybkiej oksydacji amoniaku (*W a k s m a n* 110, s. 550), według równań:



Zjawisko to jest bardzo mało znane z naturalnych gleb leśnych. W poznanej literaturze tylko *A l t o n e n* (1, s. 28) o niem wspomina, mówiąc: „należy zwrócić uwagę na szczególny fenomen, który w przeciętnych wartościach nie wychodzi na jaw..., że w wielu próbkach zawartość amoniaku w czasie przechowania obniżyła się. Dalszym godnym uwagi faktem jest, że ilość takich próbek była tem

większa, im gorszy był typ lasu". *Altönen* nie tłumaczy tego zjawiska.

Hesselman (50, s. 527) widocznie też spotkał się z tem zjawiskiem, lecz przy jego sposobie obliczenia nie jako siłę amonifikacji, lecz jako współczynnik mobilizacyjny (ze stosunku amoniaku do całkowitego azotu) zapewne nie wystąpiło tak wyraźnie. Nadmieniam więc tylko, że „pod typową surową próchnicą może spaść współczynnik mobilizacyjny do 0, lub prawie 0, a w starszych drzewostanach iglastych spadek ten występuje i w warstwie butwienia”.

W rolnictwie strata azotu odgrywa poważną rolę przy rozkładzie nawozu. Oksydacja w tym zakresie rozumiana, jako dodawanie tlenu lub odjęcie wodoru z pewnych związków, jest zbliżona do procesu nitrifikacji, czyli utleniania amoniaku na azotyny i azotany. Dezamonifikacja chemicznie nie może być jednak porównana z denitrifikacją, która polega na redukcji, czyli odjęciu tlenu, względnie dodaniu wodoru pewnym związkom. Może nią być tylko w sensie ekonomicznym.

Ponieważ nie miałem możliwości badać końcowej zawartości całkowitego azotu w próbkach inkubowanych, przeto nie ustaliłem, czy w omawianym wypadku straty amoniaku są zarazem ubytkiem całkowitego azotu, czy tylko przyswajalnego dla roślin wyższych. Możliwe, że azot amoniaku wraca w jakieś pierwotne związki. Do zagadnienia tego powrócimy jeszcze przy omawianiu badań nad wiązaniem azotu w glebie.

W każdym razie dezamonifikacja jest zjawiskiem szkodliwym dla produkcji roślinnej. Czy zjawisko to i w jakiej mierze przebiega i w naturze, nie można na podstawie niniejszych badań twierdzić. Możliwie, że w naturalnych warunkach występuje tylko okresowo, w wypadkach podwyższonej temperatury i wilgotności.

Warunki inkubacji w laboratorium widocznie były, w odniesieniu do próbek mineralnych, optymalniejszymi dla utleniających amoniak drobnoustrojów (jak przypuszczam, pokrewnych *Bacillus azotofluorescens*), aniżeli dla tworzących go. Zakres badań nie dozwalał mi na zajęcie się izolacją i identyfikacją wchodzącego w grę organizmu. Można jednak, na podstawie mych badań, wnosić, w jakich glebach należy się spodziewać, względnie obawiać dezamonifikacji i jak oddziałuje buk na częstość i wielkość tego zjawiska (szkodliwego), co w związku z tematem pracy przedewszystkiem nas tutaj interesuje.

Wskutek omawianej dezamonifikacji, na ogół siła amonifikacyjna w warstwie 0—10 cm jest odwrotnie, aniżeli w warstwie butwienia znacznie niższa w popiołoziemach, a wyższą w buroziemach (patrz tabela i wykres ryc. 3, 4, 5).

Przeciętnie siła amonifikacyjna tej warstwy pod czystymi sośninami wybitnie opada w porównaniu z warstwą butwienia, tak na popiołoziemach (z 185 na 8), jak i w buroziemach (z 103 na 50). Natomiast w drzewostanach z domieszką buka w popiołoziemach również opada (z 195 na 156%, względnie na 6% po wyeliminowaniu wspomnianego wyżej skrajnego wypadku III, 18), zaś w buroziemach spotykamy w tej warstwie, pod wpływem buka znaczny wzrost siły amonifikacyjnej (z 55 na 85%). Przypisuję to korzystniejszemu pod bukiem przemieszaniu górnych warstw gleby z próchnicą na buroziemach, gdy w popiołoziemach próchnica gromadzi się głównie w warstwie butwienia (patrz badania nad wpływem buka na zawartość próchnicy, *Chodzicki* 17). Również zależeć to może od zmian kwasowości i stopnia dyspersji domieszanej próchnicy. Faktem jednak jest, że buk podwyższa siłę amonifikacyjną w omawianej warstwie (0 — 10 cm) buroziemów. Przy zestawieniu wszystkich porównań widzimy, iż w przeszło $\frac{8}{10}$ badanych wypadków zachodzi ta korzystna zmiana.

W licznych wypadkach, zwłaszcza na popiołoziemach, nie można jednak mówić o podwyżce siły amonifikacyjnej pod wpływem buka, ile raczej o zmniejszeniu się wielkości dezamonifikacji, gdyż nieraz, zwłaszcza na tym typie gleby, zarówno pod bukiem, jak i pod czystą sosną, znajdowałem podczas badań straty na amoniaku po okresie inkubacji.

Wyniki mych badań zgodne byłyby na tym punkcie poniekąd z badaniami *Hesselman'a* (50, s. 527), który wyraża się w ten sposób: „wyjątki od reguły silnego spadku współczynnika mobilizacyjnego, podczas tworzenia się surowej próchnicy, znajdują się w młodych drzewostanach, lub w wykazujących silną domieszkę gatunków liściastych, kiedy mobilizacja w warstwie próchnicznej niekoniecznie musi być zmniejszona“. Domieszka ściółki liściastej do pokrywy surowo-próchnicowej zdaje się więc przeciwdziałać omawianym nieko-

rzystnym zmianom. W załączonych tabelach odnośnie amonifikacji pod wpływem ściółki bukowej, znajdujemy więc pełne potwierdzenie tych przypuszczeń *Hesselman'a*, z tem zasadniczem zastrzeżeniem, że odnoszą się one jedynie do buroziemów.

Uogólnienie *Hesselman'a* jest wytłumaczalne tem, iż badane przez niego drzewostany z silną domieszką gatunków liściastych były naturalne, więc nie znajdowały się być może na typowych popiołoziemach, z którymi je porównuje.

7). Początkowa i końcowa zawartość amoniaku w glebie całkowitej badanych typów w głębokości 10—30 cm i zmiany pod wpływem buka.

W warstwie 10 — 30 cm mała ilość stanowisk badanych ogranicza możliwość wnioskowania. Z powodu konieczności ograniczenia liczby analiz, z przyczyn ogólnotechnicznych organizacji badań, znaczna część próbek musiała zostać całkowicie wyeliminowana z analiz zawartości końcowych amoniaku, wskutek czego porównanie siły amonifikacyjnej jest możliwe poniekąd do przeprowadzenia tylko na popiołoziemach (patrz tabela Nr. 3). W buroziemach dla próbek z tej głębokości (10—30 cm), można tylko mówić poczęści o zawartości pierwotnej amoniaku i zmianie jej pod wpływem buka. Jak wiemy, zawartość pierwotna mówi tylko o ogólnie większej żyzności siedliska, lecz nie o ekologicznem znaczeniu danego czynnika, w tym wypadku o zaopatrywaniu roślin w amoniak, co do czego informacje dać nam może tylko wielkość produkcji amoniaku w danej glebie w ciągu pewnego czasu, czyli t. zw. siła amonifikacyjna.

Na ogół w warstwie 10 — 30 cm wyniki pierwotnych analiz wykazują, że buroziemy zawierają tę samą, lub wyższą nieco zawartość amoniaku, aniżeli popiołoziemy. Buk zdaje się wpływać na tę wielkość na buroziemach podwyższająco (ok. 35%), na popiołoziemach — obniżająco (ok. 19%) (patrz wykres ryc. 2). Ten sam wynik otrzymamy, o ile weźmiemy ilość poszczególnych porównań pod uwagę, oddzielnie, z głębokości 10—15—20, 20—30 cm, względnie 10—20 i 20—30 cm.

W porównaniu z badanymi próbkami z warstwy butwienia, próbki z 10—30 cm wykazują, zwłaszcza na buroziemach, znacznie niższą zasobność w amoniak, co może być uzasadnione spadkiem zawartości próchnicy.

O wynikach analiz amoniaku w próbkach inkubowanych tej

warstwy (10—30 cm) można mówić tylko odnośnie popiołoziemów. Analizy wskazują na zwiększanie zawartości w stosunku do poprzedniej warstwy, lecz nieosiągnięcie pomimo to więcej, jak $\frac{1}{3}$ ilości amoniaku, wykrytej w warstwie butwienia. Zawartość końcowa azotu amoniakalnego, podobnie jak i pierwotna, a tem samem i siła amonifikacyjna popiołoziemów, wykazują jeszcze depresję w warstwie 10—30 cm. Przypisuję to ubóstwu chemicznemu tej warstwy, gdyż jest to przeważnie znany poziom A_2 klimatycznego profilu glebowego, gdzie zubożenie, powodowane wylugowaniem, postąpić może widocznie aż tak daleko, że wstrzymuje w rozwoju, nawet znoszące stosunkowo kwaśną reakcję gleby, drobnoustroje amoniakotwórcze. Buk, w porównaniu do próbek z pod czystych sośnin, jak z tabeli Nr. 3 wynika, przeciętnie podwyższa zawartość amoniaku po inkubacji (o 20%), osłabiając omawianą depresję z punktu widzenia amonifikacji,—wobec czego może być uznany za gatunek, przeciwdziałający pod tym względem powstawaniu popiołoziemów, a buroziemy utrzymujący w pełnej sprawności.

Ze stratami amoniaku w czasie inkubacji spotykałem się tutaj jedynie w próbkach, pochodzących z czystych sośnin, a stąd przeciętnie siła amonifikacyjna tychże jest znacznie niższa (wynosi tylko 120%), aniżeli dla próbek z pod sośnin z podszytem buka (221%).

*) Początkowa i końcowa zawartość amoniaku, oraz siła amonifikacyjna w glebie całkowitej badanych typów z głębokości 30—40 cm i zmiany spowodowane przez buka.

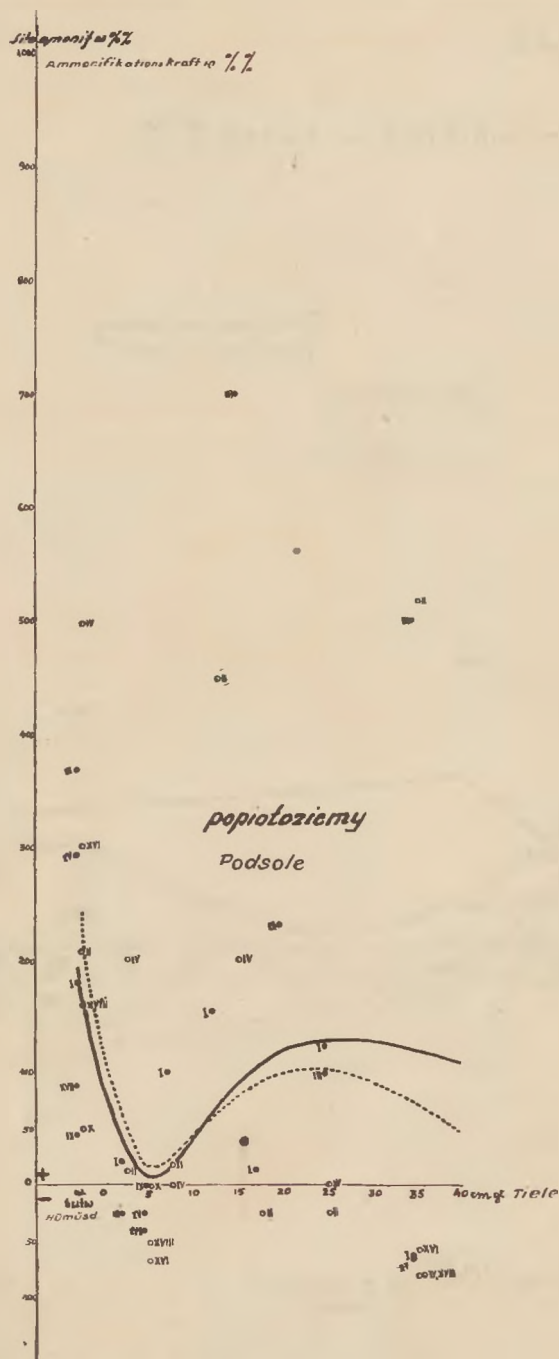
W głębokości 30 — 40 cm stosunki się zmieniają. Wyłączenie licznych próbek z analizy, z przyczyn podanych wyżej, i tutaj zmniejsza materiał badawczy. W stosunku do warstwy poprzedniej przeciętna zawartość początkowa amoniaku nieco wzrasta, szczególnie w próbkach, pochodzących z czystych sośnin. Zapewne stoi to w związku z tem, iż w głębokości tej zaczyna się już bogatszy poziom iluwjałny B.

Mniejszy wzrost w stosunku do próbek z pod sośnin z bukiem wypada przypisać, opierając się na analogicznym zjawisku przy wyniku badań wilgotności gleby i azotu (*Chodzicki* 17), wzmożonemu pobieraniu amoniaku w tej głębokości przez korzenie i mykorrhizę buka, gdyż warstwa ta, jak wiadomo (z opisów szczegółowych), jest też warstwą głównego ukorzenienia buka na wszystkich badanych stanowiskach. Potwierdzenie tego dawałby, niespotykany prawie w wyższych warstwach, fakt obniżenia wartości początkowej $\text{NH}_3\text{-N}$ w tej warstwie (30 — 40 cm)

TABELA Nr. 4. Zawartość amoniaku [pierwotna (I) i po inkubacji (II)] w substancji suchej próbek całkowitych oraz siła amonifikacyjna

Ammoniakstickstoff — Gehalt [zu Beginn (I) u. am Ende (II) der Lagerzeit] in Trockensubstanz der Totalproben und Ammonifikationskraft.

Popiołoziem — Podsol									Buroziem — Braunerde										
sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche					sośnina Kiefernbestand				sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche					sośnina Kiefernbestaad					
Nr. stanowi- ska i próbki	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na	Ammoni- fikations- kraft %	Nr. stanowi- ska i próbki	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na	Ammoni- fikations- kraft %	Nr. stanowi- ska i próbki	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na	Ammoni- fikations- kraft %	Nr. stanowi- ska i próbki	NH ₃ — N mg pro kg.		siła amoni- fikacyj- na	Ammoni- fikations- kraft %
	Stelle- u. Probe-Nr.	I				II	Stelle- u. Probe-Nr.				I	II				Stelle- u. Probe-Nr.	I		
próbki z głębokości 30—40 cm — Tiefe der Proben.																			
I	6	34	13	—62	II	12	34	210	518	V	31	14	28	100	VI	36	28	—	—
III	21	14	84	500	IV	26	71	14	— 80	VII	44	42	—	—	VIII	50	42	—	—
IX	54	14	—	—	X	57	56	—	—	XIII	66	42	28	—33	XIV	69	14	0	— 100
XV	72	28	10	—64	XVI	75	50	22	— 56	XIX	83	56	112	100	XX	86	98	28	— 71
XVII	—	—	—	—	XVIII	80	35	7	— 80										
					XII	63	21	14	— 33	XI	60	35	84	140					
					XVII	92	35	0	—100	XXI	89	56	67	20					



Ryc. 3. Siła amonifikacyjna w sośninach litych o
i w sośninach z bukiem ——— •
Ammonifikationskraft unter reinen o
und mit Buche gemischten (unterbauten) Beständen ——— •

Siła amonif. w %

500

400

300

200

100

0

-50

-100

Ammonifikationskraft in %

Buroziem warunkowy
bedingte Braunerde

0 5 10 15 20 25 30 35 40 cm gł. Tierfe

buczw.
Humusd.

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

OXII

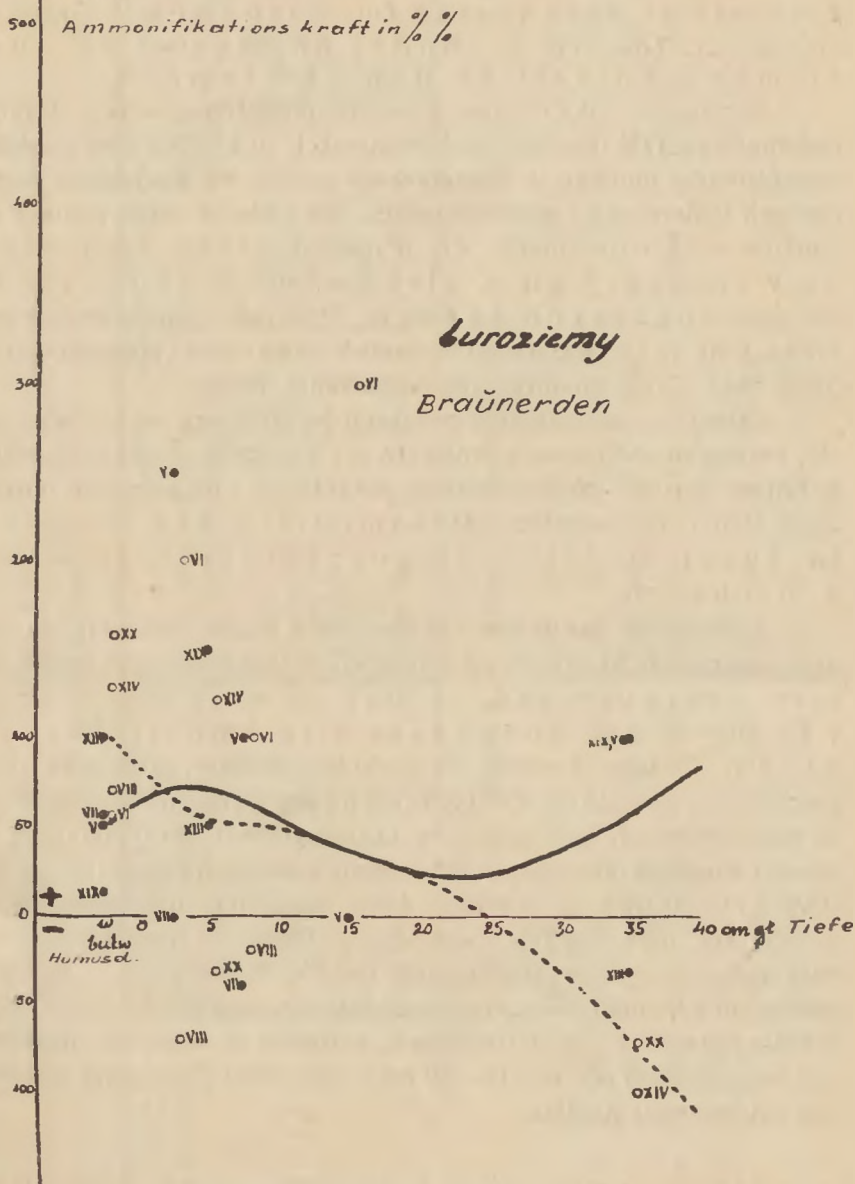
OXII

OXII

Ryc. 4. Siła amonifikacyjna w sośninach litych — o i w sośninach z bukiem — •

Ammonifikationskraft unter reinen — o und mit Buche gemischten (unterbauten) Beständen — •

Siła amonif. w %



Ryc. 5. Siła amonifikacyjna w sośninach litych o i w sośninach z bukiem ——— •

Ammonifikationskraft unter reinen o und mit Buche gemischten (unterbauten) Beständen ——— •

w drzewostanach z podszytem, w porównaniu z czystymi drzewostanami sosnowymi, (patrz wykres ryc. 2). Zdaje się, zachodzi on słabiej na buroziemach, aniżeli na popiołoziemach.

Domieszka buka obniża zawartość początkową więcej w popiołoziemach (o 47%), aniżeli na buroziemach (o 11%). Pod względem częstotliwości obniżka ta występowała prawie we wszystkich porównaniach badanych na popiołoziemach, zaś tylko w około połowie wypadków — na buroziemach, co dowodziłoby silniejszego wyczerpywania gleby z amoniaku przez buk na uboższych typach. O ile buk wzmacniałby siłę amonifikacyjną w tej warstwie, to spadek zawartości początkowej nie byłby zjawiskiem ujemnym dla odżywiania drzew.

Zawartość amoniaku w próbkach po inkubacji wykazywała często, zwłaszcza pod czystą sośniną i w tej warstwie, straty szczególnie w typach surowo - próchnicznych, jakkolwiek i na gorszych buroziemach straty te znalazłem. Dezamonifikacja dochodziła tutaj do całkowitego zniknięcia amoniaku w próbkach.

Jakkolwiek stosunkowo skąpe ilości analiz zmuszają do pewnych zastrzeżeń, to jednak, na podstawie dotychczasowych badań, należy przypuszczać, że buk również w warstwie 30 — 40 cm podwyższa siłą amonifikacyjną gleby. Zwłaszcza odnosi się to do buroziemów, gdyż zjawisko to zachodzi we wszystkich wziętych pod uwagę wypadkach, podczas gdy w popiołoziemach, najczęściej w poszczególnych porównaniach, zachodził stosunek odmienny. Przeciętnie siła amonifikacyjna tej warstwy (30—30 cm), po przejściu przez maximum, już opada, zapewne wskutek zbyt skąpych ilości azotu. Jeżeli nie uwzględnimy próbek, będących w niewystarczającej ilości z warstwy 10 — 30 cm, to maximum siły amonifikacyjnej znajduje się na popiołoziemach, w pokładzie butwienia; na buroziemach, zarówno w warstwie butwienia, jak bezpośrednio pod nią (0—10 cm), siła amonifikacji nie wykazuje tak raptownego spadku.

c) ZAWARTOŚĆ AMONIAKU W PRÓCHNICY Z GLEBY MINERALNEJ I WPŁYW BUKA NA NIĄ.

Odnośnie warstwy butwienia omówiona już została powyższa kwestja łącznie z omawianiem zawartości amoniaku w całych prób-

TABELA 5. Zawartość amoniaku w próbnicy próbek [pierwotna (I) i po inkubacji (II)]

Ammoniakstickstoff - Gehalt [zu Beginn (I) u. am Ende (II) der Lagerzeit] auf Humusgehalt
der Proben bezogen

Popiołoziem — Podsol						Burczziem — Braunerde					
sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche			sośnina Kiefernbestand			sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche			sośnina Kiefernbestand		
Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.	
	I	II		I	II		I	II		I	II
próbki z warstwy butwienia — Proben aus der Humusdecke											
I 13	156	439	II 14	127	391	V 37	330	494	VI 38	596	932
III 15	96	448	IV 16	102	608	VII 39	482	753	VIII 45	802	1369
IX 51	197	287	X 55	143	215	XIII 64	333	696	XIV 67	652	1484
XV 70	116	456	XVI 73	261	1042	XIX 81	733	825	XX 84	530	1368
XVII 76	412	776	XVIII 78	266	697						
			XII 61	123	184	XI 58	350	583			
			XXII 90	351	438	XXI 87	420	589			

kach. W warstwie butwienia widzieliśmy (patrz tab. Nr. 5 i wykres ryc. 6) przeciętnie, że im jest lepszy typ gleby, tem zasobniejsza jest próchnica w amoniak, dalej, że buk jednak obniża w tej warstwie zasobność próchnicy w amoniak, zwłaszcza na buroziemach. Można przypuszczać, że powodem tego powierzchniowego zmniejszenia zarówno zawartości amoniaku, jak i siły amonifikacyjnej, jest wpływ bezazotowych związków organicznych na rozkład substancyj azotowych.

W a k s m a n (110 s. 505) cytuje prace, które dowodzą, że bakterje nie rozkładają dużych ilości protein w obecności korzystnych dla nich węglowodanów i suma wytworzonego amoniaku może być w takich razach poważnie zmniejszona, chociażby nawet ogólna ilość bakteryj była zwiększona. Dopiero w braku nadmiernej ilości odpowiednich węglowodanów bakterje używają związków białkowych za źródło energii, przyczem wielkie ilości azotu w formie amoniaku zostają uwalniane jako produkt rozkładu. Domieszka zatem ściółki buka, dostarczając dużych ilości takich korzystnych węglowodanów, obniża produkcję amoniaku w warstwie butwienia, lecz nie możemy tego uważać za gospodarczo-ujemny efekt, gdyż amoniak w tej warstwie, nie przerośniętej korzeniami drzew, nie przyczynia się bezpośrednio do wzmożenia produkcji drewna, lecz najwyżej oddziaływać może na rozwój samosiewu młodych pokoleń drzew.

Możliwość wyżywienia większej ilości innych drobnoustrojów w zawierającej dużo więcej węglowodanów warstwie butwienia drzewostanów z podszytem, aniżeli czystych sosnowych, przyczyniałaby się podwójnie dodatnio (patrz niżej badania wpływu buka na ilość bakteryj); raz przez to, że zwiększona ilość drobnoustrojów w takim wypadku przyczynia się do wzmożonego wydychania CO_2 przez glebę i dostarcza zwiększonej ilości tegoż do organów asymilacyjnych drzew; po drugie, zwiększona ilość drobnoustrojów przyczynia się do zwiększenia przymieszki próchnicy w warstwach gleby, bezpośrednio pod pokładem butwienia leżących, jak to wyżej wspomniano.

Przejdźmy obecnie do zastanowienia się, jak się przedstawia sprawa zasobności próchnicy w amoniak i wpływu na nią buka w warstwach, bezpośrednio pod pokładem butwienia leżących.

Zasobność próchnicy w amoniak w głębokości 0–10 cm.

W p ł y w t y p u g l e b y.

Przeciętnie próchnica tej warstwy u buroziemów jest znacznie bogatsza w amoniak, aniżeli u popiołoziemów, zatem podwyższenie

TABELA 6. Zawartość amoniaku w próchnicy próbek [pierwotna (I) i po inkubacji (II)]

Ammoniakstickstoff - Gehalt [zu Beginn (I) u. am Ende (II) der Lagerzeit] auf Humusgehalt
der Proben bezogen

Popiołoziem — Podsol						Buroziem — Braunerde									
sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche			sośnina Kiefernbestand			sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche			sośnina Kiefernbestand						
Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.					
	I	II		I	II		I	II		I	II				
próbki z głębokości — 0—10 cm. (0—5, 5—10, 0—10 cm.) — Tiefe der Proben															
I	1	283	344	II	7	345	390	V	27	319	1116	VI	32	871	2642
	2	336	697		8	363	429		28	1489	2979		33	1167	2333
III	17	1330	986	IV	22	321	963	VII	40	2024	2024	VIII	46	1279	366
	18	753	8651		23	733	733		41	3196	1918		47	2023	1618
IX	52	1207	1207	X	56	737	737	XIII	65	867	1300	XIV	68	522	1157
XV	71	862	646	XVI	74	2574	882	XIX	82	1007	2518	XX	85	782	521
XVII	77	1357	814	XVII	79	910	445								
				XII	62	764	590	XI	59	502	1340				
				XXII	91	1311	1124	XXI	88	2194	2696				

zasobności próchnicy w amoniak należy uważać za czynnik dodatni. Wynika to jasno z załączonej tabeli Nr. 6 i temsamem wykazywałoby, że nieznanie przez *Altanen* (1, s. 29) właściwej współzależności i prawidłowości względem typów lasu w jego b—próbkach pochodzić musi zapewne z braku badania typowych buroziemów.

Zaznaczyć wypada, że próchnica tej warstwy jest już nieraz przeszło trzykrotnie zasobniejszą w amoniak, aniżeli próchnica warstwy butwienia — w konkluzji podwyżka zasobności próchnicy w tej warstwie jest również wiele cenniejszą (patrz *Chodzicki* 17).

Przeciętnie następował wzrost znaczny zasobu próchnicy w amoniak w okresie inkubacji. Jedynie na popiołoziemach, pokrytych czystym drzewostanem sosnowym, spotykałem straty. Jest to więc potwierdzeniem zjawiska „dezamonifikacji“, opisywanego powyżej.

Wpływ buka.

Zawartość początkową amoniaku w próchnicy na popiołoziemach, buk, jakkolwiek w większości porównań wzmagał, to jednak w przeciętnej nie uwidoczniłoby się to, owszem, jest ona nawet pod bukiem nieco niższą (ca 2%). Na buroziemach, buk zarówno co do absolutnej ilości przypadków, jak i przeciętnie podnosi w tej warstwie (0—10 cm) zasobność próchnicy w amoniak dosyć znacznie (ok. 44%).

Zawartość końcowa amoniaku w próchnicy jest zarówno w popiołoziemach, jak i w buroziemach, tak co do ogólnej ilości przypadków, jak i co do przeciętnej wyższą pod drzewostanami z domieszką buka. Naogół zatem biorąc, w tej głębokości (0-10 cm) buk działa dodatnio na podniesienie zasobności próchnicy w amoniak.

Zasobność próchnicy w amoniak w głębokości 10—30 cm.

Tabela Nr. 7, wykazuje w porównaniu do obydwóch wyżej położonych warstw, dalszy wzrost tej zasobności. Tłómaczę to przenikaniem w głąb gleby tylko próchnicy o korzystnym stosunku węgla do azotu, co, jak przytaczałem wyżej, działa korzystnie na tworzenie się $\text{NH}_3\text{-N}$. Poza tem wiadomo, iż drobnoustroje amoniakotwórcze

TABELA 7. Zawartość amoniaku w próchnicy próbek [pierwotna (I) i po inkubacji (II)]

Ammoniakstickstoff - Gehalt [zu Beginn (I) u. am Ende (II) der Lagerzeit] auf Humusgehalt der Proben, bezogen

Popiołoziem -- Podsol						Buroziem -- Braunerde																	
sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche						sośnina Kiefernbestand						sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche						sośnina Kiefernbestand					
Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.		NH ₃ — N mg pro kg.				Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.		NH ₃ — N mg pro kg.				Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.		NH ₃ — N mg pro kg.				Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe- Nr.		NH ₃ — N mg pro kg.			

w wielu wypadkach unikają zbytniego dostępu powietrza, jaki znajdujemy na powierzchni, względnie tuż pod powierzchnią.

Oдноśnie do zawartości początkowej, o której tu tylko mówić mogę, z braku dostatecznej ilości drugich analiz, buroziemy posiadają również w tej głębokości bogatszą w amoniak od popiołoziemów próchnicę.

Buk zdaje się nie zmieniać tej zawartości na buroziemach, na popiołoziemach zaś — raczej zdaje się ją obniżać. Jeśli weźmiemy jednak ilość przypadków, to dodatnie i ujemne się znoszą, wobec czego możnaby mówić w tej warstwie, o indifferencji buka pod tym względem.

Zasobność próchnicy w amoniak, po inkubacji wzrastała u próbek z pod buka w większej mierze, aniżeli u próbek, pobieranych z litych sośnin na popiołoziemach; co do buroziemów, brak mi tu analiz.

Zasobność próchnicy w amoniak w głębokości 30—40 cm.

Wpływ głębokości i typu gleby.

Jak z tabeli Nr. 8 wnioskować można, przeciętnie próchnica jest tutaj jeszcze bogatszą w NH_3 —N, aniżeli w poprzednio omawianych warstwach. Powtarza się tu też zjawisko, że na typach buroziemnych pierwotnie jest ona bogatszą, aniżeli na popiołoziemach, co umacnia twierdzenie, że, podobnie jak w warstwie butwienia, taksamo i w głębszych warstwach gleby im lepszy typ lasu, względnie typ gleby, tem próchnica bogatsza jest w amoniak.

W okresie inkubacji zawartość amoniaku w próchnicy podnosi się tu również.

Wpływ buka.

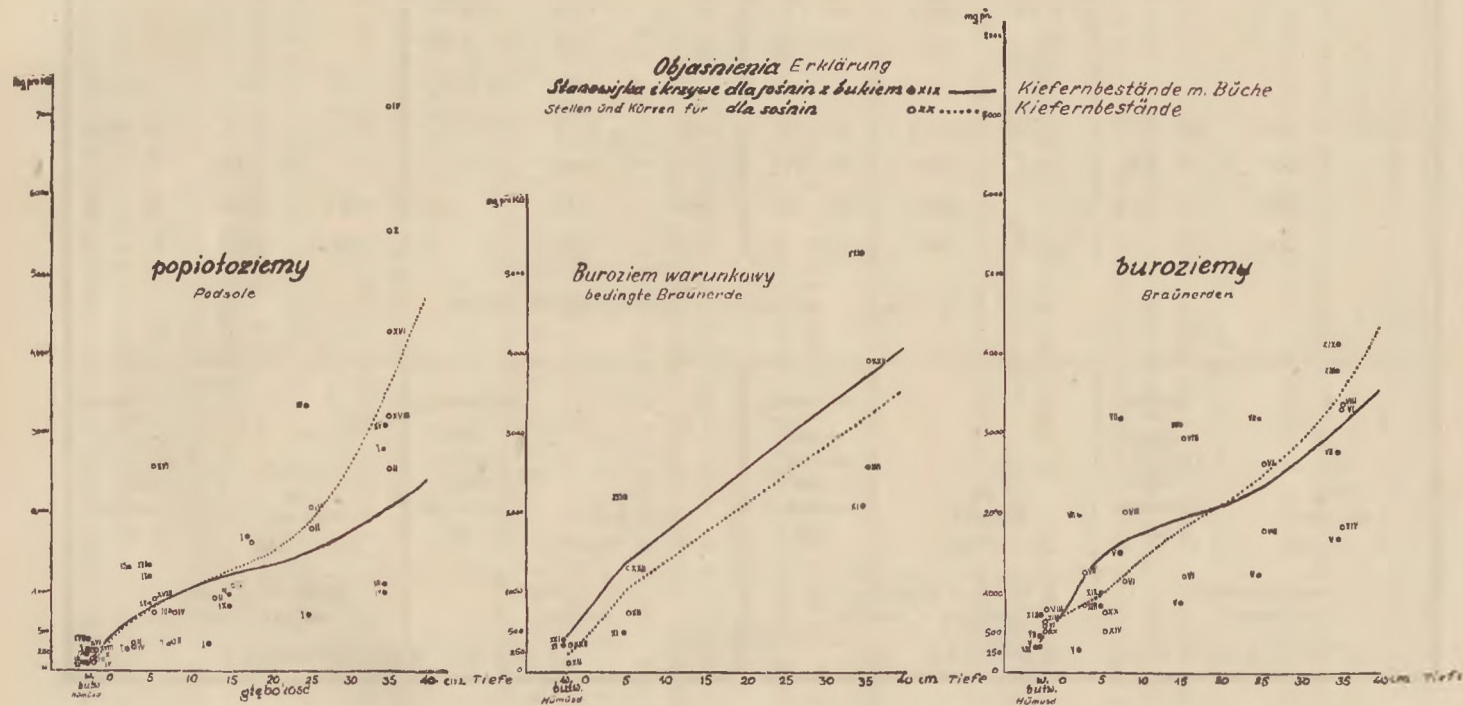
Analogicznie do zawartości amoniaku w całych próbkach, również pierwotna zawartość amoniaku w próchnicy, w tej warstwie, przerośniętej silnie korzeniami buka, opada pod wpływem domieszki tego gatunku. Spadek ten jest silniejszy (51%) na popiołoziemach, aniżeli na buroziemach (28%).

Przyczyną tego jest jak przytoczyłem powyżej zwiększony przypuszczalnie pobór amoniaku przez korzenie buka. O ile skutek tego odbija się na niższych warstwach (na odżywianiu głębiej zakorzeniającej się sosny) niewiadomo, przypuszczać jednak należy, że wystę-

TABELA 8. Zawartość amoniaku w próchnicy próbek [pierwotna (I) i po inkubacji (II)]

Ammoniakstickstoff - Gehalt [zu Beginn (I) u. am Ende (II) der Lagerzeit] auf Humusgehalt der Proben, bezogen

Popiołoziem — Podsol						Buroziem — Braunerde					
sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche			sośnina Kiefernbestand			sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche			sośnina Kiefernbestand		
Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe-Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe-Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe-Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.		Nr. stanowi- ska i próbki Stelle- u. Probe-Nr.	NH ₃ — N mg pro kg.	
	I	II		I	II		I	II		I	II
próbki z głębokości — 30—40 cm — Tiefe der Proben											
I 6	2833	1083	II 12	2537	15672	V 31	1687	3373	VI 36	3333	—
III 21	1138	6829	IV 26	7100	1400	VII 44	2800	—	VIII 50	3360	—
IX 54	1037	—	X 57	5545	—	XVI 66	3818	2543	XIV 69	184	0
XV 72	3116	1123	XVI 75	4274	1880	XIX 83	4148	8296	XX 86	9899	2828
XVIII	—	—	XVIII 80	3211	642						
			XII 63	2593	1728	XI 60	2188	5250			
			XXII 92	3933	0	XXI 89	5283	6321			



Ryc. 6. Pierwotna zawartość amoniaku w odniesieniu do próchnicy gleb.

Ursprünglicher Ammoniak-Gehalt auf Humus des Bodens bezogen.

puje tam ponowne wyrównanie, gdyż silne rozgałęzienie korzeni buka poniżej tej warstwy raptownie ustaje (porównaj pracę *Hilf'a* (53) nad systemami korzeniowymi drzew).

Jeżeli weźmiemy pod uwagę ilość przypadków, to odnośne obniżenie się występuje zarówno na popiołoziomach, jak i buroziomach w większości porównań. Dotyczy to tylko zawartości początkowej $\text{NH}_3\text{-N}$. Po inkubacji różnica maleje (na popiołoziomach do 15%). Na buroziomach w przeważnej ilości badań dostałem wynik większy, co dowodziłoby, że w tym typie siła amonifikacyjna nie słabnie, jedynie zwiększony pobór amoniaku przez buk a, pewne różnice w zawartości początkowej powoduje.

Niestety, z powodu odpadnięcia wielu analiz, porównań w tej warstwie jest stosunkowo mało i byłyby wskazane dalsze w tym kierunku uzupełnienia.

d) STOPIEŃ PRZEMIANY AZOTU OGÓLNEGO W AZOT AMONIAKALNY (ODSETEK AMONIFIKACYJNY) POD WPLYWEM BUKA.

Azot jako pierwiastek jest, jak wiadomo, nieprzyswajalny dla roślin, którego mogą go pobierać tylko w pewnych związkach.

Do najpowszechniejszego takiego związku należy zaliczyć amoniak. Z tego też powodu interesuje stopień uruchomienia pod wpływem buka (uprzystępnienia) azotu w formie amoniaku, czyli t. zw. przez *Hesselman'a* współczynnik mobilizacyjny. Zestawieniem więc na tabeli Nr. 9 odsetek azotu amoniakalnego dla poszczególnych stanowisk i warstw głębokości w glebie. Potrzebne do tego dane całkowitej zawartości azotu ogólnego wzięłem z wykonanych dla tych próbek analiz azotu ogłoszonych w poprzedniej pracy (patrz *Chodzik* 17). W tabeli 9 cyfry z kolumny 0 — 10 i 10 — 30 przedstawiają przeciętne z kilku analizowanych próbek z poszczególnych głębokości w danej warstwie.

Współczynnik ten lepiej, aniżeli t. zw. siła amonifikacyjna powinien oddać rzeczywiste przemiany w glebie, o ile obliczony jest tak jak w danym wypadku z analiz, wykonanych bezpośrednio po każdorazowym pobraniu próbek z lasu, a więc gdy nie wchodzi w grę, jakkolwiek optymalne, to jednak niezupełnie naturalne warunki okresu inkubacji.

TABELA 9. Odsetek amonifikacyjny dla próbek bezpośrednio z lasu pobranych (w % azotu ogólnego)

Ammoniak-koeffizient von frischen Waldproben (in % des Totalstickstoffs)

Popiołoziem — Podsol										Buroziem — Braunerde									
sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche					sośnina Kiefernbestand					sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche					sośnina Kiefernbestand				
Nr. stano- wiska Stelle Nr.	warstwa butwienia Humusdecke	głębokość Bodentiefe			Nr. stano- wiska Stelle Nr.	warstwa butwienia Humusdecke	głębokość Bodentiefe			Nr. stano- wiska Stelle Nr.	warstwa butwienia Humusdecke	głębokość Bodentiefe			Nr. stano- wiska Stelle Nr.	warstwa butwienia Humusdecke	głębokość Bodentiefe		
		0—10	10—30	30—40			0—10	10—30	30—40			0—10	10—30	30—40			0—10	10—30	30—40
		cm					cm					cm					cm		
I	0.77	1.74	4.89	16.19	II	0.62	1.70	7.92	15.67	V	1.08	5.46	5.93	12.50	VI	2.69	6.19	11.59	25.00
III	0.50	11.07	9.31	4.55	IV	0.41	2.70	7.44	22.47	VII	2.04	16.49	15.53	18.10	VIII	2.81	9.89	11.32	21.32
IX	1.61	5.82	4.68	6.22	X	0.96	3.29	—	19.05	XIII	1.56	7.87	—	22.95	XIV	2.56	3.69	—	12.50
XV	0.71	5.24	—	20.00	XVI	1.62	12.94	—	22.22	XIX	2.80	5.62	—	33.33	XX	2;02	4.10	—	33.22
XVII	2.39	8.91	—	—	XVIII	1.56	4.98	—	19.13										
					XII	1.64	9.95	—	12.50	XI	1.34	2.28	—	14.77					
					XXII	2.14	5.19	—	20.83	XXI	1.62	13.86	—	40.00					

Odsetek amonifikacyjny przed inkubacją a typ i głębokość gleby.

Rozpatrzmy więc wspomnianą tabelę (Nr. 9) i na wykresach (ryc. 7, 8, 9) krzywe dla odsetka przed inkubacją. Przedewszystkiem ogólne wyniki wskazują, że, zgodnie z wydajnością omawianych typów gleby, stopień mobilizacji, względnie przemiany bardziej złożonych związków azotowych na amoniak jest nieco wyższy w buroziemach, aniżeli w popiołoziemach, zarówno w poszczególnych warstwach, jak i w ogólności. W buroziemach bowiem, przeciętny dla całej warstwy do 40 cm, odsetek azotu amoniakalnego w azocie ogólnym wynosi ok. 11%, gdy w popiołoziemach tylko 7%. Przytem stosunek zmobilizowanego amoniaku w buroziemach wykazuje na powierzchni większą różnicę na niekorzyść popiołoziemów, aniżeli w głębi profilu.

Drugim zasadniczym zjawiskiem jest, że im głębiej, tem większa część całkowitego azotu uruchomiona jest pod postacią amoniaku. Krzywe dotyczące wykazują naogół równomierny wzrost zwłaszcza w sośninach. Mamy więc tu pewną analogję do wzrostu zasobności próchnicy w azot, w zależności od głębokości znajdowania się jej w glebie (patrz tabela azotu ogólnego *Chodzicki* 17).

Odsetek amonifikacyjny po inkubacji a typ i wpływ głębokości gleby.

Po inkubacji, krzywe odsetka amonifikacyjnego zmieniły naogół swój charakter, wykazując, iż odsetek azotu amoniakalnego zwiększa się mniej więcej do połowy głębokości badanego profilu, następnie opada. Pozwala to na przypuszczenie, iż zawarte w glebie azotowe związki organiczne są dopiero w pewnej głębokości o tyle rozłożone, iż mogą stanowić dobre źródło energii dla bakterij amonifikujących, głębiej zaś związków tych jest już za mało.

Wpływ buka na odsetek amonifikacyjny przed inkubacją.

Zmienność omawianego odsetka amonifikacyjnego pod wpływem buka jest w dostateczny sposób widoczna, nie można jednak wpływu buka w tym względzie generalnie ujmować dla wszyst-

TABELA 10. Odsetek amonifikacyjny dla próbek inkubowanych 7—6 tygodni (w % azotu ogólnego)

Ammoniakoeffizient von Lagerproben nach 7—8 Wochen (in % des Totalstickstoffs)

Popiołoziem — Podsol										Buroziem — Braunerde									
sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche					sośnina Kiefernbestand					sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche					sośnina Kiefernbestand				
Nr. stano- wiska Stelle Nr.	warstwa butwienia Humusdecke	głębokość Bodentiefe			Nr. stano- wiska Stelle Nr.	warstwa butwienia Humusdecke	głębokość Bodentiefe			Nr; stano- wiska Stelle Nr.	warstwa butwienia Humusdecke	głębokość Bodentiefe			Nr. stano- wiska Stelle Nr.	warstwa butwienia Humusdecke	głębokość Bodentiefe		
		0 — 10	10 — 30	30 — 40			0 — 10	10 — 30	30 — 40			0 — 10	10 — 30	30 — 40			0 — 10	10 — 30	30 — 40
		cm					cm					cm					cm		
I	2.16	3.03	7.74	6.19	II	1.92	1.96	12.68	96.77	V	1.62	13.12	4.75	25.00	VI	4.20	14.82	20.00	—
III	2.33	25.52	31.42	27.27	IV	2.47	5.01	11.79	4.43	VII	3.19	11.95	—	—	VIII	4.79	6.60	—	—
IX	2.35	5.82	15.59	—	X	1.45	3.29	—	—	XIII	3.25	11.80	—	15.30	XIV	5.82	8.18	—	0.00
XV	2.80	3.93	—	7.14	XIV	6.47	4.44	—	9.78	XIX	3.15	14.42	—	66.67	XX	5.22	2.73	—	9.49
XVII	4.50	5.34	—	—	XVIII	4.07	2.49	—	3.83										
					XII	2.47	6.64	—	8.33	XI	2.23	6.09	—	35.44					
					XXII	2.66	4.45	—	0.00	XXI	2.27	17.03	—	47.88					

kich badanych warstw, występują bowiem poważne różnice. Wpływ buka na obu typach jest naogół identyczny, a mianowicie charakteryzuje go początkowa obniżka odsetka amonifikacyjnego silniejsza na buroziemach, aniżeli na popiołoziemach. Mniejwięcej w połowie głębokości badanego profilu, w obu wypadkach krzywa dla sośniny z bukiem zwalnia wyraźnie tempo wzrastania tak, iż w głębokości 20—40 cm obniżka odsetka amonifikacyjnego dla próbek nieinkubowanych, wyraźnie już, zwłaszcza na popiołoziemach występuje. (Patrz wykresy ryc. 7, 8, 9).

Zdradza to silniejsze w tych głębokościach zużywanie amoniaku gleby przez buka. Ponieważ jednak na buroziemach znajdujemy naogół większe ilości amoniaku, przeto buk pokrywa tu swe zapotrzebowanie amoniaku bez większego uszczerbku dla gleby, wskutek czego rozchylenie krzywych na buroziemach jest nieznaczne w porównaniu do popiołoziemów.

Rozpatrując szczegółowiej: w warstwach butwienia spotykamy nieznaczny spadek odsetka amonifikacyjnego, silniejszy na buroziemach, słabszy na popiołoziemach (co do pewnego stopnia uchwycić się też dało w sile amonifikacyjnej, patrz wyżej). W warstwie 0—10 cm pod pokładem butwienia zarówno w większości przypadków, jak i w przeciętnej wielkości, buk sprowadza już wybitniejszą podwyżkę odsetka azotu, uruchomionego pod postacią amoniaku. Podwyżka ta jest na buroziemach znacznie większa, aniżeli na popiołoziemach.

W warstwie 10—30 cm zdaje się buk w obu typach gleb znowu sprowadzać obniżkę, jednak ilość stanowisk badanych w tej głębokości jest może zbyt małą, aby wydać sąd zdecydowany.

W głębokości 30—40 cm wpływ buka naogół identyczny jest na popiołoziemach i na buroziemach. W pierwszym typie spotkałem jednak znacznie większą obniżkę, aniżeli w drugim, lubo również przypadki odwrotne i tu się zdarzały.

O ile za przyczynę ogólnie niższego odsetka amonifikacyjnego w popiołoziemach można przyjąć ubóstwo elektrolitów, wyrażające się w danym wypadku w zwiększonej, w porównaniu z buroziemami, kwasowości, o tyle różnice wywołane przez buka, przy prawie że niezminionej kwasowości, w poszczególnych profilach dadzą się wytłómaczyć raczej innemi przyczynami.

I tak, obniżkę, wywołaną przez buka w warstwie butwienia przypisać należy, wobec braków innych przyczyn, jedynie zwiększonej domieszce słabo rozłożonych związków organicznych, t.j. związków, w których dominują wybitnie węglowodany nad azotowymi połączeniami. Podwyżkę w warstwie 0 — 10 cm przypisać trzeba korzystnemu zmieszaniu gleby mineralnej z należycie rozłożonymi związkami próchnicowymi. Obniżki w warstwach 20 — 40 cm złożyć trzeba na karb wzmożonego pobierania amoniaku przez korzenie buka.

Ostatnie uzasadnienie potwierdzałyby wynik analiz amoniaku, którego zawartość również w tej warstwie pod wpływem buka się obniża, podczas gdy np. w analizach całkowitego azotu, który nie może być bezpośrednio pobierany, tych strat nie wykryłem (17). Na buroziemach, jakkolwiek pobieranie amoniaku przez korzenie buka występuje, to jednak jest widocznie nie tak znaczne i szkodliwe.

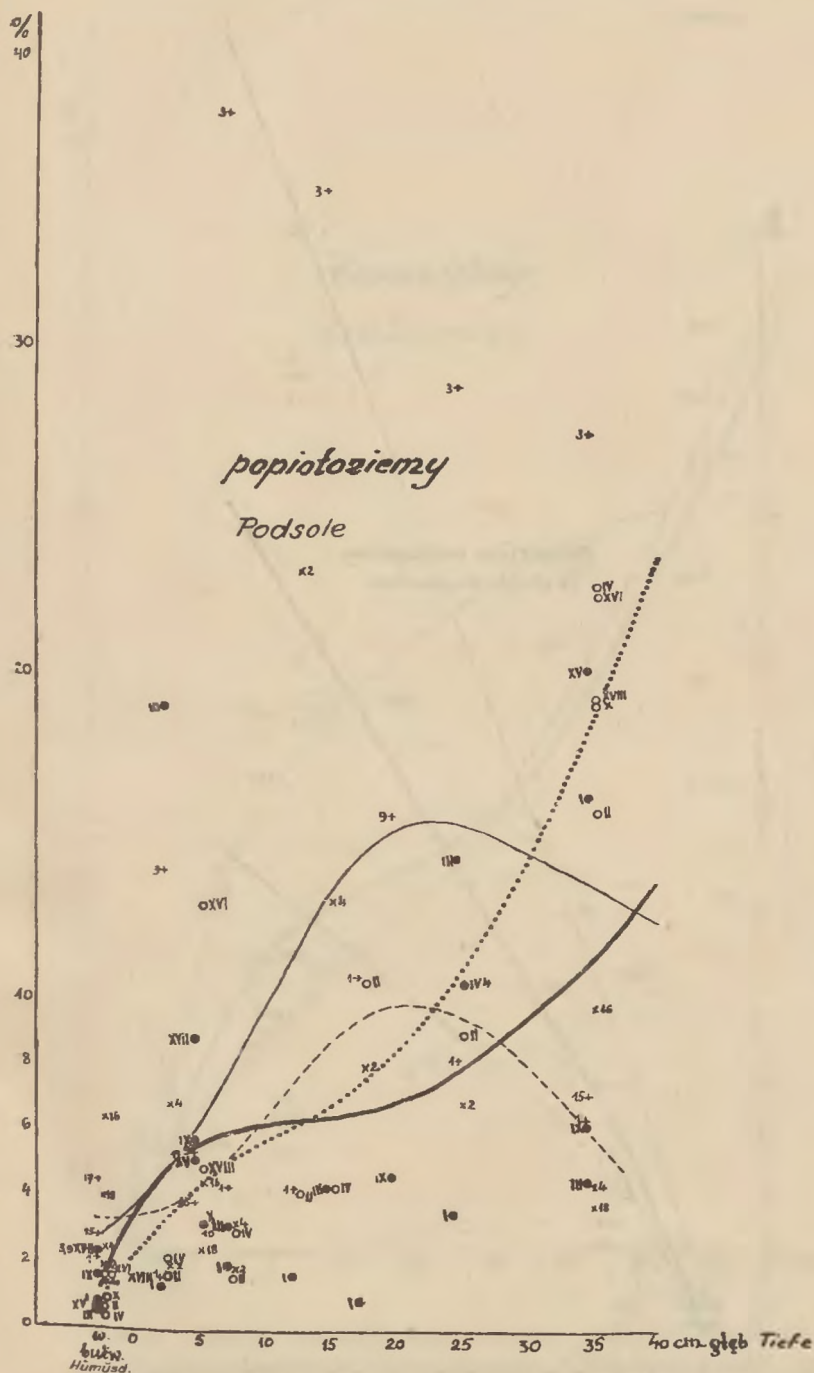
Wpływ buka na odsetek amonifikacyjny po inkubacji.

Wskutek tego, iż nie robiłem analiz całkowitego azotu powtórnie, t. j. po okresie inkubacji, obliczanie odsetka amonifikacyjnego dla próbek inkubowanych mogłoby stanowić pewną metodyczną wadę, gdyż i zawartość całkowitego azotu w okresie inkubacji mogła się zmienić. Przyjąć jednak można, iż pozorny błąd ten w badaniach porównawczych nie ma istotnego znaczenia.

Odsetek amonifikacyjny próbek inkubowanych powinien być wyższy tylko o wielkość siły amoniakotwórczej w poszczególnym wypadku, jak to logicznie wynika. Pod wpływem buka, krzywa odsetka amonifikacyjnego po inkubacji (patrz wykresy ryc. 7, 8, 9), której maximum znajduje się w środku profilu, wykazuje, biorąc ogólną ilość wypadków badanych pod uwagę, zasadniczo podobny przebieg na popołożiemiach, jak i na buroziemach.

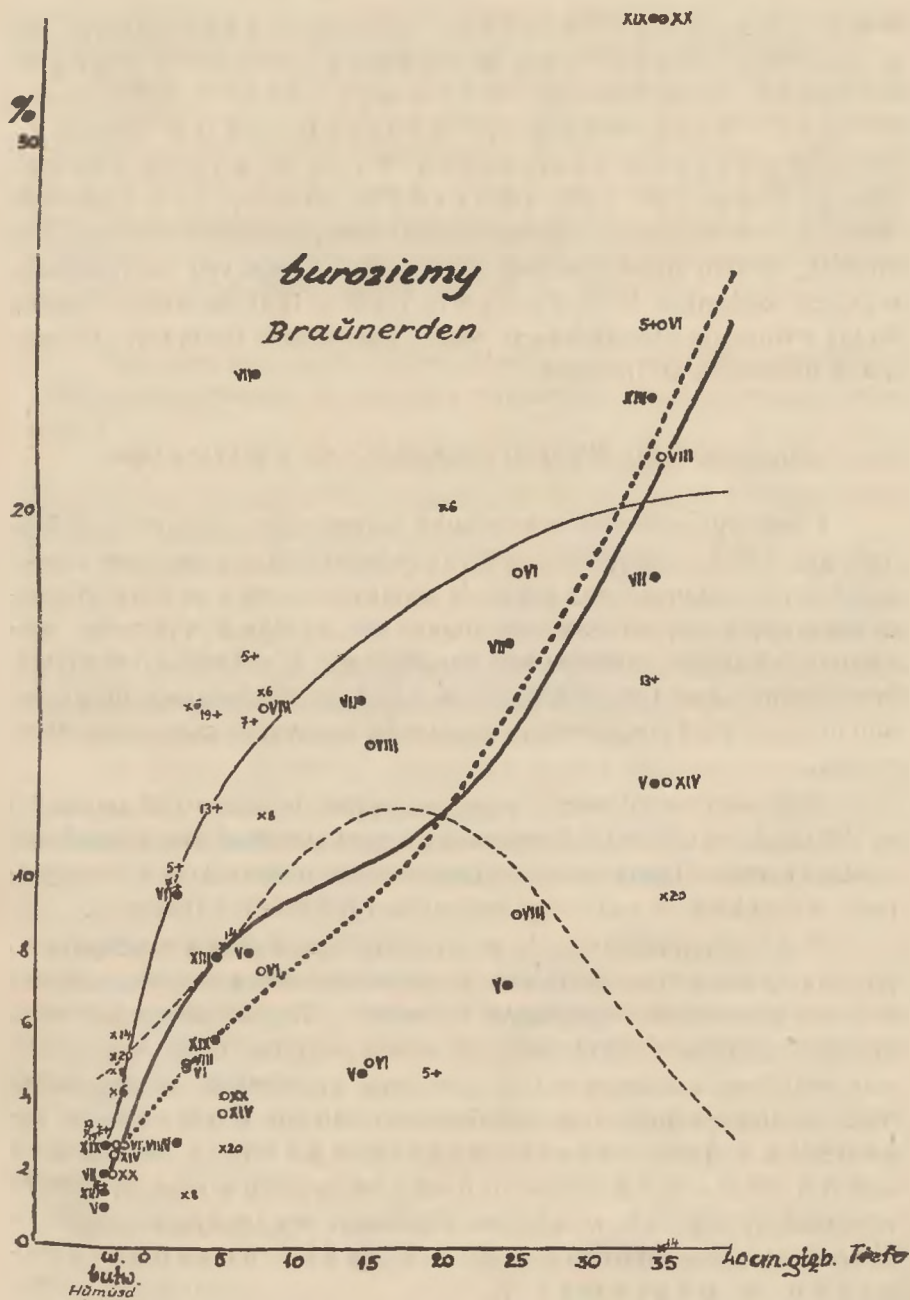
Wypadki ujemne są zgrupowane tylko w warstwie butwienia. W głębszych warstwach różnice ilościowe na korzyść sośniny z bukiem są wogóle znaczne, jak to widać z wykresów.

Wniosek ogólny z przebiegu krzywych odsetka amonifikacyjnego jest tego rodzaju, że



Objaśnienie *Erklärung*
Pierwszy odsetek amonifikacyjny: Uwzględniony Ammoniakokoeffizient
Stwierdzony krzywe dla sosn i buków: ein — Stellen und Kurven für Kiefern b. m. Buche
Stwierdzony krzywe dla sosn i buków: ein — Stellen und Kurven für Kiefern b. m. Buche
Stwierdzony krzywe dla sosn i buków: ein — Stellen und Kurven für Kiefern b. m. Buche

Ryc. 7. Odsetek amonifikacyjny pierwotny i dla gleby inkubowanej z pod-
 litych oraz z bukiem z mieszanymi sosnami.
 Ammoniakokoeffizient der frischen und gelagerten Bodenproben aus reinen und mit Buche
 gemischten Beständen.



Ryc. 9. Odsetek amonifikacyjny pierwotny i dla gleby inkubowanej z podlitych oraz z bukiem zmieszanych sosnin. Objasnienie znaków patrz ryc. 7. Ammoniak koefizient der frischen und gelagerten Bodenproben aus reinen und mit Buche gemischten Beständen. Zeichenerklärung siehe Fig. 7.

buk, jakkolwiek nieco glebę wyczerpuje, to przecież nadaje jej w spadku posobie naogół większą zdolność wytwarzania amoniaku w tych warstwach, do których sięga zwiększona przezeń domieszka odpowiednio rozłożonych azotowych związków organicznych. Być może, iż o ile wykluczyć skutki ewent. różnowartościowości samych siedlisk, w tem należy szukać potwierdzenia starych doświadczeń, o jakich wspomina *Wiedemann* (116, s. 119), że sosna z reguły lepiej rośnie na stanowiskach, które poprzednio posiadały drzewostany mieszane lub liściaste.

e) PRZEGLĄD WYNIKÓW BADAŃ NAD AMONIAKIEM.

Chcąc sprecyzować wpływ buka na amoniak, jako czynnik biologiczny, należy uzmysłwić sobie przedewszystkiem przebieg zasobności w azot amoniakalny górnych badanych warstw profilu. Na popiołoziemach, pod czystymi sośninami, jak wynika z wykresów, maximum zawartości początkowej znajduje się w pokładzie butwienia, bezpośrednio pod nim znajduje się warstwa, zawierająca minimum amoniaku, a stąd począwszy następuje lekka wyższa zawartości amoniaku.

Taki sam mniej więcej przebieg wykazuje zawartość amoniaku w próbkach inkubowanych, co pozwala przypuszczać, że i działalność bakterij amonifikacyjnych znajduje się w najbardziej niekorzystnych warunkach w warstwie, leżącej pod pokładem butwienia.

Buk na popiołoziemach na przebieg ten wpływa następująco: pierwotną zawartość amoniaku w warstwie butwienia, a zwłaszcza w 0—10 cm podnosi, w głębszych zaś obniża. Krzywa zawartości amoniaku w próbkach inkubowanych wykazywałaby mniej więcej ten sam przebieg, a mianowicie, że obniżenie uwarunkowane domieszką buka, występuje dopiero w głębokości 30—40 cm. Buk zatem łagodzi na popiołoziemach stopień usuwania amoniaku z poziomu A_2 , w związku z czem stać może wspomniana depresja w czystych sośninach, występująca bezpośrednio pod warstwą butwienia, zaś większa ubóstwo amoniaku w poziomie B.

W buroziemach zawartość amoniaku jest przeciętnie wyższa, zwłaszcza w warstwie butwienia; wykazuje ona minimum nie

pod pokładem butwienia, lecz w warstwie nieco głębszej (10—30 cm), skąd począwszy zawartość amoniaku już prawie nie wzrasta.

Wpływ buka na zawartość amoniaku okazuje się tu wybitniej i ma inny kierunek, aniżeli na popiołoziemach. W warstwie butwienia jest ujemny, dodatni natomiast w 0—10 i 10—30 cm głębokości leżących warstwach, poczem w warstwie korzeniowej wybitnej różnicy nie dostrzegamy. Rozumie się, że forma dodatniego oddziaływania buka na zawartość amoniaku w całych próbkach, zarówno jak i w próchnicy, korzystniejsza jest na buroziemach.

Jaka jest przyczyna biochemiczna możliwości zmian zawartości azotu amoniakalnego w górnych warstwach, spowodowanych przez buka?

Po pierwsze, domieszka organicznych odpadków buka zmienia wartość czynników biogenicznych, takich, jak kwasota gleby, zawartość wapna etc. (17).

Powtórę, buk oddziaływać musi przez zmianę proporcji pomiędzy materiałami energetycznymi (węglowodany), a substancjami azotowymi w glebie, od której zależy przewaga jednej fizjologicznej grupy mikroorganizmów nad drugą, względnie nawet fakt, że dobroczynne bakterje mogą stać się szkodliwymi.

Po trzecie wreszcie, domieszka ściółki bukowej zmienia, jak wiemy (17), niektóre fizyczne własności górnych warstw gleby (wilgotność, pojemność wodną, zawartość próchnicy etc.), na co nie bez wpływu jest pośrednie oddziaływanie gęstego dachu koron buka.

Przechodząc do ilości amoniaku w próchnicy, po pierwsze w przebiegu krzywej nie widzimy tej depresji w warstwie, bezpośrednio pod pokładem butwienia pochodzącej, lecz stały wzrost zasobności próchnicy w amoniak, w głąb profilu, począwszy od pokładu butwienia.

W wyniku przeprowadzonych analiz, próchnica im głębiej w glebie się znajduje, tem jest cenniejszą. Wartość minimalnej nawet domieszki próchnicy w głębi gleby jest więc cenniejsza, aniżeli jej wielka zawartość na powierzchni.

Buk, jak to wspomniałem w omawianiu badań nad zawartością próchnicy (17), polepsza przemieszanie z nią górnych warstw gleby,

musi zatem wpływać również korzystnie na rozmieszczenie amoniaku. Widzimy rzeczywiście, iż w próbkach z pod drzewostanu z bukiem próchnica w glebie mineralnej, pod pokładem butwienia, w analizach pierwotnych, jest bogatsza w amoniak jedynie na buroziemach, gdzie to przemieszczanie próchnicy z glebą silniej występowało. Na popiołoziemach tego nie widzimy i pierwotna zasobność próchnicy w amoniak, jak wnioskować można, jest raczej niższa pod bukiem. Jeżeli jednak weźmiemy ilość porównań pod uwagę, to i na popiołoziemach występuje podwyżka w większości wypadków. Najlepiej tę zmienność co do zasobności gleby i próchnicy w amoniak ilustrują załączone wykresy na ryc. 2 i 3.

Jak mogę wnioskować z porównania wyników analizy mechanicznej gleby (17) z obecnymi analizami amoniaku, istnieje związek pomiędzy zawartością amoniaku a gatunkiem piasku, a więc tem samym i rodzajem biologicznym gleby. Z w szczególności domieszka mikropelitu, a więc szczyrkowatość piasku, decyduje o podniesieniu zawartości amoniaku w glebie. O ile buk wstrzymuje nieco wymywanie w głąb profilu najdrobniejszych frakcji, o tyle też może w ten mechaniczny sposób dodatnio oddziaływać na podniesienie zawartości amoniaku.

Związku pomiędzy siłą amonifikacyjną (obliczaną ze stosunku pomiędzy zawartością amoniaku przed i po inkubacji) a żyznością gleby trudno się dopatrzeć w tak wybitnym stopniu, jak pomiędzy absolutną ilością amoniaku a żyznością gleby, względnie jej typem. Pomimo to siłą amonifikacyjną daje nam wgląd w efekt działalności ustrojów amoniakotwórczych.

O sile amonifikacyjnej mogę coś pewniejszego powiedzieć tylko odnośnie popiołoziemów. Co się tyczy buroziemów, odpadnięcie dużej ilości analiz nie pozwala na bardziej konkretne wnioski. Siła amonifikacyjna na buroziemach, gdzie amoniak może ulegać dalszej oksydacji, jest być może pozornie mniejszą, aniżeli na popiołoziemach, zwłaszcza jeśli porównamy drzewostany z podszytem bukowym. Na popiołoziemach krzywa wykazuje wyraźne minimum siły amonifikacyjnej w głębokości 0—10 cm, czego nie można powiedzieć o buroziemach. Jest to bezwątpienia w związku z silniejszym wybielicowaniem tej warstwy w popiołoziemach.

Buk w warstwie butwienia popiołoziemów obniża nieco siłę amonifikacyjną, począwszy zaś od głęb. 10—15 cm zaczyna ją podnosić. Buk zdaje się obniżyć tu też niekorzystną oksydację amoniaku na elementarny azot (ewentualnie t. zw. dezamonifikację). Wynikało to zwłaszcza z analiz próbek głębokości 0 — 10 cm na popiołoziemach. Na buroziemach, ogólnie mówiąc, buk w warstwie butwienia również siłę amonifikacyjną obniża i dopiero w głębszych warstwach zdaje się ją wzmacniać; niema poza tem dostatecznych racji do twierdzenia, aby wpływ buka na buroziemach pod tym względem miał być odmienny.

Z badań nad siłą amonifikacyjną dochodzimy do przekonania, że dla ustalenia warunków np. dla samosiewu wystarcza badanie amonifikacji w warstwie próchnicznej, wierzchniej (poziom A); natomiast dla celów uchwycenia wpływu pewnych zabiegów na przyrost jakiegoś gatunku drzewa niezbędne jest badanie amonifikacji w warstwie najsilniejszego ukorzenia dotyczącego gatunku. Ścisłe rozgraniczenie warstw głębokości w profilu jest, jak widzimy, niezbędne, wobec innych w każdej warstwie warunków krążenia azotu.

Reasumując rezultaty badań nad amoniakiem, ze stanowiska oceny hodowlano-leśnej, należy uznać wpływ buka za korzystny.

W literaturze nie są mi znane obszerniejsze badania wpływu buka na amoniak. *Hesselman* w kilku analizach z *Bärentzen*, podanych u *Wiedemann'a* (116, s. 47), podaje ilościowe wyniki, z których możnaby wnioskować, iż w warstwie butwienia zawartość amoniaku, w odniesieniu do całkowitej gleby, jak i próchnicy wzrasta niejednokrotnie w sośninach z podszytem bukowym. Były to jednak badania dorywcze.

Mattern (76, s.49), której praca opiera się na badaniach jednego tylko stanowiska i to nieporównawczo, oraz zdradza prymitywne wiadomości gleboznawcze i nieścisłość pojęć o rodzajach próchnicy, dochodzi na podstawie jakościowej tylko analizy do zbyt generalizującego wniosku: „tem samem jest obfita obecność amonifikacyjnych (putryfikacyjnych) istot w glebie leśnej wykazana. Amonifikacja surowej próchnicy bukowej nie jest niczem wstrzymywana“. Otóż istnienie bakterij amoniakotwórczych w glebie leśnej nie jest, po pierwsze — nowiną, a, po drugie twierdzenie o niewstrzymywanej amonifikacji w surowej próchnicy bukowej, na podstawie metody

stosowanej przez *Mattern*, bez znajomości początkowej obecności amoniaku jest zbyt śmiała, gdyż nawet w wypadku strat na amoniaku w okresie inkubacji, próbki, jak widzieliśmy, mogą wykazywać amoniak.

O znaczeniu podwyższenia amoniaku dla produkcji drzewnej trudno mówić, gdyż specjalnych badań co do odżywczej jego wartości dla drzew leśnych brak. Dotychczas można było tylko robić pewne przypuszczenia, na podstawie wyników badań w rolnictwie. Odnosnie leśnictwa, jedynie *Olsen* (90), daje pewne wskaźniki, gdyż na podstawie badań w Danji przyszedł do wniosku, że na kwaśnych glebach przeważa tworzenie się amoniaku, na neutralnych, względnie zasadowych — tworzenie się azotanów.

Później dał pewne przyczynki do tej kwestji *Hesselman* (50) i *Melin* (78), a ostatnio — *Altonen* (1), którego badania wykazują wzrost zawartości amoniaku na lepszych (z grupy typów borowych) typach lasu. Z otrzymanych przez niego przeciętnych dla ilości $\text{NH}_3\text{—N}$ w mg pro kg przeschniętej gleby widzimy, że w typach, które po części mogłyby być porównywalne z badanymi przeze mnie stanowiskami, t. j. MT, OMT i OMaT, zawartość $\text{NH}_3\text{—N}$, aż do OMaT wzrastała.

Opierając się na uzyskanych wynikach, iż na odznaczających się lepszym wzrostem i większą wydajnością stanowiskach większą znajdowałem zawartość amoniaku wnosząc o doniosłość, dodatniem znaczeniu podwyższenia ilości amoniaku w glebie.

O wartości biogenicznej amoniaku w lesie możnaby rozumować też w ten sposób: rośliny runa, które mają być wskaźnikami żyzności powierzchniowych warstw gleby, odnoszą się do azotu amoniakalnego tak, iż krzewinki, mchy etc., występujące tylko na uboższych (borowych) typach lasów, są prawie wyłącznie amoniakożytne, jak można wnosić chociażby z ich występowania. Zatem, im większe jest podwyższenie $\text{NH}_3\text{—N}$ w warstwie butwienia, wzgl. 0—10 cm, tem lepiej rozwijać się mogą wspomniane rośliny oznaczające uboższy typ lasu i tworzące materiał dla powstawania surowej próchnicy, natomiast ziola, trawy słodkie etc. przystosowane do azotanów, są upośledzone, patrz wyżej str. 80. W tym wypadku więc ewentualna podwyżka zawartości amoniaku w górnej warstwie przez buka byłaby ujemną (tylko na popiołoziemach) o tyle, o ile podszyt buka był tak rzadki, iżby nie wstrzymywał przez zacienienie rozwoju wspomnianych krzewinkowych roślin runa. Z tego punktu widzenia, zwłaszcza na popiołoziemach, o ile już postanowimy wprowa-

dział podszyt, to winien być on zwarty do ostatniej chwili, aby podwyżka amoniaku, powodowana przez buka, nie szła na korzyść krzewinek runa, które zakwaszają a tem samem i pogarszają rodzaj próchnicy.

Obniżka $\text{NH}_3\text{—N}$ w warstwie butwienia buroziemów, jest hodowlanie korzystna, gdyż może powodować wstrzymywanie wdzierania się runa krzewinkowego, mniej korzystnego dla warunków odnowienia lasu, niż runo zielne.

Co do roli amoniaku w głębszych warstwach (30—40 cm), to jakkolwiek drzewa zdają się lepiej wzrastać w warunkach autotroficznych, odżywiając się azotanami (*Melin* 78), jednak mogą się b. dobrze rozwijać i w warunkach mykotroficznych, odżywiając się amoniakiem przy pomocy grzybni korzeniowych, zczem w wypadkach podwyżki, powodowanej przez buka w tej warstwie, jest ona bezpośrednio korzystną dla przyrostu drzew.

f) WNIOSKI Z WYNIKÓW BADAŃ NAD AMONIAKIEM.

- 1) Należy uważać za rzecz dowiedzioną, że zwiększenie zawartości amoniaku w glebie i podwyższenie odsetka amonifikacyjnego, są korzystne dla produkcji leśnej.
- 2) Przeciętna wielkość zawartości początkowej amoniaku jest, zwłaszcza w wierzchnich warstwach, wyższą na buroziemach, aniżeli na popiołoziemach.
- 3) W górnych warstwach profilu zawartość amoniaku waha się zależnie od głębokości, wobec czego interpretacja wyników tylko dla tych samych warstw jest dopuszczalna.
- 4) Wahania te zależą przede wszystkim od typu gleby, następnie — od domieszki buka.
- 5) Wpływ buka, w odniesieniu do amoniaku, jest bardzo zmienny i inny na popiołoziemach, niżeli na buroziemach, na których zwłaszcza należy go uznać za korzystny gospodarczo.
- 6) Na buroziemach buk działa podwyższająco zazwyczaj tylko w dolnych warstwach, obniżająco natomiast — w warstwie butwienia, co jednak niekoniecznie należy uważać za równoczesne zmniejszenie zaopatrzenia tej warstwy w azot przyswajalny, gdyż na tym typie mogą wchodzić jeszcze w grę azotany.
- 7) Na popiołoziemach działa buk podwyższająco na zawartość po-

czątkową amoniaku często w wierzchnich warstwach; w dolnych warstwach korzeniowych występuje obniżenie wskutek pobierania amoniaku przez korzenie buka.

- 8) Zawartość amoniaku w próchnicy większą jest na buroziemiach, niżeli na popiołoziemach i wzrasta ku głębi profilu. Buk zawartość tę podwyższa wyraźniej tylko na buroziemiach w głębokości 0—10 cm, na popiołoziemach we wszystkich badanych warstwach raczej obniża.
- 9) Siła amoniakotwórcza obniżana jest przez buka jedynie w warstwie butwienia, naogół bowiem w innych warstwach buk siłę amoniakotwórczą zdaje się podwyższać.
- 10) W badanych glebach, zwłaszcza bezpośrednio pod warstwą butwienia, występowało szczególnie u popiołoziemów zjawisko t. zw. dezamonifikacji, czyli strat na amoniaku w okresie inkubacji w warunkach laboratoryjnych. Buk wielkość tej dezamonifikacji, stojącej zapewne w związku z siłą adsorpcji gleby, zazwyczaj obniżał.
- 11) Odsetek amonifikacji azotu zarówno w glebie wprost z lasu pobranej, jak i inkubowanej — wyższy jest na buroziemiach, aniżeli na popiołoziemach. Krzywa tegoż odsetka dla próbek inkubowanych wskazuje, iż najkorzystniejszy przebieg amonifikacji posiadają próbki z warstw głębszych, niezbyt z soli mineralnych wylugowanych, zawierających przecież pewną, choć nieznaczna ilość próchnicy. Odsetek amonifikacyjny próbek świeżych wskazuje również, że im głębiej azot się znajduje, tem większa jego część przybiera formę amoniaku.

Wpływ buka na odsetek amonifikacyjny gleby, wprost z lasu pobranej, jest tego rodzaju, że tylko pod pokładem butwienia, w pierwszych 15 cm, buk odsetek ten podwyższa, głębiej zaś — obniża. Odsetek amonifikacyjny próbek inkubowanych ulega pod wpływem buka pewnej obniżce jedynie w warstwie butwienia, zresztą zaś wykazuje stały znaczny wzrost.

- 12) Z porównania wpływu buka na siłę amonifikacyjną i odsetek amonifikacyjny, można wnosić, iż buk, jakkolwiek w zależności od typu, glebę w głębszych warstwach zuboża, to jednak nadaje jej większą zdolność produkowania amoniaku w przyszłości.

5. BADANIA NAD NITRYFIKACJĄ.

a) METODYKA ANALIZY AZOTANÓW.

Do ilościowego oznaczania azotu azotanowego w glebie stosowałem znaną kolorymetryczną metodę kwasu karbolowo-siarkowego (Phenolschwefelsäure) *Grandval'a* i *Lajoux*, w sprawdzonej, zmodyfikowanej nieco formie, używanej ostatnio do badań leśnych przez *Wittich'a* (119).

Metody tej używali też liczni badacze krajów północnych a jej celowość i ścisłość gruntownie badał w odniesieniu do analiz gleb *Gaarder* i *Hagem* (40). Z leśników używali jej *Altönen* (1) i *Hesselman* (50).

W niniejszych badaniach brałem z reguły 200 g wilgotnej gleby (której wilgotność jednocześnie oznaczałem) i wytrząsałem maszynowo 30 min. w 400 cm destylowanej wody z dodatkiem tymolu dla przerwania działalności bakteryj. (Wody wodociągowej można tylko wtedy używać do wytrząsania, o ile analiza wykazała w niej przedtem całkowity brak azotanów). Pod działaniem wytrząsania, według licznych autorów, przechodzą azotany całkowicie do roztworu.

Odwężanie próbek odbywało się wprost do słoje wytrząsaczowych na zwykłej wadze. Wyciąg z gleby po ustaniu się osadu przesączało. Do dalszej analizy brałem połowę, t. j. 200 ccm, tego przesącza.

Ponieważ substancje próchnicowe, zwłaszcza u próbek, pochodzących z typu kwaśno-próchnicowego, zabarwiały silnie przesącz, przeto niezbędne było poprzednie odbarwienie. Odbarwienie to dokonywałem w sposób polecony przez *Gaarder'a* i *Hagem'a* przy pomocy octanu glinowego, postępując, celem uniknięcia strat na azotanach, następującą drogą podaną i wyrobioną przez *Wittich'a* l. c.: 200 ccm wyciągu glebowego mieszano z 20 ccm roztworu octanu glinowego, (200 g. sproszkowanego na 1 l. H_2O) i z każdorazowo w pierw określoną ilością ługu sodowego (wahającą się ok. 2—7 ccm). Tak zmieszany wyciąg przesączało ponownie, przyczem na sączku pozostawał w formie galaretowatej masy wodorotlenek glinowy wraz z barwiącymi substancjami. Przytem, jak stwierdził *Wittich*, następuje pewna drobna strata azotanów, lecz jest stale prawie jednakowa, więc daje się łatwo wyrównać, jeśli skala porównawcza do kolorymetrowania była dokładnie przy sporządzaniu w ten sam sposób octanem glinnym traktowana. Używałem właśnie tak sporządzonej skali. Nieraz niezbędnym było powtarzanie przytroczonego procesu oczyszczania.

W innych znów wypadkach, gdy zabarwienie i zmętnienie wyciągu pierwszego było nieznaczne, lub dało się przez powtórne zwyczajne przesączenie w znacznym stopniu usunąć, rezygnowałem z opisanego powyżej procesu oczyszczania, biorąc w rachubę mały, popełniany przez to błąd.

Przejrzysty wyciąg glebowy zadawano na małej miseczce porcelanowej ługiem sodowym aż do alkalicznej reakcji, celem związania wolnego kwasu azotowego, potem odparowywano na łaźni wodnej. Po ostygnięciu wpuszczano na miseczkę 3 ccm kwasu karbolowo-siarkowego kropla po kropli w ten sposób, aby nastąpiło zetknięcie kwasu z wszystkimi cząsteczkami osadu w miseczce. (Kwas karbolowo-siarkowy sporządzano przez dodanie 15 g phenolu do 100 ccm stężonego kwasu siarkowego, ogrzewanego w ciągu 6 godz. przy 100°C na łaźni wodnej).

Aby uniknąć strat na azotanach, które wskutek nagrzewania się zwykle występują przy tym procesie, gdy dodajemy do miseczki poprzednio ca 2 ccm wody destylowanej dla ułatwienia zetknięcia się kwasu z osadem, unikałem o ile możliwości tego stosowanego zresztą zazwyczaj postępowania (*Wittich* 119, s. 28;— 4 HNO_3 ogrzane $4 \text{ NO}_2 + 2 \text{ H}_2 \text{ O} + \text{O}_2$), gdyż, jak *Noyes* (89) dowodzi, można strat wszelkich uniknąć, jeżeli temperaturę utrzymamy stale poniżej punktu, przy którym ta reakcja zachodzi.

Mniej więcej w ciągu 15 min. po zadaniu kwasem karbolowo-siarkowym kończy się tworzenie kwasu pikrynowego. Aby uniknąć lokalnego zagrzania się, które przy nagłym zobojętnieniu kwasu występuje, dodajemy ok. 20 ccm wody destylowanej i zadajemy dopiero potem, stopniowo, celem osiągnięcia zasadowej reakcji, słabym roztworem wodnym amoniaku (66% NH_3 — 1 część, na 3 części wody destylowanej). W ten sposób uzyskujemy roztwór soli amonowej kwasu pikrynowego (pikraty), która zabarwia roztwór silniej, lub słabiej na żółto.

Z miseczki żółtawy roztwór przeprowadzamy ilościowo do menzurki i uzupełniamy wodą do 100 ccm, poczem po przesączeniu gotów jest do porównania kolorymetrycznego ze skalą wzorcową (standardową). (Wody wodociągowej do rozcieńczania można używać tylko w wypadku dowiedzionej nieobecności w niej azotanów).

Przy wyższej zawartości azotanów w badanych glebach było nieraz konieczne dalsze rozcieńczenie, aż koncentracja pikratów odpowiadała szeregowi standardowemu. Wówczas część roztworu odbierano do probówki szklanej i w zwyczajny sposób porównywano w komparatorze z odpowiadającą jej probówką skali wzorcowej.

Nieraz nawet oczyszczony octanem glinowym wyciąg, jeśli zawierał niezabarwione połączenia organiczne, barwił się po zadaniu go kwasem karbolowo-siarkowym na brązowo. Porównanie w komparatorze wymagało w takich razach specjalnej uwagi i postępowania, aby wyeliminować słabe nie od pikratów pochodzące zabarwienie.

Aczkolwiek w przeprowadzanych analizach posługiwałem się, dzięki uprzejmości prof. *Wittich'a*, sporządzoną przez niego skalą, to jednak dla podania całokształtu metodyki, przytoczę sposób sporządzania tej skali w ogólnych zarysach.

0, 7217 g czystej saletry potasowej rozpuszcza się w jednym litrze wody destylowanej i z roztworu tego bierze się 10 ccm, które rozcieńcza się wodą do 200 ccm. Roztwór ten, zawierający 1 mg azotu, traktuje się dokładnie w spo-

sób, podany przy opisie samej analizy, a mianowicie: raz przechodzi on proces oczyszczania octanem glinowym, raz przyrządza się go bez tegoż, aby mieć odpowiednie skale dla analiz, zależnie od sposobu postępowania z nim.

Po przejściu wszystkich zabiegów osiągamy w ten sposób roztwór pikratu (100 ccm, zawierający 1 mg N). Dla sporządzenia skali standardowej bierze się 1, 2, 3 ...10 ccm roztworu pikratu do szeregu kalibrowanych probówek, w których rozcieńcza się tę porcję do 10 ccm i zamyka przy pomocy parafinowanych korków gumowych, względnie przez zatopienie szkła.

Skala więc wzorcowa zawiera 0,01, 0,02, 0,03 ...0,1 mg N w poszczególnych probówkach. Sposób obliczenia wynika z toku analizy.

Całą tę metodę komplikowałaby nieco, według *G a a r d e r ' a* i *H a g e m ' a*, obecność azotynów *). W tym wypadku, według metody *P i c c i n i ' e g o* (*W i t t i c h* 119, s. 29), niszczy się azotyny przez zadanie wyciągu glebowego na miseczkę, przed odparowywaniem, skoncentrowanym roztworem mocznika. Należy jednak przyjąć, na podstawie wyników badań *W i t t i c h ' a*, który w 250 próbkach z tych okolic nie mógł znaleźć ani śladu azotynów, że nie odgrywają one w glebach badanych prawie żadnej roli.

W i t t i c h zjawisko nieobecności azotynów tłumaczy dwiema przyczynami: bądź bezpośrednią przemianą amoniaku na azotany, z pominięciem stanu azotynowego, bądź też niezwłoczną po ich wytworzeniu się oksydacją azotynów na azotany.

Ponieważ w badaniach moich chodziło nie o wyłączone ujęcie azotanów, lecz wogóle o stopień udostępnienia azotu przez dalszą oksydację amoniaku, więc sprawa ta mogła być obojętną.

Jakościowe badanie na azotyny przy pomocy roztworu *G r i e s ' a*, wykonane dla kontroli, nie wykazało również obecności ich w glebie świeżej, czy inkubowanej.

Brak czasu nie pozwalał na szczegółowe zajęcie się w danej chwili kwestją azotynów, jakkolwiek, poza *G a a r d e r ' e m* i *H a g e m ' e m*, dotychczas kwestją tą odnośnie do gleb leśnych nie zajmowali się badacze tych gleb (ani *H e s s e l m a n*, ani *A u l t o n e n* w pracach swych sprawy tej nie poruszali).

Opisana metodyka nadaje się doskonale do masowych badań. *W i t t i c h* podnosi też jej dokładność, która jest większa, aniżeli by w zasadzie do celów pracy była potrzebną, gdyż przy użyciu 400 g gleby pozwala stwierdzić jeszcze różnicę 0,125 mg w kg gleby. Pomimo to b. dużych lub zbyt małych ilości azotanów nie można tak dokładnie oznaczyć, ponieważ, po pierwsze, przy dużej ilości azotanów musimy kilkakrotnie rozcieńczać roztwór pikratów przed porównywaniem ze skalą, powtóre, przy zbyt małych śladach brak nieraz w szeregu porównawczym odpowiednich roztworów sztandardowych.

Dlatego, mając na uwadze liczne, podane w opisie metodyki możliwości błędów, należy wyniki przyjąć praktycznie za dokładne tylko

*) *M. Sławski* (Hydrochemiczeskija Materjały. Tom I, 1915, str. 182—223) twierdzi, że zawartość azotynów do 8 mg w litrze (a więc stosunkowo duża) przy badaniu na azotany na wynik nie wpływa.

w zaokrągleniu do 1 mg, jakkolwiek w tabelach podawałem je z jednym miejscem dziesiętnym.

Zwłaszcza liczby, dotyczące popiołów, podane w tabeli 11 i 12, poniżej 1 mg należy uważać raczej za symbole, aniżeli rzeczywiste wartości azotanów, zawartych tam tylko w znikomych śladach.

Wyniki analiz odnoszą się do azotu azotanowego, a nie do NO_3 i dla przeliczenia na ten związek wypadłoby wykazane liczby pomnożyć przez współczynnik 4,427, odpowiadający stosunkowi ciężaru cząsteczkowego NO_3 (62.008) do ciężaru atomowego azotu (14.008).

b) WYNIKI OBCYCH BADAŃ NAD AZOTANAMI W ZWIĄZKU Z ODDZIAŁYWANIEM DRZEW LIŚCIASTYCH.

Aaltonen (1) w swych badaniach nad związkiem pomiędzy zawartością saletry a *Cajander'owskimi* typami lasów dochodzi do wyników, iż zarówno w próchnicowych próbkach, jak i w mineralnych wybitniejsza zawartość początkowa azotanów występuje dopiero w typie *Oxalis-Majanthemum* (OMaT).

W typie tym również i przyrost azotanów w czasie inkubacji jest niezwykle wielki w porównaniu do typu OMT, gdzie jest on zaledwie dostrzegalny. W innych badanych przez niego typach, jak: w *Cladonia*, *Calluna*, *Vaccinium* i *Myrtillus* — typ, zarówno analiza początkowa, jak i końcowa nie wykazała większych, ponad 1 mg w 1 kg suchych próbek, — zawartości $\text{NO}_3\text{—N}$, a więc praktycznie ilość ta jest bez znaczenia. Ogólnie jednak stwierdza *Aaltonen*, że w odniesieniu do tworzenia się azotu azotanowego ujawnia się nieznaczna różnica pomiędzy typami *Calluna*, *Vaccinium* i *Myrtillus* a ilość azotu azotanowego wzrasta z bonitacją siedliska *).

*) Badania licznych autorów wykazują, że już w roślinności dennej zdradza się obecność azotanów. *Hesselman* wylicza, jako rośliny azotanowe: *Epilobium ang.*, *Senecio viscosus* i t. p. spec., *Rubus id.*, etc. W *Bärenthorren* stwierdził zawartość azotanów u *Rumex acetosella*, *Antoxanthum odoratum*, *Holcus lanatus*, *Lusula pilosa*.

Leinigen (69) *Viola silv.*, *Mercurialis perren.*, *Impatiens noli tangere*, *Salvia glutinosa*, *Dentaria bulbifera*, *Melitis melissofillum*, *Cardamine trifolia*, *Geranium Robertianum*, *Asperula odorata*, *Stachys silvatica*, *Asarum europaeum*, *Scrophularia*, *Lactuca muralis*, *Stellaria nemorum*, *Atropa belladonna* i in., zaznacza jednak, że nawet wyraźnie nitrofilne rośliny mogą, zwłaszcza w jesieni, nie posiadać w tkankach azotanów, gdyż zużywają je do budowy substancyj białkowych podczas okresu wegetacyjnego.



Ryc. 10. Eberswalde, Oddz. (Jag.) 109

Fot. autor

Występowanie roślin azotanowych w kulturze sosnowej. *Senecio viscosus* na pasach z przerobioną glebą. Na międzyrzędach darń, trawiasta, przeważnie *Aira flexuosa*.
W głębi drzewostan bukowy z pojedynczym dębem.

Auftreten von Nitratpflanzen in Kiefernkultur. Auf bearbeiteten Bodenstreifen *Senecio viscosus*. Auf Zwischenreihen vorwiegend *Aira flexuosa* — Rasen. Im Hintergrund Buchenbestand mit einzelnen Eichen

W pracy *Altönen'a* znajduje potwierdzenie wyrażone jeszcze w 1912 r. założenie *Vogel von Falkenstein'a*, że azot w formie azotanów, dostępny roślinom leśnym, jako bezpośredni pokarm — posiadać musi wpływ na każdorazową żyzność gleby, a wraz z tem i na jej wydajność.

W nauce leśnej dosyć powszechne panowało dotychczas zdanie, że domieszka drzew liściastych do drzewostanów szpilkowych spowoduje podwyższenie nitryfikacji. Początkowo, przed należytym opracowaniem wyników innych badań (15, s. 585) i ja byłem tego samego zdania. W rezultacie jednak ścisłego opracowania wyników moich analiz zmuszony jestem w dalszym ciągu pracy zmodyfikować to przekonanie, względnie stwierdzić, że jest ono zbyt generalizujące.

Hesselman, (50, s. 528) twierdzi, że butwiejące listowie podwyższa mobilizację azotu i sprzyja nitryfikacji nawet w wypadku, gdy nie zmienia stopnia kwasoty; dalej twierdzi on tamże: „zmiany składu drzewostanu, które zmieniają w kierunku alkalicznym stopień reakcji, jako to domieszka drzew liściastych w lesie iglastym, podwyższają mobilizację, ułatwiają nitryfikację i powiększają wrazliwość na szczepienie ziemią nitryfikującą.

Wspomniany autor (I, c, s. 536) mówi dalej, że zmiany w pokrywie próchnicowej powoduje w wysokim stopniu w lasach krajów północnych domieszka brzozy, osiki, wierzby, lub innych drzew liściastych. Czy zmiany takie wywołuje domieszka buka, czy powodują ją właściwości siedliska, które buk z natury zajął, starałem się w badaniach moich wyjaśnić.

W odniesieniu do buka *Hesselman*, na podstawie kilku analiz w *Bärentshoren*, wyraża się w dodatku do pracy *Wedemana'a* (119, s. 50) w następującem zdaniu: „zdaje mi się być rzeczą ważną uwypuklić, że przez nawożenie chrustem, lub podsadzanie drzew liściastych, wzmacnia się krążenie azotu, szczególnie nitryfikacja. Jeżeli zabiegi te niewszędzie mają podobne wyniki, to jednak powinny spowodować naogół wydatną poprawę gleby“.

Nemec i Kvapil (87) podają jako rośliny korzystnie wpływające na nitryfikację: *Rubus id.*, *Rubus frutic.*, *Epilobium angustifolium*, *Galeopsis spinosa*, *Mercurialis perrennis*.

Wittich (119, s. 90) zalicza do roślin nitratoofilnych: *Urtica dioica*, *Mercurialis*, *Impatiens*, *Prenanthes*, *Senecio*, *Mcclampyrum*, *Aira flexuosa*.

Widzimy, że wszystko to są rośliny, których amplituda pH nie jest wielką i obraca się w pobliżu reakcji neutralnej, chociaż jeszcze po stronie kwaśnej. (*Frank* 48, s. 106).

Mattern (76), co do pracy której należy mieć zastrzeżenia, podane już przeze mnie w omawianiu jej badań amonifikacyjnych, opierając się na wynikach swych badań, wykonanych metodą *Re-my'ego*, stwierdza (l. c. s. 30), iż w surowej próchnicy bukowej zawarte są substancje, odznaczające się rozpuszczalnością w eterze, a wywierające wstrzymujące działanie na bakterje nitritowe. W działaniu okazują te substancje podobieństwo do kwasu dihydrooksytearynowego, jednak analogja między temi dwoma substancjami dotąd nie została wykazana. Wyniki prac *Mattern* byłyby zatem do pewnego stopnia niezgodne z wynikami dotychczasowymi prac *Hesselman'a* i innych autorów.

Zachodzi pytanie, czy tylko w surowej próchnicy bukowej występuje owo wstrzymujące działanie na nitryfikację i czy nie zachodzi ono również na łagodno-próchnicznych glebach pod bukiem, a więc nie tylko na popiołoziemach ale i na buroziemach. W moich badaniach będę się starał wykazać, czy przyczyna ewentualnego wstrzymania nitryfikacji przez próchnicę bukową daje się usunąć w wypadku szybkiego, dostatecznego rozkładu substancyj organicznych.

Wyniki badań *Nemeca* i *Kvapila* (87) jak i powyżej przytoczonych prac *Hesselman'a* (50) zdają się być w niezgodzie z ustalonemi przez bakterjologów powodami, które przyczyniać się mają do wzmożenia tworzenia się azotanów w glebie, ponieważ dwa z nich, t. j. temperatura gleby i nieobecność większych ilości rozpuszczalnych substancyj organicznych w glebie nie są przez cieniste gatunki liściaste korzystnie zmieniane. Warunki te zestawia *Waksman* (110, s. 539) w następujący sposób:

- 1) Temperatura do 37°C.
- 2) Dostateczna aeracja.
- 3) Dostarczenie odpowiedniej wilgotności.
- 4) Korzystna reakcja (pH większe od 4.6):
- 5) Obecność węglanów lub innych, niweczących kwasowość czynników.
- 6) Nieobecność większych ilości rozpuszczalnych substancyj organicznych w glebie.

Jak wiemy (*Waksman* 110, s. 517 i 770), dodanie do gleby substancji organicznej z szeroką proporcją węgla do azotu, sprowadza znaczną redukcję azotu azotanowego i wynikający z tego szkodliwy wpływ na wzrost roślin. Dopiero w następnych latach, po rozkładzie związków protoplazmy, okazać się może wpływ korzystny.

Prawdopodobną przyczyną ograniczeń mobilizacji azotu jest głównie punkt 1-szy i 6-ty, a jeśli tak jest, to wstrzymywanie powinno występować zarówno na kwaśno, jak i łagodno-próchnicznych glebach. Na kwaśnych glebach nie może być ono ilościowo uchwytne, gdyż w tych glebach występują zaledwie ślady produkcji azotanów.

c) WYNIKI PRZEPROWADZONYCH BADAŃ.

Rozpatrzmy obecnie w świetle tem wyniki przeprowadzonych badań, co do których należy mieć na uwadze zastrzeżenia, poczynione przy omawianiu metodyki. Przedewszystkiem trzeba tu podnieść, iż wyniki te opierają się na stosunkowo małym materjale. Przyczyna zaś tego leży w niespodziewanym odpadnięciu, dla wnioskowania porównawczego pomiędzy czystymi sośninami, a sosną z bukiem, wszystkich próbek ze stanowisk położonych na popiołoziemach, w których analiza nie wykazała ani w jednym wypadku uchwytnej zawartości azotanów.

Z poddanych ogółem badaniu blisko 90-ciu próbek inkubowanych, z których wiele 3—4 krotnie analizowałem, przeszło połowa odpada dla wnioskowania. Zatem rozważania moje, dotyczące nitryfikacji, ograniczyć się musiały do skąpego materjału buroziemów.

Załączone tabele Nr. 11 i 12 wykazują dla całego szeregu doświadczalnego, odnoszącego się do popiołoziemów, brak uchwytnej nitryfikacji. Możliwe, że przy zastosowaniu dłuższych okresów inkubacyjnych względnie większych ilości roztworów przy kolorymetrowaniu, nieznaczne różnice i tu dałyby się wykazać. Nad przyczynami tego wstrzymania nitryfikacji na popiołoziemach zastanowimy się przy omawianiu badań innych czynników, które znajdują się wśród wyliczanych przez *W a k s m a n ' a*.

Rozpatrując, dotyczące buroziemów, kolumny tabeli 11 i 12, widzimy przedewszystkiem wybitne różnice zawartości azotu azotanowego w poszczególnych warstwach profilu, przez co potwierdza się konieczność zachowania drobiazgowego rozgraniczania poszczególnych głębokości profilu, stosowanego przy poborze próbek. Oddziaływanie bowiem nawet drobnych różnic głębokości może mieć znacznie większe znaczenie, aniżeli skład gatunkowy drzewostanów.

Jeżeli chcielibyśmy rozpatrzyć wpływ gatunku gleby na nitryfikację, to, na podstawie uzyskanych wyników badań (17), składowi

mechanicznemu gleby można przypisać wpływ na nitryfikację tylko z pewnemi ograniczeniami, a nie tak generalizująco, jak to czyni *Wittich* (119, s. 36), który twierdzi, że silniejsza nitryfikacja występuje zgodnie w glebach o wysokiej zawartości drobnych cząsteczek, poczynając od średnicy 0,2 mm.

Stanowiska badane wypadają wogóle zaliczyć do siedlisk, które dla nitryfikacji posiadają nadmierną ilość powietrza (tleny), a trochę zamało dostarczają wilgotności.

Jak widzimy z porównania nitryfikacji na stanowisku XIX i XX (piasek ziarnisty) ze stanowiskiem XXI (szczerk pylasty), lub nawet V czy VI (szczerk miałowy) — na piasku ziarnistym, z drobnym odsetkiem mikropelitu (XIX i XX), nitryfikacja może być większa, aniżeli na wykazujących poważną ilość cząsteczek 0.2 mm i mikropelitu szczerkach (V, VI, XXI i t. p.).

Łatwo z tego wnosić, że wysoka zawartość cząsteczek $< 0,2$ mm sama przez się nie jest widocznie pierwotnym decydującym czynnikiem. Muszą tu wchodzić w grę inne warunki (przedewszystkiem, jak zaznaczę — ubiegając omówienie dalszych badań — prawdopodobnie zawartość wapna), dlatego można powiedzieć, że tylko przy identycznej zawartości decydujących składników chemicznych zarówno organicznych, jak i nieorganicznych, podwyższenie zawartości mikropelitu w glebach piaszczystych powoduje wzrost nitryfikacji. A więc nasuwa się przypuszczenie, że w tym wypadku *ceteris paribus* korzystne podwyższenie stosunków wilgotności, przewodności i właściwej ciepłoty gleby wpływa dodatnio na nitryfikację.

Przechodząc do wpływu samego buka na nitryfikację (w buroziemach), oddzielnie rozpatrywać trzeba stanowiska, położone na glebach w górnej warstwie geologicznie korzystnie uwarstwionych (XI, XXI), czyli t. zw. buroziemy warunkowe (patrz 17). W tych wypadkach domieszka buka podwyższa zawartość azotanów w porównaniu z czystą sośniną, gdyż profil geologiczny umożliwia jej widocznie, przez wzbogacenie pokładu butwienia etc., przestawić kierunek procesów glebotwórczych z popiołoziemnego na buroziemny.

W innych wypadkach na rodzaj wpływu buka dużą rolę odgrywać zdaje się skład mechaniczny gleby. Widzimy to zwłaszcza na stanowiskach z piaskiem ziarnistym XIX, XX, względnie b. słabo lub wcale nieszczerkowatym (VII, VIII, XIX, XX). Na tych stanowis-

TABELA 11. Wyniki badań nad nityfikacją i udostęp

Ergebnisse der Nitrifikations- und gesamter Stickstoffmobi

Popiołoziem — Podsol

sośnina z bukiem

Kiefernbestand m. Buche

sośnina

Kiefernbestand

Nr.

NO₃—N

po
inkubacji

mg pro kg

nach der
Lagerzeit

w całej próbce
in Totalprobe

w próchnicy
im Humus

NH₃-N

NO₃-N

współczynnik mobilizacji azotu
Stickstoffmobilisierungs Koeffizient

ilość przyswajalnego azotu po
inkubacji
Gehalt am aufnehmbaren Stickstoff

mg pro
kg

Nr.

NO₃—N

po
inkubacji

mg pro kg

nach der
Lagerzeit

w całej próbce
in Totalprobe

w próchnicy
im Humus

NH₃-N

NO₃-N

współczynnik mobilizacji azotu
Stickstoffmobilisierungs Koeffizient

ilość przyswajalnego azotu po
inkubacji
Gehalt am aufnehmbaren Stickstoff

mg pro
kg

Próbki z warstwy butwienia — Pro

I 15	0.05	0.1	2.16	0.0	2.16	197	II 14	0.1	0.2	1.92	0.0	1.92	176
III 15	0.05		2.33	"	2.33	140	IV 16	0.1		2.47	"	2.47	197
IX 51	0.1		2.35	"	2.35	112	X 55	0.1		1.45	"	1.45	105
XV 70	0.0		2.80	"	2.80	110	XVI 73	0.05		6.47	"	6.47	168
XVII 76	0.5		4.50	"	4.50	237	XVIII 78	0.25		4.07	"	6.07	183
							XII 61	0.0		2.47	"	2.47	84
							XXII 90	0.05		2.66	"	6.66	157

Próbki z głębokości 0—5.

I 1	0.1	1.2	1.67	0.0	1.67	28	II 7	0.1	1.5	2.00	0.0	2.00	26
2	0.1	2.6	4.38	"	4.38	27	8	0.1	3.3	1.93	"	1.93	13
III 17	0.0		14.03	"	14.03	63	IV 22	0.5		6.89	"	6.89	42
18	0.1		37.01	"	37.01	161	23	0.7		3.13	"	3.13	14
IX 52	0.1		5.82	"	5.82	56	X 56	0.5		3.29	"	3.29	21
XV 71			3.93	"	3.93	21	XVI 74	0.1		4.44	"	4.44	24
XVII 72			5.34	"	5.34	21	XVIII 79	0.04		2.49	"	2.49	14
							XII 62	0.1		6.64	"	6.64	14
							XXII 91	0.1		4.45	"	4.45	30

Próbki z głębokości 0—5.

UWAGA: W wypadku uchwytnej ilościowo zawartości azotanów powyżej 1 mg pro — poniżej 1 mg mają

Ammerkung: Im Falle quantitativ erfassbarer Nitratmengen, — oberhalb 1 mg pro kg — stellen die Zahlen eine

nieniem ogólnem azotu (przeliczone na próbki suche)

lisierungs-Untersuchungen (auf Trockenproben bezogen)

Buroziem — Braunerde

sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche							sośnina Kiefernbestand						
Nr.	NO ₃ —N		po inkubacji		współczynnik mobilizacji azotu Stickstoffmobilisierungs Koeffizient	ilość przyswajalnego azotu po inkubacji Gehalt am aufnehmbaren Stickstoff	Nr.	NO ₃ —N		po inkubacji		współczynnik mobilizacji azotu Stickstoffmobilisierungs Koeffizient	ilość przyswajalnego azotu po inkubacji Gehalt am aufnehmbaren Stickstoff
	mg pro kg		nach der Lagerzeit					mg pro kg		nach der Lagerzeit			
	w całej próbce in Totalprobe	w próchnicy im Humus	NH ₃ - N					w całej próbce in Totalprobe	w próchnicy im Humus	NH ₃ - N			
			%	%						%	%		
					mg pro kg							mg pro kg	

ben aus der Humusdecke

V 37	42.0	247.2	1.62	0.81	2.42	126	VI 38	11.5	54.3	4.20	0.25	4.45	208
VII 39	30.4	116.2	3.19	0.49	3.68	227	VIII 45	40.2	237.2	4.79	0.83	5.62	272
XIII 64	2.3	9.9	3.25	0.05	3.30	163	XIV 67	0.4	2.5	5.82	0.01	5.83	239
XIX 81	52.2	341.8	3.15	1.30	4.45	178	XX 84	65.0	351.4	5.22	1.34	6.56	318
XI 58	32.4	179.8	2.23	0.69	2.92	137							
XXI 88	8.4	42.0	2.27	0.16	2.43	126							

5—10 cm — Tiefe, der Proben.

V 27	2.0	45.6	10.29	0.42	10.71	51	VI 32	12.2	383.6	14.63	2.13	16.76	96
28	6.1	324.5	15.95	1.74	17.69	62	33	8.1	450.0	15.00	2.89	17.89	50
VII 40	0.5	12.0	9.66	0.06	9.72	85	VIII 46	16.4	428.2	1.47	1.72	3.19	30
41	1.0	45.7	14.24	0.34	14.58	43	47	2.5	144.5	11.72	1.05	12.77	31
XIII 65	0.3	9.3	11.88	0.08	11.88	42	XIV 68	0.5	18.7	8.10	0.13	8.31	32
XIX 82	6.1	109.7	14.42	0.61	15.03	146	XX 85	13.8	257.0	2.73	1.35	4.08	42
XI 59	0.3	7.2	6.09	0.03	6.12	56							
XXI 88	0.5	15.7	17.03	0.10	17.13	87							

kg, liczby przedstawiają wielkość przeciętną z 2 — 3 analiz kontrolnych; wartości charakter szacunkowy.

aus 2—3 Kontrollanalysen — stammende Grössen dar; die Werte unterhalb 1 mg besitzen einen Schätzungscharakter.

TABELA 12. Wyniki badań nad nityfikacją i udogodnieniem ogólnym azotu (przeliczone na próbki suche)

Ergebnisse der Nitrifikations- und gesamter Stickstoffmobilisierungs-Untersuchungen (auf Trockenproben bezogen)

Popiołoziem — Podsol												Buroziem — Braunerde																											
sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche							sośnina Kiefernbestand					sośnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche							sośnina Kiefernbestand																				
Nr.	NO ₃ —N		po inkubacji		współczynnik mobilizacji azotu Stickstoffmobilisierungs Koeffizient	ilość przyswajalnego azotu po inkubacji Gehalt am aufnehmbaren Stickstoff	Nr.	NO ₃ —N		po inkubacji		współczynnik mobilizacji azotu Stickstoffmobilisierungs Koeffizient	ilość przyswajalnego azotu po inkubacji	Nr.	NO ₃ —N		po inkubacji		współczynnik mobilizacji azotu Stickstoffmobilisierungs Koeffizient	ilość przyswajalnego azotu po inkubacji	Nr.	NO ₃ —N		po inkubacji		współczynnik mobilizacji azotu Stickstoffmobilisierungs Koeffizient	ilość przyswajalnego azotu po inkubacji												
	mg pro kg		nach der Lagerzeit					mg pro kg		nach der Lagerzeit					mg pro kg		nach der Lagerzeit					mg pro kg		nach der Lagerzeit															
	w całej próbce in Totalprobe	w próchnicy im Humus	NH ₃ - N	NO ₃ - N				w całej próbce in Totalprobe	w próchnicy im Humus	NH ₃ - N	NO ₃ - N				w całej próbce in Totalprobe	w próchnicy im Humus	NH ₃ - N	NO ₃ - N				w całej próbce in Totalprobe	w próchnicy im Humus	NH ₃ - N	NO ₃ - N			w całej próbce in Totalprobe	w próchnicy im Humus	NH ₃ - N	NO ₃ - N	w całej próbce in Totalprobe	w próchnicy im Humus	NH ₃ - N	NO ₃ - N	w całej próbce in Totalprobe	w próchnicy im Humus	NH ₃ - N	NO ₃ - N
Próbki z głębokości 10—15, 15—20 — 30 cm — Tiefe der Proben.																																							
I	5	0.1	3.3	4.29	0.0	4.29	28	II	9	0.1	4.1	23.08	0.0	23.08	12	V	29	4.5	288.5	4.75	1.53	6.28	19	VI	34	1.1	80.3	20.00	0.39	20.39	57								
	4	0.8	40.2	10.71	"	10.71	39		10	0.5	23.8	8.07	"	8.07	20		30	—	—	—	—		VII	35	—	—	—	—	—	—									
	5	0.8	47.6	8.21	"	8.21	27		11	0.2	10.6	6.88	"	6.88	21		42	—	—	—	—		VIII	48	—	—	—	—	—	—									
III	19	0.1		34.67	"	34.67	112	IV	24	0.9		13.04	"	13.04	4		43	—	—	—	—			49	—	—	—	—	—	—									
	20	0.1		28.57	"	28.57	84		25	0.8		10.53	"	10.53	2																								
IX	53	0.1		15.59	"	15.59	70																																
Próbki z głębokości 30—40 cm — Tiefe der Proben.																																							
I	6	0.1	8.3	6.19	0.0	6.19	13	II	12	0.1	7.5	96.77	0.0	96.77	21	V	31	0.65	78.3	25.00	0.58	25.58	29	VI	36	—	—	—	—	—									
III	21	0.1	—	27.27	"	27.27	84		26	0.1	—	4.43	"	4.43	12	VII	44	—	—	—	—	—		VIII	50	—	—	—	—	—									
IX	54	—	—	—	—	—	—	IV	57	—	—	—	—	—	13	XII	66	0.05	4.5	15.30	0.03	15.33	28	XIV	69	0.5	65.8	0.00	0.45	0.45	I								
XV	72	0.05	—	7.14	"	7.14	10	X	—	—	—	—	—	—	14	XIV	83	0.1	7.4	66.67	0.06	66.73	112	XX	86	0.15	15.2	9.49	0.05	9.54	28								
XVII	—	—	—	—	—	—	—	XVI	75	0.05	—	9.78	"	9.78	22	XI	89	0.25	15.6	35.44	0.11	35.55	84																
								XVIII	80	0.5	—	3.83	"	5.83	23	XXI	60	0.5	47.2	47.88	0.36	48.24	68																
								XII	63	0.1	—	8.33	"	8.33	14																								
								XXII	92	0.0	—	0.00	"	0.00	0																								

UWAGA: W wypadku uchwytnej ilościowo zawartości azotanów powyżej 1 mg — liczby przedstawiają wielkość przeciętną z 2 — 3 analiz kontrolnych; wartości poniżej 1 mg — charakter szacunkowy.

Ammerkung: Im Falle quantitativ erfassbarer Nitratmengen — oberhalb 1 mg pro kg — stellen die Zahlen 2—3 Kontrollanalysen — stammende Grössen dar; die Werte unterhalb 1 mg besitzen einen Schätzungscharakter.

kach buk obniżał nitryfikację zarówno w warstwie butwienia, jak i w 0—10 cm głębokości.

Widzimy więc, że wpływ buka na nitryfikację może być bardzo zmienny, zależnie od gatunku gleby piaszczystej. Ciekawem jest natomiast zjawisko, pojawiające się we wszystkich, badanych stanowiskach, z wykluczeniem geologicznie korzystnie uwarstwionych, że podszyt buka powoduje obniżenie nitryfikacji w warstwie, leżącej bezpośrednio pod pokładem butwienia. (Patrz wykres ryc. 11).

Sam fakt obniżania nitryfikacji, bez szczegółowych specjalnych badań, jest trudny do uzasadnienia. Być może stoi to w związku z wolniejszym na tych gatunkach gleby rozkładem nadmiaru celulozy, względnie z trudniejszym wzbogaceniem tych warstw w wapno etc., gdyż jest ono łatwo wymywalne. Jedyne na wybitnym szczytku (V, VI) buk podwyższał nitryfikację w warstwie butwienia, lecz gleba ta była zarazem najsilniej „wapienna“ z pośród badanych.

Zapewne przypisać należy zjawisko obniżania też występowaniu runa trawiastego pod czystymi sośninami, w którym to wypadku korzenie traw powodują prawdopodobnie lepsze warunki rozkładu, poprawiając w tych warstwach stosunek węgla do azotu. Z tabeli dopatrzyć się można, że całkowita zawartość azotu na glebach, porośniętych trawami jest wyższą, aniżeli na ich odpowiednikach, pokrytych jedynie martwą ściółką. Potwierdzenie tego znajdujemy i u *Wittich'a* (119, s. 66), który pisze: „powierzchnia trawiasta z reguły jest bogatsza w azot, aniżeli gleba uprawiona“.

Brak absolutny odpowiednich powierzchni porównawczych, w których pod sosną znajdowałyby się jedynie pokrywa martwa, podobnie jak to jest pod bukiem, nie pozwalał należycie wyświecić tego faktu przez dalsze szczegółowe badania. W/g badań *Lawes'a* i *Gilbert'a* (*Wittich* 119, s. 64), straty azotanów na glebie zadarnionej są o $\frac{1}{10}$ mniejsze, aniżeli na powierzchni niezadarnionej. Tłómaczy się to, po pierwsze, pobieraniem przez rośliny runa, zawartych w glebie azotanów i przemianę ich na substancje organiczne, po drugie zaś — wysuszaniem gleby przez bujnie rosnące pokrywę roślinną, co przerywa wsiąkanie. Opierając się na badaniach tych autorów uważam, iż tłómaczenie to zastosować by można w danym wypadku i do próbek inkubowanych, rozumując w ten sposób, że warstwa 0—10 cm pod runem zielono-trawiastem jest o tyle zasob-

niejszą chemicznie wskutek wspomnianego zmniejszenia wylugowywania, iż dozwala na wydatniejsze tworzenie się azotanów.

Inną jest sprawa wartości gospodarczo-leśnej takiej — zadarnionej pokrywy gleby, chociaż zdolna byłaby ona wytwarzać większe ilości azotanów. Owo zmniejszenie podziemnego wsiąkania związków chemicznych może powodować również buk przez wysuszanie gleby, wynikające z mych analiz wilgotności (17) w warstwie 30—40 cm.

W każdym razie buk może mieć wpływ na wstrzymywanie wsiąkania azotanów, zwłaszcza w lecie. Z powodu izolującego działania wysuszonej przez korzenie buka warstwy, wymywanie może być silnie powstrzymane. Z braku odpowiedniej liczby analiz nitryfikacyjnych z głębokości 30 — 40 cm nie mogę tutaj, niestety, wydać swego sądu.

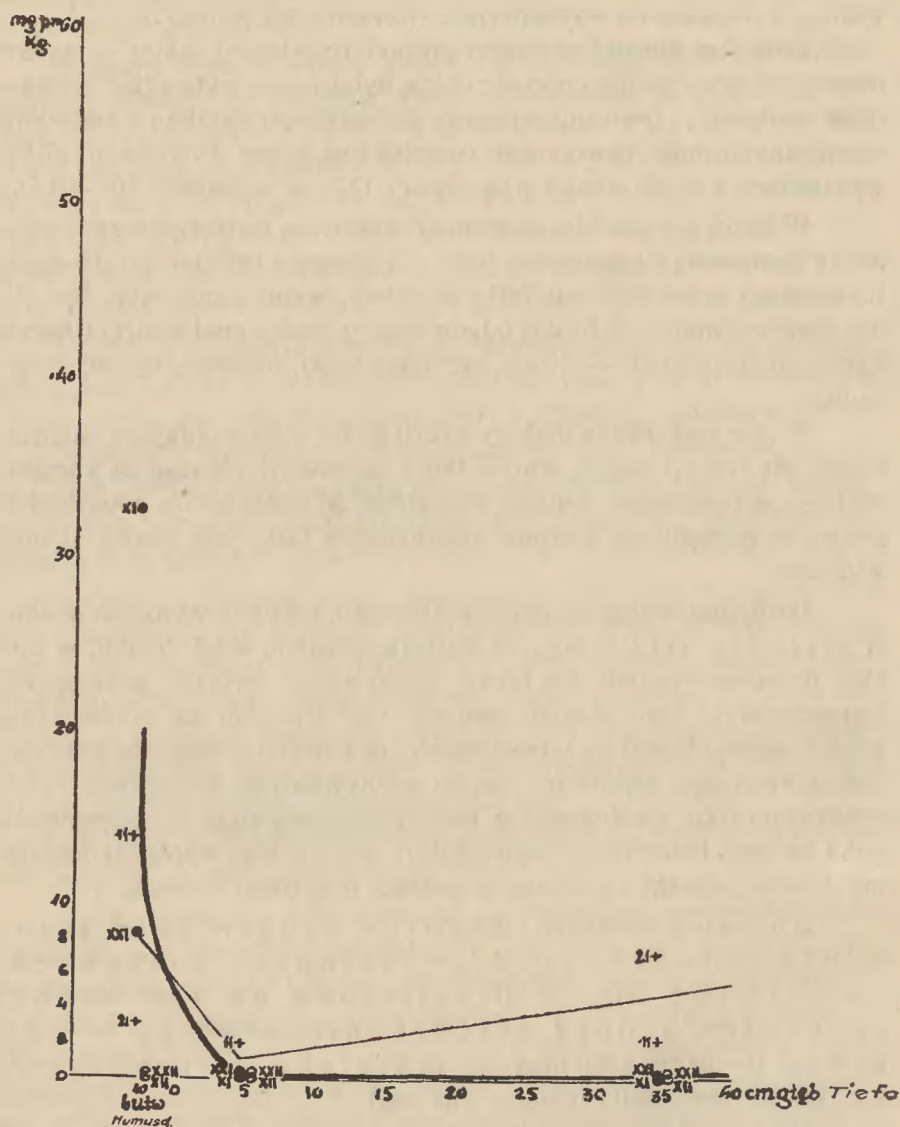
Biorąc pod uwagę głębszy profil gleby, odpowiadający zakorzenieniu się buka i sosny, wpływ buka należałoby uważać za korzystniejszy od roślinności dennej, zwłaszcza, że zadarnienie powierzchni gleby, ze względu na warunki odmłodzenia lasu, jest rzeczą niemiłą widzianą.

Porównanie znaczenia runa zielonego, jakby to wynikało ze słów *Wittich'a* (119, s. 65), do rodzaju spiżarni, wzgl. banku, w którym przechowywałyby się łatwo wymywalne związki pokarmowe, i przecenianie z tego powodu jego wartości uważam za niewłaściwe, gdyż w szczególności na buroziemach, na których występują pokrywy zielno-trawiaste, ulokowanie łatwo wymywalnych związków o wiele rentowniej daje się dokonać w podszytach, względnie w przymieszcze buka (w jego listowiu i w jego ściółce), gdyż w tym wypadku dostaje-my jeszcze odsetki za lokatę w postaci przyrostu drewna *).

Z przyczyn opisanych wskutek zadarnienia gleby w niepodszytych drzewostanach sosnowych, zawartość $\text{NO}_3\text{—N}$ przeliczona na 1 kg suchej próchnicy próbek jest średnio większą w warstwie 0—10 cm (280 mg), a mniejszą na powierzchni (w warstwie butwienia — 161 mg).

Natomiast w drzewostanach z podszytem maximum zawartości azotanów znajduje się w próchnicy warstwy butwienia (156 mg.), a opa-

*) Porównaj: *Flury*, Untersuchungen über den Lichtungsbetrieb an Bäumen und Beständen, Mittl. d. schw. Cenralanstalt f. d. forstl. Versuchswesen, XVII. Bd., 2 H. S. 279 in.



Objaśnienia:

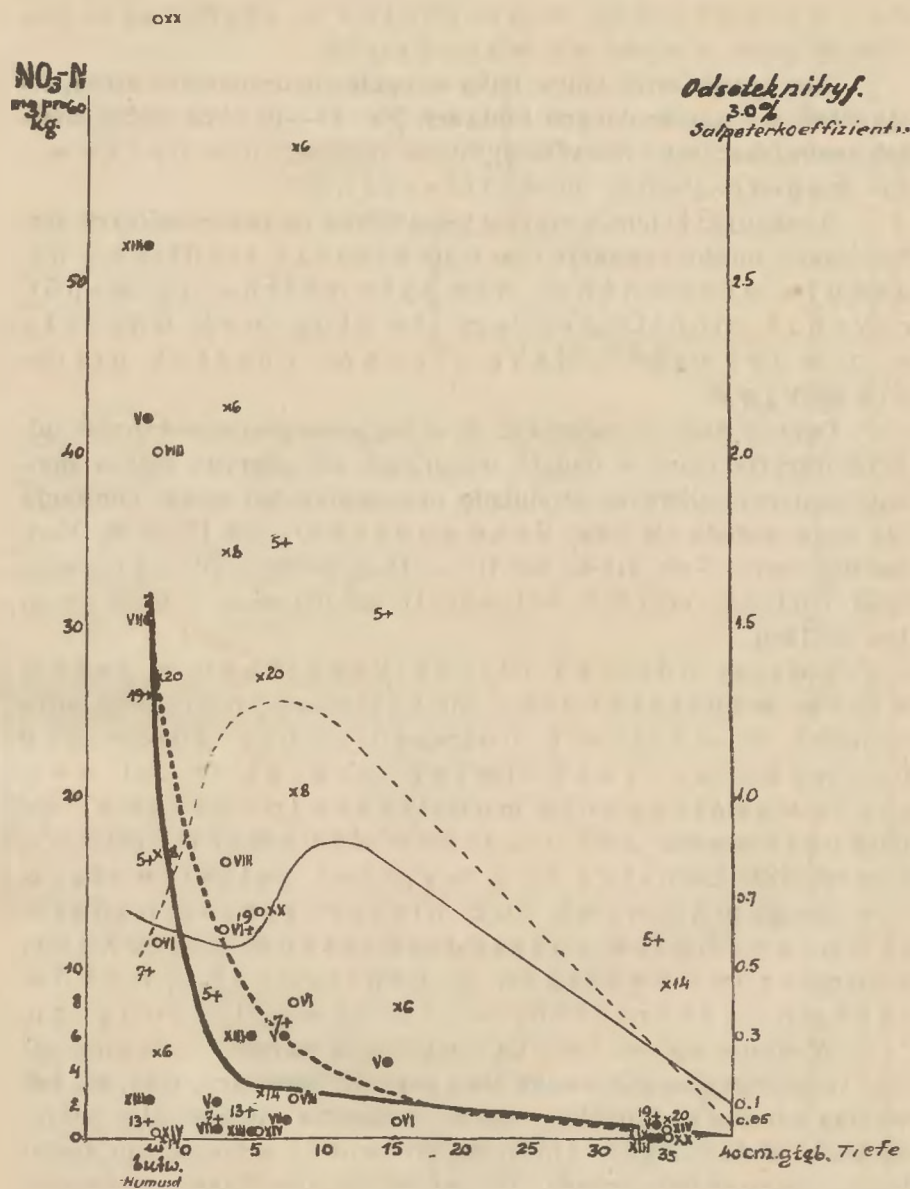
Stanowiska i krzywe azotanów: Stellen und Kurven des Salpetergehaltes

• XIX — sos + bu. Kiefernb. m. Buche

○ XX - - - - - sos. Kiefernb.

Rys. 11. Zawartość azotu azotanowego oraz odsetek nitryfikacyjny w glebie inkubowanej z pod sośnin litych mieszanych z bukiem na buroziemach warunkowych.

Salpeterstickstoff-Gehalt und Salpeter Koeffizient in Lagerproben des Bodens aus reinen bzw. mit Buche gemischter Kiefernbestände auf bedingten Braunerden.



Erklärung

Stanowiska i krzywe odsetka nitryf. Stellen und Kurven des Salpeterkoeffizientes

— 19 — soś + bu. Ki + Bu.

× 20 — sos. Kiefern.

Rys. 12. Zawartość azotu azotanowego oraz odsetek nitryfikacyjny w glebie inkubowanej z pod sośnin litych i zmieszanych z bukiem na buroziemach.

Salpeterstickstoff - Gehalt und Salpeterkoeffizient in Lagerproben des Bodens aus reinem bzw. mit Buche gemischter Kiefernbestände auf Braunerden.

da już wybitnie w próchnicy z głębokości 0—10 cm pod warstwą butwienia.

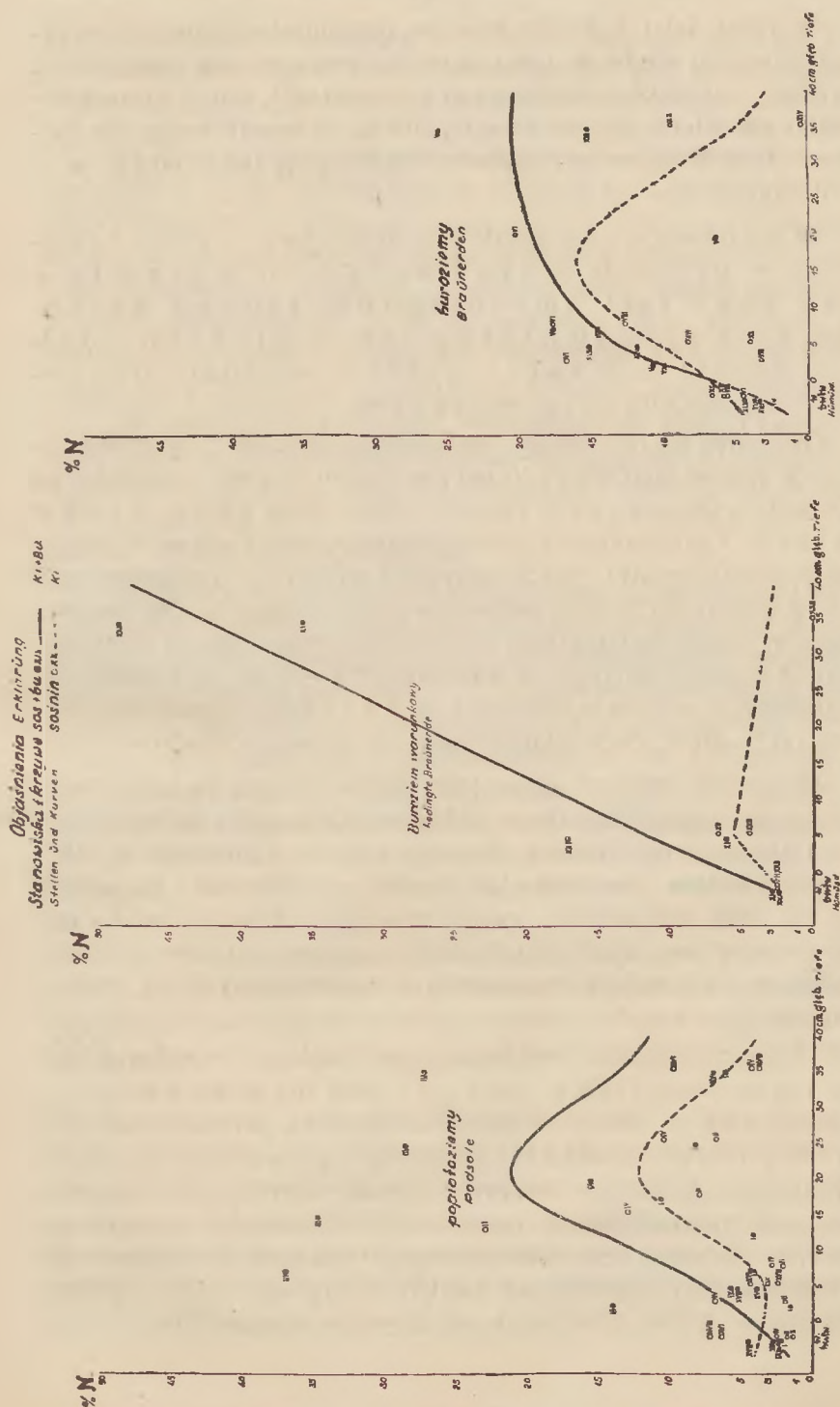
Aby przedstawić wpływ buka na ogólne uruchomienie azotu, zestawilem we wspomnianych tablicach Nr. 11—12 obok siebie odsetek amonifikacyjny i nitryfikacyjny po inkubacji, oraz całkowity współczynnik mobilizacyjny.

Analizując kolumny warstwy butwienia na poszczególnych stanowiskach, można zauważyć, że o bonitacji siedliska decyduje przeważnie nie tyle całkowity współczynnik mobilizacyjny, ile stosunek udziału w nim tej części, jaką stanowi odsetek nitryfikacyjny.

Ogólnie daje się zauważyć, że w popiołoziemach, w których odsetek nitryfikacyjny w danych warunkach nie odgrywa roli, a amoniak stanowi całkowitą produkcję przyswajalnego azotu, bonitacja dla buka wahała się (wg *Schwappacha*), od III-ej do V-ej, zaś dla sosny — ok. III-ej, lub III — II-ej, podczas gdy na buroziemach bonitacja buka była wyłącznie II, zaś dla sosny wahała się od I-ej do II-ej.

Udział odsetka nitryfikacyjnego w całkowitym współczynniku mobilizacyjnym (na buroziemach) w warstwie butwienia, buk zdaje się podwyższać, jakkolwiek obniża w tej warstwie współczynnik mobilizacyjny zarówno na buroziemach, jak i na popiołoziemach (patrz wykres ryc. 13). Obniżkę tę przypisać należy wyłącznie wspomnianemu już, niekorzystnie oddziałującemu na rozkład związków azotowych, nadmiarowi związków organicznych, powodującemu niekorzystny stosunek węgla do azotu.

W ocenie wpływu buka na nitryfikację warstwy butwienia należy wziąć również pod uwagę jako czynnik łagodzący, fakt, że, jak wynika z badań niektórych autorów (zwłaszcza odnośnie gleb pokrewnych u *Wittich'a* (119), wpływ zwarcia, a temsamem dostateczny dostęp światła i ciepła zdają się być dla nitryfikacji rozstrzygającymi: wszystkie zaś badane stanowiska z bukiem, jak to wykazuje chociażby brak runa, miały nadzwyczaj ograniczony dostęp światła, a pomimo to nitryfikacja warstwy butwienia była tylko na niektórych stanowiskach, z powodów podanych wyżej (gatunek piasku), niższą, aniżeli pod czystą sosną.



Rys. 13. Całkowity odesetek mobilizacji azotu w glebie inkubowanej z pod czystych względnie zmieszanych z bukiem sosnin. Totaler Stickstoffmobilisier ungkoeffizient in Lagerproben des Bodens aus reinen bzw. mit Buche gemischten Kiefernbeständen.

Widzimy dalej, że ściółka bukowa, pomimo stwarzania niekorzystnego stosunku węgla do azotu, zapewne przez zmianę ważnych dla nitryfikacji czynników chemicznych (kwasowość), mniej niekorzystnie zdaje się działać na nitryfikację, aniżeli na amonifikację, dla której owe czynniki chemiczne zapewne znajdują się już w pobliżu granic minimum.

W głębokości 0—10 cm odsetek nitryfikacyjny w glebach nitryfikujących wprawdzie przez buka jest zmniejszany, jednak całkowity azot przyswajalny tak w glebach zdolnych do nitryfikacji, jak i niezdolnych, pomimo to pozostaje wyższym.

Opierając się na odsetku amonifikacyjnym, który odgrywa decydującą rolę w głęb. 30—40 cm., możemy twierdzić, iż buk udostępnienie azotu dla korzeni drzew popiera. Ogólny odsetek przyswajalnego azotu (całkowity współczynnik mobilizacyjny), jest wielokrotnie wyższy w tej warstwie aniżeli w warstwie butwienia, zwłaszcza na buroziemach. Na popiołoziemach w warstwie butwienia wynosił całkowity odsetek mobilizac. od 1,5—6% azotu ogólnego, w głębokości 30—40 cm od 4—27%, na buroziemach w warstwie butwienia od 2,4—6,6% w głębokości 30—40 cm. od 9—67%, po wyeliminowaniu skrajnych wypadków.

Połączenia azotowe, jak z tego można wnosić, są tem łatwiej przyswajalne, im głębiej się w glebie znajdują, gdyż całkowity odsetek azotu przyswajalnego znakomicie wzrasta z głębokością. Wobec tych wyników, nie można się zgodzić ze słowami *Hesselman'a* (50), gdy mówi: „podwarstwa humifikacji (dolna część warstwy butwienia, Humusstoffschicht) zawiera końcowe produkty humifikacji i jej związki azotowe są z reguły mniej łatwo uruchamialne i t. d.“.

Całe rozważania nie wykluczają, lecz raczej potwierdzają fakt, że wpływ siedliska okazał się dla wielkości nitryfikacji do pewnego stopnia znacznie donioślejszym, aniżeli zabiegi gospodarcze, co w organizacji badań porównawczych nad nitryfikacją sprowadza konieczność porównywania bezpośrednio obok siebie leżących powierzchni i ścisłego ich zanalizowania w różnych kierunkach, dla stwierdzenia identyczności pod każdym względem i celem wyeliminowania z nich nieporównywalnych ubocznych czynników.

d) ZESTAWIENIE WNIOSKÓW W WYNIKU BADAŃ NAD AZOTANAMI I PORÓWNIANIA Z NIEKTÓREMI POPRZEDNIO (17) USTALONEMI FIZYCZNYMI, BĄDŹ CHEMICZNYMI WŁAŚCIWOŚCIAMI BADANYCH GLEB.

1) Na badanym obszarze występowały zasadniczo dwie różne biologicznie, co do zaopatrywania roślin w azot, grupy gleb: t. zw. nitryfikująca, t. j. wykazująca uchwytą ilościowo po zastosowanym okresie inkubacji zawartość azotu w formie azotanów i bardzo powoli nitryfikująca, względnie nienitryfikująca, mogąca być nazwana również amonifikująca, która nie wykazywała w próbkach z podzwartego drzewostanu w ciągu porównawczego okresu inkubacji własności nitryfikacyjnych w stopniu silniejszym, aniżeli 1 mg na kg.

W badanych typach lasu nie spotykałem gleb, wykazujących stale azotany. Stwierdzenie istnienia takich dwóch grup typów gleb w środkowej Europie, jakie dla Szwecji proponował *Hesselman* (1917), a dla Finlandji *Aaltonen*, wskazuje na szerszą aktualność tego podziału.

2) Nitryfikacja zachodziła w glebach przy zasobności CaO wyższej, aniżeli $\pm 0.05\%$, wobec czego ta ilość wapna stanowi w przybliżeniu na terenach badanych granicę pomiędzy obu wymienionymi typami biologicznymi gleb (patrz 17, badania nad zawartością wapna).

3) Z porównań z analizami pH (patrz 17) widzieć można, iż niema w poszczególnych wypadkach ścisłego związku pomiędzy pH a mobilizacją azotu. Dopiero jeśli stopnie kwasowości zestawilibyśmy w większych grupach, całkowity materiał właściwych analiz, wykazuje dosyć regularną zależność. Okazało się bowiem, iż w danych glebach, w warstwie butwienia nitryfikacja pojawiała się od pH 4.7, — przeciętnie zaś dopiero począwszy od pH 5.0 (w KCl).

4) Przez wprowadzenie domieszki buka, względnie przez jej obecność z natury, tylko w wyjątkowych warunkach mogły gleby jednej grupy typów przejść w drugą. Miało to miejsce na glebach w górnych pokładach geologicznie korzystnie uwarstwionych t. zw. buroziemach warunkowych.

5) Ponieważ gleby nitryfikujące związane były z występowaniem łagodnych form próchnicy, jakie występowały na glebach jedynie b. słabo wybielicowanych, zaś gleby amonifikujące — z reguły z surowymi formami próchnicy powierzchniowej na silniej wybielicowanych profilach, przeto przyjąć można, że pierwsza grupa biologiczna odpowiadała tamtejszym bezwęglanowym buroziomom, druga — popiołoziomom żelazowym. Jako takie można je rozpoznawać

w wypadku niezbyt silnego zwarcia warstwy drzewnej zapomocą ru-
na roślinnego, w innych wypadkach, przy pomocy morfologii war-
stwy butwienia.

6) Jeśli porównamy występowanie poszczególnych grup biolo-
gicznych ze skorowidzem stanowisk, to okaże się, że były one związa-
ne z różnemi złożami geologicznymi. Grupa nitryfikująca występo-
wała w danym obszarze przeważnie na bogatszych nieprzeławicowa-
nych szczyrkach moreny dennej, przechodzących w glinę zwałową,
względnie margiel, bądź też na żyznych żwirkach pradolinowych,
wzgl. glinach morenowych płytko piaskiem namytym pokrytych.

Grupa amonifikująca znachodziła się przeważnie na ubogich,
wymytych piaskach pochodzenia fluwjo - glacialnego, zalegających
w potężnych pokładach (bez gliny, w oddziaływującym na drzewo-
stan podłożu), a więc na t. zw. głębokich piaskach kotlinowych, po-
krywowych, pradolinowych, wzgl. ubogich piaskach aluwjalnych.

7) Mimo że związek biologicznych grup gleb ze składem me-
chanicznym piasku występował, tekstura nie była decydującym czyn-
nikiem. Tylko z pewnemi zastrzeżeniami można twierdzić, że gleby ni-
tryfikujące wytwarzały się zwyczajnie na zasobniejszych w mikrope-
lit (powyżej 10%), zaś amonifikujące — na piaskach prawie pozba-
wionych zupełnie mikropelitu.

8) Wielkość nitryfikacji w ramach gleb nitryfikujących zależy
bardziej od zasobności chemicznej, aniżeli od składu mechanicznego.

9) Wielkość siły nitryfikacyjnej jest największą w warstwie
butwienia i spada wgląd dość raptownie. Taki sam z reguły prze-
bieg wykazuje i odsetek nitryfikacyjny. Wyjątek stanowią gleby po-
rosłe trawami, gdzie nitryfikacja może być większa w głębokości 0—
10 cm, aniżeli na powierzchni, co zapewne stoi w związku ze wstrzy-
mującym bielcowaniem działaniem korzeni traw.

10) Dała się zauważyć zależność wpływu buka na nitryfikację
w związku z gatunkiem piasku i budową wierzchnich warstw profilu
geologicznego. Im bardziej szczyrkowaty piasek, względnie im bliżej
w podglebiu znajduje się glina, tem wpływ staje się bardziej dodatni.

Korzystne działanie buka zdaje się zachodzić też na zdolnych do
nitryfikacji glebach szczyrkowych, lub wogóle na glebach niebardzo
luźnych, a więc niedozwalających na niezwłoczne wylugowanie do-
starczanych przez buka na powierzchnię wraz ze ściółką soli pokar-
mowych, niezbędnych do rozwoju bakterij nitryfikacyjnych.

11) Pod martwą pokrywą gleby w drzewostanach z podszytem
występowało w głębokości 0—5 cm zjawisko obniżenia siły nitryfika-

cyjnej, w przeciwieństwie do gleb z runem zielno-trawiałem czystych sośnin, wyłómaczalne wspomnianym wyżej wpływem korzeni traw. Podszyt buka, przez wywoływanie braku pokrywy roślinnej, zdaje się wpływać na zmianę rozmieszczenia zdolności produkowania $\text{NO}_3\text{—N}$ w górnych warstwach profilu buroziemów; zmiana ta jednak wydaje się być bez znaczenia dla bonitacji siedliska.

12) Biorąc pod uwagę całkowitą ilość przyswajalnego azotu, buk obniża ją nieco, jednak tylko w warstwie butwienia, w głębszych zaś warstwach — podwyższa. Zatem wpływ jego na uruchomienie azotu nie można uważać za ujemny dla starszych drzew leśnych.

13) Obniżanie przez buka stopnia udostępnienia azotu w warstwie butwienia zdaje się być w związku z nadmiarem substancji organicznych, dostarczanych przez buka, odznaczających się niekorzystnym dla rozkładu związków azotowych stosunkiem C:N, który jednak korzystny być może dla produkcji CO_2 przez glebę i dla skutków tejże.

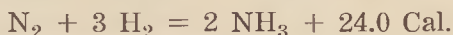
14) Dotychczasowe zapatrywanie na korzystny wpływ buka na zawartość azotanów, w porównaniu z zawartością azotanów w litych sośninach, należy ograniczyć w ten sposób, że wydatne podwyższenie zawartości azotanów i zdolności azotanotwórczej gleb na dyluwjalnych obszarach niżowych może zachodzić tylko na glebach o profilu geologicznym, umożliwiającym mu wzbogacenie chemiczne wierzchnich warstw (w CaO, azot, zawartość próchnicy etc.), przez co nastąpić może odwrócenie kierunku procesów glebotwórczych z popiołoziemnego na buroziemy (t. zw. buroziemy warunkowe).

6. BADANIE NAD WPŁYWEM BUKA NA NIESYMBIOTYCZNE WIĄZANIE ATMOSFERYCZNEGO AZOTU.

a) PRZEGLĄD ZAGADNIENIA W ODNIESIENIU DO BADAŃ LEŚNYCH.

W naturalnych glebach leśnych większość pierwotnej zawartości ogólnego azotu wytworzona zostaje, drogą wiązania przez drobnoustroje z powietrza, znajdującego się w glebie, o ile uwzględnimy, że tylko znacznie mniejsze ilości azotu*) mogą się dostawać do gleby pod postacią amoniaku i kwasu azotowego z deszczem, wskutek wyładowań elektrycznych podczas burzy. Ilość azotu, która dostaje się do gleby leśnej wraz z opadem ściółki w rachubę tu nie wchodzi, gdyż w zasadzie jest to ten sam pierwotny azot, jedynie w innej fazie krążenia.

Jak przytacza *Waksman*, (111), nowsze teorie potwierdzają wywody *Winogradskiego*, że wpierv wymieniony proces biologicznego wiązania azotu odbywa się na drodze redukcji i pierwszym jego stadjum jest amoniak. Reakcja ta przebiegać ma w myśl równania:



Autor ten (111, s. 71) na podstawie wyników najnowszej literatury, jest zdania, że wszelkie twierdzenia o zdolności wiązania azotu przez inne organizmy, poza bakterjami (glony, grzyby z wyjątkiem tworzących endotroficzną mykorhizę), są niedowiedzione wzgl. okazały się mylnymi.

Przemianę azotu ze stanu gazowego w formę, zawartą w związkach organicznych, przypisują obecnie wszyscy bakterjologowie zgod-

*) W okolicy Paryża przy 550 m/m opadów dostaje się na 1 ha rocznie 14,41 kg. azotu z wodą opadową pod postacią amoniaku i kwasu azotowego do gleby (cyt. w/g. Szulca: *Meteorologia i Klimatologia*, Warszawa, 1921, Księgarnia Rolnicza).

nie dwum grupom bakteryj: 1) pracującym symbiotycznie z korzeniami roślin motylkowych i niektórych innych, a znajdujących się w pokrewieństwie z przedstawicielem tej grupy *Bact. radicicola* Beijerinck, 2) grupie niesymbiotycznej, w której dają się wyróżnić 2 typy: I. anaerobowy z przedstawicielem *Bac. amylobacter*, II. aerobowy, którego przedstawicielami są różne gatunki z rodzaju *Azotobacter*.

Badania nad niesymbiotycznym wiązaniem azotu datują się od czasu *Berthelota* (1885), jednak dopiero *Winogradski* (1893), odkrył rzeczywistego sprawcę niesymbiotycznego wiązania azotu w warunkach anaerobowych (*Clostridium pasteurianum*), zaś *Beijerinck* (1901) takiegoż sprawcę, powodującego wiązanie w warunkach aerobowych (*Azotobacter chroococcum*).

W dalszych rozważaniach ograniczę się tylko do asymbiotycznego wiązania azotu, ponieważ w składzie badanych drzewostanów nie występowały gatunki, u których spotykane byłoby wiązanie symbiotyczne azotu. Organizmy dokonujące tego procesu w glebie, mogą (*Waksman* 111, s. 72) używać za źródło energii jedynie rozpuszczalnych w wodzie węglowodanów, skrobi, dekstryn, kwasów organicznych, natomiast nie mogą używać bezpośrednio w większej ilości w glebie znajdujących się związków białkowych i celuloz, lignin, etc., tworzących gros odpadków roślinnych.

Według *Waksmana* (110, s. 563) substancje specjalnie bogate w ligninę nie są dobrymi źródłami energii dla działalności wiążących azot organizmów. Nie potrzebuje to być sprzeczne z wypadkami zachodzącymi w naturze (fosylizacja azotu w lesie), chociaż dobrze rozłożone substancje próchniczne, w których ligniny od grywają poważną rolę, znajdujemy zmieszane i w głębszych warstwach gleby, gdzie zachodzi silniejsze wiązanie. Dla oceny stopnia, w jakim proces wiązania w glebie może przebiegać, posiada to duże znaczenie.

Anaerobowo wiążące azot bakterje rozkładają węglowodany i ich pochodne, tworząc przytem rozmaite kwasy, a przede wszystkim: masłowy, octowy oraz rozmaite gazy. Natomiast przedstawiciele aerobowego wiązania azotu — różne gatunki z rodzaju *Azotobacter*, rozkładają węglowodany etc. bez tworzenia kwasów organicznych, a CO_2 jest jedynym produkowanym przeznie gazem. Działalnością swoją nie zakwaszają one środowiska.

Azotobacter z tej samej ilości rozłożonego cukru może wytworzyć, według *Waksmana*, 46 razy tyle energii, co *Clostridium*

pasteurianum. Zaś im większa ilość wytworzonej energii, tem większa bywa ilość związanego azotu. Pozyskana energia uzdalnia organizmy do pozyskiwania z atmosfery azotu, potrzebnego do syntezy ich protoplazmy. Poza innemi czynnikami rodzaj i koncentracja źródła energii, a zwłaszcza obecność lub nieobecność złożonych związków azotu, w/g *Waksman'a* (110, s. 566) ma mieć specjalne znaczenie dla wydatności wiązania.

Bakterje wiążące azot nie zależą jedynie od atmosferycznego azotu, lecz są zdolne użytkować również azot ze związków, znajdujących się w środowisku. Do najlepszych takich związków, które wstrzymują tem samem wiązanie, należą azotany, wzgl. peptony, siarczany amonu etc. Tłómaczyć to może znachodzenie nieraz nawet ubytku niektórych związków azotu w pewnym środowisku.

Na wielkość wiązania ma też wpływ dodanie do źródła energii pewnych soli mineralnych w minimalnej bodaj koncentracji. Znana powszechnie z literatury jest sprawa wpływu wapna na działalność *Azotobactera*; korzystny wpływ posiada również węglan magnezu, sole potasowe i związki fosforu. Żelazo wywiera korzystny wpływ przez swoje koloidalne związki.

Wpływ organicznych substancyj na wiązanie azotu zależy od ich pochodzenia, małe ilości zdają się stymulować ten proces, dopóki korzystnie powiększają zasobność źródeł energii. Dalszy wzrost zawartości substancyj organicznych może spowodować, według *Waksman'a* (110, s. 580), depresję, pomimo dobrych warunków aeracji gleby i dostatecznej zawartości CaCO_3 . Takie związki organiczne, jak mocznik, glikokol, etc. obniżają wiązanie azotu, gdyż same przez się są korzystnemi źródłami azotu.

Na rodzaj niesymbiotycznego wiązania azotu, t. j. na to, czy odbywa się on drogą aerobową, czy drogą przeciwną, zarówno jak i na wielkość wiązania azotu, posiada decydujący wpływ reakcja gleby. *Azotobacter* np. ma być nieobecny w glebach, w których kwasowość jest większa, niż pH 5.7.

Z tego też powodu *Christensen* używa *Azotobactera* do biologicznej próby, mającej wykazać potrzebę wapnowania gleb. Wiazanie azotu w glebach poniżej kwasoty, ograniczającego występowanie i działalność *Azotobactera*, ma się dokonywać za pośrednictwem *Bac. amylobacter*.

Co do wpływu wilgotności, to bakterje azototwórcze zdolne są wytrzymać suszenie nawet przez dłuższy okres czasu, zależnie od składu mechanicznego i zawartości koloidów w glebie. *Waksman*,

cytując wyniki *Kraińskiego*, mówi, że wiązanie azotu odbywa się w glebie już wówczas, jeśli jej wilgotność wynosi 2—15%.

Co do temperatury, to optimum dla wiążących azot bakterij (*Azotobacter*) wynosi ok. + 25° do 30°C. Nie bez wpływu jest również uprawa gleby, poprawiająca aerację i wilgotność.

Zgodnie z *Hiltner'em* twierdzi *Waksman*, że wpływ żywych korzeni roślinnych (traw) podnosi wiązanie azotu, tłómacząc to pobieraniem korzystnych związków azotowych przez wyższe rośliny, co stwarza głód azotowy dla bakterij i zmusza je do wiązania azotu niesymbiotycznie z powietrza. Gleby dziewicze przeciętnie mniej wiążą azotu, aniżeli uprawne.

Po tych krótkich rozważaniach nad warunkami niesymbiotycznego wiązania azotu przejdźmy do zastanowienia się nad jego znaczeniem dla roślin.

Już na początku tego rozdziału zaznaczyłem, że tą drogą wytworzyła się większa część znajdującego się w glebie azotu. Bakterie przyczyniają się więc nie tylko do powiększenia kapitału pokarmowego w glebie, lecz również pośredniczą w godnym podziwu procesie przemiany martwych odpadków organicznych w przyswajalny ponownie pokarm roślinny. One to przede wszystkim przyczyniają się do przemiany na glebę świeżo odsłoniętej skały macierzystej.

Ilość wiązanego niesymbiotycznie azotu wynosić ma przeciętnie ok. 25 kg na ha w ciągu roku, jest zatem zamała, aby ją można wykryć przy pomocy zwykłej analizy. Wyraźne powiększenie ilości azotu w glebie dałoby się odkryć drogą chemicznej analizy dopiero wtedy, gdybyśmy kawałek pola zostawili przez szereg lat nietknięty własnemu losowi, tak, jak to zrobiono w Anglii na stacji doświadczalnej w Rothamsted.

Nie należy jednak przypuszczać, aby te nawet małe ilości były bez wielkiego praktycznego znaczenia. *Löhnis* (73) mówi, że wiązanie azotu z powietrza przez wolno żyjące w glebie drobnoustroje ma w przybliżeniu równie wielkie znaczenie gospodarcze, jak wiązanie azotu przy pomocy korzeniowych bakterij roślin motylkowych. Przyjąć je można nawet za większe, z powodu ograniczonego rozpowszechnienia roślin motylkowych.

Tenże autor, jak cyt. *Waksman* (110, s. 731), znalazł wybitną współzależność pomiędzy wiązaniem azotu w roztworze mannitowym a żyznością gleby. Ta sama zależność występowała również i przy zastosowaniu innych metod do określenia siły wiązania azotu w glebie.

W literaturze leśnej jeszcze w 1897 r. *Henry* (45) pisze, że przez wiązanie atmosferycznego azotu następuje wzrost jego tak poważny, że usuwane wskutek pobierania drewna z lasu ilości azotu w pełnej mierze się kompensują. *Henry* przypisuje posiadanie siły wiązania azotu również obumarłemu listowiu dęba, buka, grabu, osiki, sosny czarnej, świerka, które ma mieć tę zdolność zarówno same, zwłaszcza o ile leży na wilgotnem podłożu, jak i w zmieszaniu z ziemią mineralną, (gleby gliniaste, margliste lub wapienne).

Martwa ściółka (buka, sosny, świerka), która spoczywa na czystym piasku kwarcowym, t. j. na b. ubogiem i b. suchem podłożu, nie wzbogaca się, wg wspomnianego autora, w azot prawie wcale (u buka), lub tylko w zupełnie nieznacznej ilości (u sosny i świerka). W każdym razie nie występuje nigdy ubytek azotu.

Wyniki powyższe były dla mnie jednym z bodźców do ustalenia na badanych obszarach wpływu w tym kierunku podszytów bukowych.

Detrie (21, s. 728) pisze w ten sposób: „w lesie mamy sposobność obserwowania, jak bardzo sprzyja warstwa z ziemią zmieszanej ściółki liściastej postępowi butwienia, a temsamem fermentacji z wytwarzaniem się alkoholu. Z tego powodu powinno się rozumieć, że pobranie, wzgl. bodaj usunięcie martwej ściółki liściastej nie tylko szkodzi uzupełnianiu warstwy próchnicy, lecz ponadto zmniejsza wiązanie azotu w glebie, ponieważ paraliżuje rozwój odnośnych mikroorganizmów“.

Słowa te, przeznaczone dla praktyków zdają się zbyt ogólnikowo ujmować całe zagadnienie, a ponadto zdają się być w niezgodzie z obecnym stanem wiedzy co do warunków rozwoju bakterij wiążących azot. Więc chociaż sam fakt usuwania ściółki i dzisiaj uważamy za szkodliwy, to jednak przyczynowe tłumaczenie tego musiałoby być inne.

W literaturze leśnej spotykamy naogół mało głosów, odnoszących się do wiązania azotu, poza wspomnianymi autorami, bo wspólnie jedynie *Burri* (12) w *Szwajcarii*, *Hornberger* (54) w *Niemczech*, a po części, i *Ramann* (*Bodenkunde*, s. 261), jakkolwiek w innem zrozumieniu, głos zabierają. Potem następuje dłuższy okres przerwy aż do okresu powojennego, kiedy sprawę tę porusza częściowo *Nemec* (86), *Albert*, *Wittich* (119).

Düggeli (24, s. 18) w ten sposób uzmysławia znaczenie wolno żyjących, wiążących azot bakterij: zdaje się być samo przez się

rozumiałem, że z drzewostanów przez pobieranie drewna, ściółki etc. stale usuwamy substancje pokarmowe, nie uzupełniając ich niczem. Dzięki postępowi procesów wietrzenia, istnieje możliwość odnawiania w glebie zapasu mineralnych pokarmów roślinnych, podczas, gdy niezbędne związki azotowe mogą być wytworzone tylko przez działalność wiążących azot bakterij wolno żyjących w glebie (bądź w rzadszych wypadkach przez bakterie lub grzybki symbiotyczne) nieuwzględniając ilości dostających się z opadami.

Podobnie *Wittich* (119, s. 68) zastanawia się w jaki sposób należałoby wyjaśnić wyniki badań *Albert'a*, że na powierzchniach z grabioną ściółką zmniejszała się w daleko mniejszym stopniu zawartość azotu, aniżeli odpowiadać by to powinno ilościom azotu, pobranym wraz ze ściółką.

Wszystkie twierdzenia jednak o znaczeniu drobnoustrojów dla gospodarki azotowej gleb w leśnictwie, opierają się przeważnie na przypuszczeniach, gdyż i kilka analiz *Wittich'a* (119, s. 69) nad wiązaniem azotu na żadne dalsze wnioskowanie nie pozwala, poza twierdzeniem, iż wiązanie takie i w glebach leśnych następuje, co było już skądinąd wiadome.

B) METODYKA BADAŃ NAD WIĄZANIEM AZOTU.

Analizie na wiązanie azotu poddano blisko 60 próbek, pobranych w pierwszej połowie stycznia roku 1929. Przechowanie próbek do chwili nastawienia nie trwało zazwyczaj dłużej, jak 8 — 10 dni, w czasie których próbki znajdowały się na wolnym powietrzu, lecz w papierze pergaminowym i w pudłach tekturowych, wskutek czego nie straciły (jak stwierdziłem) na wilgotności etc.

Do mierzenia siły wiązania azotu wzgl. rozkładu mannitu w glebie mamy liczne metody. *Waksman*, (110, s. 730) wylicza cztery, pozatem w nowszych czasach *Winogradski* (118) opracował też metody orjentujące co do zdolności gleb pod tym względem.

W pracy niniejszej, z powodu zagadnienia, w którym chodziło o ilościowe uchwycenie drobnych różnic wpływu buka w drzewostanie sosnowym na wiązanie azotu, musiałem zastosować względnie najprostszą, a przytem dokładną i do zbadania większej ilości próbek nadającą się metodę; zdecydowałem się na metodę *Remy'ego* z zastosowaniem pożywki płynnej, jak ją stosuje *Löhner*s.

Zasada wszystkich metod do badania wiązania azotu streszcza się w następującym postępowaniu: do gleby, albo roztworu dodaje się, jako korzystne źródło energii, mannit, lub glikozę; zawartość przyswajalnego azotu w glebie jest stosunkowo ograniczona, tak, że grzyby i heterotroficzne bakterie niewiążące azotu, które w innych warunkach są zdolne do konsumowania mannitu, czy glikozy, w danych warunkach nie mogą tego czynić na szerszą skalę, gdyż ilość mannitu w stosunku do azotu jest zazwyczaj w wielkim nadmiarze. Jedynie bakterie, które zdolne są pobierać azot w formie gazowej, z powietrza, mogą pożytkować mannit, jako źródło energii, wskutek czego ten gatunek bakterij może się specjalnie rozwijać.

Skład używanej pożywki był następujący:

20 g mannitu	0,2 g chlorku magnezu ($Mg\ Cl$)
1 „ fosforanu potasowego	0,1 „ siarczynu żelaza ($Fe\ SO_4$)
0,3 „ chlorku sodu ($Na\ Cl$)	0,01 „ chlorku manganu ($Mn\ Cl_2$)
0,5 „ węglanu wapniowego ($CaCO_3$)	0,1 „ siarczynu glinowego ($Al\ SO_4$).

Składniki te rozpuszczano w 1000 ccm wody destylowanej, w odpowiednio dużych erlenmajerce.

50-cioma ccm tak przyrządzonej pożywki napełniałem odpowiednią ilość erlenmajerek, zatykając je bezazotową watą. Poddawałem je na tępnie trzykrotnej frakcjonowanej sterylizacji w kociołku parowym. (Sterylizacja w autoklawie z powodu obecności mannitu, który uległby karmelizacji, była niemożliwa). Aby się przekonać, czy nastąpiło całkowite wyjałowienie, poddałem kilka kolbek, po przeszło miesięcznej inkubacji, analizie na azot, przyczem nie znalazłem nigdzie znaczniejszych (więcej, jak 0.0003 %) śladów azotu, któreby mogły wchodzić w rachubę.

Napełnione pożywką i wyjałowione erlenmajerówki szczepiłem równolegle po dwie, 5-cioma g tej samej gleby. Aby zbadać wielkość siły wiązania azotu w danej glebie, w jednej z kolbek (w kolbach oznaczonych literą b) zabijałem wprowadzone z glebą drobnoustroje przez ponowną, frakcjonowaną sterylizację.

Ponieważ mogła zachodzić obawa, że podczas sterylizacji, wskutek gorąca, jakaś część azotu mogłaby się ulotnić, zwłaszcza, iż płyn nie posiadał kwaśnego odczynu, przeto skontrolowano kilka próbek na zawartość azotu przed i po sterylizacji. W rezultacie okazały się te obawy płonnemi.

Obie kolbki, sterelizowaną i niesterelizowaną, przechowywałem następnie w ciągu 5 tygodni w ciemnej komórcie termostatowej przy $25^{\circ}C$ i analizowałem potem równocześnie na zawartość ogólnego azotu, otrzymując z różnicy wielkość siły jego wiązania.

Przygotowanie gleby do szczepienia musiało być b. drobiazgowe, aby osiągnąć jednako zmieszana próbke, z której, jak wyżej wspomniałem, odbierano równolegle po 5 g. Było to dość trudne zwłaszcza przy próbkach z warstwy butwienia, dlatego też, dla osiągnięcia równomiernego zmieszania, przecierano

je i przeliewano przez wyjałowione sito, mieszając należycie i odważając przy użyciu sterylizowanej pincety.

Po inkubacji zawartość kolbek przeprowadzałem dla dalszej analizy ilościowo, przy pomocy wody destylowanej i wycierka do kjeldhałowskich kolb (500 ccm ze szkła jenajskiego Duran).

Po kilku próbach, ze względu na uchwycenie również i azotu azotanowego, zdecydowałem się analizy azotu przeprowadzać ostatecznie nie metodą *Jodl-baur'a*, która była, wskutek konieczności rozcierania wysuszonej zawartości na miseczce, uciążliwą, lecz przy pomocy metody *Förster'a*, (*König* 62, s. 224).

Zawartość kolb kjeldahlowskich, po uprzednim zakwaszeniu 20 ccm rozcieńczonego H_2SO_4 , odparowywano na łaźni piaskowej, następnie zadawano 15 ccm (20 ccm) 6% kwasu karbolowo-siarkowego, mieszając aż się osad rozpuścił, poczem dodawałem 5 g krystalicznego tiosiarcznanu sodowego, oraz dodatkowo 10 ccm czystego H_2SO_4 , tudzież parę kropel rtęci, jako katalizatora*) i gotowałem pod dygestorjum aż do młeczno-białawej a potem przejrzystej barwy.

Po spaleniu w ten sposób organicznych substancyj destylacja odbywała się w zwyczajny sposób, jednak z większą ilością aniżeli normalnie, bo aż z 160—180 ccm ca 3% $NaOH + Na_2S$, ponieważ przy rozkładzie dodawano również większe ilości kwasu.

Do miareczkowania z czerwienią metylową używano ca $\frac{n}{14} H_2SO_4$ i takiegoż $NaOH$, przeliczając ilość ccm przy pomocy odpowiedniego współczynnika.

C) OMOWIENIE WYNIKÓW BADAŃ.

Załączona tabela Nr. 13 przedstawia wyniki odpowiednich analiz. Wartości N przeliczone są w nich na suchą substancję próbek. Zanim rozpatrywać będziemy wpływ buka zwrócić wypada uwagę, czy okazały się jakie wybitniejsze różnice w wiązaniu azotu w górnych warstwach profilu pomiędzy badanymi typami gleb — buroziemem a popiołoziemem. Ponieważ materiał jest za szczupły, nie można mówić o jakichkolwiek definitywnych prawidłach. W każdym razie, na podstawie uzyskanego materiału, w warstwie bu twienia popiołoziemów dał się zauważyć przeciętnie słabszy, aniżeli na buroziemiach, stopień wiązania azotu, tudzież występowało nie spotkane na buroziemiach zjawisko ubytku azotu w okresie inkubacji. Wyniki osiągnięte potwier-

*) Zalecana nieraz duńska mieszanka katalizatorowa złożona z: 10-ciu części K_2SO_4 , 1 części $CuSO_4$ i 0,75 części $HgSO_4$, mająca podnosić punkt wrzenia i przyczyniać się do rozłożenia protein, nie nadawała się, po kilku próbach, ze względu na pękanie kolb kjeldahlowskich i inne trudności.

TABELA 13. Niesymbiotyczne wiązanie azotu
Asymbiotische Luftstick

P o p i o ło z i e m — P o d s o ł													
Sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche						Sośnina Kiefernbestand							
Nr. stanowi- ska i próbki	Zawartość azotu*) ogół- nego po 5 tygodniach w glebie		Przyrost azotu w czasie inkubacji w porównaniu ze ste- rylizowaną kolbką			Nr. stanowi- ska i próbki	Zawartość azotu*) ogół- nego po 5 tygodniach w glebie		Przyrost azotu w czasie inkubacji w porównaniu ze ste- rylizowaną kolbką				
	Totalstickstoff- gehalt im Boden nach 5 Wochen		Stickstoffzuwachs wäh- rend der Lagerzeit im Vergleich mit ste- rilisiertem Kolben				Totalstickstoff- gehalt im Boden nach 5 Wochen		Stickstoffzuwachs wäh- rend der Lagerzeit im Vergleich mit ste- rilisiertem Kolben				
	Stelle und Probe Nr.	wyja- ło- wionej sterili- siert	niewy- jało- wionej nicht sterili- siert	+	g pro kg		Stelle und Probe Nr.	wyja- ło- wionej sterili- siert	niewy- jało- wionej nicht sterili- siert	+	g pro kg		
		g pro kg							g pro kg				
próbki z warstwy butwienia—													
I	113,a		9,097				II	114,a		5,079			
	113,b	9,057		+	0,040	0,44		114,b	5 132		—	0,053	1 03
III	101,a		4,582				IV	103,a		5,521			
	101,b	4,527		+	0,055	1,21		103,b	5,205		+	0,316	6,07
IX	117,a		2,776				X	119,a		3,659			
	117,b	3,696		—	0,920	24,89		119,b	3,463		+	0,196	5,65
							XII	107,a		2,939			
								107,b	3,002		—	0,063	2,10
		5,760	5,485	—	0,275	7,75			4,201	4,300	+	0,099	2,15
próbki z głębokości 0—10													
I	115,a		1,078				II	116,a		1,074			
	115,b	0,744		+	0,334	44,86		116,b	0,525		+	0,549	104,58
III	102,a		0,782				IV	104,a		0,992			
	102,b	0,531		+	0,250	41,51		104,b	0,595		+	0,397	66,72
IX	118,a		1,603				X	120,a		0,924			
	118,b	1,018		+	0,585	57,47		120,b	0,548		+	0,376	68,61
							XII	108,a		0,894			
								108,b	0,517		+	0,377	72 92
		0,764	1,154	+	0,390	47,95			0,546	0,771	+	0,425	78,21

*) Wartości N obliczone dla suchej gleby.

nie azotu atmosferycznego w glebie.
stoffbindung im Boden

B u r o z i e m — B r a u n e r d e

Sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche						Sośnina Kiefernbestand					
Nr. stanowi- ska i próbki	Zawartość azotu*) ogólnego po 5 tygodniach w glebie		Przyrost azotu w czasie inkubacji w porównaniu ze sterylizowaną kolbką			Nr. stanowi- ska i próbki	Zawartość azotu*) ogólnego po 5 tygodniach w glebie		Przyrost azotu w czasie inkubacji w porównaniu ze sterylizowaną kolbką		
	Totalstickstoff- gehalt im Boden nach 5 Wochen		Stickstoffzuwachs wäh- rend der Lagerzeit im Vergleich mit steri- lisiertem Kolben				Totalstickstoff- gehalt im Boden nach 5 Wochen		Stickstoffzuwachs wäh- rend der Lagerzeit im Vergleich mit steri- lisiertem Kolben		
	wyja- łowej sterili- zowanej	niewy- jałowej nie-sterili- zowanej	+	g pro kg	%		wyja- łowej sterili- zowanej	niewy- jałowej nie-sterili- zowanej	+	g pro kg	%
Stelle und Probe Nr.	g pro kg					Stelle und Probe Nr.	g pro kg				

Proben aus der Humusdecke

V	121,a		2.278				VI	123,a		2.638			
	121,b	2.214		+	0.064	2.89		123,b	2.189		+	0.449	20.51
XXIII	109,a		4.053				XXIV	111,a		7.410			
	109,b	—			—			111,b	—			—	—
XIX	125,a		2.212				XX	127,a		3.478			
	125,b	1.946		+	2.266	13.67		127,b	3.014		+	0.464	15.39
XI	105,a		3.651										
	105,b	3.456		+	0.195	5.64							
		2.539	3.049	+	0.176	7.40			2.602	4.509	+	0.457	17.95

cm — Tiefe der Proben

V	122,a		1.287				VI	124,a		1.105			
	122,b	0.763		+	0.524	68.67		124,b	0.622		+	0.483	77.65
XXIII	110,a		0.358				XXIV	112,a		1.015			
	110,b	0.264		+	0.094	35.61		112,b	0.744		+	0.271	36.49
XIX	126,a		1.326				XX	128,a		1.349			
	126,b	0.910		+	0.416	45.71		128,b	0.868		+	0.481	55.41
XI	106,a		1.052										
	106,b	0.737		+	0.315	42.74							
		0.869	1.006	+	0.337	48.18			0.745	1.156	+	0.411	56.52

*) N = Werte für trockenen Boden berechnet.

dzają fakt, że im próbki z warstwy butwienia zasobniejsze są w próchnicę a zatem i w azot, tem mniej asymilują go z powietrza. Próbki z warstwy butwienia popiołoziemów miały około 5 g azotu w kg z buroziemów — tylko ca 2.5 g. Wyniki me zatem potwierdzałyby pod tem względem osiągnięte inną drogą przez *Düggeli'e-go* (23, s. 91) dla gleb rolnych rezultaty, gdyż naliczył on większe ilości wolno żyjących wiążących azot bakteryj, na parcelach doświadczalnych, nawożonych potasem i fosforem, a nie azotem.

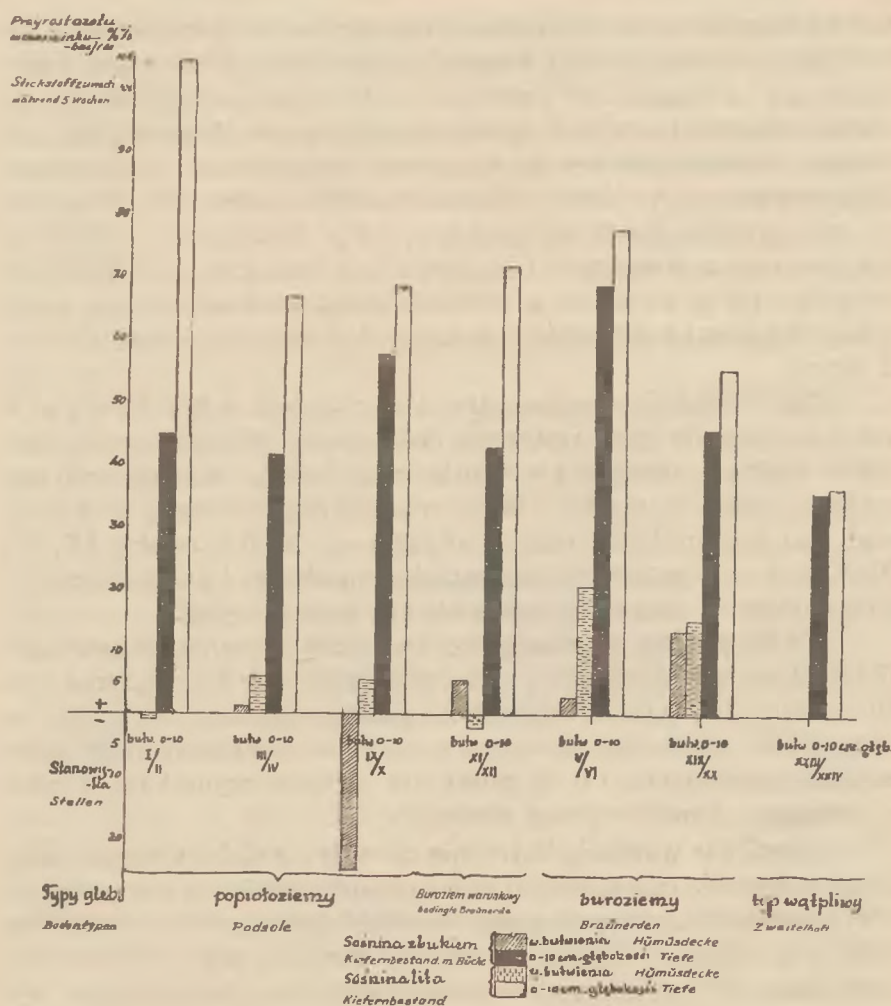
Oslabienie siły wiązania w warstwie butwienia popiołoziemów można tłumaczyć zupełnie prawie niezmięszaniem związków organicznych z ziemią mineralną w warstwie butwienia na tych glebach, podczas gdy na buroziemach próchnica tej warstwy jest przemieszana i lepiej rozłożona. Wskutek tego wytwarzać się może nadmiar substancyj organicznych, który, jak wspomniałem wyżej, powoduje depresję. Poza tem większe ubóstwo soli mineralnych w typach popiołoziemnych może się też do tego przyczyniać.

Co do ubytku azotu, w jednym wypadku dochodzącego nawet do 25%, w innych zaś wynoszącym tylko 1—2%, ponieważ wykluczyć zdaje się należy możliwość nierównomiernych próbek przy odważaniu, — to straty pochodzić mogą wskutek pobierania przez bakterje wiążące azot, zamiast azotu atmosferycznego — azotu, znajdującego się w dużym odsetku w próbkach gleby, dodanych do kolbki z pożywką. Dzięki temu azot, znajdujący się w kolbce z pożywką, przemieniony zapewne został na amoniak i jako taki mógł się z pożywki ulatniać.

Możnaby dalej wnioskować, że w próbkach gleb, w których występował ubytek, znajdowało się dużo bakteryj amonifikujących, a nieliczne tylko wiążące azot. W każdym razie charakterystycznym jest, iż w próbkach z buroziemów straty nie występowały (patrz wykres ryc. 14).

Sprawę ubytku azotu z gleb, zwłaszcza nie wytwarzających azotanów, tłumaczy się obecnością mikroorganizmów, oksydujących amoniak, prawdopodobnie pokrewnych *Bact. azotofluorescens*, Kaserer. Temu zjawisku należy przypisać często niezwykle szybkie znikanie azotu z nawozów zielonych, na luźnych glebach piaszczystych, podczas cieplej pory roku (*Löhnis* 70, s. 642) i występujące przytem wydzielanie się azotu pierwiastkowego.

Jak widać z tabeli Nr. 13 i wykresu ryc. 14, odsetek wiązania azotu atmosferycznego jest niższym w warstwie butwienia, aniżeli w bezpośred-



Ryc. 14. Wpływ buka na niesymbiotyczne wiązanie azotu atmosferycznego w glebie z warstwy butwienia i z 0—10 cm pod nią leżącej. (Kultury mannitowe).
Einwirkung der Bucheneinmischung auf nicksymbiotische Luftstickstoffbindung im Boden aus der Humusdecke und aus 0—10 cm Tiefe darunter (Mannitkulturen).

nio pod nią leżącej warstwie (0—10 cm) próchnicznej gleby mineralnej, w niektórych wypadkach blisko 10-krotnie. Zdradzałyby to mogło przewagę anaerobowych bakterij, wiążących azot w głębszej warstwie. Przyczyna jednak leży zapewne w tem, że warstwa butwienia zawiera blisko 10-krotnie nieraz większą (jak widać z tabeli Nr. 13) zawartość azotu, a tem samem i ogólnie biorąc, znacznie wyższą zawartość

przyswajalnego azotu (w formie amoniaku etc), który bakterje do tworzenia substancji swych komórek z tego źródła pobierają, nie wysilając się na wiązanie go z powietrza. W warstwach głębszych, widocznie, proporcja azotu do źródła energii (węglowodanów) jest już zmała i zmusza bakterje do wydatnego wiązania go z powietrza. Pod względem wielkości wiązania azotu trudno się dopatrzeć w warstwie 0—10 cm wybitnej różnicy pomiędzy buroziemami i popiołoziemami. Odsetek wiązania wahał się od 36—105%, przeciętnie jednak wynosił ok. 50% w ciągu 5-ciu tygodni inkubacji.

Zgodnie z twierdzeniem *Hiltner'a* (cyt. u *Waksman'a* 110), iż korzenie traw wpływają dodatnio na wiązanie azotu, zauważyć można to zjawisko i w wyniku mych badań. Występowało ono wybitnie tylko w warstwie butwienia, znajdującej się pod silnym wpływem korzeni traw runa. Spotykamy go na stanowisku: IV, VI, X, XX, etc., a więc zarówno na popiołoziemach, jak i na buroziemach. Przypuszczalną przyczynę tego zjawiska podano wyżej.

Co do wpływu gatunku gleby na proces wiązania, to zauważyć dał się w warstwie butwienia niebywale wysoki odsetek wiązania azotu na buroziemnym, żwirkowatym piasku ziarnistym, (ca 15% — stan. XIX). O ile jest to związane ze spowodowanymi przez luźną strukturę zmianami, a o ile zależy od innych czynników, trudno w związku z tematem pracy rozważać.

Chociaż w warstwie butwienia okazuje się słabszy stopień wiązania u popiołoziemów, aniżeli w buroziemach wskutek zależności od wielu czynników, nie można siły niesymbiotycznego wiązania azotu, zdaje się, użyć za czułą miarę żyzności siedlisk, gdyż wymaga ona zbyt szczegółowego interpretowania w każdym poszczególnym wypadku.

Wpływ buka odbijał się na niesymbiotycznym wiązaniu azotu zgodnie w obu typach i w obu ich warstwach badanych, prawie bez wyjątku ujemnie*).

*) Jeden wypadek (I/113), w którym porównawcza próbka z pod drzewostanu z podszytem buka wykazuje nieco większą asymilację, aniżeli takąż próbka z pod czystej sosny, należy przypisać zapewne pęknięciu kolby kjeldahlowskiej przy końcu przeprowadzania ilościowego jej zawartości do kolby destylacyjnej, co mogło spowodować nieznaczną stratę azotu; próbkę tę należy więc wyeliminować.

Obniżenie wywołane przez buka zdaje się być większem na popiołoziemach aniżeli na buroziemach, lecz jak widać z wykresu, zachodzą w poszczególnych wypadkach duże wahania.

W głębokości 0—10 cm pod pokładem butwienia wahania w poszczególnych wypadkach są mniejsze, zapewne wskutek równomierniejszej przymieszki substancyj organicznych w glebie. Przeciętne obniżenie odsetka wiązania azotu przez buka jest w głębok. 0—10 cm większe, aniżeli w warstwie butwienia. (Na popiołoziemach dochodzi do $\frac{2}{5}$, na buroziemach — tylko do $\frac{1}{6}$).

Wobec zjawiska obniżanie zaciekawia fakt, iż przeciętna zawartość ogólnego azotu w glebach (patrz *Chodziecki* 17) nie wykazuje obniżki pod bukiem, owszem, w niektórych wypadkach nawet — podwyżkę zawartości azotu. Buk wobec tego zdaje się gromadzić na powierzchni azot pobrany korzeniami z głębszych warstw.

W warstwach tych, t. j. w podglebiu, o ile można się opierać na wyniku pracy *Mattern* (76), wiązanie aerobowe azotu nie jest wcale wstrzymane, owszem przypuszczałbym nawet, że może być wzmożone, gdyż korzenie buka pobierają, a zatem obniżają niekorzystnie mogący wpływać na wiązanie, nadmiar azotu (porównaj dane azotu ogólnego podane w poprzedniej mej pracy, 17), wobec czego możliwem jest nagromadzanie na powierzchni.

Niestety, nie było mi danem przeprowadzać badań nad wiązaniem azotu w głębszych warstwach (np. w warstwie korzeniowej etc.), dlatego też dalsze wnioski w tym kierunku mogą mieć tylko hipotetyczną wartość. Mamy tu bezsprzecznie fakt godnej podziwu dążności natury do zachowania równowagi. W warstwach, w których pod wpływem buka następuje fosylizacja substancyj organicznych i azotu, dalsze bakteryjne wiązanie go z powietrza jest wstrzymywane, a nawet może zachodzić bezpośredni ubytek dla zachowania owej właśnie równowagi.

Jako jedną z najistotniejszych przyczyn należy uważać wspomniane nadmiar substancyj organicznych. Wprawdzie jeszcze *Krzeniowski* (64), w swych badaniach nad *Azotobacterem* zaznaczał korzystny dla wiązania azotu, wpływ rozpuszczalnych glebowych materij organicznych, czyli t. zw. próchnicy, miał jednak zapewne na myśli próchnicę należycie rozłożoną o korzystnym stosunku węgla do azotu, dla bakterij wiążących azot.

W danym wypadku widzimy dobitnie, że może to mieć miejsce tylko do pewnego stopnia. Gdy ilość azotu w glebie podwyższymy powyżej pewnych granic w ja-

kikolwiek bądź sposób, wiązanie azotu drogą mikrobiologiczną niesymbiotycznie, zdaje się zupełnie ustawać. Nie możemy jednak mówić tutaj o ujemnem ekonomicznie znaczeniu obniżki wiązania bakteryjnego azotu, jakkolwiek bowiem bakterje działają w stopniu zmniejszonym, to jednak zawartość azotu całkowitego w warstwach pod bukiem widocznemu zmniejszeniu nie uległa (patrz 17). Chociaż buk wyraźnie obniża wynik działalności bakteryj wiążących azot, to jednak widać, że prowadzi oszczędną gospodarkę azotem, gdyż pomimo wszystko glebę weń wzbogaca. Decydującym bowiem jest fakt, a nie droga, jaką azot znalazł się w dostatecznej ilości.

Porównanie osiągniętych wyników z wynikami innych autorów odpada prawie całkowicie, gdyż, poza wspomnianymi artykułami *Henry'ego* (46), nieznane mi są z literatury jakieś obszerniejsze badania, zajmujące się kwestją niesymbiotycznego wiązania azotu wśród drzewostanów leśnych, zwłaszcza buka lub sosny. *Henry* zajmował się tylko ściółką, ponieważ zaś pojęcia ówczesne co do poszczególnych warstw górnych gleby były dość rozciągliwe (zwłaszcza rozgraniczanie ściółki i warstwy butwienia), przeto, jeślibyśmy przyjęły jego martwą ściółkę za warstwę butwienia, dałaby się zauważyć nawet pewna zgodność rezultatów. *Henry* zauważa bowiem, podobnie jak i ja, że na „czystym piasku kwarcowym“, który mógłby odpowiadać moim popiołoziomom, brak prawie całkowicie wzbogacenia się ściółki w azot pod bukiem, a tylko nieznaczne wzbogacenie znajdował pod sosną. Widocznie jednak jego ubogie, czyste piaski kwarcowe“ nie były tak typowymi popiołoziomami, z typowo wykształconą surową próchnicą, gdyż strat azotu nie zauważył.

Co do innych autorów, to moje badania o tyle znajdują potwierdzenie w pracy *Mattern* (76, s. 64), że wyraża się ona ogólnie: obecność anaerobowo pracujących istot, wiążących azot w surowej próchnicy bukowej, jest dowiedziona“.

Natomiast, biorąc pod uwagę uzyskane wyniki, nie można się zgodzić z następującym jej zdaniem (76, s. 62): w/g przedstawionych wyników aerobowe wiązanie azotu jest wstrzymywane co najwyżej w podglebiu, anaerobowe zaś wcale nie, gdyż nie wchodząc w to, jaka grupa bakteryj to powoduje, z załączonej tabeli Nr. 13 widzimy wybitne obniżanie wiązania azotu przez buka. Dojście *Mattern* do takiej konkluzji, można sobie wytłómaczyć jedynie przez niepracowanie metodą porównawczą.

Potwierdzenie wyników mych badań można znaleźć również u *Wittich'a* (119, s. 69), gdy mówi: „pewnem jest, że zarówno na przerobionych jak i na nieprzerobionych mechanicznie glebach leśnych następuje widoczne b. silne wiązanie azotu z powietrza przez „nieznane“ niższe istoty“. Należy się jedynie zastrzec co do użycia przez *Wittich'a* słowa „nieznane“, gdyż bakterjologom tak nieznanymi one nie są. Rozważania, jakie grupy bakteryj powodowały wiązanie azotu w badanych glebach odkładam do innego rozdziału.

W każdym razie ilości wiązanego azotu muszą być wielkie, skoro mimo pobierania go przez rośliny drzewne (*Leiningen* (69), i ubytku spowodowanego działaniem niektórych mikrobów, spotykamy nagromadzanie zasobów azotu w glebach pod drzewostanami.

Opierając się na przeprowadzonych doświadczeniach, można je poza szczegółami podkreślonemi przy omawianiu wyników zreasumować w następującem zestawieniu:

- 1) Niesymbiotyczne wiązanie azotu, w przeciwieństwie do innych mikrobiologicznych procesów (amonifikacja, nitryfikacja), odbywało się znacznie żywiej i wydatniej w glebie z głębokości 0—10 cm, aniżeli w powierzchniowej warstwie buwienia.
- 2) Decydujący wpływ na wiązanie azotu ma zawartość pierwotna ogólnego azotu w glebie, względnie stosunek jej do bezazotowych związków węgla, a więc poniekąd i rodzaj próchnicy.
- 3) Domieszka buka obniża odsetek wiązania azotu przez wolno żyjące drobnoustroje, co jest w związku z bogatszym zaopatrzeniem górnych warstw gleby w azot przez opad ściółki, wobec czego zjawiska tego nie należy uważać za gospodarczo ujemne, lecz raczej za korzystne dążenie do równowagi w przyrodzie.
- 4) Możliwość zwiększania lub ewent. niezmnniejszania zawartości ogólnego azotu w glebie pomimo osłabiania siły wiązania ustalonej przy pomocy kultur mannitowych można uzasadniać tem, że zwiększanie pod bukiem w naturze powodują nie wolno żyjące bakterje, lecz symbiotyczna mykorrhiza bukowa.

B. BADANIA MIKROFLORYSTYCZNE.

7. WPŁYWY BUKA NA ILOŚCIOWY STAN BAKTERYJ W GLEBIE DRZEWOSTANÓW SOSNOWYCH.

a) WSTĘP.

Przejawom życia na powierzchni gleby odpowiada, jak wynika z prac licznych uczonych, równie bogate, jakkolwiek przez nieuzbrojone oko człowieka bezpośrednio niedostrzegalne życie w samej glebie. Różnica polega jednak na tem, że gdy życie na powierzchni gleby obejmuje przeważnie procesy, budujące, to życie w glebie objawia się głównie w procesach rozkładu.

Obie te grupy zjawisk życiowych nawzajem od siebie zależą. Przygniatająca większość istot żyjących w glebie rozkłada i „spożywa” materje i odpadki, jakie po obumarciu roślin czy zwierząt dostają się w łono matki - ziemi, i tem samem dostarcza zpowrotem niezbędnych pokarmów dla bujnego życia wyżej uorganizowanych roślin i zwierząt na powierzchni.

Znaczenie czynności drobnoustrojów glebowych znane jest dostatecznie i praktycznym leśnikom; odpadki roślinne i t. d., tworzące t. zw. ściółkę w lesie, nie są bezpośrednio przyswajalnemi pokarmami roślinnemi, lecz muszą przejść pewien rozkład, aby stać się pożytecznemi związkami dla roślin. Jeżeli rozkład ten nie przebiega w dostatecznie krótkim czasie, to powstaje, szkodliwie działające na wrześniejszą roślinność, nagromadzenie się resztek roślinnych i zwierzęcych nawpół rozłożonych, zwane surową lub kwaśną próchnicą, zjawisko, jak wiemy, charakterystyczne dla pewnych typów gleb.

Tak więc alfą i omegą całej naturalnej produkcji organicznej, opartej na siłach przyrody jest gleba. Tak pożądana żyzność jej zależy jednak nietylko od bogactwa chemicznego i własności fizycznych, lecz i od czynności drobnoustrojów glebowych. Pod czynnością ro-

zumiemy ogół tych procesów, które znajdujące się w glebie substancje, a więc jej bogactwo, czynią dla rośliny dostępnymi. Tak, jak analiza chemiczna i mechaniczna gleby daje nam pojęcie o jej zasobności i stanie fizycznym, tak zbadanie gleby co do znajdujących się w niej mikroorganizmów, a specjalnie bakteryj, dostarcza nam wskazówek odnośnie trzeciego warunku żyzności, t. j. co do mikrobiologicznej czynności.

Jakkolwiek czynność gleby zazwyczaj idzie w parze z jej bogactwem i korzystnym stanem fizycznym, to jednak moglibyśmy się przekonać, jeżelibyśmy tak, jak to robił *Stoklasa* (103, doświadczenia z *Sinapis arvensis*) wysterylizowali glebę i zniszczyli edafon, że obydwie wymienione wprawdzie czynniki, same nie są w stanie spowodować żyzności gleby względnie jej sprawności t. j. stanu, w którym dana gleba daje możliwie najlepsze warunki dla rozwoju najwybredniejszych zespołów roślinnych.

Z pośród licznych przedstawicieli edafonu (*Francé* 38), jako to: pleśniaki, glony, drożdżaki, pierwotniaki (*Rhizopoda*, *Flagellata* i *Ciliata*), obleńce (*Nematodes*), wrotki (*Rotatoria*), skąposzczety (*Oligochaeta*), (*Enhydreida*, *Tardigrada*), wije (*Myriapoda*), niektóre pajęczaki (*Arachnoidea*), skorupiaki (*Crustacea*, *Arthostraca*), owady (*Insecta*), mięczaki (*Mollusca*) i nieliczne kręgowce (*Vertebrata*), bakterje są z pośród znanych istot, żyjących w glebie wprawdzie najmniejzemi, ale za to najliczniejszemi, tak co do ilości rodzajów, jak i co do ilości osobników. Wskutek znikomo małych wymiarów zdolne są one do nadzwyczaj szybkiego dokonywania różnorodnych procesów rozkładu i przemiany materji, gdyż ich powierzchnia jest w stosunku do zawartości komórki b. duża co ułatwia przebieg procesów chemicznych. Wiadomo (*Düggeli* 24, s. 2), że jednostka wagowa żyjącej masy bakteryjnej może w przeciągu paru godzin rozłożyć 100 - 1.000-krotnie większą od własnej wagi ilość cukru, mocznika, czy innych substancyj.

Mając ten fakt na uwadze zrozumiemy, że bakterje z pośród innych mikroorganizmów odgrywają najdonioślejszą rolę w glebie i że wszelkie głębsze zbadanie flory bakteryjnej gleby, jako czynnika określającego jej żyzność, jest doniosłe zarówno dla praktyki, jak i nauki. Zaniedbywanie z niektórych względów badań mikroflorystycznych a zwłaszcza bakterjologicznych, w leśnictwie, wychodzące z założenia, że pleśniaki etc. odgrywać tu powinny, ze względu na warunki kwasowości etc., główną rolę, jest bynajmniej nieusprawiedliwione.

Przystępując do badań tego rodzaju wychodziłem z założenia, aby drobnoustroje użyć za czynnik, wykazujący własności stanu gleby, a tem samem osiągnąć na drodze mikroflorystycznej upewnienie co do rezultatów poprzednich badań biologicznych. Droga ta, o ile rozchodzi się o wykorzystanie ilościowych stosunków wśród występujących bakterij na szerszą skalę, szczególnie w leśnictwie, jak wspomniałem, nie była stosowaną, jakkolwiek spotykamy już u *Ramann'a* (93) pojedyncze wypadki jej użycia. Używa tej drogi *Düggeli* (33) i jego uczniowie w Szwajcarji. Do celów porównawczych stosuje ją ostatnio *Stöckli* (102) w swych badaniach nad wpływem dżdżownicy na właściwości gleby. Na Węgrzech wznosi się na *Düggeli'm* i bada kilkanaście gleb leśnych *Bokor* (7), a także *Vagi i Feher* (36), który później rozszerza zakres badań w 1929 r. W Niemczech znajduje ograniczone zastosowanie, zapewne wskutek rozbieżności zdań wśród bakterjologów co do odzwierciadlania się stosunków glebowych w samej ilości bakterij. *Löhni's* (73) w nowszych swych publikacjach sprzeciwia się braniu ilości występujących w glebie organizmów za ścisłą miarę jej żyzności, jakkolwiek przyznaje, iż pomiędzy obu temi czynnikami, choć w ograniczonym stopniu, jednak zachodzi pewna spólzalność.

Wobec tego, że czynność mikroorganizmów może stać tylko w dość luźnym związku z ich ilością, należy do pewnego stopnia uznać za słuszne, iż żyzność gleb nie zależy ściśle od ilości zbiorowej wszystkich drobnoustrojów, lecz zależeć ona może od ilości np. bakterij, wzgl. pewnych ich grup, które gdy już istnieją, to muszą spełniać swoje im funkcje życiowe, a tem samem odzwierciadlać stosunki danej gleby bodaj w ogólnych zarysach.

Zdaje się, inną jest przyczyna głównie sprowadzającą tu zamieszanie, a to sprawa, iż ilość wykrytych bakterij zależy ściśle od zastosowanej metody, a mikrobiologia nie rozporządza dotychczas metodą, któraby pozwalała określić ogólną, bezwzględną sumę wszystkich znajdujących się w glebie bakterij, czy jakiej innej grupy drobnoustrojów.

b) DOTYCHCZASOWE BADANIA NAD WPŁYWEM DRZEW LIŚCIASTYCH NA STOSUNKI ILOŚCIOWE BAKTERIJ W GLEBIE.

Badania takie nie były prawie wcale przeprowadzane. Naogół jednak, po części na podstawie urywkowych dorywczych badań urobiło się mniemanie (*Möller* 82), iż wpływ ten jest dodatni. Wy-

nika to ze wspomnianych tu kilkakrotnie badań *R a m a n n ' a*, przeprowadzonych w *E b e r s w a l d e*, który trafił, jak wiadomo, na wyjątkowe warunki glebowe.

B o k o r (7) w rezultatach swoich badań nad ilością bakterij twierdzi, iż przedstawia ona następujący wzrastający szereg: lite lasy iglaste, lite lasy liściaste, iglaste mieszane z liściastymi. Zależć to ma, według jego obserwacji, przypuszczalnie od również wzrastającej zawartości próchnicy i od wzrastającej pojemności powietrza w glebie wymienionych form lasu, które *B o k o r* nazywa typami. Badania *B o k o r ' a* nie są zbyt przekonujące i odnosić się mogą przypuszczalnie tylko do łagodno - próchnicznych typów gleb, jak to można wnosić z jego zdania (7, s. 115), „przy równych wartościach pH wzrasta ilość bakterij proporcjonalnie do zawartości materji organicznej, względnie również do zawartości próchnicy i pojemności powietrznej“, gdyż na surowo-próchnicznych popiołoziemach wiemy, iż zwiększenie ilości próchnicy jest wskaźnikiem martwoty gleby i spadku pH. Takie wyniki badań *B o k o r ' a* przypisuję niezastosowaniu metody ściśle porównawczej, oraz zbyt jednolitemu co do typu gleby materiałowi.

Również z nieściśle porównawczą metodą przeprowadzonych badań *D ü g g e l i ' e g o* (24, s. 25), który badał pewną ilość lasów liściastych i iglastych w *S z w a j c a r j i*, nie można sądzić o wpływie rodzaju drzewostanu na ilościowe stosunki w mikroflorze. Można z nich chyba wnosić tylko o wpływie stopnia kwasoty gleby, znanym z całej literatury w tym sensie, iż wzrost kwasoty wpływa obniżająco na ilość bakterij.

Stopień kwasowości stoi w pewnej mierze w związku z typem gleby i dlatego, jak wynika z prac *D ü g g e l i ' e g o* (26, s. 35), znacznie większą rolę pod względem ilości bakterij (co do interpretowania której zastrzeżenia powyżej podnosiliśmy) odgrywać powinien ten stopień, aniżeli rodzaj drzewostanu. Gleby silnie wybielcowane strefy alpejskiej, z pod drzewostanu świerkowego, zawierają około dziesięciokrotnie mniej bakterij, aniżeli gleby, pokryte takim samym drzewostanem na podgórzu *S z w a j c a r j i*, gdzie klimat jest mniej humidowy. Natomiast różnice na tych samych żyznych glebach podgórza (buroziemach), w zależności od pokrycia ich buczyną, czy świerkiem, są, odnośnie stosunków ilościowych bakterij, niejednolite i według wyników *D ü g g e l i ' e g o* nie tak wybitnie uchwytne.

Z tego samego powodu, co u *D ü g g e l i ' e g o*, nie można wysnuwać wniosków z cyfr w pracy *S t ö c k l i ' e g o* (102, s. 95), wykazujących, iż ilość bakteryj w glebie drzewostanu mieszanego była większa, aniżeli w glebie czystego drzewostanu świerkowego, gdyż, jak z opisu widać, drzewostany te znajdowały się w różnych miejscowościach.

S t o k l a s a (103, s. 197) przytacza swe doświadczenia, z których by wynikało, że drzewostany liściaste wzmagają ilość bakteryj w glebie. Mianowicie, w glebach pod drzewostanami liściastymi, o średniej kwasocie aktywnej 5,6—5,8 pH, przeciętna ilość wegetatywnych komórek w 1 g substancji suchej wynosiła 8—10 milj., zaś pod zwartymi drzewostanami iglastymi, o zbliżonym pH od 5.0—6.0, ilość ta wahała się od 5—7 milj. pro 1 g.

Jednak te badania *S t o k l a s y* również nie są przekonywujące, gdyż zapewne chodzi tu raczej o porównanie gleb z natury żyzniejszych, pokrytych drzewostanami liściastymi, z glebami nieco uboższymi, o drzewostanach iglastych. Poza tem niewiadomo, do której warstwy profilu te cyfry się odnoszą, bądź czy nie dotyczą próbek mieszanych z kilku warstw, co w badaniu naturalnych gleb leśnych zdaje się być niedopuszczalnym. Prace innych autorów na temat wpływu pewnych gatunków drzew na ilość bakteryj w glebie nie są mi znane.

Wogóle trudno jest odróżnić wpływ pośredni, wywołany przez zmianę czynników mikroklimatycznych za pośrednictwem pewnego rodzaju drzewa, od bezpośredniego wpływu odpadków t. j. ściółki.

Powinniśmy tem więcej się spodziewać oddziaływania różnych gatunków drzew, a tembardziej całych grup systematycznych (liściaste, czy iglaste), na ilość mikroorganizmów w glebie, gdyż nawet w rolnictwie wykryto wpływ różnych plonów na zwiększenie, względ. zmniejszenie omawianej wartości (*W a k s m a n* 110, s. 794). W tym wypadku wpływ ten polega przedewszystkiem na oddziaływaniu bezpośrednim wydzielin korzeniowych roślin uprawnych, jak kwasu mrówkowego, oksalowego, CO_2 i t. d., oraz na pobieraniu różnych, rozpuszczonych związków, specjalnie azotanów, co zmienia skład chemiczny gleb. Fizyczne własności gleby są też w rolnictwie bezpośrednio zależne od plonu, który rozmaicie wyczerpuje wilgoć i zmienia mechanicznie zapomocą swych korzeni strukturę gleby.

Inaczej w leśnictwie, gdzie to bezpośrednio oddziaływanie zdaje się ustępować na drugi plan z powodu nie tak intensywnego i w płytkiej tylko warstwie, jak w rolnictwie, rozciągającego się ukorzenie-

nia drzew, a na pierwszy plan wysuwa się nagromadzanie na powierzchni gleby obumarłych części drzew, które są początkowo surowcami, t. j. tylko dla wyjątkowych, nielicznych grup mikroorganizmów dostępnymi źródłami energii i azotu.

c) OPIS METODYKI I POSTĘPOWANIA.

Istnieją dwie grupy metod do oznaczania ilości bakterij: metoda bezpośredniego mikroskopowania i metoda hodowli sztucznych. Metody wcześniejsze, hodowli płytkowej na pożywkach stałych, datują się od *Koch'a* (1881 r.), a od *Hiltner'a* i *Störmer'a* (1903), metody hodowli na pożywkach płynnych w zastosowaniu z metodą rozcieńczeń.

Metody bezpośredniego mikroskopowania są stosunkowo niedawno opracowane przez *Winogradskiego* (118), w myśl propozycji amerykańнина *Conn'a*. *Löhnis* (73) zarzuca im, że przy zastosowaniu ich określamy ilość nie tylko żywych mikroorganizmów w glebie, ale i obumarłych, co by już zupełnie nie mogło przemawiać za celowością metody mikroskopowej do określania stanu gleby. Być może sąd *Löhnis'a* jest zbyt surowy; w każdym razie, jako zbyt mało skontrolowana i określająca przedewszystkiem tylko pewne morfologiczne grupy bakterij (laseczniki, pałeczki etc.), chociaż ma dawać wyższe ogólne ilości znajdowanych bakterij w danej glebie, do naszych badań metoda mikroskopowania mniej się nadawała od metod hodowli sztucznej, a przytem i ze względów technicznych nie mogła być zastosowana.

Przy ostatnio wymienionych metodach stale należy mieć na uwadze fakt, że absolutnie nie wszystkie gatunki znajdujących się w glebie bakterij rozwijają się na stosowanych pożywkach (agar, żelatyna, rozmaite pożywki płynne etc.). Na zwykłych n. p. płytach agarowych, czy żelatynowych rozwijają się przede wszystkim heterotroficzne bakterie, a przeto metoda kultur sztucznych w zastosowaniu z metodą rozcieńczeń, może dać przybliżone pojęcie tylko o ich obfitości i stosunku tejże do żyzności gleby.

Wbrew opinii przeciwników tych metod, w pierwszej linii *Löhnis'a* i *Winogradskiego*, stwierdza *Waksman* (111, s. 16), że wyniki różnych laboratoriów dowodzą faktu, że ilość mikroorganizmów, znaleziona przy zastosowaniu metody płytkowej daje zupełnie dobry obraz ogólnej flory bakterij, aktynomycetów

pleśniaków, i t. p. w glebie, który stanowić może miarę stosunków mikrobiologicznych tejże gleby. Zwraca jednak uwagę, że wyniki mogą być nieraz zatarte, jeżeli nie uwzględni się należycie różnic w traktowaniu gleby, czy w składzie pożywki, wobec czego kładziono tem większy nacisk w pracy niniejszej na zorganizowanie badań ściśle porównawczo.

Zasada metody hodowlanej do określenia ilości czynnych bakteryj w glebie, ta sama zresztą, jak i do oznaczenia ich ilości w innych substancjach, polega na zadawaniu, odpowiednich dla bakteryj, stałych lub płynnych pożywek, decymalnie zazwyczaj odstopniowanymi ilościami gleby, czy emulsji glebowej. O ile pożywki są odpowiednio tylko dla pewnych gatunków, lub grup bakteryj, wtedy mówimy o t. zw. metodzie elektywnej. Kombinacja metody elektywnej z metodą rozcieńczeń (patrz niżej) daje najlepszy wgląd w różnorodne życie bakteryj glebowych, gdyż pozwala stwierdzić zarówno rodzaj, jak i przybliżone ilości dających się hodować mikrobow.

Podstawowy rozczynek glebowy do metody rozcieńczeń sporządzałem w wyjałowionej kolbce ze 100 ccm sterylizowanej wody przez maszynowe wytrząsanie w ciągu 20 minut, 10-ciu g gleby*), wziętych sterylnie ze środka bryłek o wymiarze ca 10×15 ccm, uzyskując 10% rozcieńczenie podstawowe. Zbyt długi czas wytrząsania jest szkodliwy, gdyż w roztworze może następować plasmoliza. *Waksman* (110, s. 21) zaleca najmniej 5 minut, chociaż szkodliwy wpływ ma się objawiać dopiero po 3—4-ch godzinach.

Przez rozcieńczanie rozczyнку podstawowego w określonych ilościach sterylizowanej wody (branej pipetą po 1 ccm do probówek), uzyskiwałem dalsze rozcieńczenia (zawierające w kubicznym centymetrze np. 0,001, 0,0001, 0,00001, 0,000001, etc. grama gleby), gotowe do przenoszenia na pożywki. Przenoszenie to odbywało się zawsze w kilku rozcieńczeniach (najmniej trzech), lub wielokrotności poszczególnych rozcieńczeń, aby uzyskać najodpowiedniejszą obsadę kolonij, na płytkach (*Löhnis* 71, s. 124).

Metoda kultur na pożywkach stałych wychodzi z założenia, że poszczególne komórki, względnie przetrwalniki bakteryj lub innych drobnoustrojów, dostawszy się z rozczynek glebowym na odpowiadającą im stałą pożywkę w odpowiednich warunkach hodowli (temperatura, światło), przystępują do wytworzenia kolonij w ciągu 2—7 dni. Z ilości więc kolonij dowiadujemy się o ilości bakteryj w zadanej ilości gleby, z wyglądu kolonij możemy nawet wnosić nieraz o rodzaju bakteryj.

*) Początkowo w *Eberswalde* brałem 5 g gleby na 500 ccm wody = rozcieńczeniu $\frac{1}{100}$ g.

Jak widać z opisu postępowania i metodyki, ogólna ilość bakterij, obliczana z kolonij, które rozwinęły się na poszczególnych, płytkach, odnosi się do gleby wilgotnej i dla celów porównawczych w podanych poniżej tabelach musiała być przeliczona*) na glebę suchą.

Celem uniknięcia pomyłek i ułatwienia pracy przeliczenia kolonij na płytkach dokonywałem na specjalnie podzielonej płytce szklanej z czarnym podłożem przy użyciu lup, dla odróżnienia kolonji pleśniaków od bakterij (np. od *Bac. mycoides*); zwracano też uwagę, aby t. zw. kolonie wędrownie należycie, t. j. nie kilkakrotnie, liczyć. Do liczenia brano pod uwagę płytki z obsadą 30—200 kolonij (*Stöckli* 102, s. 15), jedynie w braku tak obsadzonych płytek pośród zadanych wszystkimi rozcieńczeniami, brałem w rachubę i słabiej obsadzone, o ile na poszczególnych rozcieńczeniach wykazywały niezbyt duże wahania. Normalnie stosowałem interpolację cyfr, uzyskanych przy pomocy nie za silnie, lub nie za słabo obsadzonych płytek.

Badania ilości bakterij prowadziłem w 2-ch okresach: jesienim w Eberswalde i zimowym — w Zurychu, gdzie należyte wyposażenie laboratorium pozwalało na wszechstronniejsze prace badawcze. Pierwsze miały charakter niejako orjentacyjny i dotyczyły przedewszystkiem stanowisk z Frankfurtu n/O., skąd niemożliwe było później otrzymanie próbek. Badania zimowe odnoszą się do reszty stanowisk. Ponieważ na wyniki badań o stosunku ilościowym bakterij w glebie mogą mieć wpływ nie tylko pory roku, co wiemy z prac *Fehér'a* (33) i in., lecz i warunki otoczenia i postępowania przy samych badaniach, przeto staje się wskazaniem to ostatnie skreślić tutaj pokrótce.

Pierwotne badania w Eberswalde dotyczyły tylko ogólnej liczby, udających się na płytach agaru z wyciągiem glebowym, bakterij w glebie. Wskutek ograniczonej ilości tych pożywek, używanych mi przez prof. *Wittich'a*, mogłem tylko na wyjątkowych profilach zbadać próbki z wszystkich warstw, ograniczając się w innych wypadkach tylko do warstwy 0—10 cm głębokości.

W badaniach w Zurychu używałem do określenia liczby aerobowych bakterij zarówno płyt ze zwyczajną pożywką agarową,

*) Przeliczenia tego dokonywałem wg wzoru
$$N = \frac{K \cdot r \cdot 100}{100 - X}$$
, gdzie

N oznacza całkowitą ilość organizmów rozwijających się na płytce z danej gleby, K — przeciętną ilość kolonij na tej płytce, r — stopień rozcieńczenia, zaś X — zawartość wody w danej glebie.

jak i z żelatynową, przez co uzyskałem niejako kontrolę i potwierdzenie wyników. Prócz tego ustalałem, pominiawszy obecność niektórych fizjologicznych grup bakteryj, także ilość bakteryj fakultatywnie anaerobowych, rozwijających się na pożywce cukrzonoego agaru w grubej warstwie (rurki Burri'ego).

Pobierania próbek, wziętych do badań w jesieni, dokonywałem osobiście i próbki te są identyczne z temi, na których przeprowadzałem wszelkie dotychczas opisywane badania. Próbki badane w zimie były pobierane i przesyłane mi niezwłocznie do Zurychu przez d-ra *Gansen'a**, pracownika Pruskiej Leśnej Stacji Doświadczalnej, za porozumieniem z dyrektorem tejże prof. d-rem *Wiedemann'em*, za co również na tem miejscu uprzejmie im dziękuję. Z racji nieosobistego pobierania tych próbek musiałem ograniczyć się do zmniejszonej liczby stanowisk i tylko do dwóch warstw: warstwy butwienia i warstwy próchnicznej 0—10 cm. Przed nadesłaniem próbek dokonałem osobiście w laboratorium Zurychskim przygotowania odpowiedniej ilości pożywek, potrzebnych do zanalizowania tych próbek.

Pobieranie próbek do pierwszych badań w Eberswaldzie odbywało się w ziemi niezmarzniętej, przy normalnej aurze jesiennej i dalsze postępowanie z niemi w laboratorium odbywało się niezwłocznie, t. j. najdalej następnego, względnie trzeciego dnia.

Pobieranie drugie próbek—w styczniu, jak zaznaczał dr. *Gansen*, przedstawiało pewne trudności, szczególnie w warstwie butwienia, z powodu silnego mrozu (do -10° C), oraz pokrywy śnieżnej (ca 6 cm), było jednak wystarczająco dokładne. Przesyłanie odbywało się w pudłach tekturowych, bezpośrednio po opakowaniu w lesie w dwa papiery pergaminowe, pomiędzy którymi znajdowała się kartka z numerem próbki. Okres pomiędzy pobraniem a badaniem tych

*) Tylko w jednym wypadku (stanowiska VII i VIII), pomimo szczególnych wskazówek i szkiców, nie udało się dr. *Gansen'owi* odnaleźć miejsc, w których wybrane były doły i wzięte próbki do badań poprzednich, dlatego też, aby zaznaczyć bezpośrednią nieporównywalność wyników analizy mikroflorystycznej z innymi badaniami na tem stanowisku, oznaczyłem je, jako nowe stanowiska XXIII i XXIV, zamiast VII i VIII. Jakkolwiek doniósł mi dr. *Gansen*, iż próbki te pobrał w podobnych miejscach z podszytem i bez, tylko w odległości ca 150 m. od miejsca przezemnie na szkicu zaznaczonego, to jednak nie mam podstaw do zaliczenia stanowisk tych do typu buroziemów, do jakiego zaliczam stanowiska VII i VIII należy przeto określać je jako typ wątpliwy, co trzeba brać pod uwagę przy ocenie wyników.

próbek wynosił kilka do kilkunastu dni, przyczem od chwili nadejścia próbek przechowane były za oknem, w mroźnej temperaturze.

Z badaniem próbek, przesyłanych z dalszych stron spotykamy się już w literaturze; m. in. *F e h é r* (36) badał próbki, pobrane z Szwecji, na Węgrzech. Wpływ nienatychmiastowego badania próbek może się wprawdzie odbić w obniżeniu ogólnej liczby bakteryj, jak dowodzą badania *Hiltnera i Störmera* (*Waksmann* 110, s. 21), jednak w naszym wypadku, ponieważ chodziło tylko o wielkości porównawcze, wpływ ten nie mógł odgrywać większej roli, badania bowiem próbek, pochodzących ze stanowisk, mających być bezpośrednio porównaniami, dokonywałem jednocześnie. Poza tem trzeba mieć na uwadze fakt, że próbki były pierwotnie zmarznięte, więc proces odtajania mógł wpływać tylko raczej na zwiększenie ilości bakteryj (*Waksmann* — 110, s. 21), a więc w rezultacie wyniki nie mogły odbiegać od normalnych.

d) WSTĘPNE BADANIA BAKTERJOLOGICZNE JESIENNE.

Niektóre szczegóły metodyki.

Do przyrządzania pożywki agarowej używałem tu wyciągu glebowego, zamiast, jak zazwyczaj, wyciągu mięsnego, buljonu. Wyciąg ten przyrządzony był w/g *L ö h n i s ' a* (71, s. 123) z wierzchniej warstwy żyznej gleby, typu łagodno-próchniczego, z pod starszego drzewostanu bukowego. Z braku autoklawu stosowano 3-krotnie frakcjonowaną sterylizację w kociołku parowym w ciągu 24-ch godzin.

W ten sposób sterylizowano sporządzane pożywki i wodę wodociagową, potrzebną do przyrządzania roztworu glebowego. Natomiast krystalizatory, na których zakładano kultury płytkowe, jakoteż i pipetki sterylizowano w suszarce przez działanie temperatury ca 170°C, w ciągu 5—10 minut.

Nie będę podawał szczegółowego opisu sporządzania pożywek, jak również zadawania ich wyciągiem glebowym i wielu stosowanych ostrożności, oraz drobnych szczegółów, niezmiernie ważnych dla udania się całych doświadczeń, gdyż są to rzeczy zbyt dobrze znane z podręczników bakterjologii. Zaznaczę tylko, iż używałem tu trzech rozcieńczeń roztworu glebowego, z pośród czterech wymienionych, zawierających: 1/1000, 1/10000, 1/100.000 i 1/1.000.000 g ziemi w 1 cm.³, oraz dwóch kultur równoległych dla kontroli; z jednej więc próbki gleby przyrządzano sześć kultur płytkowych, uzyskując w ten sposób dostateczną kontrolę wyników.

Kultury płytkowe inkubowano w termostacie (dnem do góry — bo agar) w ciągu 5 dni, przy stałej temperaturze średnio od 25 — 28° C. Wprawdzie *Waksmann* (110, s. 23) pisze, iż płyty bakteryjne, aby rozwinęły się wszystkie organizmy, zwłaszcza wolno rosnące, nie tworzące przetrwalników bakterje, w dobrze widoczne kolonie, winny być inkubowane 7—12 dni, to jednak uważam, iż stosowany czasokres dla badań porównawczych jedynie zupełnie wystarczał. Naj-

ważniejszą zasadą było to, że płyty, mające być bezpośrednio porównywanymi, przeliczano po dokładnie tym samym czasie co do ilości kolonij.

Wyniki analiz w jesieni 1928 r.

W pierwszych orientacyjnych badaniach chodziło mi głównie o przekonanie się, jak przedstawia się rozmieszczenie ilości bakteryj w górnych partjach profilu badanych gleb leśnych obu typów, aby mieć podstawę do wyboru najbardziej charakterystycznych warstw dla dalszych badań. W drugim dopiero rzędzie we wstępnych badaniach chodziło o orientację co do wpływu buka na zawartość bakteryj w glebie.

Mając na uwadze jednak i ten drugi cel, wybrałem przede wszystkim stanowiska, gdzie wpływ buka zdawał się być na oko najwidoczniejszym, t. j. stanowiska, w których pod sośniną inny ukształcił się typ gleby, aniżeli pod sośniną z bukiem, a więc stanowiska: XI, XII, XXI, XXII, względnie poczęści porównania, w których gatunek gleby już na pierwszy rzut oka wyróżniał się od wszystkich innych gleb, t. j. stanowisko XIX i XX.

Załączona tabela Nr. 14 przedstawia wynik 18-tu analiz odpowiednich gleb; cyfry, podane na tabeli, są liczbami przeciętnymi z dwóch kultur równoległych i są przeliczone na 1 gram suchej gleby.

Najkompletniej przedstawiają się wyniki ze stanowiska XI i XII. Widać z nich zasadniczą różnicę między popiołoziemem (XII), ubogim w bakterje, a bogatym buroziemem (XI). (Por. wykres ryc. 15). Najwybitniejsza, bo prawie 6-krotna, różnica występuje tu w warstwie butwienia. Nie można jednak z zebranych tu danych mówić konkretniej o różnicy między popiołoziemem a buroziemem, gdyż pod sośniną z bukiem niema w tym wypadku żadnego popiołoziemu do porównań.

Możemy dalej zauważyć, iż spadek w głąb profilu, pomijawszy stanowiska (XIX, XX) ze żwirkową glebą, pod sośniną z bukiem jest znacznie szybszy, aniżeli tam, gdzie buka brak. Tak np. już w głębokości 30—40 cm ilość bakteryj pod sośniną z bukiem wynosi 0,6, wzgl. 1,5%, podczas gdy w porównawczych czystych sośninach—5,5, wzgl. 5,1% tej ilości, jak znajduje się w warstwie butwienia.

Niewiadomo wprawdzie, w jakiej mierze należy to przypisać typowi gleby, a w jakiej wpływowi buka, jednak już z tej tabeli wnioskować można ewentualnie o ujemnem od-

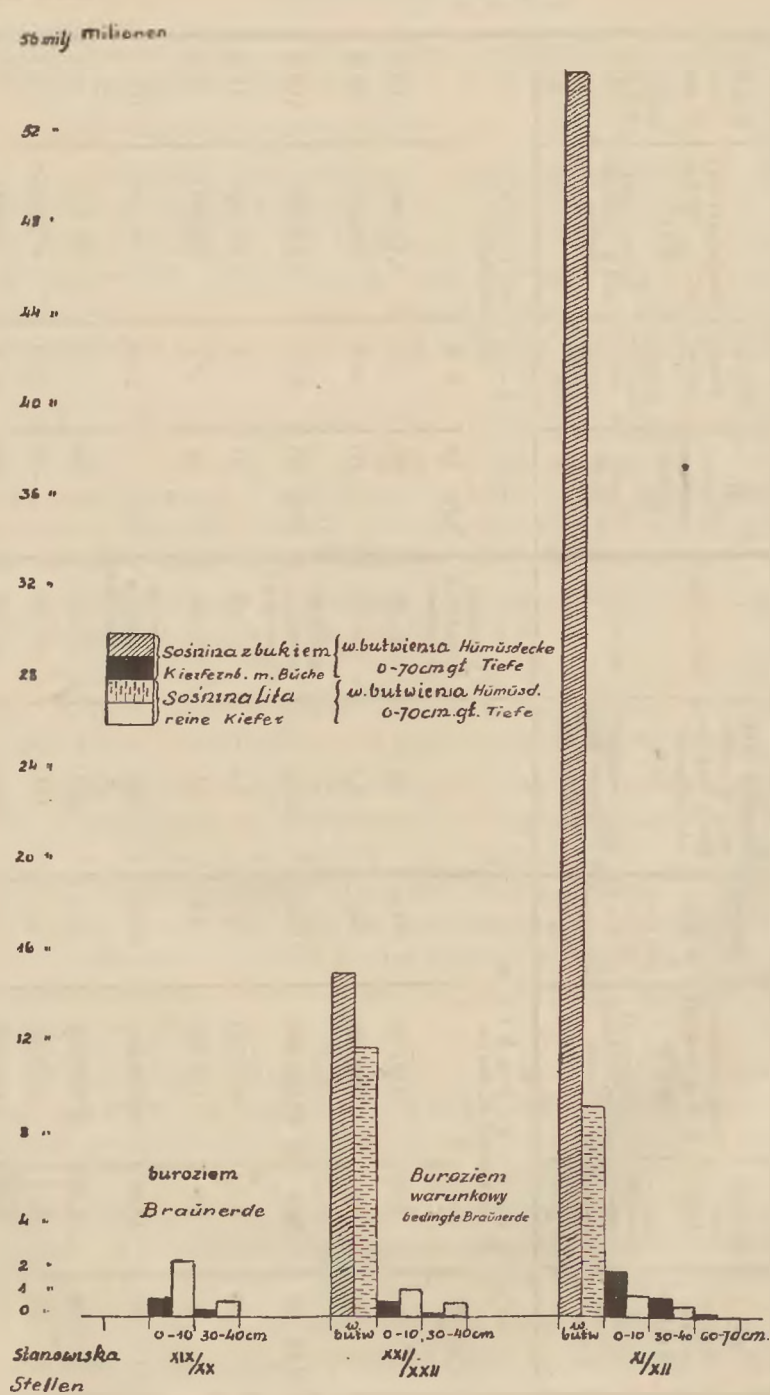
TABELA Nr. 14 Rozmieszczenie rozwijających się na płytach agaru glebowego bakterij w górnej partji profilu gleb leśnych.

Verteilung der auf Bodenextraktagar-platten wachsenden Keime im oberen Teile der Waldbodenprofile.

(październik — listopad 1928 r.).

(Oktober — November 1928).

Nr. Stano-wiska i próbki	Wilgot-ność gleby	Ilość bakterij w 1 g. suchej gleby	Spadek ilości w głąb	Stosunek bak-teryj w sośni-nie z bukiem do sośniny = 100%	Głębokość	Nr. Stano-wiska i próbki	Wilgot-ność gleby	Ilość bakterij w 1 g. suchej gleby	Spadek ilości w głąb
Stelle u. Probe Nr.	Boden-feuchtig-keit	Bakterienzahl auf 1 g. trockenen Bodens	Abnahme mit der Tiefe	Bakteriengehalt in Kiefer m. Buche verglichen m. reinen Kiefer = 100%	Bodentiefe	Stelle u. Probe Nr.	Boden-feuchtig-keit	Bakterienzahl auf 1 g. trockenen Bodens	Abnahme mit der Tiefe
	%		%				%		%
s o ś n i n a z b u k i e m Kiefernbestand m. Buche						s o ś n i n a Kiefernbestand			
XIX 81	24.9				warstwa butwienia Humusdecke	XX 84	31.8		
82	6.9	838,000	100.0	35	0—10	85	5.0	2,421,000	100.0
83	1.3	289,000	34.0	43	30—40	86	0.9	666,000	28.0
XXI 87	38.8	29,085,000	100.0	246	warstwa butwienia Humusdecke	XXII 90	38.3	11,831,000	100.0
88	7.2	668,000	2.3	54	0—10	91	6.5	1,226,000	10.4
89	1.9	163,000	0.6	25	30—40	92	2.3	645,000	5.5
XI 93	48.96	54,859,000	100.0	584	warstwa butwienia Humusdecke	XII 97	59.87	9,345,000	100.0
94	16.66	1,920,090	3.5	212	0—10	98	8.39	906,000	9.7
95	7.14	808,000	1.5	171	30—40	99	5.80	472,000	5.1
96	8.34	185,000	0.3	529	60—70	100	4.32	35,000	0.4



Ryc. 15. Ustalona za pomocą kultur płytkowych na agarze z wyciągiem glebowym, zawartość bakteryj w profilach sześciu gleb na porównawczych stanowiskach z sosną litą względnie zmieszana z bukiem. (październik — listopad 1928; ilości w milionach sztuk na gram suchej gleby. Mittels Bodenextraktagar Plattenkultur festgestellte Bakterienhäufigkeit im Bodenprofil der sechs Vergleichsstellen von reinen Kiefern bzw. Kiefer-Buchen-Mischbeständen. (Oktober — November 1928; Zahlen in Millionen je Gramm trockenen Bodens.)

działaniu bezpośrednim korzeni buka na ilość bakteryj, zapewne przez wydzieliny i wyczerpywanie gleby, o czym wyżej wspominałem.

Z wyników analiz, przedstawionych na omawianej tabeli (14), przebiega się również doniosły dla postępowania w ciągu dalszych badań fakt, iż procent spadku ilości bakteryj w głębi gleby jest znacznie większy pomiędzy warstwą butwienia, a bezpośrednio pod nią leżącą, aniżeli pomiędzy głębszymi warstwami gleby nawzajem.

O ile na popiołoziemach spadek ten zdaje się być mniej silny, aniżeli na buroziemach, to przypisuję to silnemu zahamowaniu rozwoju bakteryj w warstwie butwienia na popiołoziemach, wskutek znacznie większej różnicy w kwasocie górnych warstw, niż na buroziemach.

Na stanowiskach, w których typowy popiołoziem pod czystą sośniną przechodził w buroziem pod sośniną z bukiem (buroziemy warunkowe), domieszka buka nie powodowała w warstwie butwienia, a nieraz i w głębszych warstwach, obniżki bakteryj, lecz owszem — $2\frac{1}{2}$ do 6-krotną podwyżkę.

Zaznaczyć wypada, że na tych stanowiskach zachodziło w warstwie butwienia również wydatne osłabienie kwasowości, a więc współzależność pomiędzy pH, a ilością bakteryj znajdowała tu pełne potwierdzenie, nie było natomiast współzależności z wilgotnością gleby.

Nie mając narazie jeszcze do dyspozycji wyników, omówionych w tabelce Nr. 14, gdyż należało zakładać kultury niezwłocznie po pobraniu z wszystkich stanowisk, pominąłem na pozostałych stanowiskach, badanych w Eberswalde, warstwę butwienia. Wobec tego, dla lepszej orientacji co do wpływu buka pozostała stosunkowo największa ilość analiz (12) gleb z głębokości 0—10 cm pod pokładem butwienia.

Tabela Nr. 15 wskazuje, iż w większości wypadków pod wpływem buka obniżoną zostaje ilość bakteryj rozwijających się na płytkach agarowych w glebie z głębokości 0—10 cm, niezależnie od jej typu.

Na sześć porównań tylko w dwóch wypadkach, buk, zamiast obniżenia, spowodował podwyższenie; są to stanowiska XI i XII, oraz XIII i XIV, z tych pierwsze porównanie znane jest z wszystkich innych badań, jako wyjątkowe z przyczyny niejednokrotnie podawanej.

W porównaniu zaś XIII i XIV większa ilość bakteryj pod sośniną z podszytem bukowym, aniżeli pod sośniną czystą, znajduje swe wytłomaczenie w różnicy składu mechanicznego odpowiednich gleb, który, jak widzimy, może *ceteris paribus* w pewnych warunkach odgrywać rolę.

TABELA Nr. 15. Ilość bakteryj w próbkach z głębokości 0—10 cm rozwijających się na płytkach agarowych z wyciągiem glebowym.

Auf Bodenextraktagarplatten festgestellte Keimzahlen in Proben aus 0 — 10 cm Bodentiefe.

(Październik—Listopad — Oktober—November 1928)

I. Sośnina Kiefernbestand			II. Sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche			
Nr.	Bakteryj w 1 g suchej gleby Bakterien in 1 g tro- ckenen Bodens	Typ gleby Bodentyp	Nr.	Bakteryj w 1 g suchej gleby Bakterien in 1 g tro- ckenen Bodens	Typ gleby Bodentyp	Różnica w % Differenz in % I do II zu
XVI 74	698,000	popiołoziem Eisenpodsol	XV 71	408,000	popiołoziem Eisenpodsol	— 42
XVIII 79	1,660,000	"	XVII 77	697,000	"	— 58
XII 98	960,000	"	XI 94	1,920,000	buroziem Braunerde	+ 112
XXII 91	1,226,000	"	XXI 88	668,000	"	— 45
XIV 68	590,000	buroziem Braunerde	XIII 65	905,000	"	+ 53
XX 85	2,421,000	"	XIX 82	838,000	"	— 66

Jakkolwiek obniżenia ogólnej ilości bakteryj pod wpływem buka należało się na popiołoziemach spodziewać, mając na uwadze wyniki przeprowadzanych równocześnie innych badań, to jednak na buroziemach jest ono do pewnego stopnia nieoczekiwane. W stosunku do czystych sośnin, ilość bakteryj pod sośninami z bukiem, w wypadkach obniżenia, spada nieraz poniżej połowy. Za przyczynę tego uznać należy wzrost kwasowości przy równoczesnem zwiększeniu materij organicznych w glebie.

Z tabeli Nr. 15 zauważyć można także fakt, że różnice pomiędzy typami gleby w tej warstwie nie są zbyt wybitne, i dlatego do

celu odróżnienia typów, przy pomocy ilościowego stanu bakteryj, należałoby przede wszystkim badać próbki z warstwy butwienia.

Zestawione w oddzielnej tabeli Nr. 16 wyniki analizy bakterjologicznej próbek z głębokości 30—40 cm jakkolwiek ilość ich jest

TABELA Nr. 16. Wpływ buka na ilość bakteryj w głęb. 30—40 cm rozwijających się na płytach agaru glebowego.

Einfluss der Buche auf Gehalt der in Bodenextraktagarplatten gedeihenden Keime in 30—40 cm Bodentiefe.

Badane w październiku 1928 r. — Untersucht in Oktober 1928

Sośnina z bukiem: Kiefernbestand m. Buche		S o ś n i n a: Kiefernbestand		Odsetek ilości bakteryj pod sośniną z bukiem przy sośninie = 100% Bakteriengehaltprozent in Kiefern- m. Buche, bei Kiefern. = 100%
XIX 83	289,000	XX 86	666,000	43
XXI 89	163,000	XXII 92	645,000	25
XI 95	808,000	XII 99	472,000	171

zbyt mała, aby je można uogólniać, wskazują jednak również w y-
stępowanie zazwyczaj i w tej głębokości
zmniejszania się ilości bakteryj przez do-
mieszkę buka. Drobné różnice w składzie mechanicznym gle-
by usprawiedliwiają zapewne wypadek niewystępowania tego zjawis-
ka na stanowiskach XI i XII.

Znane większe zapotrzebowanie związków pokarmowych przez
buka, aniżeli u innych drzew (sosny), uzasadnia wzmożone wydziela-
nie przez korzenie kwasów dla pozyskania większej ilości związków
rozpuszczalnych, co łącznie przyczyniać się może do utrudnienia nad-
miernego rozwoju bakteryj.

Na stanowisku XI i XII na kulturach płytkowych, poza ilością
koionij bakteryj, notowałem też ilość kolonij pleśniaków, co w od-
dzielnem zestawieniu przedstawia poniższa tabela Nr. 17.

O możliwości wnioskowania na podstawie tych cyfr nie jestem
przekonany bez zastrzeżeń, dlatego przedstawiam je tu raczej jako
materiał do badań w przyszłości. Nawet gdyby pożywka agarowa
(jej kwasowość) była specjalnie przyrządzona dla pleśniaków, co tu
nie miało miejsca, to i tak określona drogą kultur ilość pleśniaków

przypadająca na 1 g gleby, nie daje dobrej podstawy do porównania z ich potencjalną aktywnością, tak, jak to jest u bakteryj. Wiadomo bowiem, iż pleśniaki istnieją w glebie zarówno w formie wegetatywnej grzybni, jak i zdolnych do reprodukcji zarodników (*Waksman* 110, s. 42). Nie może być wszystko jedno, jaka ilość stwierdzonych na płytkach kolonij pleśniaków powstała z kawałka grzybni (mycelium) a jaka z zarodników, odróżnienie zaś jest niemożliwe.

TABELA Nr. 17. Ilość bakteryj i pleśniaków ustalona przy pomocy kultur na płytach agarowych w 1 g suchej gleby.

Mittels Bodenextraktagarplatten eruierte Fadenpilz- und Spaltpilzmengen pro Gramm trockene Erde.

Nr.	Wilgotność gleby Bodenfeuchtigkeit %	Głębokość Bodentiefe cm.	Sośnina z bukiem: Kiefernbestand m. Buche		Nr.	Wilgotność gleby Bodenfeuchtigkeit %	Głębokość Bodentiefe cm.	Sośnina: Kiefernbestand	
			Bakteryj	Pleśniaków				Bakteryj	Pleśniaków
			Spaltpilze	Fadenpilze				Spaltpilze	Fadenpilze
XI 93	48.96	Warstwa butw. Humus-decke	54,859,000	2,939,000	XII 97	59.87	Warstwa butw. Humus-decke	9,345,000	274,000
94	16.66	0—10	1,920,000	156,000	98	8.39	0—10	906,000	218,000
95	7.14	30—40	808,000	86,200	99	5.80	30—40	472,000	63,700
96	8.34	60—70	185,000	16,400	100	4.32	60—70	35,000	2,900

Zarodników (spor) w glebie może być mnóstwo, lecz są one nieczynne, dlatego też ta sama ilość pleśniaków, ustalona przy pomocy hodowli płytkowej, może mieć b. różną wartość. Wnioski z ilości pleśniaków muszą być nadzwyczaj ostrożne i ograniczone.

Z zastrzeżeniami wynikającymi z powyższego, oraz mając na uwadze, że prawdziwy wzrost pleśniaków w glebie różny jest od tegoż na pożywce, możnaby wnioskować o ilości pleśniaków w poszczególnych próbkach, o wpływie buka na tę wielkość, tudzież o stosunku pomiędzy ilością pleśniaków a bakteryj w dotyczących glebach leśnych.

Ustosunkowanie to przedstawia się następująco:

TABELA Nr. 18. Stosunek pleśniaków do bakterij.

Verhältniss der Fadenpilz zur Spaltpilzmenge.

Nr.	Sosnina z bukiem Kiefernbestand m. Buche	Nr.	S o s n i n a Kiefernbestand	Głębokość Bodentiefe
				cm.
	Buroziem — Braunerde		Fopiołożiem — Podzol	W. butw. Humusdecke
XI 93	1 : 18	XII 97	1 : 34	
94	1 : 12	98	1 : 4	0—10
05	1 : 9	99	1 : 7	30—40
96	1 : 12	100	1 : 12	60—70

Stosunek ten zdaje się być znacznie niższy w badanych glebach leśnych od np. podawanego ogólnie przez *Waksman'a* (110, s. 44), 1 : 40, wzgl. 1 : 50. W warstwie butwienia (na stanowisku XI i XII) stosunek jest znacznie większy aniżeli w pozostałych próbkach z głębszych warstw gleby, co stoi zapewne w związku z rolą pleśniaków przy rozkładzie wstępnym odpadków organicznych, a być może i w związku z nieprzystosowaniem pleśniaków do wybitniejszej aerobiozy.

E) WYNIKI BADAŃ ZIMOWYCH.

a) Niektóre szczegóły metodyki.

Badania nad stosunkami ilościowymi bakterij w glebie rozszerzyłem w zimie na kultury płytkowe w żelatynie i w agarze zwyczajnym dla aerobów, zaś na kultury w grubej warstwie cukrzonego agaru — dla anaerobów. Te trzy grupy kultur będziemy rozpatrywać oddzielnie.

W stosunku do badań jesiennych (w *Eberswalde*) zasadnicze różnice w metodyce polegały głównie, jak wyżej wspomniałem na odmiennym nieco składzie pożywek, bo przyrządzane były one nie z wyciągiem glebowym, lecz z wyciągiem mięsnym. Wprawdzie *Waksman* (110, s. 14) krytykuje używanie pożywek agarowych, czy żelatynowych z wyciągiem mięsnym i peptonem dla prac gleboznawczych i zaleca bardziej homogeniczne pożywki standardowe (wzorcowe), jednak dotychczas te pierwsze są powszechniej używane, jakkolwiek właściwie wyniki z nich osiągnięte mogą być bezpośred-

nio wtedy porównywane, gdy przyrządzone są z jednego i tego samego mięsa, czy ekstraktu glebowego.

Ponieważ w pożywkach do badań w Z u r y c h u używanych ten fakt właśnie zachodził, więc odpada obawa nieporównywalności wyników, bowiem o bezwzględne wzgl. najwyższe, dające się wyhodować ilości mikroorganizmów w danej glebie w pracy tej nie chodzi.

Stosowna pożywka żelatynowa miała skład następujący:

- 1000 g. essencji z mięsa wołowego (wyciągu),
- 5 „ soli kuchennej
- 100 „ żelatyny.

Pożywka agarowa:

- 100 „ wyciągu z mięsa wołowego
- 10 „ peptonu
- 5 „ soli kuchennej
- 15 „ agar - agaru.

Okres inkubacji wynosił dla kultur płytkowych na agarze średnio 10 dni (8—12), przy temperaturze 28°C, był więc dłuższy aniżeli przyjęty w E b e r s w a l d e. Dla kultur płytkowych na żelatynie—średnio 6 dni (5—8), w temperaturze normalnej 16—20° C *). Kultury grubej warstwy inkubowano średnio 12 dni, w temperaturze przeciętnej 28° C, jakkolwiek przeliczano kolonie dopiero nieraz po 3-ich tygodniach, przechowując je w chłodnej pracowni.

Liczba stanowisk, zbadanych w ten sposób, wynosi 14, z czego cztery tylko stanowiska badane były już w jesieni, w E b e r s w a l d e. Ponieważ na każdym stanowisku badano 2 warstwy i dla poszczególnych pożywek z każdej próbki wysiewano 3 rozcieńczenia co najmniej, przeto ogólna ilość przeliczonych kultur przekroczyła 250 sztuk. Aby zmniejszyć możliwość wahań, pochodzącą z pobierania próbek, wychodziłem z rozcieńczenia podstawowego 1 : 10, uzyskanego z 10 g gleby w 100 ccm sterylizowanej wody.

Przy obliczaniu ilości bakteryj uwzględniano przedewszystkiem płyty odpowiednio obsadzone, a tylko wtedy, gdy ilości, wypadające

*) Czas inkubacji kultur żelatynowych ograniczyłem z konieczności, aby kolonie peptonizujące (rozpuszczające żelatynę) nie uniemożliwiły późniejszego przeliczania, rozlewając się po płytce. Ograniczania zaś rozwoju takich kolonij (zarówno, jak i kolonij pleśniaków), przy pomocy azotanu srebra, nie mogłem dokonywać, z powodu nawału czynności przy masowych, równoczesnych innych badaniach.

z poszczególnych rozcieńczeń, były niezupełnie zgodne, wstawiałem w ostatecznych zestawieniach cyfry interpolowane. Wskutek tego, w pierwotnych, dorywczych wykazach (S z t o k h o l m *) znajdują się nieraz cyfry odmienne. Cyfry w podanych poniżej zestawieniach są przeliczone na 1 g gleby suchej, zaokrąglone jednak rozmyślnie, aby nie łudzić co do stopnia dokładności metody.

Liczby obejmują też aktynomycety (*Actinomyces*), których pozycja w systematyce pomiędzy bakteriami a grzybkami niższymi nie jest dostatecznie zdefiniowana — organizmy o b. różnorodnej czynności fizjologicznej. Kolonie aktynomycetów odznaczają się widoczną pod powiększeniem, jakby wełnistością; szczególnie występowały czerwono-pomarańczone twarde ich kolonie na płytach agarowych, ze stanowiska IX 117, a więc w próbkach kwaśno-próchnicowych (pH 4.2), co by z pewnem zastrzeżeniem tylko odpowiadało zaznaczonemu przez *W a k s m a n ' a* (111, s. 38 i 47) występowaniu aktynomycetów na b. kwaśnych glebach leśnych.

Drobnoustroje z kolonij wątpliwych przeszczepiałem zazwyczaj na inne pożywki, w wypadku konieczności odróżnienia od kolonij pleśniaków, np. *Bacillus mycoides* (X, 119), *Bac. proteus* (XX—128), *Bac. fluorescens* (VI — 123, XIX — 125, X—120), wzgl. z powierzchni kultur grubej warstwy np. od *Bac. mesentericus*, (X—120).

W kulturach grubej warstwy można było rozpoznać na lepszych glebach (V — 22) obficie *Bac. putrificus*. Przeszczepianie odbywało się na kultury kłute bądź rysowane, na pożywki stałe żelatynowe, agarowe, wzgl. kartofel.

W tabelach odnoszących się do kultur żelatynowych, podałem w oddzielnych rubrykach ilości bakterij peptonizujących, których znajomość udziału w ogólnej ilości bakterij może mieć znaczenie orientacyjne. Własności rozpuszczania żelatyny są charakterystyczne przede wszystkim dla heterotroficznych bakterij, a więc np. nie dla nitryfikujących, które należą do autotrofów. Do bakterij rozpuszczających żelatynę należą (*W a k s m a n* 110, s. 151) bakterje, pobierające związany azot z żelatyny. Najważniejszym przedstawicielem tej grupy jest *Bac. fluorescens*, *Bac. mycoides*, *Bac. cereus* i mniej *Bac. megatherium*. Jak wiemy zaś, zarówno *Bac. fluorescens*, jak, i obok wymienione bakcyle odgrywają główną rolę przy tworzeniu się amoniaku w glebie i rozkładzie ciał białkowych (*W a k s m a n* 110, s. 491).

*) patrz E. Chodzicki — spis literatury Nr. 15.

β) Ilość bakteryj rozwijających się na pożywkach a typ gleby.

Pobieżny rzut oka na tabele Nr. 20 do N-ru 25, oraz wykresy ryc. 16 i 18 przekonuje, iż ogólne ilości bakteryj dających się hodować na opisanych wyżej pożywkach, tak aerobowych, jak i anaerobowych *) są wyższe dla stanowisk zaliczonych do buroziemów, aniżeli do popiołoziemów. Przeciętnie ilości bakteryj na popiołoziemach były 2—6 krotnie mniejsze, aniżeli na buroziemach.

TABELA Nr. 19. Granice wahań zawartości bakteryj w próbkach zaliczonych do poszczególnych typów gleb (ilości żywotnych komórek na 1 g suchej gleby).
Schwankungen des Bakteriengehaltes je 1 g trockenen Bodens bei Podsol-bzw. Braunerde Proben.

Styczeń 1929 Januar.

Rodzaj pożywki Nährsubstrat	Buroziem Braunerde	Popiołoziem Podsol	Pochodzenie próbek Proben aus:
Płytki żelatynowe Galatine-platten	990.000—19.640.000	229.000—2.006.000	Warstwa butwienia Humusdecke
Płytki agarowe Agar-platten	1.621.000-16.039.000	258.000—3.639.000	
Gruba warstwa cukrz. agaru Zuckeragarhohe Schicht	920.000— 1.707.000	68.000— 592.000	
Płytki żelatynowe Galatine-platten	451.000— 1.056.000	72.000— 995.000	Głębokość 0-10 cm. 0-10 cm Tiefe
Płytki agarowe Agar-platten	741.000— 1.812.000	108.000— 507.000	
Gruba warstwa cukrz. agaru Zuckeragar hohe Schicht	161.000— 377.000	33.000— 83.000	

Zestawienie powyższe fakt ten potwierdza.

Na podstawie otrzymanych wyników nie można jednak ustalić absolutnej maksymalnej czy minimalnej ilości bakteryj dla popiołoziemów i buroziemów, gdyż w poszczególnych wypadkach wartości te w obu tych typach dosyć głęboko nawzajem się zazębiają. Poza tem przeszkodą ku temu jest niewystarczająca ilość analiz dla staty-

*) pod anaerobami rozumiane są tutaj bakterje rozwijające się w kulturach grubej warstwy cukrzzonego agaru.

stycznego opracowania. W każdym razie osiągnięte cyfry wykazują naogół dużą współzależność z zawartością wapna i kwasowością właściwych gleb. Znajduje potwierdzenie zasada, iż wraz z żyznością i wydajnością gleby, wzgl. danej jej warstwy, wzrasta normalnie ilość bakteryj, co przy ocenie wpływu buka będzie odgrywało rolę.

Jeżeli porównamy wyniki osiągnięte przy pomocy poszczególnych pożywek to zauważymy, iż agar wykazuje nieco wyższe ilości, aniżeli żelatyna. Przyczyna tego tkwić będzie przede wszystkim w różnicy okresu inkubacyjnego jednych i drugich kultur.

Co się tyczy kultur w grubej warstwie cukrzonoego agaru, to ilość bakteryj rozwijających się w tym środowisku jest dosyć zmienna i stanowi przeciętnie $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ ilości tych bakteryj, które rozwijają się na płytkach zwykłego agaru. Przytem zaznacza się też słabo ciekawe jednak zjawisko, jakoby w kulturach z buroziemów odsetek bakteryj anaerobowych w stosunku do aerobowych był nieco wyższy, aniżeli na popiołoziemach. Kwestja ta wymagałaby wyjaśnienia przy pomocy specjalnych badań, być może, iż przyczyna leży w niedostatecznej ścisłości metod hodowlanych.

Ogólnie dało się również zauważyć, iż na płytkach agarowych, obsianych w styczniu (w Z u r y c h u) rozwinęły się mniejsze ilości bakteryj, aniżeli na płytkach agarowych z wyciągiem glebowym wysiewanych w październiku i listopadzie w E b e r s w a l d e. Źródło tego upatruję w 3 czynnikach: 1) w porze roku (w chwili badań w Eberswalde niewiele była ona oddalona od drugiego dobowego, jesiennego maksimum bakteryj), 2) w rodzaju pożywki (dodatni wpływ wyciągu glebowego, zaznaczany przez niektórych autorów (Löhnis), 3) w nieco dłuższym okresie pomiędzy pobraniem próbek, a ich wysiewem w badaniach zimowych.

7) Wpływ buka na ilość bakteryj, rozwijających się na płytkach żelatynowych.

Na tabeli Nr. 20 przedstawione są wyniki, osiągnięte przy pomocy płytkowych kultur żelatynowych. O ile wykluczmy z pod rozważań porównanie XXIII/XXIV, z powodu wątpliwości co do typu gleby, i nieporównalne z punktu widzenia wpływu buka, wskutek odmiennego typu gleby, stanowiska XI/XII, — to na 5 pozostałych porównań, w 4-ch wypadkach, buk powoduje obniżenia dochodzące do 3-ch wzgl. 4-chkrotnej ilości bakteryj.

TABLICA 20. Ilość drobnoustrojów rozwijających się na płytkowych kulturach żelatynowych w 1 g suchej gleby.
Anzahl der auf Plattenkulturen von Nährgelatine wachsenden Mikroorganismen in 1 g trockenen Bodens
(Styczeń 1929 Januar)

s o s n i n a Kiefernbestand						s o s n i n a z b u k i e m Kiefernbestand mit Buche						
Nr.	bakteryj*) Bakterien		pleśnia- ków	typ gleby		Nr.	bakteryj*) Bakterien		pleśnia- ków	typ gleby		względna ilość bakteryj w porówna- niu z sosną = 100
	ogółem	w tem rozpusz- jących że- latynę darunter Gelatine- verflüssi- gend					ogółem	w tem rozpusz- jących że- latynę darunter Gelatine- verflüssi- gend				
	zusammen		Fadenpilze	Bodentyp			zusammen		Fadenpilze	Bodentyp		Bakteriengehalt im Vergleich mit Kiefernbe- stand = 100
Próbki z warstwy butwienia — Proben aus der Humusdecke												
II	114	260.000	(130.000)	0	popiołoziem Podsol	I	113	902.000	(79.000)	47.000	popiołoziem Podsol	347
IV	103	2.006.000	(280.000)	233 000	"	III	101	552.000	(143.000)	102.000	"	28
X	112	1.996.000	(90.000)	799.000	"	IX	117	517.000	(151.000)	539 000	"	26
XII	107	271.000	(64 000)	193.000	popiołoziem Podsol	XI	105	3.460.000	(769.000)	577.000	buroziem Braunerde	1227
VI	123	1.568 000	(557.000)	279.000	buroziem Braunerde	V	121	990.000	(115.000)	86.000	"	63
XX	127	19.640.000	(4.092.000)	982.000	"	XIX	125	6.347.000	(987.000)	282.000	"	32
XXIV	111	229.000	(86.000)	57.000	watpliwy**) Zweifelhaft	XXIII	109	950.000	(500.000)	0	watpliwy**) Zweifelhaft	415

*) i (und) *Actinomycetes*.

**) Z miejsca nieopisanego dokładniej, co do typu gleby (prawdopodobnie popiołoziem); z powodu mrozu niemożliwe było oddzielenie samej warstwy butwienia.

Aus näher was Bodentyp anbelangt, nicht genau beschriebener Stelle (wahrscheinlich Podsol); infolge Frost war die genaue Abtrennung der Humusdecke unmöglich.

Wielkość zachodzącego w poszczególnych wypadkach obniżenia wzgl. podwyższenia, w porównaniu z ilością bakterij w sośninach przyjętą za sto podałem w ostatniej kolumnie tabeli.

Interesujący jest fakt, iż obniżenie zachodzić może zarówno na surowo próchnicznych popiołoziemach, jak i na łagodno-próchnicznych buroziemach. W porównaniu XI/XII wielokrotne podniesienie się ilości bakterij w drzewostanie z bukiem jest bezpośrednio skutkiem zmienionego już typu gleby. Możliwość tej zmiany zachodzić może na odpowiednio korzystnie uwarstwionej glebie (buroziemy warunkowe).

W porównaniu XXIII/XXIV (patrz wykres ryc. 16) podwyżkę skłonny jestem przypisać niezbyt precyzyjnemu wskutek zmarznięcia gleby, oddzieleniu warstwy butwienia od bezpośrednio pod nią leżącej gleby przy pobieraniu próbek, jak wykazałem bowiem powyżej p. tab. Nr. 15), ilość bakterij raptownie spada pod warstwą butwienia.

Tak więc, uwzględnivszy omawiane okoliczności, wynikałoby, iż buk naogół wykazuje w warstwie butwienia tendencję obniżania ilości ogólnej rozwijających się na płytkach żelatynowych bakterij.

W głębokości 0—10 cm pod warstwą butwienia widzimy również (tab. Nr. 21) niejednorodność wpływu buka. Ogólnie biorąc, jest on tu także w przeszło połowie porównań ujemny, (w 4-ch na 7). Zjawisko to, zachodzące z wyjątkiem stanowisk XIX/XX w tych samych porównaniach, potwierdza niejako wyniki badania, odnoszące się do warstwy butwienia. Wielkość odchyłeń jest naogół w poszczególnych wypadkach cokolwiek mniejsza, aniżeli w warstwie butwienia, jak to widać z ostatniej kolumny tab. Nr. 21 i wykresów.

Z tabeli Nr. 21 można do pewnego stopnia wnioskować o wpływie buka na udział bakterij peptonizujących w ogólnej ilości tychże, t. j. na odsetek bakterij czynnych w rozkładzie związków azotowych, białkowych, na ich pochodne, głównie amoniak (patrz strona 135). Wykluczivszy te same porównania co powyżej (XXIII/XXIV i XI/XII), nie zauważymy wybitnej jakiejś tendencji oddziaływania buka, jakkolwiek jest widoczne, że na lepszych glebach, w warstwie butwienia, buk odsetek bakterij peptonizujących zdaje się obniżać, na uboższych natomiast — podwyższać.

Udział tych bakterij pozatem nie wykazuje równoległości po-

TABLICA 21. Ilość drobnoustrojów rozwijających się na płytkowych kulturach żelatynowych w 1 g suchej gleby.

Anzahl der auf Plattenkulturen von Nährgelatine wachsenden Mikroorganismen in 1 g trockenen Bodens

(Styczeń 1929 Januar)

s o ś n i n a Kiefernbestand						s o ś n i n a z b u k i e m Kiefernbestand mit Buche						
Nr.	bakteryj*) Bakterien		pleśnia- ków	typ gleby		Nr.	bakteryj*) Bakterien		pleśnia- ków	typ gleby		względna ilość bakteryj w porówna- niu z sośniną = 100 Bakteriengehalt im Vergleiche mit Kiefernbe- stand = 100
	ogółem	w tem rozpusz- jących że- latynę darunter Gelatine- verflüssi- gend					ogółem	w tem rozpusz- jących że- latynę darunter Gelatine- verflüssi- gend				
	zusammen		Fadenpilze	Bodentyp			zusammen		Fadenpilze	Bodentyp		
próbki z głębokości 0—10 cm — Proben aus 0—10 cm Tiefe												
II	116	127.000	(66.000)	55.800	popiołoziem Podsol	I	115	348.000	(111.000)	26 400	popiołoziem Podsol	274
IV	104	995.000	(91.800)	106.000	"	III	102	71.000	(14.000)	1.020	"	8
X	120	741.000	(64.400)	118.000	"	IX	118	298.000	(57.000)	0	"	40
XII	108	132.000	(11.000)	54.900	"	XI	106	554.000	(122.000)	0	buroziem Braunerde	412
VI	124	1.056.000	(104.000)	69.000	buroziem Braunerde	V	122	482.000	(85.000)	0	"	46
XX	128	451.000	(161.000)	0	"	XIX	126	969.000	(144.000)	0	"	215
XXIV	112	137.000	(42.100)	21.100	watpliwy**) Zweifelhaft	XXIII	110	101.000	(0)	60.700	watpliwy**) Zweifelhaft	74

*) i (und) *Actinomycetes*.

**) Z miejsca nieopisanego dokładnie, co do typu gleby (prawdopodobnie popiołoziem); z powodu mrozu, niemożliwe było oddzielenie samej warstwy butwienia.

Aus näher was Bodentyp anbelangt, nicht genau beschriebener Stelle (wahrscheinlich Podsol); infolge Frost war die genaue Abtrennung der Humusdecke unmöglich.

między warstwą butwienia, a warstwą 0—10 cm, więc wynika prawdopodobieństwo, że stosunkowy udział bakterij rozpuszczających żelatynę, zależny jest od czynników z wpływem buka tylko luźno związanych — przypadkowych, i dlatego większej wagi do tych wyników nie przywiązuję.

O ile z kultur na płytkach żelatynowych w danych warunkach: można wnioskować o odsetku pleśniaków, to buk, w 4-ch wypadkach na 7, w warstwie butwienia obniża stosunek pleśniaków do bakterij. Zauważyć można, iż wypadki podwyższenia zachodzą tylko na popiołoziomach, gdzie jak wiadomo, warstwa butwienia, zawierająca dużą część nawpół rozłożonych liści bukowych, silnie, przerośnięta jest grzybniami. W głębokości 0 — 10 cm na 7 porównań tylko w jednym (XXIII/XXIV), gdzie mogły zachodzić niedokładności przy pobraniu próbek, spotkałem zwiększenie. Pozatem w 5-ciu wypadkach zachodzi obniżenie, a w jednym ilość pozostaje niezmienną. Można więc powiedzieć naogół, iż w sośninie z bukiem, w porównaniu do sośniny litej, w głębokości 0 — 10 cm, znajduje się mniejsza ilość pleśniaków, rozwijających się na normalnych płytkach żelatynowych. Ponieważ w warstwie butwienia obniżenie występuje w wypadku obecności buka przedewszystkiem tylko na lepszych glebach, natomiast w głębokości 0—10 cm prawie we wszystkich porównaniach, przeto nasuwa się przypuszczenie istnienia pewnego związku pomiędzy obecnością korzeni roślin runa w danej glebie, a wykrytymi ilościami pleśniaków. Podszyt bukowy powodował, jak wiadomo, usunięcie prawie wszelkich roślin runa, więc warstwa 0—10 cm nie była tam wcale przerośnięta korzeniami roślin. Z drugiej strony może właśnie grzybki, będące w symbiozie z korzeniami roślin runa, rozwijają się lepiej od innych na płytkach żelatynowych. Współdziałanie obu tych czynników będzie prawdopodobnie przyczyną wykrytych przez analizę różnic.

2) Wpływ buka na ilość bakterij rozwijających się na płytkach agarowych.

Badania na agarze miały być niejako upewnieniem się co do wyników osiągniętych przy zastosowaniu kultur żelatynowych. Przedstawione na tab. Nr. 22 wyniki kultur z warstwy bu-

TABELA 22. Ilość drobnoustrojów rozwijających się na płytkowych kulturach agarowych w 1 g suchej gleby.

Anzahl der auf Plattenkulturen von Nähragar wachsenden Mikroorganismen in 1 g trockenen Bodens.

(Styczeń 1929 Januar)

s o ś n i n a Kiefernbestand				s o ś n i n a z b u k i e m Kiefernbestand mit Buche						
Nr.	bakteryj*)	pleśniaków	typ gleby	Nr.	bakteryj*)	pleśniaków	typ gleby	względna ilość bakteryj w porównaniu z sośniną = 100 Bakteriengehalt im Vergleich mit Kiefernbestand = 100		
	Bakterien	Fadenpilze	Bodentyp		Bakterien	Fadenpilze	Bodentyp			
Próbki z warstwy butwienia — Proben aus der Humusdecke										
II	114	402.000	71.000	popiołoziem Podsol	I	113	870.000	237.000	popiołoziem Podsol	216
IV	103	3.639.000	991.000	"	III	101	1.780.000	327.000	"	49
X	119	1.857.000	858.000	"	IX	117	1.681.000	194.000	"	91
XII	107	258.000	903.000	"	XI	105	3.500.000	730.000	buroziem Braunerde	1357
VI	123	2.271.000	84.000	buroziem Braunerde	V	121	1.621.000	0	"	71
XX	127	16.039.000	491.000	"	XIX	125	8.181.000	465.000	"	51
XXIV	111	1.075.000	287.000	wątpliwy*) Zweifelhaft	XXIII	109	1.425.000	550.000	wątpliwy*) Zweifelhaft	133

*) patrz uwagi, podane przy tabeli kultur żelatynowych.

Siehe die Fussnote bei Gelatinekulturen-Tafel.

twienia wykazują podobnie niejednakowy wpływ buka na ogólną, rozwijającą się w tem środowisku, ilość bakteryj, jak i w kulturach żelatynowych. Po wykluczeniu wiadomych porównań (XI/XII, XXIII/XXIV) buk, w 4-ch z 5-ciu pozostałych porównań, spowodował obniżenie. Występuje ono tutaj wprawdzie nieco słabiej, aniżeli na płytkach żelatynowych, jednak znamienne jest, że bez wyjątku obniżenie wykazują porównania tych samych stanowisk, co przy zastosowaniu w pierw omawianej pożywki. Daje nam to pewność, iż przypadkowość nie odgrywa tu roli.

Wielkość zmian w poszczególnych porównaniach przedstawia ostatnia kolumna tabeli Nr. 22. Jednakową proporcję zmian pomiędzy poszczególnymi stanowiskami dają obydwie pożywki w przybliżeniu.

Tabela Nr. 23 zawiera wyniki analiz 14 próbek z głębokości 0—10 cm. Zgrupowane w 7 porównań wykazują, z wyjątkiem IX/X, ten sam kierunek zmian pod wpływem buka, co w warstwie butwienia. Wielkość różnic, w poszczególnych porównaniach, wykazana w ostatniej kolumnie jest, — podobnie jak to zauważyłem przy pożywkach żelatynowych, z wyjątkiem IX/X w głębokości 0—10 w tych samych porównaniach, nieco mniejsza, aniżeli w warstwie butwienia. W większości więc wypadków buk i tutaj wykazuje obniżkę. Obniżka ta w wyjątkowo niekorzystnych warunkach, (stanowisko III/IV) w obu badanych warstwach przekracza połowę tej ilości, jaka znajduje się w czystym drzewostanie sosnowym.

W tabeli Nr. 22 i Nr. 23 podałem również ilości pleśniaków. Cyfry odnośne należy przyjąć z większą jeszcze rezerwą, aniżeli ilości, ustalone przy pomocy płytek żelatynowych (tab. 20, 21), gdyż kultury agarowe dłużej od tamtych inkubowałem i dlatego mogło w grę wchodzić wtórne rozsiewanie się pleśniaków z zarodników wytworzonych na dłużej istniejących kolonjach. Kierunek zmian wywołanych przez buka w stosunku pomiędzy pleśniakami a bakterjami, rozwijającymi się na płytkach agarowych, jest naogół, zwłaszcza w głębokości 0—10 cm, ten sam, co na kulturach żelatynowych. Na 7 porównań w jednym okazała się podwyżka, w jednym zmian nie było, a w pozostałych zachodziło obniżenie. W warstwie butwienia stosunkowo rzadziej występowało obniżenie, gdyż już w 3-ch wypadkach go nie było.

Wybitniejszych różnic pomiędzy wpływem buka, na obu typach gleby — pod względem ilo-

TABELA 23. Ilość drobnoustrojów rozwijających się na płytkowych kulturach agarowych w 1 g suchej gleby.
Anzahl der auf Plattenkulturen von Nähragar wachsenden Mikroorganismen in 1 g trockenen Bodens.
(Styczeń 1929 Januar)

s o s n i n a Kiefernbestand				s o s n i n a z b u k i e m Kiefernbestand mit Buche				
Nr.	bakteryj*)	pleśniaków	typ gleby	Nr.	bakteryj*)	pleśniaków	typ gleby	względna ilość bakteryj w porówna- niu z sośni- ną = 100 Bakterienge- halt im Verglei- che mit Kie- fernbestand= 100
	Bakterien	Fadenpilze	Bodentyp		Bakterien	Fadenpilze	Bodentyp	
Próbki z głębokości 0 — 10 cm — Proben aus 0 — 10 cm Tiefe								
II 116	274.000	20.300	popiołoziem Podsol	I 115	507.000	11.000	popiołoziem Ppdsol	185
IV 104	488.000	80.000	"	III 102	108.000	0	"	22
X 120	143.000	0	"	IX 118	210.000	77.300	"	147
XII 108	220.000	110.000	"	XI 106	1.812.000	66.500	buroziem Braunerde	824
VI 124	737.000	0	buroziem Braunerde	V 122	471.000	0	"	64
XX 128	1.010.000	193.000	"	XIX 126	980.000	0	"	97
XXIV 112	73.700	42.100	wątpliwy*) Zweifelhaft	XXIII 110	91.100	20.200	wątpliwy*) Zweifelhaft	124

*) patrz uwagi, podane przy tabeli kultur żelatynowych.

Siehe die Fussnote bei Gelatinekulturen-Tafel.

ści pleśniaków w kulturach agarowych nie znalazłem. Wogóle zaznaczyć wypada, iż buk obniża stosunkowy udział wykrytych również przy pomocy tej pożywki pleśniaków na płytkach.

Nie czuję się uprawniony wyciągać jakiegokolwiek wnioski, dotyczące przenoszenia tych wyników na stosunki panujące bezpośrednio w glebie, ze względu na metodykę. Być może, iż rozwijającą się na blisko neutralnych pożywkach, ilość pleśniaków buk obniża, lecz co do innych, wybitnie kwasolubnych pleśniaków, zachodzić może stosunek odwrotny. W każdym razie rzuciło się w oczy, iż już na kulturach z głębokości 0—10 cm pleśniaki bardzo słabo się rozwijały. Również nie zachodziła z wyjątkiem 2-ch wypadków*) (XII. 107 na agarze i IX.117 na żelatynie), przewaga pleśniaków nad bakteriami, tak, jakby tego oczekiwać należało na surowo-próchnicznych glebach leśnych, opierając się na dotychczasowej literaturze (Waksman 111, s. 6).

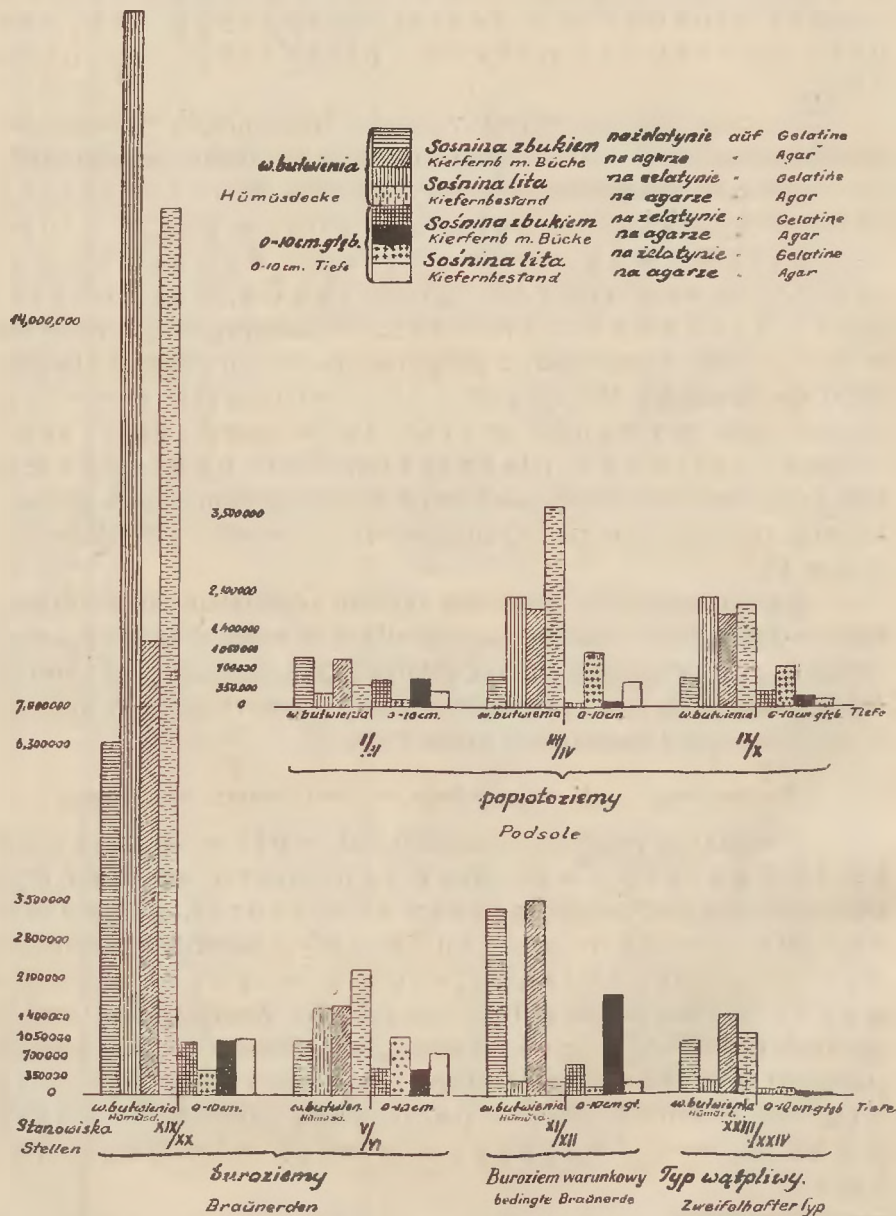
Jako uzasadnienie obniżenia udziału pleśniaków na kulturach płytkowych z gleb z bukiem znajdowałbym to samą przyczynę, którą podałem przy omawianiu płytek żelatynowych, t. zn. nie kwasowość lub t. p. czynniki, lecz przerośnięcie danej warstwy gleby w drzewostanach bez buka korzeniami roślin runa.

;) Ogólne uwagi co do wpływu buka na ilości bakterij aerobowych.

Reasumując wyniki doświadczeń nad wpływem buka na ilość bakterij aerobowych, dających się ustalić przy pomocy kultur płytkowych, należy stwierdzić, że wpływ ten może być b. niejednakowy, zależnie od lokalnych warunków glebowych, jakkolwiek w większości wypadków zdaje się być ujemny. Znajdowałem bowiem zarówno cca 12-krotnie podwyższenie, jak i przeszło 4-krotne obniżenie ilości bakterij w poszczególnych wypadkach. Zarówno na popiołoziemach, jak i na buroziemach nie jest wykluczone zwiększanie wzgl. obniżanie tej ilości.

*) W wymienionych zaś 2-ch wypadkach przewaga pochodziła zapewne z niemożliwości dokładnego przeliczenia wszystkich kolonij bakterij na płytkach, wskutek obfitego wystąpienia *Bac. mycoides* we wszystkich rozcieńczeniach.

Biluno 000



Ryc. 16. Ilość bakterij rozwijających się na płytkowych kulturach żelatynowych i agarowych z wyciągiem mięsnym w 14 glebach z warstwy butwienia i w 0—10 cm pod nią leżących w zależności od przemieszki buka w sosninach.
(w sztukach na gram suchej gleby; styczeń 1929)

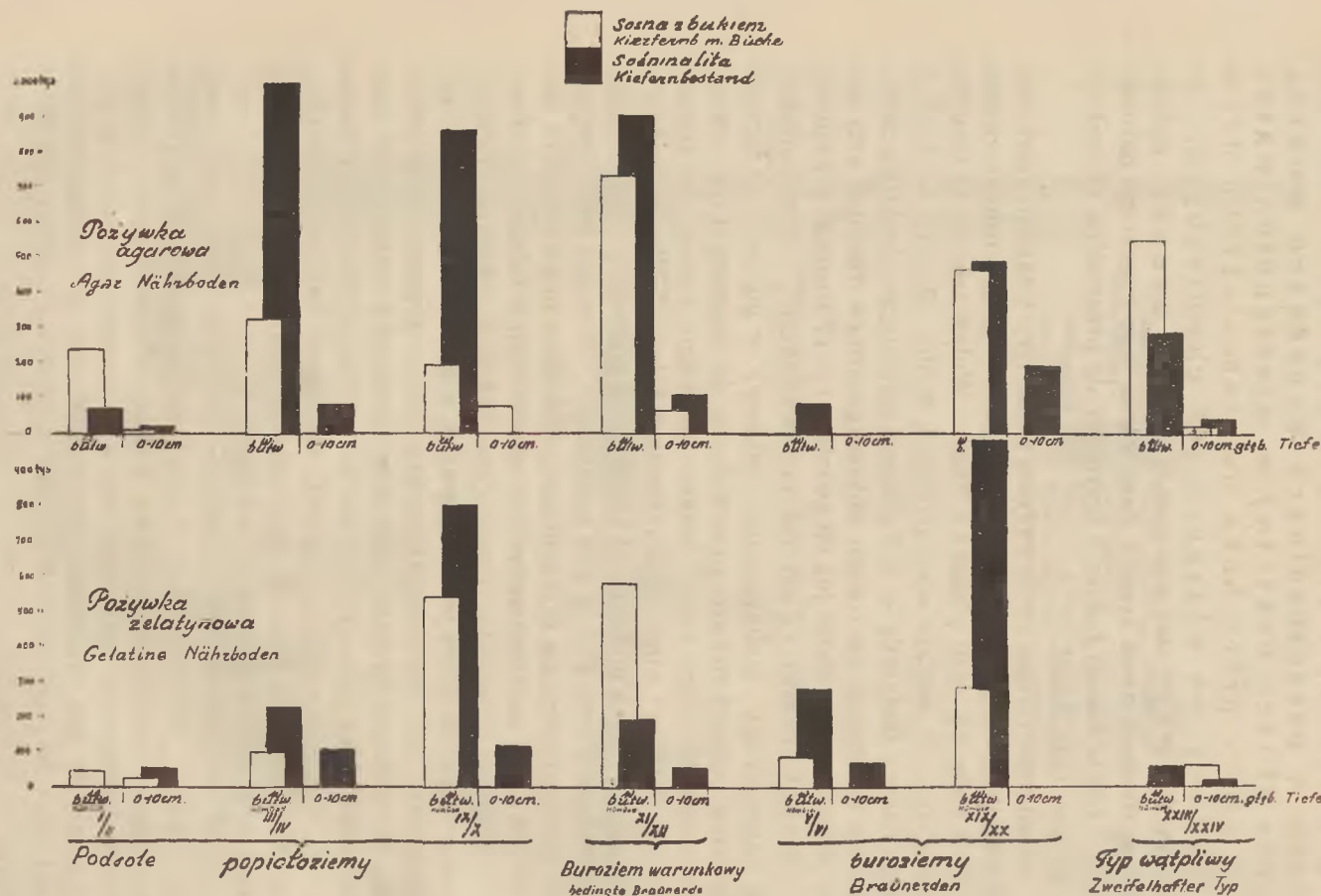
Anzahl der Fleischextraktagar und Gelatine-Platten wüchsigen Bakterien in 14 Böden aus der Humusdecke und aus 0—10 cm Tiefe darunter von reinen und mit Buche gemischten Kiefernbeständen (Januar 1929; in Stück je Gramm trockenen Bodens)

Jako jedną z głównych przyczyn, powodujących w poszczególnych wypadkach zmniejszenie ilości bakteryj w wierzchnich warstwach gleby przez buka uważam nietylko drobne zmiany we własnościach chemicznych, ile obecność wzgl. brak roślinności dennej, wstrzymanej w rozwoju przez zwarty dach koron tego cienistego gatunku drzewa. Jak wiadomo bakterje trzymają się przeważnie rhizosfery, t. j. korzeni traw i ziół.

Wiadomości nasze co do wpływu rhizosfery względnie podziemnych części organizmów roślinnych na mikroflorę są stosunkowo skąpe (*Waksman* 110, s. 643 i s. 792). Wpływ ten zależy nietylko od ilości, ale i od rodzaju występujących roślin. Rośliny wydzielają węglowodany i fosfatydy — korzeniami zmieniając strukturę ziemi, wpływają korzystnie na rozwój mikroorganizmów również przy pomocy innych zmian, które już omawiałem (p. 17 rozdział o wapnie).

Wszystko to musi się odbijać na ilości bakteryj. W wypadkach, gdzie znajdujemy podwyższenie bakteryj w górnych warstwach przez buka, podszyt był tyle przerzedzony, że dopuszczał do rozwoju bodaj szczątków flory runa. Wpływ korzystny sąsiedztwa korzeni na rozwój bakteryj zdaje się występować tylko u roślin autotroficznych, oraz na takich glebach, na których nie powodują one znacznijszego zubożenia tych gleb w sole pokarmowe. U roślin heterotroficznych, posługujących się mykorhizami, oddziaływanie rhizosfery może być już przez antagonizm między grzybniami a bakterjami ujemny. Oddzielnie należałoby rozpatrywać wpływ w takich wypadkach, gdy dany gatunek przez wyczerpywanie. wzgl. w inny sposób, obniża kwasowość, tak, jak widzieliśmy to u buka w głębszych warstwach gleby. W badanych glebach, ilość więc bakteryj w wierzchnich warstwach opadałaby pod wpływem buka, wskutek nieobecności autotroficznych roślin runa, sprzyjających rozwojowi bakteryj; w głębszych zaś warstwach (30—40 cm) wskutek ujemnego oddziaływania korzeni buka na kwasowość tej warstwy.

Poza oddziaływaniem systemu korzeniowego runa, innej przyczyny zmian w ilości bakteryj i różnic pomiędzy litami sośninami, a sośninami z bukiem dopatrzeć się trudno. Można by mówić o wpływie tych zmian, jakie powoduje buk na stosunki wilgotności w glebie (patrz 17), lecz wątpliwie, czy wykryte tam (17) zmiany w miesiącach letnich i jesiennych, w każdym razie w porze ulistnienia buka, istnieją i w miesiącach zimowych w tej samej formie. W grę wcho-



Ryc. 17. Ilość kolonii pleśniaków rozwijających się na, używanych do określania obfitości bakteryj, płytkowych kulturach agarowych i żelatynowych. (styczeń 1929; w tysiącach na gram suchej gleby)

Auf normalen (zur Bakterienhäufigkeitsprüfung benutzten) Nähragar- und Nährgelatineplatten zur Entwicklung gelangene Fadenpilzkolonienzahl.
 (Januar 1929; in Tausenden je Gramm trockenen Bodens)

dzieć może wilgotność higroskopijna, wprawdzie nieprzyswajalna dla roślin wyższych, jednak dla bakterij dostępna. Jest ona mniejwięcej stała w ciągu roku. Korrelacji jednak niema, gdyż buk wprawdzie przeciętnie tę wilgotność w warstwie butwienia obniża, jednak już w głębokości 0—10 cm podwyższa, tymczasem zmniejszenie ilości bakterij występuje w obu warstwach. Związku ze zmianami w zawartości wapna też nie widać, raczej możeby można dopatrzeć się związku ze zmianami w kwasowości w niektórych wypadkach, (patrz 17).

Niezależną od tego kwestją byłaby sprawa, w jakim stopniu zmniejszenie ogólnej ilości bakterij w wierzchnich warstwach wpływać może na żyzność danych gleb w głębszych warstwach, miarodajnych dla rozwoju drzew leśnych. Wpływ ten może istnieć tylko o tyle, o ile chodzi o produkowanie przez bakterje związków łatwo rozpuszczalnych i wsiąkających w głębsze warstwy, jak np. azotany. Z tego też względu, na zdolnych do produkcji azotanów buroziemach wpływ ten mógłby być silniejszym, aniżeli na popiołoziemach. Uzasadnienie to ma słuszość, o ile bakterje nityfikujące wchodzą w skład ogólnej ilości bakterij, rozwijających się na płytkach.

Dlatego też, dla uchwycenia właściwego wpływu buka na ilość bakterij w wierzchnich warstwach gleby, należałoby wziąć teoretycznie do porównania tak z jednej, jak i z drugiej strony drzewostany, pokryte jedynie martwą ściółką, czego jednak w rzeczywistości pod litami starszemi sośninami badanych typów nie można wcale spotkać. Wobec tego wykazany wpływ buka, o jakim była mowa, jest w badanych warstwach gleby tylko pośredni.

γ) Wpływ buka na ilość bakterij, rozwijających się w kulturach grubej warstwy cukrzonego agaru.

Bakterje rozwijające się w warunkach środowiska, wytworzonego przez kulturę grubej warstwy, można do pewnego stopnia uważać za bakterje fakultatywnie i obligatorycznie anaerobowe, t. j. zdolne rozwijać się przy zamkniętym, względnie zmniejszonym dostępie powietrza (tlenowce względne i beztlenowce).

Wpływ buka na ilość*) anaerobów okazu-

*) Przy przeliczeniu kultur grubej warstwy z rurek Burri'ego zastosowałem specjalne postępowanie, umożliwiające większą dokładność, a polegające na oddzielnem obliczaniu kolonij w poszczególnych krążkach grubości 4—6 mm., na które dzielono skalpelkiem zawartość rurek. Poza tem zachowywano też inne

TABLICA 24. Ilość drobnoustrojów rozwijających się w kulturach grubej warstwy na agarze cukrzonym

Anzahl der in Zuckeragar hoher Schicht Kulturen gedeihenden Mikroorganismen

(Styczeń 1929 Januar)

s o ś n i n a Kiefernbestand					s o ś n i n a z b u k i e m Kiefernbestand mit Buche							
Nr.	Sztuk w 1 g suchej gleby	Wydzie- lanie gazów	W sto- sunku do ilości na płyt- kach aga- rowych Im Verhät- tnis zur Keimzahl auf Agar- platten ‰	Typ gleby	Nr.	Sztuk w 1 g suchej gleby	Wydzie- lanie gazów	W sto- sunku do ilości na płyt- kach aga- rowych Im Verhät- tnis zur Keimzahl auf Agar- platten ‰	Typ gleby	Względna ilość anaero- bów w po- równaniu z ilością w so- śninie=100 Keimzahl im Vergleiche mit Kiefernbestand = 100		
	Keimzahl je 1 g. trockenen Bodens	Gasaus- scheidung		Bodentyp		Keimzahl je 1 g. trockenen Bodens	Gasaus- scheidung		Bodentyp			
Próbki z warstwy butwienia — Proben aus der Humusdecke												
II	114	592.000	—	147	popiołoziem Podsol	I	113	316.000	+	36	popiołoziem Podsol	53
IV	103	329.000	±	9	"	III	101	329.000	—	18	"	100
X	119	399.000	±	21	"	IX	117	155.000	±	9	"	39
XII	107	68.300	—	26	"	XI	105	1.038.000	±	30	buroziem Braunerde	1520
VI	123	920.000	—	41	buroziem Braunerde	V	121	974.000	+++	60	"	106
XX	127	942.000	++	6	"	XIX	125	1.707.000	++	21	"	181
XXII	111	80.000	—	7	watpliwy Zweifelhaft	XXIII	109	700.000	—	49	watpliwy Zweifelhaft	873

je się różny, zależnie od typu gleby (por. wykres ryc. 18), podczas gdy u aerobowych różnice w wpływie buka nie były tak widocznie związane z typem gleby.

Na 7 porównań buk podwyższa ilość bakterij anaerobowych w 4-ch wypadkach, zaś obniża wzgl. nie zmienia — w 3-ch. Wszystkie te trzy wypadki zachodzą na popiołoziemach, podczas gdy na buroziemach (i wykluczanych z normalnych obserwacyj porównaniach XI/XII i XXIII/XXIV) buk powoduje zwiększenie anaerobów w warstwie butwienia.

Kierunek wpływu buka na anaeroby jest prawie taki sam w warstwie butwienia, jak i w głębokości 0—10 cm, jakkolwiek ilość tych bakterij, absolutnie biorąc, zmniejsza się raptownie z postępowaniem w głąb. Wyjątek stanowi porównanie IX/X, gdzie w głębokości 0—10 cm obniżający ilość anaerobów wpływ buka zaciera się, zapewne wskutek masowego występowania w runie porównawczej litej sośniny *Calamagrostis epigeios*, która przy pomocy b. obfitego systemu korzeniowego warstwę tę przewietrza.

W porównaniach XI/XII, gdzie usunięcie buka spowodowało zmiany buroziemu w popiołoziem, w drzewostanie pod bukiem — w obu warstwach badanych znajduje się kilkakrotnie większa (15 razy w warstwie butwienia i 6 razy w warstwie 0—10 cm) ilość bakterij anaerobowych, aniżeli w litej sośninie. Biorę jednak to tak silne zwiększenie ilości bakterij na karb przede wszystkim różnicy w typach gleby. Buroziem, absolutnie biorąc posiadał przeciętnie, jak wykazują analizy, 2—5-krotnie większą ilość rozwijających się, w grubej warstwie cukrowego agaru bakterij, aniżeli popiołoziem.

Wielkość różnic w ilości bakterij anaerobowych pomiędzy sosną z bukiem, a ilością, przyjętą dla sośniny za 100, — zamieściłem w ostatniej kolumnie tabeli 24, 25. Widzimy w niej, iż na popiołoziemach obniżenie przez buka waha się od

ostrożności, aby uniknąć np. liczenia za kolonie drobnych pęknięć w agarze, które specjalnie przy wydzielaniu się gazów mętnieją i wyglądają podobnie do kolonij.

TABLICA 25. Ilość drobnoustrojów rozwijających się w kulturach grubej warstwy na agarze cukrzonym

Anzahl der in Zuckeragar hoher Schicht Kulturen gedeihenden Mikroorganismen

(Styczeń 1929 Januar)

s o s n i n a Kiefernbestand					s o s n i n a z b u k i e m Kiefernbestand mit Buche							
Nr.	Sztuk w 1 g suchej gleby Keimzahl je 1 g trockenen Bodens	Wydzie- lanie gazów Gasaus- scheidung	W sto- sunku do ilości na płyt- kach aga- rowych Im Verhält- nis zur Keimzahl auf Agar- platten ‰	Typ gleby Bodentyp	Nr.	Sztuk w 1 g suchej gleby Keimzahl je 1 g trockenen Bodens	Wydzie- lanie gazów Gasaus- scheidung	W sto- sunku do ilości na płyt- kach aga- rowych Im Verhält- nis zur Keimzahl auf Agar- platten ‰	Typ gleby Bodentyp	Względna ilość anaero- bów w po- równaniu z ilością w so- śninie=100 Keimzahl im Vergleiche mit Kiefernbestand = 100		
Próbki z głębokości 0—10 cm (pod warstwą butwienia) — Proben aus 0—10 cm (unterhalb der Humusdecke)												
II	116	83.200	—	30	popiołoziem Podsol	I	115	71.800	— (±)	14	popiołoziem Podsol	86
IV	104	80.600	—	17	"	III	102	42.000	—	39	"	52
X	120	33.300	—	23	"	IX	118	40.900	—	19	"	123
VII	108	62.600	—	28	"	XI	106	377.000	—	21	buroziem Braunerde	602
VI	124	184.000	—	25	buroziem Braunerde	V	122	236.000	—	50	"	128
XX	128	161.000	—	16	"	XIX	126	213.000	—	22	"	132
XXIV	112	34.800	—	47	wątpliwy Zweifelhaft	XXIII	110	36.400	—	40	wątpliwy Zweifelhaft	105

1 — 39% ilości z pod sośnin litych, podwyższenie w jednym wypadku dochodziło do 18% tej ilości.

Przyczyną obniżania przez buka ilości mikrobów rozwijających się w grubej warstwie cukrzonego agaru, przypisuje korzystnemu oddziaływaniu ściółki bukowej na fizyczne własności górnych warstw gleby na tym surowo-próchnicznym typie gleby (I-II, III-IV, IX-X). W wypadkach litej sośniny, surowo-próchniczna warstwa butwienia, złożona z igliwia i obumarłych części mchów, jest zbita w gęsty wojłok, który zarówno wewnątrz siebie, jak i w warstwach gleby bezpośrednio pod nim leżących utrudnia cyrkulację powietrza, a tem samem stwarza odpowiednie warunki dla rozwoju anaerobów. W wypadku, gdy do sośniny takiej przymieszczy buk, wojłok surowo-próchniczny nie układa się już w tak zbitą masę, gdyż mchów brak, a pomiędzy opadające igliwie sosnowe dostaje się obfita domieszka liści bukowych, które ułatwiają cyrkulację powietrza. W takich więc warunkach zrozumiałe jest, iż w drzewostanach z domieszką buka anaeroby, mając gorsze warunki rozwoju, znajdują się w mniejszej ilości.

Na buroziemach analizy wykazały we wszystkich wypadkach zwiększenie ilości bakterij anaerobowych, rozwijających się w kulturach grubej warstwy z gleb pod drzewostanem z bukiem, w porównaniu do czystych sośnin, a więc wręcz odwrotny wpływ buka jest tu do zanotowania. Przeciętnie cyfry wykazują ilość ca 70% wyższą pod sosną z bukiem.

Jeżeli uzmysłowimy sobie budowę warstwy butwienia i wierzchnich partyj profilu leśnych gleb typu buroziemów, to wytłómaczenie tego zjawiska można łatwo uzasadnić przy pomocy wyżej przytoczonego wpływu fizycznego ściółki bukowej. Gleba buroziemów pod sośniną, porośnięta tylko runem zielnem, nie wykazuje żadnej pokrywy, w rodzaju wojłoku z próchnicy, któraby tamowała krążenie powietrza w górnych warstwach gleby. Jeśli w takich warunkach znajdzie się w sośninie domieszka buka, to runo zielne zanika, powierzchnia gleby zaś jest pokryta ściółką zazwyczaj tylko ostatnioroczną, która w spodzie b. słabo jedynie spojona jest grzybniami. Już ta jednak warstwa ściółki wystarcza w tym wypadku do stworzenia warunków

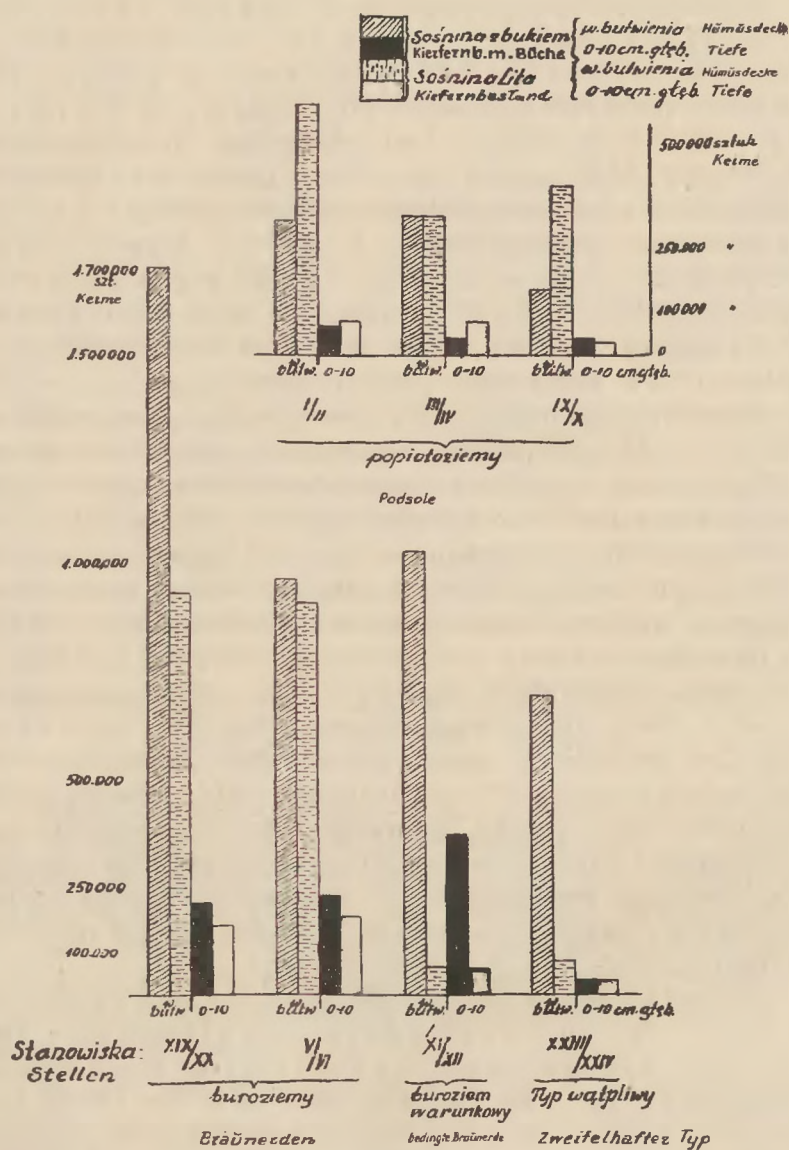
zmniejszonego krążenia powietrza, które to warunki umożliwiają rozwój większej ilości bakteryj anaerobowych, pominąwszy zwiększoną ilość organicznych związków azotowych.

Stopień, w jakim się odbywa to zmniejszenie przeciwności i jego skutki — na glebach luźnych, jak badane — zdaje się jednak nie odgrywać większej roli.

Jest bardzo trudna i prawie niemożliwa interpretacja fizjologiczna roli, jaką by te zmiany w ilości anaerobów w glebie odgrywać mogły, przyjąwszy, iż by ilości szły w parze ze wzmożeniem intensywności ich działania. Bakterje anaerobowe mają bowiem przedstawicieli w licznych grupach fizjologicznych, od specjalistów w rozkładzie ciał białkowych, i pochodnych (*Bac. putrificus*, *Bac. sporogenes* i t.p. głównie patogeniczne), — poprzez wiążące azot i rozkładające pektyny (jak *Bac. amylobacter*) do bakteryj rozkładających celulozę w zwykłej temperaturze (*Bac. cellulosae dissolvens*), oraz do redukujących całkowicie azotany na elementarny azot (*Bac. Stutzeri* czy w/g niektórych, *W a k s m a n* 110, s. 186, między innymi anaerobowy *Bact. fluorescens liquefaciens*).

W związku z niniejszą pracą niemożliwym jest rozstrzygnąć, czy zaobserwowana zmniejszona zawartość azotanów w glebie pod bukiem na buroziemach (patrz str. 85) nie znajduje się w zależności od zwiększonej ilości bakteryj anaerobowych na tym typie gleb. Wątpliwem jednak wydaje mi się, aby warunki były tu już tak dalece anaerobowe, uwzględniając małą wilgotność zwłaszcza próbek z głębokości 0—10 cm, aby mogła występować, połączona ze stratami azotu, denitrifikacja właściwa. Nie sprzyjałby tej denitrifikacji bowiem i stopień reakcji, gdyż dla niej korzystną jest blisko alkaliczna reakcja (*W a k s m a n* 111, s. 82). Raczej możnaby przypisać zmniejszenie zawartości azotanów pod bukiem redukcji częściowej tychże na amoniak bez strat azotu (przez *Bac. mycoides* — *W a k s m a n* 110, s. 182).

W tabelach 24 i 25 podałem przy każdym stanowisku także liczby względne, wyrażające odsetek, jaki stanowiły bakterje rozwijające się na agarze cukrzonym w kulturach grubej warstwy, w stosunku do ilości bakteryj aerobowych, które rozwijały się na kulturach płytkowych zwyczajnego agaru. Porównanie to nie jest wprawdzie zupełnie bez zarzutu, gdyż inny był okres inkubacji jednych i drugich kultur etc. Dla celów porównawczych może jednak dać przybliżoną orientację co do ustosunkowania tych dwóch biologicznych grup bakteryj.



Ryc. 18. Ilość drobnoustrojów rozwijających się w kulturach grubej warstwy cukrzonego agaru z czternastu gleb. w zależności od pochodzenia próbek z poszczególnych warstw gleby oraz od domieszki buka w sosninach.

(styczeń 1929; w sztukach na gram suchej gleby)

Anzahl der in Zuckeragar hohen Schicht-Kulturen gedeihenden Mikroorganismen in vierzehn Böden aus der Humusdecke und aus 0—10 cm Tiefe darunter, je nach dem ob mit reinen Kiefern oder Kiefern mit Buche bestanden, bestimmt.

(Stück je Gramm trockenen Bodens im Januar 1929)

Z cyfr tych wynikałoby ogólnie, iż zasadniczych różnic w stosunku procentowym anaerobów do aerobów, które rozwinęły się na płytkach agarowych pomiędzy popiołoziemami a buroziemami nie ma. Średnio w obu typach ilość ich wynosi od 20—30%. Wpływ buka, ustalony wpierw przy pomocy cyfr absolutnych i względnych w poszczególnych porównaniach, znajduje i w tym sposobie porównania potwierdzenie, t. j., że na buroziemach wszędzie buk wzmacniał odsetek anaerobów w stosunku do aerobów, na popiołoziemach zaś — raczej obniżał ten stosunek, z wyjątkiem porównania III/IV, które znane jest z niekorzystnego wpływu buka.

W kulturach grubej warstwy obserwowałem też zjawisko, które już po 2—4 dniach inkubacji występowało, a objawiało się pękaniem i szczelinami w pożywce, oraz wydzielaniem się gazów odrażających. Obserwując kultury grubej warstwy obsiane różnemi rozcieńczeniami gleby, zauważyłem zjawisko, iż kultury z silniejszym rozczynem, z tej samej gleby nie dawały rozwinąć się bakterjom gazotwórczym, kultury, obsiane słabszemi rozcieńczeniami objawiały silną działalność bakteryj gazotwórczych. Przypisać to należy zapewne teorji antagonistów. Ogólnie biorąc, wytwarzanie gazów oznaczałoby lepszy rozkład węglowodanów. W/g *Karpińskiego* (60, s. 128) wydzielanie gazów odrażających zdradzać powinno udział bakteryj „gnilnych“, rozkładających ciała białkowe, podczas gdy w przeciwnym wypadku, bez wywiązywania się gazów odrażających, przeważać muszą przedewszystkiem bakterje butwienia („decay“), utleniające węglowodany. Do gazotwórczych mogą też należeć bakterje z grupy *Bac. amylobacter* i bakterje z grupy rozkładających błonnik.

Ujawnił się jednak ciekawy fakt, iż najsilniejsze wytwarzanie gazów zachodziło w kulturach z warstwy butwienia typu buroziemów stosunkowo najżyźniejszych (V, 121, XIX, 125, XX—127). Gleby te były b. dobrze przewiewne, co przeczyłoby dotychczasowemu pojęciu, iż bakterje „gnilne“ silniej występują na kwaśno-próchnicznych, słabiej przewiewnych popiołoziemach. Bakterje gazotwórcze nie występowały (patrz tabl. Nr. 25), wcale w kulturach z głębok. 0—10 cm pod pokładem butwienia, co wobec bezsprzecznie mniejszego tamże dostępu powietrza, wskazywałoby, iż do rozwoju

bakteryj „gnilnych“ nietyle przyczynia się brak tlenu, ile obecność dostatecznej ilości bogatych w azot związków organicznych.

W konkluzji widzimy, iż stanowisko *Waksman'a* (110, s. 477), co do niecelowości rozróżniania w bakterjologii dwóch poprzednio wyróżnianych, przy niedostatecznej znajomości chemii ciał białkowych, — kompleksów zjawisk: butwienia i gnicia, jest zupełnie słuszne. Używanie tych dwóch pojęć prowadzi do nieporozumienia. Czas więc, aby nieoparte na należytych podstawach, przestarzałe te pojęcia zniknęły z naszych podręczników hodowli lasu.

Jak z obserwacji wspomnianych kultur wnoszę, można jedynie twierdzić, iż zwiększenie w pokładzie butwienia gleb leśnych ilości bakteryj, wytwarzających gazy w hodowlach warstwy grubej, — oznacza wydajniejszą glebę, wzgl., iż może to będzie dodatkowym kryterjum pomocniczym do odróżnienia buroziemów od popiołoziemów.

F) ZESTAWIENIE WYNIKÓW BADAŃ NAD OGÓLNEMI ILOŚCIOWEMI STOSUNKAMI BAKTERYJ I WNIOSKI.

Mając na uwadze zarówno wstępne jesienne badania orjentacyjne (w Eberswalde), jak i dalsze badania zimowe (w Zurychu), doszedłem do przekonania, iż metody hodowli sztucznej na pożywkach stałych, zarówno płytkowe, jak i warstwy grubej (rurkowe), nadają się b. dobrze do porównawczych celów badania biologicznego stanu naturalnych gleb leśnych, dając należyty wgląd nietylko w stosunki ilościowe mikrobiologicznej populacji gleb, lecz odbijając również stosunki żyzności tych gleb etc.

W ilości bakteryj zawartych w 1 g gleby, odbijały się różnice pomiędzy stanowiskami, zgrupowaniami w typ popiołoziemów, stosunkowo ubogich w bakterje, a buroziemów, posiadających ich znacznie większe ilości. Ilość anaerobów wzrastała naogół proporcjonalnie do ogólnej ilości bakteryj aerobowych, a zatem i do żyzności typu gleby.

Uzasadnienie różnic pomiędzy kwaśno- a łagodno próchnicznymi typami gleb, stosun-

kami dostępu tlenu w górnych warstwach, mającymi się odbijać w ilości anaerobów, nie znajduje w danych wypadkach potwierdzenia.

Oдноśnie wpływu buka wyniki analiz upoważniają mnie do poniższych uwag. Ogólna ilość bakteryj aerobowych, ustalana metodami hodowli sztucznych, nie jest (jak to dotychczas przyjmowałem (15) na podstawie prowizorycznego opracowania materiału), ogólnie zwiększana przez domieszkę buka*) w warstwach powierzchniowych gleby.

Zasadniczych różnic co do kierunku wpływu buka na ilość bakteryj w glebie pomiędzy warstwą butwienia, a warstwą 0—10 cm, pod nią leżącą, niema. W stosunku do czystych sośnin zmiany, wywołane przez buka, nie są jednakowe. Na badanych obszarach zachodził częściej fakt zmniejszania ich ilości, jakkolwiek spotykałem, zazwyczaj na warunkowych typach gleb, wypadki znacznego nieraz podwyższenia ilości bakteryj rozwijających się na płytkach żelatinowych i agarowych.

W świetle przeprowadzonych doświadczeń trudno zgodzić się z dotychczasowym poglądem (*Krüdenner* 63, s. 85) o t. zw. antyseptycznej własności drzew szpilkowych, np. sosny, która powinna wpływać tem samem na zmniejszenie ilości bakteryj.

We wpływie buka na ilość bakteryj anaerobowych dały się zauważyć różnice, zależne od typu gleby. — Na buroziemach buk zwiększał ilość bakteryj, rozwijających się w kulturach grubej warstwy, na popiołoziemach — najczęściej obniżał, co wytłómaczyć daje się odmiennem oddziaływaniem fizycznym ściółki mieszanej bukowo-sosnowej, na podszytych wojłokiem surowo-próchnicznym popiołoziemach i — pozbawionych tego wojłoku, buroziemach.

Różnice w ilości bakteryj pomiędzy typami gleb znajdowały swe uzasadnienie w rozmaitej zawartości soli pokarmowych (wapno) i w stopniu kwasowości. Drobniejsze różnice w ilości bakteryj aerobowych pomiędzy drzewostanami o odmiennym składzie gatunkowym na tym samym typie gleby, zdają się iść w parze nietyle wyraźnie z drobnymi różnicami w chemizmie i kwasowości, ile raczej z biochemicznymi zmianami (amonifikacja — zawartość azotanów), które ze swej strony zależą od stosunku węgla do azotu w glebie, dostępu ciepłoty tamowanego przez dach koron cienistego buka etc.

*) *F e h é r* (35) twierdzi, że ilość bakteryj w drzewostanach mieszanych jest największą.

Zdaje się, też pierwszorzędny wpływ na ilość bakterij wywiera biologiczna rola korzeni roślin runa, których rozwój zwarta domieszka buka tamuje. Wpływ korzeni, przeważnie autotroficznych roślin runa, traw i ziół, jest dodatni, objawiając się w zwiększeniu ilości bakterij. W badaniach tych zbyt mało uzyskano materiału dla oceny wpływu heterotroficznych korzeni buka, wydaje się jednak, iż jest on ujemny, wskutek zakwaszania warstw przez się opoływanych.

Obojętną może być sprawą, czy buk obniża, czy runo trawiaste ilość mikrobow podwyższa. W związku z temi zagadnieniami nasuwają się pytania: czy wogóle zmniejszenie ilości bakterij w wierzchnich warstwach gleby jest oznaką ujemnego wpływu buka na glebę z punktu widzenia leśnictwa, względnie, czy zwiększenie ilości bakterij w wierzchnich warstwach gleby, o ile jest związane z występowaniem runa roślinnego (trawiasto-zielnego), jest korzystne i w jakim stopniu? Na pytania te trudno dać odpowiedź, gdyż czy my np. dlatego, że runo trawiaste wzmaga chwilowo ilość bakterij, a zatem chwilowo pod względem biologicznym glebę robi czynniejszą, zechcemy w leśnictwie hodować trawę, czy drzewa?

Ponieważ większa ilość bakterij jest oznaką żyzniejszej gleby, więc każde zwiększenie powinno być też oznaką korzystną; tak rzeczywiście jest, lecz w odniesieniu do roślin zakorzeniających się powierzchniowo; natomiast drobne różnice w zwyżce bakterij na powierzchni gleby w znacznie mniejszym tylko stopniu odbijać się mogą w głębszych warstwach, przeto w odniesieniu do oddziaływania buka na przyrost drzewostanu sosnowego wpływ ewentualnej zwyżki bakterij jest wątpliwy.

Ze stanowiska leśnego należałoby kwestję obniżania ilości bakterij rozpatrywać w 2-ch kierunkach: 1) oddziaływania na przyrost bieżący drzewostanu, 2) oddziaływania na obecną i przyszłą sprawność gleby oraz możliwość przygotowania jej do samosiewu w gospodarstwie zrębowem, względnie do trwałego odmładzania się warstwy drzewnej istniejącego zrzeszenia leśnego przy gospodarstwie bezrębowem.

W pierwszym kierunku, t. j. dla przyrostu, zmniejszenie ilości bakterij w warstwie powierzchniowej może być jakiś czas bez znaczenia. W każdym razie wydaje się rzeczą nieuzasadnioną przenoszenie bez zastrzeżeń zmian w stosunkach ilościowych mikroflory warstw wierzchnich na przyrost głównych składników drzewostanu tak, jakby to było uzasadnione w odniesieniu do rolnictwa i jego ro-

ślin uprawnych. Zagadnienie bowiem leśnictwa trzeba rozpatrywać z punktu widzenia długich okresów produkcji i stanu wszystkich warstw gleby, użytkowanych przez obiekty produkcji, t. j. drzewa.

Zmniejszenie ilości bakteryj w górnych warstwach, nie uwzględniając w odwrotnym wypadku kwestji mechanicznej szkodliwości zwartego runa, idzie tutaj w parze ze zmniejszeniem czynności bakteryj i jest dla odnowienia naturalnego i rozwoju nalotu w danej chwili bezwątpienia rzeczą ujemną. Trzeba spodziewać się jednak, że w dalszym terminie, przy odpowiednich zabiegach trzebieżowych, względnie po doprowadzeniu do trwałej wielopiętrowej struktury drzewostanu, stosunki ilościowe, stworzone w drodze nagromadzenia próchnicy przez buka etc., będzie można przemienić w korzystniejsze i wzmóc wydatniej ilość bakteryj w glebach z bukiem, aniżeli pod czystymi sośninami, gdzie nie dysponujemy już żadną rezerwą energii potencjalnej, nagromadzonej w glebie.

8. BADANIA ILOŚCIOWE NAD WYSTĘPOWANIEM HETEROTROFICZNYCH BAKTERYJ Z GRUPY „BACILLUS AMYLOBACTER“.

a) METODYKA BADAŃ NAD ILOŚCIĄ BAKTERYJ NIEKTÓRYCH GRUP FIZJOLOGICZNYCH ORAZ ROLA I ZNACZENIE *BACILLUS AMYLOBACTER* W GLEBIE.

Mając na uwadze w całej pracy przedewszystkiem wyjaśnienie niektórych spraw, związanych z krążeniem azotu, ograniczyłem się również w badaniach stosunków ilościowych do niektórych fizjologicznych grup bakteryj mających związek z tą sprawą, a więc przedewszystkiem do aerobowo i anaerobowo wiążących azot i do grupy bakteryj nitryfikujących.

O bakterjach z grupy *Bac. amylobacter* istnieje bardzo obszerna literatura (*Winogradski*, *Bredemann*, *Prażmowski*, *Klecki*, etc.). Ponieważ tutaj nie rozchodzi się o izolację i badanie działalności danych drobnoustrojów w t. zw. czystych kulturach, przeto używam nazwy „*Bac. amylobacter*“, która, jak mówi *Lemman* (68, s. 665), używana była pierwotnie dla całej mieszaniny pokrewnych bakcyli. Liczne synonimy, względnie nazwy odmian, odnoszące się do tej grupy, np. najpospolitsze: *Clostridium pasteurianum* Winogradski, *Bac. saccharobutyricus* Klecki i mnóstwo innych, okazały się później (*Bredemann* 9, s. 551) identycznymi z rodzajem *Bac. amylobacter* A. M. et Bredemann.

Bac. amylobacter ma kształt lasecznika, względnie owalnego wrzeciona (*clostridium*), któremu owalne zarodniki (spory), wytwarzane zazwyczaj na jednym końcu, nadają często kształt jednostronnie zgrubiałej pałeczki. Przechodzenie w stadium przetrwalników (spor) ułatwia do pewnego stopnia eliminację ich przez pasteuryzowanie (do maximum 10 min.).

Wspólną cechą tych heterotroficznych (co do węgla) bakterij jest niesymbiotyczne wiązanie wolnego azotu w warunkach utrudnionego, względnie zmniejszonego dostępu powietrza, zmniejszonej temperatury, zwiększonej kwasowości i t. d., w których nie mogą już należycie rozwijać swej działalności wybredniejsze, wiążące azot bakterje z grupy azotobakter. Według *Waksman'a* (110, s. 111), optimum dla *Clostr. pasteurianum* jest pH 6, 9, lecz rozwija się jeszcze dobrze przy pH 5, 7; według *Dorner'a* (cyt. *Waksman* 110, s. 637) amylobakter znosi kwasowość $>$ od pH 5, 7. Rola jego jest więc w rolnictwie i w leśnictwie bardzo doniosła, tem więcej, iż spotykany jest prawie powszechnie w glebach.

Podobnie, jak *Bac. mesentericus* w warunkach aerobowych (*Waksman* 110, s. 203), tak *Bac. amylobacter* przyczynia się w przyrodzie do anaerobowego rozkładu pektynów i hemiceluloz, które w odpadkach ciał roślinnych zawsze się znajdują, jako substancje płytek środkowych, łączących błony komórkowe, a nieraz jako substancje rezerwowe. Następuje przy tem wydzielanie pewnych kwasów organicznych. Z tych połączeń węgla produkują jego komórki, z pomocą przyswojonych siarczanów i fosforanów, oraz pobranego z powietrza azotu, — białko bakteryjne, które po obumarciu komórek służy dalej za pokarm dla licznych bakterij, wymagających związanego azotu.

Tak więc amylobakter, znachodzony w większej ilości, może być głównym powodem szybszego (jaki spotykamy na buroziemach) rozpadu substancyj roślinnych na powierzchni gleby, rozkładając spajającą tkankę roślinną pektyny.

Większa ilość *Bac. amylobacter* idzie w parze ze zwiększonym wiązaniem azotu, powinna więc działać korzystnie, gdyż poprawia biologicznie bardzo ważny (dla bakterij amonifikacyjnych i nitryfikacyjnych) stosunek azotu do węgla. *Düggeli* (23, s. 72, 85 i in.) dowodzi na podstawie wyników metody elektywno-rozcieńczeniowej, że ilość bakterij wolno żyjących, wiążących w glebie azot atmosferyczny, jest proporcjonalna do wydajności roli (poletka doświadczalne w *Strickhof* pod *Zurichem*), co zachęciło mnie do użycia tych metod do mych porównawczych studjów.

Izolacja, względnie hodowla. Do nagromadzania z gleby bakterij, wiążących anaerobowo azot, których przedstawicielem jest *Bac. amylobacter* i t. p., używa się mineralnych płynnych pożywek elektywnych z 1% domieszki dekstrozy, jako źródła energii. Zmniejszenie wydatne dostępu tlenu osiąga się przez umie-

szczenie pożywki w długich probówkach, które zamyka się zazwyczaj korkiem gumowym. Optymalna temperatura hodowli wynosi 37° C.

Objawami w hodowli są: mętnienie, wywoływanie burzliwej (wskutek czego na powierzchni piana) fermentacji pożywek węglowodanowych (dekstrozy — cukier gronowy, laktoza, maltoza, skrobia i t. p.) z wydzielaniem kwasu masłowego (zapach estrów), węglowego, mlekowego, wodoru i alkoholi. Białkowe i tłuszczowe związki silniej nie są naruszane. Żelatyny w pożywkach stałych nie rozpuszcza. Zapomocą jodku potasu młode komórki barwią się na niebiesko wskutek zawartości glikogenu.

Dalszą ddiagnozę co do przynależności gatunkowej nagromadzonych bakterij stawiamy na podstawie preparatów mikroskopowych w wiszącej kropli i barwienie jodkiem potasu, przeszczepianie na kultury agaru cukrowego w grubej warstwie, oraz inne specjalne pożywki.

W pracy posługiwałem się z pewnemi odchyleniami wyżej opisanym sposobem wykrywania obecności tych bakterij w glebach. Ponieważ nie chodziło mi o ścisłą ddiagnozę, przeto dalszej opisanej izolacji tychże nie stosowałem. Natomiast interesujący mnie w danym wypadku, poza stwierdzeniem ich obecności wśród poszczególnych próbek, ilościowy stosunek bakterij tej grupy, ustalałem metodą rozcieńczeń przez odpowiednią kombinację jej z hodowlą elektywną. Takie postępowanie hodowlane do ustalenia w przybliżeniu ilości bakterij poszczególnych fizjologicznych grup stosowane jest zwłaszcza w *S z w a j c a r j i*, a prof. *D ü g g e l i* (24) używał go do gleb leśnych. Zasada hodowli elektywnej polega na stworzeniu warunków hodowli, które udogadniają i popierają rozwój szukanego rodzaju, a z drugiej strony utrudniają i szkodzą niepożądanym gatunkom towarzyszącym. W ten sposób z pstrej mieszaniny bakterij, zawartych w każdej glebie, eliminujemy bądź to jakiś jeden rodzaj, lub już tylko kilka, lecz o jednakowej fizjologicznej działalności. Na takich badaniach opiera się przeważna część naszych wiadomości o występujących w glebie drobnoustrojach i ich swoistej działalności.

Powyżej opisana metoda rozcieńczeń była często w bakterjologii stosowana do określania ilości mikrobów. Polega, jak wiadomo, na rozproszczeniu w określonej objętości sterylizowanej wody kilku gramów gleby i rozcieńczaniu tak pozyskanej emulsji glebowej z wiadomemi ilościami cm³ wyjałowionej wody zazwyczaj w odstopniowaniu dziesiętnem lub jego wielokrotności.

Ilość bakterij przy pomocy elektywnych kultur na pożywkach płynnych można, jak wspominałem, określić tylko w przybliżeniu (właśnie wskutek owego odstopniowania rozcieńczeń). Tak więc, ściśle biorąc, możemy się jedynie wyrażać, że w gramie zbadanej gleby jest 1.000, lub więcej, lecz zawsze mniej, jak 10.000 bakterij wiążących np. aerobowo azot, czyli od 1.000—10.000, jeżeli obecność ich skontrolowaliśmy w rozcieńczeniu 1/1.000 g gleby. Są to więc tylko

wartości graniczne tych swoiście pracujących drobnoustrojów, które z pewnem zastrzeżeniem tylko możnaby wyrażać wielkością pośrednią, (np. zamiast 1.000—10.000 w 1 g gleby — 4.500 szt.). *Düggeli* przyjmuje, że w przeważającej większości wypadków rzeczywista ilość bakterij w gramie gleby znajduje się pomiędzy takimi wartościami granicznymi.

Przystępując do oceny wyników analiz metodą elektywną (kolbkową) wykonanych, należy liczyć się z faktem, że mniejsze różnice w ilości bakterij mogą bądź wcale nie być uchwycone, bądź mogą okazywać się przesadnie wielkimi, na co m. in. zwraca uwagę *Stöckli* (102, s. 90). Te źródła błędów nie odgrywają jednak w porównawczych badaniach decydującej roli, gdyż dotyczą w mej pracy zarówno próbek z pod sośnin, jak i z pod sośnin z bukiem. Poza tem przeciętne z kilku porównań pozwalają osłabić wpływ przypadku tak dalece, że umożliwiając wyciągnięcie niektórych wniosków.

Mimo tych zastrzeżeń stosowałem się do ogólnie opisanej powyżej metodyki, uważając ją w warunkach pracy za najodpowiedniejszą do orientacji o wpływ domieszki buka na ilość bakterij badanych fizjologicznych grup.

Do badań służyło 29 próbek pobranych i przechowywanych, jak podano w poprzednim rozdziale. Pochodziły one w połowie z warstwy butwienia i z głębokości 0—10 cm z kwaśno-próchnicznych popiołoziemów, wzgl. łagodno-próchnicznych buroziemów, oraz po połowie z pod sośnin z domieszką buka i z pod sośnin litych. Poza tem dla porównania badałem jedną próbkę z ogrodu botanicznego politechniki w Z u r y c h u. Z każdej próbki zakładałem po 6 kultur w różnych rozcieńczeniach. Łącznie zasiałem 174 probówki.

Opierając się na odpowiednich wynikach *Düggeli'ego* (24), wybrałem, uwzględnivszy większe ubóstwo badanych przeze mnie gleb, rozcieńczenia, zawierające w litrze roztworu 0,1, 0,01, 0,001, 0,0001 g gleby. Na pożywkę (ca 20 cm), napełniającą do $\frac{9}{10}$ wysokości grubościenne probówki o długości 16—18 cm, wysiewałem po 1 cm emulsji, względnie wprost po 1 i 5 g substancji próbek. Przygotowanie emulsji glebowej i rozcieńczeń odbywało się w sposób identyczny, jak podałem przy innych badaniach.

Skład pożywki był następujący:

do 1000 ccm steryliz. H_2O (destylow.) — dodawałem:

10 g $C_6H_{12}O_6$ (dekstrozy)

0,5 „ K_2HPO_4

0,5 „ $NaCl$

0,5 „ $CaCO_3$

0,01 „ $FeSO_4$.

Pożywka taka używana była ostatnio przez *Düggeli'ego* (23, s. 53), *Stöckli'ego* (102) etc. Różni się ona nieistotnie od pożywki, stosowanej pierwotnie przez *Winogradskiego* (110, s. 107) do izolacji bakterij zdolnych do wiązania atmosferycznego azotu.

Rozumie się, że pożywka, przed i po napełnieniu probówek, zatykanych watą, była odpowiednio sposobem frakcjonowanym wyjałowiona w kociołku paro-

wym. Bezpośrednio po wysiewie, celem eliminacji konkurencji innych bakterij, pasteuryzowano z reguły próbkę (80°C 10 min.) i wstawiano na statywie do elektrycznego termostatu ogrzewanego do 28—30°C. Dla porównania, w kilku wypadkach nastawiłem równolegle kultury niepasteuryzowane, jak się jednak okazało, pasteuryzowanie nie wpływa na osiągalną ogólną ilość szukanych organizmów amylobaktera, opóźnia jedynie występowanie objawów fermentacji o kilka (3—6) dni.

W odstępach co 10—14 dni kontrolowałem poszczególne próbki makroskopowo co do objawów zewnętrznych, a wypadki wątpliwe poddawałem badaniu mikroskopowemu*). W każdym razie głównym kryterjum obecności organizmów badanych były objawy fermentacji, zwłaszcza pojawienie się banieczek gazu.

Brak czasu i środków zmusiły do przerwania dalszej hodowli po pierwszym przeszczepieniu na świeżą pożywkę (0,1 ccm) zawartości próbek, wykazujących krańcowe występowanie objawów, celem osiągnięcia hodowli czystej *Bac. amylobacter* dla potwierdzenia tą drogą diagnozy. Było to zresztą niekonieczne wobec wyników innych wszechstronnie badanych objawów.

Pierwotne kultury pozostawały w termostacie ogółem ok. 7—8 tygodni, jakkolwiek już po miesiącu objawy fermentacji słabły **). Przy ocenie objawów fermentacji zwróciłem uwagę na następujące okoliczności charakterystyczne, iż zapach estrów kwasu masłowego w próbkach z warstwy butwienia był poczęści tamowany przez substancje próchnicowe, tak samo i objaw mętnienia był trudniejszy tu do stwierdzenia z powodu zabarwiania się płynu pożywki w czasie pasteuryzacji wyciągami próchnicowymi na brunatno.

W starszych ponad miesiąc kulturach dało się często obserwować w mikroskopowych preparatach wiszącej kropli, przy zastosowaniu imersji, przechodzenie bakcyli w stadium przetrwalnikowe (bezwodnych spor), zapewne wskutek toksycznego oddziaływania nagromadzonych produktów własnej przemiany materji. Ilość typowych laseczników i clostridiów malała, lub nawet prawie znikła pomimo brania preparatów z głębi próbek, wobec czego, wyników ostatniego tak spóźnionego mikroskopowania nie brałem w rachubę.

*) Do mikroskopowania używałem przeważnie wirówkowych centryfugatów (5 min.), zwłaszcza z próbek, które nie wytwarzały piany, tłustawego białawego osadu na powierzchni, lub innych objawów fermentacji.

**) W tabelach „obserwacyj“ Nr. 26, 27, krzyżyki (znaki), biorąc od strony lewej do prawej, oznaczają wyniki spostrzeżeń po 10, względnie 14-tu dniach, po miesiącu i po zakończeniu obserwacji.

TABELA 26. Wyniki obserwacji nad objawami obecności bakteryj z grupy
Beobachtungsergebnisse der Anwesenheitsmerkmale der Bakterien aus der

p o p i o ł o z i e m P o d s o l														
Objawy*) Merk- male	sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche							sośnina Kiefernbestand						
	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/t	1/10 t	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/t	1/10 t
Próbki z warstwy butwienia														
A	I 113	+++	+++	---	+	-	-	II 1'4	+++	+++	---	+	-	-
B		-	-	-	-	-	-		-	-	++	-	-	-
C		+++	+++	+++	+	-	-		+++	+++	+++	---	-	-
D		-	-	+	-	-	-		-	-	+	-	-	-
A	III 101	+++	+++	+++	-	-	-	IV 103	+++	+++	++	++	+	-
B		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
C		++	++	++	---	-	-		++	++	---	+	-	-
D		-	-	+	-	-	-		-	-	-	-	-	-
A	IX 117	+	---	---	---	---	---	X 113	---	---	---	---	---	---
B		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
C		+	---	---	---	---	---		---	---	---	---	---	---
D		-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
A	XII 107	+	+	+	+	+	+	XII 107	+	+	+	+	+	-
B		+	+	-	-	-	-		+	+	-	-	-	-
C		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	-
D		+	-	+	-	-	-		+	-	+	-	-	-

*) Uwaga: A — mętnienie, B — zapach, C — musowanie, D — piana.

Bedeutung der Buchstaben: A — Trübung, B — Geruch, C — Blasenbildung, D — Schaum.

Bac. amylobacter w kulturach elektywnych zadanych różnemi ilościami gleby

Gruppe von *Bac. amylobacter* in mit verschiedenen Erdmengen beschickten Elektivkulturen

b u r o z i e m													
Braunerde													
sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche							sośnina Kiefernbestand						
Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/t	1/10 t	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/t	1/10 t
Proben aus der Humusdecke													
	+++	+++	+++	+++	---	---		+++	+++	+++	---	---	---
	-	±	-	-	-	-		+	-	-	-	-	-
V 121	+++	+++	+++	---	±	---	VI 123	+++	+++	+++	---	---	---
	-	-	-	-	-	-		-	+	-	-	-	-
	-	±	+	-	-	-			+	+	+	±	-
	-	±	-	-	-	-			-	-	-	-	-
XXIII 109	+++	+++	-	±	-	-	XXIV 111	+) ++	+++	+++	+++	---	---
	-	-	-	-	-	-			-	-	-	-	-
	+++	+++	+++	+++	+++	---		---	+++	+++	+++	-	-
	+	±	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
XIX 125	+++	+++	+++	+++	±	---	XX 127	+++	+++	---	---	---	---
	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	+	+++	±	±	±	-							
	+	±	-	-	-	-							
XI 105	±	+++	+++	±	---	---							
	-	+	-	-	-	-							

TABELA 27. Wyniki obserwacji nad objawami obecności bakteryj z grupy
 Beobachtungsergebnisse der Anwesenheitsmerkmale der Bakterien aus der Gruppe

p o p i o ł o z i e m															
Podsol															
Objawy*)	sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche							sośnina Kiefernbestand							
	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000	
Próbki z głębokości 0 — 10 cm.															
A	I 115	+++	+						+++	+++					
B		++													
C		+++	+						II 116	++	+				
D		+++									+				
A	III 102											+			
B															
C									IV 104						
D															
A	IX 118														
B															
C									X 120						
D															
A	XII 108								+++	+++	+++				
B									++						
C									++	++	++				
D									+++	+					
A															
B															
C															
D															

*) Uwaga: A — mętnienie, B — zapach, C — musowanie, D — piana.

Bedeutung der Buchstaben: A — Trübung, B — Geruch, C — Blasenbildung, D — Schaum.

Bac. amylobacter w kulturach elektywnych zadanych różnemi ilościami gleby.

von *Bac. amylobacter* in mit verschiedenen Erdmengen beschickten Elektivkulturen.

b u r o z i e m Braunerde													
sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche							sośnina Kiefernbestand						
Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000
Proben aus 0 — 10 cm Tiefe													
V 122	+++	+++	+++	+++	+	---	VI 124	+++	+++	+++	+++	---	---
	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	+++	+++	+++	+++	---	---		+++	+++	+++	+++	---	---
	++	+	-	-	-	-		++	++	-	-	-	-
XXIII 110	+++	+++	+++	+++	---	---	XXVI 112	+++	+++	+++	+++	---	---
	+	+	-	-	-	-		++	++	-	-	-	-
	+++	+++	+++	+++	---	---		+++	+++	+++	+++	---	---
	+	-	-	-	-	-		++	+	-	-	-	-
XIX 126	+++	+++	+++	+++	---	---	XX 128	+++	+++	+++	+++	---	---
	-	-	-	-	-	-		+++	+++	+++	+++	---	---
	+++	+++	+++	+++	---	---		+++	+++	+++	+++	---	---
	++	++	++	++	---	---		+++	+++	+++	+++	---	---
XI 106	+++	+++	+++	+++	---	---	XXI 129	+++	+++	+++	+++	---	---
	++	++	++	++	---	---		+++	+++	+++	+++	---	---
	+++	+++	+++	+++	---	---		+++	+++	+++	+++	---	---
	++	++	++	++	---	---		+++	+++	+++	+++	---	---
G 1/129	++	++	++	++	---	---	XXII 130	+++	+++	+++	+++	---	---
	++	++	++	++	---	---		+++	+++	+++	+++	---	---

W preparatach z żyzniejszych gleb spotykałem aerobowego towarzysza *Bacillus amylobacter*, mianowicie *Bac. asterosporus*, odznaczającego się fałdowaną powierzchnią zarodników, przedstawiciela jednego z kilku innych rodzajów bakterij zdolnych do wiązania azotu poza grupą amylobaktera i azotobaktera.

b) ZESTAWIENIE I OMÓWIENIE WYNIKÓW KULTUR BAC. AMYLOBACTER.

Rozpatrując zestawienie wyników kultur *Bac. amylobacter*, p. tab. Nr. 28 widzimy, iż stanowiska na popiołoziemach wykazują mniejsze ilości komórek i zarodników *Bac. amylobacter* w 1 g gleby, aniżeli stanowiska na buroziemach. Jakkolwiek zgodne jest z wynikami innych autorów (*D ü g g e l i* 23, s. 72 i 85), że żyzniejsze gleby wykazują większe ilości wiążących azot drobnoustrojów, to jednak przedstawiona ilość analiz nie pozwala na kategoryczne stwierdzenie, jak dalece gleby leśne typu buroziemów bogatsze są w *Bac. amylobacter* od popiołoziemów. Wogóle w badanych glebach maksymalna ilość komórek amylobaktera nie przekraczała 1.000 — 10.000 sztuk na 1 g gleby. Na uboższych popiołoziemach gleby leśne nawet nie najbardziej z pośród badanych kwaśne mogły być pozbawione całkowicie lub w pewnych tylko warstwach tego pożytecznego, ogólnie biorąc, mikroorganizmu. Ciekawy ten fakt ze stanowiska ogólnobakterjologicznego zachodził na dwóch stanowiskach (IX i X) na piaskach pradolinowych, gdzie analizy nie wykazały wcale *Bac. amylobacter* zarówno w głębokości 0 — 10 cm, jak i w warstwie butwienia. (W warstwie butwienia pod sośniną z bukiem analiza wykazała tam mniej jak 1 komórkę na gram gleby, wszędzie zaś zresztą — brak całkowity). W dwóch zaś innych stanowiskach na ubogich glebach o przemytym piasku moreny dennej (III — IV), brak ich było jedynie w głębokości 0—10 cm.

Na dyluwjalnych obszarach niżej zdaje się, jak wnosić mogę z porównania moich badań z badaniami *D o r n e r ' a*, (cyt. u *W a k s m a n ' a* 111, s. 73) specjalnie tym drobnoustrojem się zajmującego — stosunkowo częściej zachodzi brak tych organizmów w glebie, aniżeli w naogół żyzniejszych glebach Szwajcarji, które tenże badał. *D o r n e r* na 200 wypadków spotkał brak tylko 7-miu, u mnie — na 28 wypadków nieobecność *Bac. amylobacter* zachodziła w 5 wypadkach.

TABLICA 28. Zestawienie ilości komórek z grupy *Bacillus amylobacter* na 1 g gleby.Zusammenstellung der *Bacillus amylobacter*-Gruppe gehörigen Keimzahlen pro 1 g Boden

S o s n i n a Kiefernbestand					S o s n i n a z b u k i e m Kiefernbestand mit Buche						
Nr.	Warstwa butwienia Humus- decke	Nr.	Głębokość 0—10 cm Tiefe	Typ	Nr.	Warstwa butwienia Humus- decke	Różni- ca Diffe- renz	Nr.	Głębokość 0—10 cm Tiefe	Różni- ca Diffe- renz	Typ
II 114	10—100 (12—118)	II 116	1—10 (1—10)	Popiołoziem Podsol	I 113	10—100 (16—158)	0 (+)	I 115	1—10 (1—11)	0 (0)	Popiołoziem Podsol
IV 103	100—1000 (233—2332)	IV 104	0	"	III 101	10—100 (20—205)	— (—)	III 102	0	0	"
X 111	0	X 120	0	"	IX 117	1	0	IX 118	0		"
XII 107	10—100 (13—129)	XII 108	10—100 (11—110)	"	XI 105	100—1000 (192—1922)	+ (+)	XI 106	10—100 (11—111)	0	Buroziem Braunerde
XX 127	10—100 (16—164)	XX 128	100—1000 (107—1075)	Buroziem Braunerde	XIX 125	1000—10000 (1410—14104)	+	XIX 126	10—100 (11—107)	— (—)	"
VI 123	10—100 (14—139)	VI 124	100—1000 (115—1151)	"	V 121	100—1000 (143—1435)	+ (+)	V 122	100—1000 (107—1072)	0 (+)	"
XXIV 111	100—1000 (143—1433)	XXIV 112	10—100 (11—105)	Wątpliwy Zweifelhaft	XXIII 109	10—100 (25—250)	— (—)	XXIII 110	100—1000 (101—1012)	+ (+)	Wątpliwy Zweifelhaft

U w a g a: Przeciętne dla 28 próbek z 7-miu porównań. Liczby w nawiasach oznaczają ilości przeliczone na suchą glebę.

A n m e r k u n g: Durchschnittswerte für 28 Proben aus 7 Vergleichsreihen. Die Zahlen in Klammern betreffen auf trockenen Boden umgerechnete Grössen.

Również interesujący jest z drugiej strony fakt, że *Bac. amylobacter* znajdowałem na glebach, których kwasowość wynosiła pH 3,7 (w ilości 10—100 szt. na 1 g gleby), a więc był obecny w glebie o kwasowości znacznie większej, aniżeli podawany przez *Waksman'a* (111, s. 74) stopień pH 5,3, przy jakim organizmy te według niego rosnać jeszcze mogą. Natomiast na stanowiskach IX, X, III, IV, — w próbkach gleb, w których *Bac. amylobacter* nie wykryłem, kwasowość wahała się od pH 4,0 — 4,3, a więc widzimy, że o dolnej granicy możliwości rozwoju jego w glebie decyduje nietylko sama kwasowość.

Normalnie widzimy zjawisko, iż w głębokości 0—10 cm pod pokładem butwienia, bakterij tych jest mniej, aniżeli bezpośrednio w warstwie butwienia. Zachodzi to zwłaszcza w popiołoziemach; na buroziemach szczególnie pokrytych litą sośniną, na których gleba silnie się zadarnia trawami i ziołami (stan. XX, V), znalazłem większą ilość tych anaerobowych bakterij w głębok. 0—10 cm, aniżeli na powierzchni. Można to sobie wytłumaczyć zbytnią aeracją warstwy powierzchniowej przez korzenie traw.

Na odpowiadających porównawczych stanowiskach (V, XIX) pokrytych sośniną z bukiem, mamy w warstwie butwienia bądź jednakową ilość (V), bądź znacznie większą, niż w głębokości 0—10 cm. Zjawisko to znajduje potwierdzenie w wykazanej już, przy pomocy kultur grubej warstwy agaru cukrzanego, różnicy wpływu ściółki buka a runa trawiastego na rozwój anaerobów w popiołoziemach i buroziemach.

Analizy ilości bakterij z grupy *Bac. amylobacter* wykazują, że w p ł y w b u k a nie jest pod tym względem jednakowy. Na 3 porównania w glebach typu popiołoziemów w warstwie butwienia sośnina z bukiem nie wykazuje w dwóch wypadkach żadnych zmian (I/II, IX/X), w jednym zaś znanym już z innych badań, jako niekorzystnie zmienianym przez buka (III/IV) — obniżenie.

W głębokości 0—10 cm we wszystkich 3-ch porównaniach zmian nie było.

Obydwa porównania na buroziemach wykazują natomiast silne zwiększenie ilości w warstwie butwienia, w głębokości zaś 0—10 cm — zmniejszenie (XIX—XX), wzgl. brak zmian (V/VI). Jedno doświadczenie przeprowadzone na glebie, która pod wpływem usunięcia buka przeszła z buroziemu w popiołoziem (XI/XII), wpływ buka okazał się podobnie jak na buroziemach, t. j. w warstwie butwienia — podwyżka, a w głębokości 0—10 cm — brak zmian.

Stanowisko XXIII/XXIV, w którym buk w warstwie butwienia spowodował obniżenie, a w głębok. 0—10 cm — podwyższenie ilości komórek amylobaktera, muszę wyłączyć z pod rozważań, gdyż wątpliwy jest typ gleby odpowiadający temu stanowisku (patrz skorowidz).

Streszczając, wynik analiz pozwala wnosić, iż wpływ buka w popiołoziemach na ilość *Bac. amylobacter* w górnych warstwach nie uwidacznia, się względnie może być obniżający. Na badanych buroziemach wpływ ten w warstwie butwienia jest zwiększający zaś w głębokości 0—10 cm przedstawia się tak samo, jak na popiołoziemach.

Wykazanie dość silnego wiązania azotu w niektórych wypadkach (50—70%) (IX, X), pomimo braku widocznej obecności bakteryj z grupy azotobakter i amylobakter, uprawnia do twierdzenia, iż w popiołoziemach takich też inne, może nie bakteryjne drobnoustroje czynności tej dokonują, względnie przypisać należało by je aerobowemu *Bac. asterosporus*, lub *Bac. radiobacter*.

Na wyjaśnienie tego interesującego z punktu widzenia mikrobiologii gleb zjawiska nie dozwalały ramy niniejszej pracy.

Znalezione ilościowe stosunki amylobaktera w każdym razie nie szły równolegle do siły wiązania azotu badanej analizą ilościową (patrz rozdz. 6-ty). Ilość amylobaktera w warstwie butwienia jest zazwyczaj wyższą, lub równą tejże ilości, jaka znajduje się w głębokości 0—10 cm, podczas gdy siła wiązania azotu okazała się stale znacznie niższą w warstwie butwienia, aniżeli w głębokości 0—10 cm. Przyczyną tej niezgodności jest być może pewna nienaturalność warunków laboratoryjnych. Wskutek otrzymania w pożywce dostatecznej ilości źródła energii, komórki amylobaktera nawet w skąpej ilości znajdujące się w ubogiej glebie (w próbkach z głębokości 0—10 cm) popiołoziemów, mogą rozwinąć b. silną działalność azototwórczą i naodwrot, liczniejsze nawet pierwotnie komórki amylobaktera w próbkach z warstwy butwienia, wskutek niekorzystnego stosunku węgla do azotu w nadmiernie nagromadzonej materji organicznej, lub wskutek antagonistycznego oddziaływania liczniej może reprezentowanych tutaj innych bakteryj, wykazują słabszą czynność wiązania azotu.

Ponieważ, jak przy pomocy metody Remy'ego stwierdziłem, buk wyraźnie obniża w głębokości 0—10 cm odsetek wiązania azotu atmo-

sferycznego we wszystkich porównaniach, zaś przeciętnie biorąc, w obu typach gleb ilości wykrytych *Bac. amylobacter* nie zmienia, przeto przypuszczać można, że *Bac. amylobacter* hamowany nie w ilości osobników, lecz w swej działalności wiązania azotu z powietrza, azot z innego źródła pobiera, a pozostałe swe funkcje fizjologiczne spełnia należycie.

Przypuszczać można to tem bardziej w wypadkach, gdy ilość jego osobników się podnosi, a wiązanie wolnego azotu maleje — (V, 121 VI, 123 i XIX 125 XX 127, patrz tab. wiązania azotu Nr. 13, s. 108). Możliwość posługiwania się przez amylobaktera istniejącymi związkami organicznymi dla pozyskania potrzebnego azotu, jest znana w wypadku, gdy znajdują się one w obfitości; wtedy jednak wykonuje on bodaj drugą pożyteczną ze stanowiska procesów humifikacji, czynność fermentacji pektynów, pozyskując węgiel z ich rozkładu. Odbija się to bardzo widocznie na rozpadzie odpadków organicznych i ściółki.

Tak więc niezmnieszenie, względnie podwyższenie ilości *Bac. amylobacter* pod wpływem buka, nawet pomimo stwierdzonego zmniejszenia się siły wiązania azotu atmosferycznego danej gleby (dotyczy gleb bezazotobaktrowych, jak większość naszych gleb leśnych), należałoby uważać z punktu widzenia pielęgnacji gleb za rzecz b. korzystną.

Zwiększaniu ilości *Bac. amylobacter*, stwierdzonemu w badanych stanowiskach na buroziemach przypisuję głównie możliwość nie-nagromadzania się w tym typie gleb pod sośninami z bukiem grubszych poza ostatnioroczną, warstw ściółki, pomimo znacznie zwiększonej, w porównaniu z czystą sośniną, produkcji tejże.

Wnioskowanie takie nasuwa się samo przez się, jeżeli zauważymy, iż we wszystkich stanowiskach o powolnym rozkładzie ściółki ilość amylobaktera była znacznie mniejszą aniżeli w stanowiskach o szybkim rozkładzie tejże.

W konkluzji gleby, ściśle bezpośrednio porównywalne, które nie są zdolne (jak to znalazłem na popiołoziemach), reagować na zwiększoną (np. wskutek podszytu czy t. p.) produkcję surowych związków organicznych, zwiększeniem ilości czynnych organiz-

mów *Bac. amylobacter*, względnie nawet ilość tę zmniejszają, należy uważać mem zdaniem za najlepiej okazujące swą nieprzydatność do wszelkich zabiegów gospodarczych, powodujących zwiększenie produkcji ściółki.

To samo dotyczyłoby reagowania gleb nietylko, ma się rozumieć na rozwój anaerobowego amylobaktera, lecz i na aerobowe inne pektynożywne drobnoustroje, jak: *Bac. asterosporus*, *Bac. macerans*, *Bac. subtilis* (Heubazillus), *Bac. mesentericus* (Kartofelbazillus), czy też ewentualnie na pewne pleśniaki.

Pozatem ilość *Bac. amylobacter* należy osądzać i oceniać ze stanowiska odzwierciadlania się zmniejszonej przewiewności danej warstwy gleby, w zwiększeniu się ilości tych bakterij, lecz ta sprawa zdaje się być mniejszego, a w każdym razie dotychczas przeceniającego znaczenia.

Prawdopodobnie też o małym znaczeniu, jest nie dająca się ustalić przy pomocy analiz (porównaj 17, tabela kwasowości w warstwie butwienia) kwestja roli, jaką nieznacznie zwiększona ilość anaerobowego *Bac. amylobacter*, jak to znalazłem na buroziemach, spowodować mogłaby w powiększeniu kwasowości gleby, skutkiem niekompletnego rozkładu związków organicznych i powstawania kwasów, jako pośrednich produktów rozkładu. Widocznie dany typ gleby jest w stanie zneutralizować tę niewielką nadwyżkę kwasów, jaką spowodować może nieznaczne podwyższenie ilości *Bac. amylobacter* i bakterij rozwijających się w kulturach grubej warstwy.

Z różnego na popiołoziemach, aniżeli na buroziemach wpływu buka na ilość *Bac. amylobacter*, lub na ilość bakterij rozwijających się w kulturach grubej warstwy, nawet pomimo zmniejszającego w większości wypadków na obu typach gleb wpływu jego na t. zw. ogólną ilość bakterij, nie można sądzić, aby czynnik mikroklimatyczny był tutaj w dużej mierze przyczyną zmian. Zwarte podszyty bukowe, jakie badałem, powinny działać dodatnio — podwyższająco na ilość bakterij, gdyż wywierają na warstwy przyziemne w okresie ulistnienia jednakowy wpływ, jak lite drzewostany bukowe, które według obserwacyj *Muttrich'a* (*Geiger* 41, s. 170) zmniejszają prawie do zera wahania temperatur dobowych, zwiększając sumaryczną ilość opadów dochodzących gleby i t. p. co normalnie działa sprzyjająco na liczbę drobnoustrojów, a zwłaszcza grzybków rozsączekowych.

Ponieważ ogólny wpływ gatunku drzewa na klimat lasu jest niezależny od warunków glebowych, lecz swoisty dla każdego gatunku drzewa, buk powinien wywoływać jednakowe zmiany w stosunku ilościowym bakterij na obu typach gleb, jeżeliby ilości te tylko od mikroklimatycznych różnic zależały, tak, jak to się zbyt często motywuje. Zatem wpływ klimatu, pośrednio tylko odbijać się może, w danym wypadku na ilości bakterij, a mianowicie wtedy, o ile uzewnętrznio się już jego działanie w tak silnym stopniu na istotnych własnościach gleby, że obserwujemy wytworzenie się odmiennego typu gleby, a to spowodować może normalnie tylko makroklimat.

Wobec tego zwłaszcza, że na sąsiadujących z sobą glebach obserwujemy wytworzenie się takiego, czy innego typu gleby, zależnie od pierwotnej, uwarunkowanej czynnikami geohistorycznymi, zasobności chemicznej jej warstw powierzchniowych — wyjątkowe wypadki możliwości zmiany typu gleby przez rodzaj drzewostanu (na t. zw. typach warunkowych) są więc wynikiem zmian chemicznych lub fizycznych własności wierzchnich warstw gleby wywołanych przez fizjologiczne oddziaływanie drzew, a nie są zależne od zmiany mikroklimatu przez dany gatunek drzewa.

9. BADANIE NAD WYSTĘPOWANIEM AZOTOBAKTERA.

Poza anaerobowymi bakteriami wiążącymi azot atmosferyczny dużo energiczniej czynią to bakterie aerobowe, których przedstawicielem może być znany *Azotobacter chroococum*. Stwierdzenie jego obecności w badanych glebach, względnie ustalenie w danym wypadku wpływu buka na jego ilościowe występowanie, interesowało mnie nie tylko z punktu widzenia wiązania azotu, lecz także wskutek znanego związku, jaki zachodzi pomiędzy jego obecnością w glebie, a wielu dla produkcji roślinnej bardzo ważnymi własnościami gleby.

Azotobakter jest jak przypuszcza *Christensen* (15) b. wrażliwym mikroblem na konkurencję pozostałej mikroflory gleby i nie może w glebie istnieć jeśli niema w niej dostatecznej ilości substancyj zasadowych. Z tego też względu próba t. zw. azotobaktrowa może dać całkowity wyraz biologiczny na zasadowość gleby. W pewnej mierze używana jest ona też do określenia na drodze biologicznej stopnia kwasowości gleby, ponieważ wg *Christensen'a* i *Jensen'a* (19) możliwość rozwoju azotobaktera zanika całkowicie przy pH 5.9 — 6.0 (porównaj własność azotobaktera podane w rozdziale 6-tym).

Gleby zawierające azotobaktera, nie wymagają wapnowania, ponieważ jednak azotobakter ma większe wymagania co do wapna (i kwasu fosforowego) od większości roślin uprawnych, przeto wg *Löhnis'a* (73) ujemny wynik próby azotobaktera nie mówi jeszcze o bezwarunkowym niedostatku wapna dla roślin (a zatem i konieczności wapnowania gleb). Dodatni natomiast wynik stwierdza jednak wystarczająca ilość wapna w glebie.

Wg *Baumgärtel'a* i *Hartung'a* (5, s. 675) przy pomocy azotobaktera stwierdzić można zawartość przyswajanego fosforu, ponieważ potrzebuje on dużo fosforu w formie rozpuszczalnej do swego wzrostu. Ponieważ azotobakter występuje we wszystkich takich glebach, których chemiczne i fizyczne własności są wystarczająco

jące do opłacalnej produkcji rolniczej, przeto kontrola jego obecności jest z wielu względów ważna.

Wskutek wspomnianej wrażliwości tego mikroba nie jest on we wszystkich glebach obecny, zwłaszcza w glebach naturalnych (leśnych) spotykany jest rzadziej. *Ziemiecka* (124) znalazła go tylko w połowie badanych przez siebie gleb polskich. Jak wnosić można z całkowitej nieobecności jego w glebach fińskich (*Brenner* 110, s. 117) zupełnie muszą mu nie odpowiadać tamtejsze silnie wybielicowane gleby surowo-próchniczne. W glebach leśnych azotobakter badany był specjalnie w *Danji* przez *Weiss'a* i *Bornebusch'a* (114).

Jak twierdzi zgodnie z *Beijerinck'iem Waksman* (110, s. 117) ilość azotobaktera biegnie równolegle do żyzności gleb. Szczególnie rozpowszechniony zdaje się on być w glebach aridowych, gdzie występuje do znacznej głębokości. Na glebach humidowych znajduje się tylko w kilkunastu górnych centymetrach. Wytrzymuje on dłuższe okresy suszy, na wyższą jednak temperaturę jest b. wrażliwy; wskutek czego niektórzy (*Krzemieniewski* 64) przypisują bakterji tej niezdolność tworzenia przetrwalników. Izolować można go z gleby przy pomocy podobnej pożywki w kulturach kolbkowych jak amylobaktera, lecz z glukozą czy dekstrozą zastąpioną przez mannit jako najodpowiedniejsze dla azotobaktera źródło węgla, lub przy pomocy płytek agaru mannitowego, wzgl., jak to robi *Winogradski* (118), na płytkach krzemionkowych z pożywką mineralną i mannitem, bądź wprost w glebie, zmieszanej ze skrobią (3—5%) i mannitem (1%).

Wg doświadczeń *Düggeli'ego* (23) przy pomocy metody kolbkowej otrzymuje się wyższe ilości azotobaktera, aniżeli na płytkach agaru mannitowego. *Baumgartel* (5) utrzymuje, że stwierdzenie występowania i rozwoju azotobaktera zwykłą metodą *Beijerinck'a* zapomocą kolbkowych kultur elektywnych nawet w jednej i tej samej zupełnie glebie zależy od sposobu pobierania próbek i ich dalszego traktowania; nie jest obojętnem, czy bierzemy próbki w ziemi, czy z wiosną*), czy próbki badano zaraz w stanie naturalnej wilgotności, czy na powietrzu przeschnięte? Wynik zależy też od warunków kultury; poza naturalnym wpływem pożywki, temperatury hodowli, odgrywać ma rolę nawet kształt i objętość naczynka, jako

*) Najwyższą ilość azotobaktera mają wykazywać gleby z wiosną i jesienią, a najniższą — w lecie i w zimie.

też stosunek zadanej ilości gleby do płynu. Ddiagnozę stawiamy na podstawie mikroskopowania tworzącej się na powierzchni pożywek płynnych powłoki, złożonej z komórek azotobaktrowych, względnie zwłaszcza przy pożywkach stałych — mikroskopowo po wyglądzie kolonii i zmianie barwy tejże powłoki na ciemno-brązową w wypadku, gdy mamy do czynienia z gatunkiem *Azotob. chroococcum*.

Wybrałem dla kontroli do analizy równocześnie dwie metody: metodę nagromadzania przy pomocy płynnej pożywki elektywnej i metodę kultur płytkowych na agarze mannitowym.

Skład pożywki płynnej był następujący:

1.000 ccm H₂O steryliz., 10 g mannitu, 0,5 g K₂ H PO₄, 0,5 g Na Cl, 0,5 g CaCO₃, 0,01 g Fe SO₄.

Pożywką tą, po odpowiednim wyjałowieniu, napełniałem specjalne kolbki (erlenmajerówki) o szerokim dnie, po ca 100 ccm tak, aby na dnie tworzyła się warstwa płynu, nie dosiegająca 1 cm wysokości, a to w celu umożliwienia jak najlepszego rozwoju szukanym aerobowym mikrohom. Po zamknięciu otworów watą, przed wysiewem badanych gleb, jeszcze raz pożywkę sterylizowałem. Wysiewałem ten sam roztwór glebowy, czy glebę, co przy opisanych w poprzednim rozdziale analizach bakterjologicznych (każdą próbkę gleby wysiewałem równocześnie na różnorodnych pożywkach), lecz zastosowałem tu inne nieco rozcieńczenia, aniżeli np. do amyllobaktera. Wysiewałem bowiem bezpośrednio 10 g i 1 g gleby, tudzież po 1 ccm roztworu glebowego w rozcieńczeniach, zawierających: 1/10, 1/100, 1/1000, 1/10.000 g gleby w 1 ccm. Jedynie kultury obsiane słabszymi rozcieńczeniami, od 1/100 począwszy, znajdowały się z powodu braku tak dużej naraz potrzebnej ilości specjalnych naczyń, w zwyczajnych, mniejszych ca 50 ccm erlenmajerówkach.

Ogółem zatem dla 28 próbek gleb leśnych w połowie z warstwy butwienia, w połowie w głęb. 0—10 cm, wysiałem 168 kolbek. Ponadto, dla kontroli, zasiałem glebą ogrodową *) z Z u r y c h u 11 kolbek.

Stosowanego przez niektórych autorów dodawania do kolbek skrawków papieru, któreby służyły jako wysepki do lepszego rozwoju aerobowego wybitnie azotobaktera zaniechałem, gdyż w wypadku obecności azotobaktera rozwija się on dostatecznie bez ich pomocy, tworząc znaną szarą (później ewent. czarniejącą) powłokę na powierzchni płytkiej warstewki płynu.

Równocześnie z zakładaniem kolbkowych kultur dokonywałem też zasiewu kultur płytkowych, wpuszczając na wyjałowione miseczki Petri'ego po 1 ccm roztworu glebowego z wszystkich wymienionych próbek gleb leśnych oraz z głębokości 15—20 cm gleb ogrodowych w 3-ch rozcieńczeniach: 1/10, 1/100 i 1/1000, mieszając go niezwłocznie z wlewanym rozpuszczonym przy 40° C agarem mannitowym. Agar mannitowy sporządzony był przez dodanie na 1 l. pożywki mannitowej 15 g agaru.

*) 2 kolbki (5 g, 1 g) glebą z warstwy wierzchniej; 6 kolbek glebą z głębokości 15—20 cm (10 g, 1 g, 1/10, 1/100, 1/1.000, 1/10.000) i 3 kolbki (5 g, 1 g, 1/2 g) kompostem letnim.

Po zastygnięciu pozostawały tak założone w ilości 84-ch sztuk kultury płytkowe, początkowo (przez 7—12 dni) w termostacie przy ca 28° C, a potem aż do chwili liczenia, względnie ostatecznej kontroli w termostacie o 20° C, aby nie wyschły zaledwie zarówno powstałe już kolonie, jak i pożywka.

Kultury kolbkowe po zaszczepieniu, niezwłocznie stawiałem do termostatu przy ca 28° C, a po 10 — 14 dniach badałem co do występowania objawów, mogących charakteryzować rozwój azotobaktera. Wynik makroskopowej obserwacji wykazał na wszystkich prawie bez wyjątku kolbkach pojawienie się delikatnej błonki zazwyczaj na powierzchni pstro lśniącej, rzadziej nieco grubszej, szarawej. Lśniąca błonka może pochodzić bądź od próchniaków żelazowych, bądź to w wypadku, gdy pod spodem płyn zmienia barwę na szaro-zieloną, od bakterij z grupy *Bact. fluorescens*. Niektóre kultury (XXIII, 109) były już obficie pokryte pleśniąkami. W większości kolbek, zwłaszcza obsianych większą ilością gleby, znajdował się ponadto wewnątrz płynu rodzaj szarawej, śluzowatej zawiesiny.

Nigdzie nie znalazłem typowej dla *Azotob. chroococcum* szarej, śluzowatej, po dłuższym czasie brunatniejącej powłoki (p. tabele Nr. 29, 30). Ponieważ na owe charakterystyczne ciemnienie, ułatwiające diagnozę *Azotobacter chroococcum*, okres czasu był jeszcze za krótki, przeto przystąpiłem do badania mikroskopowego powłoki, zwłaszcza z gleb żyźniejszych, względnie z kolbek, na których powłoka była więcej zbliżona do typowej.

Obraz mikroskopowy z najbardziej pozornie typowej powłoki 10 g kolbki próbki XI, 105 z warstwy butwienia, wykazał sporadycznie okrągławe komórki, zbliżone do azotobaktrowych, lecz już bez glikogenu, a ponadto obficie zarodniki, względnie przetrwalniki, przypuszczalnie amylobaktera i bardzo często komórki, zawierające ciemny punkt, przypuszczalnie substancyj rezerwowych, należące do grzybków pączkujących, wobec czego nie można było nabrać przekonania, czy i owe za azotobaktrowe przyjęte komórki nie należały też do grzybków pączkujących. Wyjaśnienie dać mogło tylko przeszczepienie i dalsza obserwacja.

W mikroskopowym preparacie z błonki 1 g kolbki tej samej próbki gleby (XI, 105) przy powiększeniu 90-krotnym znajdowały się nerkowatego kształtu, zaopatrzone rżęsami, szybko przez pole widzenia wokół przesuwające się zwierzątka, zbliżone do wymoczka *Paramoetium*. Przy silnem powiększeniu z zastosowaniem imersji, typowych komórek azotobaktera nie znajdowałem, natomiast znajdowałem w preparatach bardzo wiele istot stosunkowo dużych, szara-

wo wyglądających, bardzo wolno zmieniających kształty. Wewnątrz tych istot widać było, jako punkciki, resztki pochłoniętych bakteryj. Były to pierwotniaki najniższe, żywiące się bakteriami zwierzątka. Obfite występowanie tych istot w niektórych kolbkach nasuwało przypuszczenie, czy nie są one poniekąd przyczyną braku komórek azotobaktera, gdyż, jak wiadomo, specjalnie go tępią (*Düggeli*, 24). Mikroskopowanie innych kultur dało podobne, negatywne rezultaty. Pierwsze zbadanie kultur kolbkowych uprawniało zatem do twierdzenia, iż azotobakter w badanych glebach bądź wcale nie występuje, bądź, zwłaszcza na lepszych glebach, z jakichkolwiek przyczyn, ilość jego jest tak dalece znikoma, że nie jest w stanie wytworzyć charakterystycznych objawów.

Metoda płytkowa (hodowla na agarze mannitowym) po kontroli wszystkich 84 kultur, wykazała również bądź to wogóle całkowity brak jakichkolwiek kolonij na płytkach, bądź jedynie skąpo małe, przezroczyste kolonie, które z typowymi dla azotobaktera nie miały nic wspólnego. Pomimo to, kulturę tę nadal pozostawiono w termostacie, spodziewając się, iż przecież niektóre z kolonij, narazie nie typowo wyglądających, okażą może z czasem charakterystyczne dla *Azotobacter chroococcum* ciemnienie, etc.

Ponieważ wynik mikroskopowania powłoki kolbek nie dał żadnych pewnych rezultatów nawet z najżyźniejszych gleb, przeto z posiadających lepszą powłokę 10 g kolbek, stanowisk: V 121, 122, VI 123, 124, XI 105, 106, XII 107, 108, XIX 125/126, XX 127, 128 przeszczepiłem 3 — 4 wielkie kluczki tejże na świeżą, płynną pożywkę mannitową, dodając do każdej kolbki przed sterylizacją szczypkę CaCO_3 dla wykluczenia ewent. ujemnej reakcji.

Niestety, doświadczenie to uległo zniekształceniu, gdyż przez pomyłkę, po kilku dniach zaszczipiłem do kolbek tych rzeczywiście, surową kulturę azotobaktera, która też się wszędzie rozwinęła. Należało doświadczenie to powtórzyć. Tym razem przeszczepiałem z tych samych 12-tu kolbek po 3 — 4 kluczki powłoki do rozpuszczonego, wyjałowionego agaru mannitowego i wylewałem kultury na sterylizowane płytki. Ponadto, dla upewnienia się, czy w powłoce znajduje się azotobakter, z 10 g kolbek — V 121, V 123, XI 105, XII 107,

TABELA 29. Obserwacje kolbek z pożywką man

Beobachtung der Mannitnährlösungskolben zur

p o p i o ł o z i e m P o d s o l								
P o j a w y M e r k m a l e	sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche				sośnina Kiefernbestand			
	Nr.	10 g	1 g	1/10	Nr.	10 g	1 g	1/10
próbki z warstwy butwienia								
powłoka Hautbildung	I 113	-	+++	+	II 114	-	+++	+
fermentacja Gärung		++	-	-		-	-	-
zawiesiny i pleśń Schleim oder Schimmelbildg.		z+++ p-	z+++ p-	z+++ p-		z+++ p-	z+++ p-	z+++ p-
powłoka Hautbildung	III 101	-	±	+	IV 103	-	±	++
fermentacja Gärung		-	-	-		-	-	-
zawiesiny i pleśń Schleim oder Schimmelbildg.		z+++ p-	z+++ p-	z+++ p-		z+++ p-	z+++ p-	z+++ p-
powłoka Hautbildung					XII 107	-	±	±
fermentacja Gärung						-	-	-
zawiesiny i pleśń Schleim oder Schimmelbildg.						z+++ p-	z+++ p-	z+++ p-
powłoka Hautbildung								
fermentacja Gärung								
zawiesiny i pleśń Schleim oder Schimmelbildg.								

Znaki umieszczone bliżej prawej strony w każdej rubryce, odnoszą się do kolbek

Die an der rechten Seite befindliche Zeichen in jeder Rubrik, betreffen die, mit aus Gartenboden (15

nitową dla stwierdzenia obecności azotobaktera.

Feststellung von Azotobacter - Vorkommen

b u r o z i e m B r a u n e r d e											
sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche							sośnina Kiefernbestand				
Nr.	10 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000	Nr.	10 g	1 g	1/10	1/100
V 121	+	-	+				VI 123	+	++	+	
	±	+	-					±	±	-	
	p+++	z+++ p-	z++++ p-					p++++	z+ p+	z++++ p-	
XXIII 109	-	-	++	++	-	-	XXIV 111	-	-	++	
	-	-	-	-				-	-	±	-
	p+	z++++	zp+	z+				z++++	z++	z-	
XI 105	±	-	+	+	-	-	XX 127	+	-	+	±
	++	-	-	-				-	+	-	-
	z+++ p+++	z+ p-						p-		z+++ p+	z+ p-
XIX 125	+	+	+								
	-	-	-								
	z+ p+	z+ p-	z+++ p-								

szczepionych kulturą azotobaktera uzyskaną z gleby ogrodowej (15 — 20 cm).

— 20 Tjele) gewonnener Azotobacter-Rohkultur, beimpften Kolben. z = Schleim, p = Schimmelbildung.

TABELA 30. Obserwacje kolbek z pożywką mannitową

Beobachtung der Mannitnährlösungskolben zur

p o p i o ł o z i e m P o d s o l								
P o j a w y M e r k m a l e	sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche				sośnina Kiefernbestand			
	Nr.	10 g	1 g	1/10	Nr.	10 g	1 g	1/10
próbki z głębokości 0—10 cm.								
powłoka Hautbildung	I 115	++	++	++	II 116	+	++	++
fermentacja Gärung		—	—	—		—	—	—
zawiesiny i pleśń Schleim oder Schimmelbdg.		z+ p—	z+ p—	z+ p—		z++	z+ p—	z+ p—
powłoka Hautbildung	III 102	+++	++	++	IV 104	+	++	++
fermentacja Gärung		—	—	—		—	—	—
zawiesiny i pleśń Schleim oder Schimmelbdg.		z— p—	z+ p—	z+ p—		z—	z+ p—	z+ p—
powłoka Hautbildung	IX 118	+++	+++	+	X 120	+	+	+
fermentacja Gärung		+	—	—		+	—	—
zawiesiny i pleśń Schleim oder Schimmelbdg.		z+ p+	z++ p—	z++ p—		z++ p+	z++ p—	z++ p—
powłoka Hautbildung					XIII 108	+	++	+
fermentacja Gärung						—	—	—
zawiesiny i pleśń Schleim oder Schimmelbdg.						z+ p—	z++ p—	z++ p—
powłoka Hautbildung								
fermentacja Gärung								
zawiesiny i pleśń Schleim oder Schimmelbdg.								

Znaki umieszczone bliżej prawej strony w każdej rubryce odnoszą się do kolbek
 Die in jeder Rubrik an der rechten Seite befindliche Zeichen, betreffen die, mit aus Gartenboden (15

dla stwierdzenia obecności azotobaktera.

Feststellung von Azotobacter-Vorkommen.

b u r o z i e m B r a u n e r d e													
sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche							sośnina Kiefernbestand						
Nr.	10 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000	Nr.	10 g	1 g	1/10	1/100		
Proben aus 0—10 cm Tiefe													
V 122	±	±	+++	-	+		VI 124	±	±	++	-	±	
	±	-	-	-				++	-	-	-		
	z++ p-	z+ p-	z++ p-					z++ p-	z+ p-	z++ p-			
XXIII 110	+	-	+++	++	-	-	XXIV 112	±	-	++			±
	+++	+++	++					++	++				
	--	-	-						-				-
XIX 126	-	-	z+				XX 122	p-	z+ p-			z+ p+	
	-	++	++					-	-	++	+		
	+	+	-	-				++	+	-	-		
XI 106	z++ p-	z+ p-	z++ p-					z+++ p-	z+ p-	z++ p-			
	+	+++	+++	+									
			-	-									
G ₂ 15-20	p+	z+++ p-	z+ p-										
	+++	+++	+++	+++	+	-							
	-	-	-	-	-	-							
	-	-	-	-	-	-							

szczepionych kulturą azotobaktera. uzyskaną z gleby ogrodowej 15 — 20 cm.

—20 cm Tiefe) gewonnener Azotobacter-Rohkultur, beimpften Kolben. z — Schleim. p — Schimmelbildung.

XIX 125, XX 127, a więc tylko z warstwy butwienia, założyłem kultury w probówkach na ukośnie zastygłym sterylizowanym agarze mannitowym, szczepiąc każdą 3 — 4 małymi kluczkami substancji pobranej z powłoki kolbek.

Po 14 dniach kultury te na agarze mannitowym poddałem badaniu. Okazało się, iż poza małymi (do 3 mm ϕ), przejrzystymi, prawie wypukłymi, do propelki rosy podobnymi kolonjami, nie było prawie żadnych innych, zbliżonych podobieństwem do azotobaktrowych. Podobne kolonje, chociaż dużo słabiej, rozwinęły się na skośnym agarze mannitowym.

Przy mikroskopowaniu substancji tych kolonij okazało się, iż zawierają drobne, krótkie, laseczkowate, trzymające się oddzielnie komórki, które można określić jako swoiste dla *Bact. radiobacter*. Miały one też pewne podobieństwo z komórkami *Nitrosomonas*, które jednak są o wiele jeszcze mniejsze. Przeliczanie kolonij nie miało celu, gdyż doświadczenie to nie było, wskutek szczepienia kluczkami, utrzymane ilościowo.

Doświadczenie przy pomocy przeszczepiania wytworzonej na kolbkach pierwotnej powłoki potwierdziło więc wynik, iż nawet na kulturach z najlepszych z pośród badanych gleb, azotobakter w wykrywalnej ilości nie występuje, jakkolwiek na wytworzonych powłokach da się wykryć jego towarzysza aerobowy radiobakter.

Wynik ten znajduje dalsze potwierdzenie w powtórnej kontroli pierwotnych 84 kultur płytkowych na agarze mannitowym po upływie 3 — 4 tygodni od chwili wysiewu, które początkowo nadal zostawiono w termostacie (przy 20° C), aby przypuszczalne kolonje azotobaktera miały dostatecznie długi czas dla przyjęcia typowych objawów.

Ponieważ typowe dla azotobaktera kolonje, nawet z podejrzanych, nie wykształciły się, a ustalanie liczbowe innych kolonij dla zagadnienia nie miały wartości, ograniczyłem się więc dla przybliżonego określenia na płytkach tylko kolonij typowych dla radiobaktera.

Przeglądanie płytek wymagało ostrożności, gdyż w zbytnio nie-

raz wyschniętym już agarze pojawiały się kryształki, wyglądające jakby kolonie.

W wyniku obserwacji płytek i mikroskopowania wątpliwych kolonij okazało się, iż na agarze mannitowym rozwijające się kolonie, określone za radiobakter, występują obficie w kulturach buroziemów, aniżeli z popiołoziemów. Na popiołoziemach nie występowały prawie wcale w warstwie, leżącej 0 — 10 cm pod surowo-próchnicznym pokładem butwienia. Wskazywałoby to, iż silna kwasowość (do pH 3,6) może rozwój radiobaktera w glebie hamować, jednak nie w tym stopniu, co zmniejszony pod zwięzłym pokładem butwienia popiołoziemów dostęp powietrza.

Na podstawie tych wyników o wpływie buka nie prawie konkretnego nie da się powiedzieć, jakkolwiek są pozory, iż buk w warstwie butwienia na występowanie kolonij *Bact. radiobacter* działa dodatnio, w głębokości zaś 0—10 cm, zwłaszcza w buroziemach — raczej ujemnie, co stoi w zgodzie z aerobiozą *Bact. radiobacter*.

Interesujące dalsze badania, wymagające do definitywnego określenia gatunku, czystej kultury i izolacji *Bact. radiobacter*, musiały być zaniechane z uwagi na zakres pracy. Tłumaczenie obecnością radiobaktera wydatnego wiązania azotu w próbkach 118, 120, w których brak amylobaktera i azotobaktera, nie znajduje uzasadnienia, gdyż radiobakter jest tam również prawie nieobecny. Poza tem wiemy (*Waksmán*, 110, s. 212), że niektóre odmiany radiobaktera nie są zdolne do wiązania azotu i do rozkładu kwasu moczowego na amoniak.

Przyczyny nieobecności azotobaktera w kulturach mogły być dwójakiego rodzaju: albo pierwotna (rzeczywista) nieobecność w uchwytnej mierze w glebie, albo niesprzyjanie środowiska kultur dla jego rozwoju. Ponieważ nastawienie nowego szeregu doświadczeń ze świeżą glebą leśną było niemożliwe, przeto pozostawało tylko skontrolowanie użytych pożywek i środowiska, w którym znajdowały się wysiane gleby w kolbkach. Postanowiłem wykonać to następującą drogą: skontrolować użyte pożywki, obsiewając je żyźniejszą naturalną glebą, w której obecności azotobaktera z pewnością spodziewać się

TABELA 31. Wynik analizy bakteriologicznej próbek gleby ogro
 Ergebniss der bakteriologischen Untersuchung von, zur Azoto

Rodzaj badań: Untersuchungsart:	Pochodzenie próbek: Herstammung der Proben	Data wysiewu: Datum der Aussaat	Zastosowana Benutzte			
			10 g.	5 g.	1 g.	1/2 g.
Płytki żelatynowe Gelatine-Platten	Gleba ogrodowa z głębokości 15—20 cm. Gartenerde aus Tiefe	5.II.	—	—	—	—
Płytki agarowe. Agar-Platten	d-tto	"	—	—	—	—
Kultury w grubej warstwie. Hohe-Schicht-Kulturen	d-tto	"	—	—	—	—
<i>Amylobacter:</i>	d-tto	"	—	+++	++	—
<i>Azotobacter:</i> kultury kolbkowe Kolbenkulturen.	d-tto	"	+++	—	+++	—
<i>Azotobacter:</i> kultury płytkowe. Plattenkulturen	d-tto	"	—	—	—	—
Bakterje nitryfikujące Nitrifikations-Bakterien	d-tto	"	—	+++	+++	—
<i>Azotobacter:</i> pożywka płynna. flüssiger Nährboden	Gleba ogrodowa z głębokości 0—10 cm. Gartenerde aus Tiefe	7.II	—	+++	+++	—
<i>Azotobacter:</i> pożywka stała fester Nährboden	Kompost	"	—	—	—	—
<i>Azotobacter:</i> pożywka płynna. flüssiger Nährboden	"	"	—	+++	+++	+++

U w a g a: Znak — niewysiewano, +++ ++ odstop

A n m e r k u n g: Zeichen — nicht ausgesat, +++ ++ Ab

dowej użytej dla osiągnięcia surowej kultury *Azotob. chroococum*.
 bacter Rohkultur Gewinnung benutzten. Gartenboden Proben.

ne rozcieńczenia i ilości kolonij Verdünnungen. und Kolonienzahl.						Data obserw: Beobachtungs Datum
1/10	1/100	1/1000	1/10000	1/100000	1/mil. g.	
—	—	—	za silnie obsadzone (+ 27 rozpuszczających) Zu stark besetzt (+ 27 peptonisierende).	147 (8)	20 (1)	9.II.
—	—	—	za silnie obsadzone zu stark besetzt	149	a) 21 b) 24	"
—	—	za silnie obsadzone (gaz) zu stark besetzt (Gasbildung)	100 (gaz.)	19	—	20.II.
+	+	0	0	—	—	15.II.
+++	+++	+	0	—	—	12.II.
za silnie obsadzone zu stark besetzt	23	2	—	—	—	19.II.
+++	+++	+++	—	—	—	15.III.
Dalszych rozcieńczeń nie wysiewano Weitere Verdünnungen wurden nicht ausgesät						12.II.
za silnie obsadzone zu stark besetzt	32	—	—	—	—	"
Dalszych rozcieńczeń nie wysiewano Weitere Verdünnungen wurden nicht ausgesät						"

niowanie wyrazistości objawów, 0 objawów brak.
 stufung der Deutlichkeit der Merkmale, 0 Merkmale fehlen.

można i osiągniętej drogą tą surowej kultury azotobaktera użyć do stwierdzenia, czy w kolbkach z glebami leśnymi istnieje możliwość rozwoju zaszczepionej kultury azotobaktera.

Jako glebę odpowiednią do utrzymania kultury azotobaktera wybrałem glebę z ogrodu Wydziału Rolniczo-Leśnego Politechniki w Zurychu, z miejsca nienawożonego, służącego do produkcji sadzonek drzew. Gleba ta posiada liczne dżdżownice żywe, a według informacji ma około pH 7,2 i zawiera nieco Ca CO_3 . Próbkę pobrano z głębokości 15 — 20 cm, gdyż górne 0,15 cm były zmarznięte i pokryte ca 20 cm śniegu (5.II. 1929 r.). Glebę tę poddałem niezwłocznie analizie mikroflorystycznej, według metod, użytych dla próbek leśnych, z następującym wynikiem (patrz tabela Nr. 31). Obawiając się po kilku dniach, iż azotobakter w próbce z głębokości 15 — 20 cm, z powodu słabej aeracji, może już być nieobecny, wysiałem dodatkowo kilka kultur gleby z powierzchni tego samego miejsca w ogrodzie, oraz z kompostów, które w zmarzniętym stanie pobrano.

Pominąwszy inne szczegóły tej tabeli, przede wszystkim rzuca się w oczy, iż rozwój azotobaktera wystąpił obficie zarówno na pożywce płynnej, jak i stałej w kulturach ze wszystkich próbek, a zatem pożywki i metodyka nie są winą nierozwinięcia się azotobaktera w kulturach z gleb leśnych.

Metodyka elektywna wykazała w glebie ogrodowej z głębokości 15 — 20 cm od 1.000 — 10.000 komórek azotobaktera, zaś metoda kultur płytkowych potwierdziła ten wynik, a będąc dokładniejszą, wykazuje obecność 2.300 sztuk w gramie świeżej gleby.

Na płytach agaru mannitowego rozwinęły się kolonie azotobaktera o typowym wyglądzie; początkowo podobne do szaro-mętnej cieczy ropiejącej, posiadały zawsze tłusto-wilgotny połysk, jeśli wytwarzały się na powierzchni, miały wygląd brodawkowy, a jeśli były to kolonie wgłębne — miały kształt soczewkowaty, względnie formę punkcików. Po 5 — 6-ciu dniach kolonie marszczyły się na powierzchni, a następnie w pośrodku stawały się ciemno-brązowe. Obraz mikroskopowy wykazywał obficie typowe, dość duże, okrągławe komórki *Azotobacter chroococcum*, zgrupowane w kształt sarcyny. Również mikroskopowana szara, gruba powłoka na pożywkach płynnych, obsianych glebą ogrodową i kompostem, wykazała wśród śluzu, etc. obecność typowych dużych komórek azotobaktera.

Tej to 7-dniowej powłoki azotobakterowej użyłem do zaszczepienia azotobaktera na kolbkach pierwotnych, pochodzących z gleb le-

śnych, aby wykazać, czy azotobakter może się w odnośnem środowisku rozwijać i czy ewentualnie nie ulega tak masowemu zjadaniu przez pierwotniaki, iż do wytworzenia charakterystycznych pojavów dojść nie może.

Do szczepienia użyłem jednej do dwóch kluczek powłoki azotobaktrowej, którą wprowadzałem do płynu kultur pierwotnych wszystkich 162 kolbek, nie zwracając narazie na to uwagi, czy na ich powierzchni znajduje się pleśń, względnie, czy substancja sama została sfermentowana, bądź zawierała śluzowatą zawiesinę *).

Świeżej pożywki mannitowej do kolbek nie dodawałem, lecz niezwłocznie po zaszczepieniu stawiałem do termostatu przy 28° C. Po upływie ok. 1 miesiąca poddałem kolbki obserwacji, której wynik przedstawiony jest na tabelach Nr. 29, 30 (z prawej strony rubryk).

Okazuje się, iż na kolbkach z popiołoziemów, w warstwie butwienia, jakkolwiek zazwyczaj nie było fermentacji, powłoka azotobaktera nie rozwinęła się w kolbkach 10 g, lecz dopiero zadanych 1 g, względnie dalszemi rozcieńczeniami. Wskazuje to, iż wprowadzenie 10 g substancji z surowo-próchnicznej warstwy butwienia stwarza już w kolbce środowisko, niesprzyjające rozwojowi azotobaktera zapewne wskutek za silnego zakwaszenia. Z drugiej jednak strony wykazuje doświadczenie, iż w razie obecności azotobaktera w warstwie butwienia, byłby się rozwinął bodaj w kolbkach słabiej głębią zadanych.

W kolbkach z głębokości 0—10 cm popiołoziemów powłoka azotobaktera rozwinęła się po zaszczepieniu we wszystkich kolbkach do 10 g włącznie. Widzimy więc, że w glebie mineralnej lepsze warunki rozwoju znajduje azotobakter, aniżeli w glebie próchnicowej, jak również, że gdyby był pierwotnie w danej glebie, to w kolbkach powinien się rozwinąć**).

Na buroziemach, po zaszczepieniu w warstwie butwienia, powło-

*) Zawiesina taka, poddana mikroskopowaniu, wykazywała stosunkowo sporadycznie, otoczone dużemi masami śluzu, cienkie laseczniki, które przypuszczalnie należały do *Bact. pediculatum* (Lehman 68, s. 9). W polu mikroskopowym były one trudne do odszukania, gdyż produkują śluzu ok. 10 razy więcej od własnej wielkości. O ile mogłem zaobserwować, występowało zjawisko zawiesiny śluzowej w kolbkach azotobaktrowych bez względu na żyźność, czy warstwę badanych gleb.

**) Podobnie do opisanego powyżej wyniku doświadczenia na popiołoziemach, zachowały się próbki ze stanowisk XXIII i XXIV, wątpliwych pod względem typu gleby.

ka rozwinęła się we wszystkich kolbkach od 10 g do 1/10.000 g, z wyjątkiem tych kolbek, gdzie wystąpiły objawy fermentacji mannitu, a więc, gdzie brakło pożywienia dla azotobaktera. Podobnie zachowały się i kolbki z warstwy 0—10 cm.

Wniosek więc, że na buroziemach badanych, o ile azotobakter był pierwotnie w glebie, powinien rozwinąć się na zastosowanej pożywce. Charakterystyczne zdaje się być zjawisko, iż fermentacja kolbek azotobaktera na buroziemach znacznie liczniej wystąpiła, aniżeli na popiołoziemach. Widać więc z tego, że jest zależna od reakcji i znajduje wyjaśnienie w znalezionej większej naogół ilości bakteryj z grupy *Bac. amylobacter* na buroziemach (patrz wyżej). Wapno, według *Christensen'a* (18, s. 61), jest dla fermentujących mannit bakteryj pożywieniem, a nie tylko czynnikiem, warunkującym stopień reakcji. Zauważony więc brak skłonności kolbek mannitowych z popiołoziemów do fermentacji znajdowałby więc swe wytłumaczenie w niedostatku wapna na tym typie gleb.

Na podstawie przeprowadzonego kontrolnego doświadczenia, połączonego z uzyskaniem kultury azotobakterowej z gleby ogrodowej i z badania jej rozwoju, po zaszczepieniu do kolbek z glebami leśnymi, przychodzę więc do ostatecznego wniosku, że przyczyną braku azotobaktera w kolbkach, pochodzących zarówno z popiołoziemów, jak i z buroziemów, z bukiem, czy bez buka, nie były nieodpowiednie: metoda, czy pożywka, lecz brak tego mikroba w badanych glebach.

Według dotychczasowego stanu wiedzy, brak ten odpowiadałby zawartości wapna, jak również i kwasowości badanych gleb. O granicznej kwasowości mówiłem wyżej.

Co do zawartości wapna, to też jest ona niższa (patrz 17) w badanych glebach od wymaganej przez azotobaktera *).

O ile można mówić o wyczerpywaniu przez buka gleby z wapna, o tyle na ubogich gle-

*) *Christensen* (19) stwierdza, iż azotobakter występuje dopiero w 10% wypadków, jeżeli CaO (rozpuszczalne w chlorku amonu) wynosi 0,11 — 0,15%, podczas gdy w najżyźniejszych moich glebach dochodziła zawartość całkowitego CaO (w HCl) zaledwie do 0,12% i przeciętnie wahała się od 0,02 do 0,07%.

bach można mówić o zmniejszeniu się prawdopodobieństwa występowania azotobaktera w drzewostanach z bukiem w większym stopniu aniżeli w czystych sośninach.

W porównaniu z innymi autorami, stwierdzić należy pewną zgodność mych wyników co do gleb leśnych. *Mattern* (76), która badała dość wszechstronnie, lecz tylko jedno stanowisko z drzewostanu bukowego na Mazowszu Pruskim (pod Olsztynem), w glebie, której kwasowość aktywna wahała się od pH 5,6 na powierzchni do pH 6,2 w podglebiu — dochodzi w swoich, z wielu przyczyn niezupełnie przekonujących, badaniach do wniosku, że azotobakter, jakkolwiek tylko w bardzo minimalnych ilościach, jednak w danej glebie lasu bukowego znajduje się. Dalej twierdzi, że musi on jednak z jakiejś przyczyny ponosić szkody, skoro nie należy się rozwija. Jako przyczyny, oddziałujące szkodliwie, uważa nietyle kwasowość (kwas dyhydro-oksystearynowy ma wzmagać nawet rozwój azotobaktera), ile specjalne składniki, znajdujące się w wyciągu glebowym. Jeżeli jednak *Mattern* tylko w tak słabo uchwytniej ilości w glebie swojej azotobaktera znajduje, to upewnia to tylko negatywny wynik badań mych na stanowiskach, odznaczających się większą, od przez nią badanego, kwasowością.

Duggeli (24) na glebach niedyluwjalnych, w doświadczeniach, przeprowadzonych w styczniu i lutym, znajduje azotobaktera w glebach leśnych, bez względu na to, czy pokryte są drzewostanem iglastym, czy liściastym, tylko w tych nielicznych wypadkach, gdy próbki wykazują zawartość węglanu wapna i są neutralne. W glebach słabo kwaśnych tylko w jednym liściastym drzewostanie znalazł (l. c., s. 25) ślady jego, w ilości 0,2 sztuk na 1 g gleby, co nie przeczy moim wynikom. *Stöckli* (102, s. 93 i 99) również nie znajduje w dwukrotnych badaniach azotobaktera w słabo kwaśnych glebach mieszanego i wielogatunkowego iglastego lasu w Szwajcarii.

Bokor (7, s. 85) na glebach leśnych węgierskich znajduje tylko ślady (0,1 szt. na 1 g gleby) aerobowo wiążących azot bakteryj przy kwasowości wymiennej pH 4,8—4,9, a więc kwasowości, spotykanej w moich burozimach i do 10 sztuk w 1 g gleby przy pH 5,6.

Jakkolwiek w badanych glebach nie stwierdziłem, wykrywalnej zwykłymi metodami, bez uciekania się do izolacji, obecności azotobaktera, przypuszczenie co do możliwości istnienia śladów obecności azotobaktera nie jest wykluczone, wobec wykrycia tworzących kolonie na stałej pożywce agaru mannitowego komórek, zbliżonych do

Bact. radiobacter — mikroba, towarzyszącego zazwyczaj kulturom azotobakterowym.

Wnioskując, na podstawie wyników własnych i obcych, należy stwierdzić, iż azotobakter na silnie kwaśno-próchnicznych popiołoziemach nie występuje, na umiarkowanie kwaśnych buroziemach znajduje się tylko w śladach i niezdolny jest do wykształcenia normalnych objawów w surowych kulturach z pożywką mannitową; dopiero na bardzo słabo kwaśnych, względnie neutralnych buroziemach, zdolny jest do wykazywania należytego rozwoju kultur.

Wobec tego, metoda azotobakterowa mogłaby znaleźć zastosowanie w gleboznawstwie i nauce o siedlisku do odróżnienia biologicznie różnych odmian gleb typu buroziemów.

Wpływ buka zdaje się nie iść na glebach dyluwjalnych normalnie w kierunku wzmaganie rozwoju azotobaktera. W każdym razie oddziaływanie buka nawet na stanowiskach pod innemi względami bardzo korzystnie przez buka zmienionych (XI, XII) nie szło tak daleko, aby spowodować uchwytnie występowanie azotobaktera na glebach, nie wykazujących go w porównawczych czystych sośninach.

10. BADANIA NAD OBECNOŚCIĄ BAKTERYJ OKSYDUJĄCYCH SOLE AMONOWE.

a) WSTĘP.

Przedstawicielami bakteryj z grupy oksydujących sole amonowe na azotyny i saletrę — to, jak wiadomo, *Nitrosomonas europea* (Winogr.), względnie *Nitrosococcus* (Winogr.) i pracujący z nim ręką w rękę *Bacterium nitrobacter*, odkryty również przez Winogradskiego jeszcze w 1890 r. W dalszym ciągu pracy będą je traktował zbiorowo, jako t. zw. bakterje nitryfikujące. Należy dzielić je właściwie na 2 grupy: oksydujące sole amonowe na azotyny i oksydujące azotyny na azotany.

Roli i znaczenia tych organizmów, wybitnie aerobowych, nie będę poruszał, gdyż uczyniłem to już z okazji omawiania badań nad zawartością azotanów w glebie.

Celem doświadczeń mych było uzyskanie orientacji co do rozprzestrzenienia bakteryj tych w próbkach badanych gleb, tudzież co do współzależności pomiędzy produkcją azotanów a ilością odnośnych bakteryj w związku ze zmianami, wywoływanymi przez buka. Zagadnienie to zaciekało wobec faktu, iż popiołoziemie nie wykazały przy pomocy metod biochemicznych uchwytnej produkcji azotanów. Celem było też stwierdzenie, czy wykazane przez niektórych autorów (*Matterson*, 76) zastoje w rozwoju nitryfikantów swoiste są dla gleb lasu bukowego, czy występują i w innych glebach.

Wiadomości nasze co do obecności bakteryj nitryfikujących w glebach leśnych są bardzo skąpe, tem mniej zaś mamy danych o ilości ich w tych glebach. *Fehér* (35) wykazuje, iż ilość bakteryj nitryfikujących nie podlega w ciągu roku większym wahaniom, chociaż w miesiącach zimowych można zauważyć nieznaczne wzniesienie, dotyczące krzywej. Wobec tego usprawiedliwione jest omówienie zbio-

rowe rezultatów, znalezionych w różnych porach przez poszczególnych badaczy.

Düggeli (23, 24) w leśnych glebach Szwajcarii, bądź bakterij nitryfikujących nie znajdował wcale, bądź bardzo małe ilości (2—100 sztuk w 1 g, a tylko w 2-ch wypadkach na 13 badanych gleb—po 10.000 g). *Bokor* (7) na 12 gleb węgierskich, w jednej nie znalazł ich wcale, a w pozostałych od 1 — 10.000 sztuk w gramie. *Fehér* (35, s. 28) w 3-ch glebach z Hollands - Wäderö w Szwecji wykazuje brak bakterij nitryfikujących, lub tylko po 10 sztuk w 1 g.

W glebach rolnych znajdują się większe ilości. *Wilson* (117), który badał w Ameryce takie gleby w granicach kwasowości od pH 5,4—8,2, podaje wahania od kilkuset do miliona na gram gleby. Zależność obfitości bakterij od pH występowała wszędzie.

Waksman (110, s. 77) podaje jako granicę dla rozwoju bakterij nitryfikacyjnych pH 3,5 — 8,4 z optimum od pH 6,8 do 7,3, lecz zaznacza, że nawet, gdy gleba jest kwaśniejsza od minimum dla ich rozwoju, to ukazują się stopniowo, jeżeli glebę taką wapnujemy.

b) METODYKA.

Do wykazania istnienia, względnie ilości bakterij nitryfikujących w glebie użyłem, opisaną w rozdziale o badaniach nad *Bac. amylobacter*, kombinacji metody elektywnej z metodą rozcieńczeń.

Ponieważ wszystkie badane gleby były naogół kwaśne, przeto spodziewając się małych ilości bakterij nitryfikujących w glebie, zastosowałem rozcieńczenia, nie przekraczające 1/1.000 g w 1 cm³, natomiast maksimum wysiewano 5 g substancji gleby. Ogółem z każdej próbki wysiewałem 5 kultur (5 g, 1 g, 1/10, 1/100, 1/1.000 g). Jak dalej zobaczymy, dolna granica zastosowanych rozcieńczeń okazała się niewystarczająca do wykrycia całkowitej ilości wspomnianych bakterij w badanych glebach.

Środowiska elektywne mogą być bądź stałe, bądź płynne. Do moich doświadczeń użyłem mineralnej pożywki płynnej o następującym składzie:

1,000 ccm	wody destylowanej
1 g	KH ₂ PO ₄
0,5 „	MgSO ₄
0,5 „	NaCl
0,01 „	CaCl ₂ .

Przy procesie oksydacji soli amonowych w środowisku takim pozostawałby wolny kwas azotowy, który jest silnie gryzącą trucizną dla wszystkich organizmów, a więc pożywka taka nie stwarzałaaby, jak jest to głównem zadaniem me-

todyki elektywnej, sprzyjających warunków dla wydatnego rozwoju nitryfikantów. Dlatego to, celem niezwłocznego wiązania powstawać mogących kwasów, dodawałem przed sterylizacją do każdej kolbki z pożywką parę gramów $Mg\ CO_3$, nie dającego reakcji na azotyny i azotany.

Po wysiewie gleby, względnie roztworu glebowego dodawałem do każdej większej (200 ccm) kolbki po 2 ccm, zaś do małych (50 ccm) kolbek po 1 ccm 4% roztworu siarczanu amonowego (w sterylizowanej wodzie), mającego służyć za źródło energii dla bakterij nitritowych. Gdybym chciał hodować tylko bakterie azotanowe (*Nitrobacter*), to musiałbym zamiast siarczanu amonu dodawać roztworu azotynu sodowego do kolbek.

Ponieważ czynności obsiewu kultur wszelkiego rodzaju odbywały się jednocześnie z czynnościami przy poprzednio opisywanych badaniach, przeto opisu traktowania przy sporządzaniu rozcieńczeń, etc. nie będę tu powtarzał.

Ogółem założyłem w ten sposób 149 kultur z 28 próbek gleb leśnych oraz z jednej gleby ogrodowej dla porównania i kontroli. Były to te same próbki, jakich używałem do podawanych pierwszej analiz bakterjologicznych w Z u r y c h u, a więc znane są nam co do sposobu i czasu ich pobierania, przechowania, etc.

Inkubacja kultur odbywała się w stałej temperaturze $28^{\circ}C$, w ciągu sumarycznie ok. 2-ch miesięcy. W międzyczasie po 2—3 tygodniach, oraz na końcu inkubacji, w każdym razie w jednakowym terminie dla każdych dwóch porównywanych bezpośrednio gleb z podsośni litych i z domieszką buka dokonywałem stwierdzenia obecności bakterij azotynowych w każdej kolbce przy pomocy wykrywania ich produktów przemiany materji.

Kryterjum obecności bakterij oksydujących sole amonowe w danych kulturach było pojawienie się w kolbkach azotynów, których początkowo nie wykazywały ani pożywka, ani roztwór gleby, kontrolowane zbiorowo. Ponieważ tworzenie się saletry (azotanów) polega tylko na prostym utlenianiu azotynów i jest zawsze dalszym krokiem tegoż, przeto pominąwszy specjalne zagadnienia, wystarczy stwierdzić tylko obecność azotynów.

Reakcję na azotyny przeprowadzałem we wszystkich kolbkach przy pomocy próby anestezynowej, wykonywanej w sposób, zastosowany przez *Mattern* (76, s. 10)*). Zazwyczaj kontrolę przeprowadzałem też przy pomocy próby dwu-

*) Anestezynę rozpuszczałem aż do nasycenia w kwasie solnym. W drugiej buteleczce przyrządzałem (30%) ług sodowy, w którym rozpuszczałem β -naftol (resubl. Ph. H IV), biorąc go, do $1/1$ l. roztworu, na koniec noża.

Do 1 — 3 ccm płynu wlanego z kultur (ostrożnie, aby nie narazić kultur na zakażenie uboczne) do próbek, w których znajdowały się skrawki różowego papierka lakmusowego dodawałem nieco roztworu anestezyny i następnie zadawałem β -naftolowym roztworu ługu sodowego aż do przyjęcia obojętnego od-

fenylaminą *), która sama jednak nieraz zawodzi, zwłaszcza w obecności ligniny (*Nemec*, 87, s. 337).

Ponieważ normalnie nie chodziło mi o stwierdzenie obecności azotanów obok azotynów, więc tylko w wyjątkowych wypadkach przeprowadzałem reakcję bruną, według Lunge - Lwoff'a (*Treadwell*, 108)**).

Przy zastosowaniu postępowaniu analitycznem nie mogłem stwierdzić, jak wspomniałem, czy w danej kolbce proces nitryfikacji doszedł w danej chwili do stadjum azotanowego, czy też pozostaje w stadjum azotynowem***).

Jakościowe analizy, wykonywane przeze mnie w sposób opisany, starałem się dla lepszego uwydatnienia różnic, wyrażać do pewnego

czynu. Przy minimalnych nawet ilościach azotynów zawartość próbki przybierała wówczas barwę różowo-pomarańczową, przy większych zaś następuje wyraźnie czerwone zabarwienie i takiż osad, jak to stwierdziłem, kontrolując przyjęty sposób analizy, przyrządzonym sztucznie roztworem, zawierającym ślady zaledwie azotynu.

*) Próbę dwufenylaminową wykonywałem w probówkach, w których do 3, względnie 4 ccm roztworu dwufenylaminy w H_2SO_4 (100 ccm konc. czystego chemicznie H_2SO_4 + 0,5 g dwufenylaminy + 20 ccm destylowanej H_2O) dodawałem ostrożnie z kultur ca 1 ccm badanego płynu.

Na powierzchni zamkniętej tworzył się w razie obecności śladów azotanów, czy azotynów oryginalny niebieski pierścień. Reakcja ta jest nadzwyczaj czułą, zachodzi jednak, niestety, w obecności innych substancyj oksydujących (*Treadwell*, 108, s. 329), dlatego przeze mnie była używana tylko jako uzupełnienie dla reakcji anestetynowej.

**) Stosowana przez niektórych autorów (*Wittich*, 119, *Wilson*, 117) próba Gries - Ilsway'a (*Treadwell*, 108, s. 39), w której odczynnikiem jest dający intensywne azo-barwikowe kolory roztwór kwasu sulfanilinowego i d-nafitylaminy w rozcieńczonym kwasie octowym, — po kilku próbach musiała być przeze mnie pomimo dokładności zarzucona, gdyż nie nadaje się jej wykonanie do analiz masowych. Wymaga ona dłuższego czasu (5 — 10 minut) na sam przebieg reakcji i większych ilości płynu (ca 50 ccm), aniżeli znajduje się w kolbkach, z którymi wobec tego podwójna analiza (po 2 tygodniach i po 2 miesiącach) nie mogłaby być wykonana, nawet przy zastosowaniu rozcieńczeń. Przy jednokrotnej analizie i niewielu kolbkach można robić wyciąg zawartości kolbek z ca 20 — 30 cm destylów, bezazotynowej wody i w przesączu zadawać odczynnikami.

***) Stwierdzenie azotynów w każdej mej kulturze, zarówno wykazujących nitryfikację w badaniach ilościowych, jak i nie przeczyłoby przypuszczeniu *Wittich'a* (119, s. 50), który nie znalazł azotynów w glebie inkubowanej, jakoby przyczyną tego mogło być tworzenie się saletry w glebie wprost z amoniaku z pominięciem pośredniego stadjum azotynowego. Możliwe więc tylko, że w warunkach inkubacji u *Wittich'a* cały zapas azotynów został już dalej przemieniony w azotany.

stopnia też ilościowo. Wnosząc ze stopnia zabarwienia o stosunkach ilościowych wytworzonych azotynów, czy azotanów, przyjmowałem różne ilości znaków (+), zależnie od siły przebiegu reakcji. Uprawienie do tego dawało mi używanie stale tych samych roztworów odczynników, w tej samej ilości, wobec czego różnice w sile przebiegu reakcji mogły mieć przyczynę tylko w różnej koncentracji wyprodukowanych w poszczególnych kulturach azotynów, czy azotanów,

c) OMÓWIENIE WYNIKÓW PIERWSZEJ KONTROLI KULTUR PO 2 — 3 TYGODNIACH.

Zestawienie wyników analiz na obecność azotynów w kulturach dało zaraz po pierwszej kontroli nieoczekiwane pod wielu względami wyniki (patrz tablice Nr. 32, 33). Przedewszystkiem co do ilości bakterij nitryfikujących okazało się, iż tak różne gleby leśne pod względem gatunku, typu, jako też różniące się zasadniczo składem pokrywającego je drzewostanu, w próbkach, pochodzących z różnych poziomów, nie wykazują istotnie żadnych prawie różnic w ramach badanych rozcieńczeń. Innemi słowy, jak wykazuje szereg doświadczeń z wszystkimi kulturami, obsianymi rozcieńczeniem 1/1.000 g, objawy obecności bakterij nitryfikujących w słabym, bądź wyraźniejszym stopniu zawsze w nich występowały, a więc bakterje nitryfikujące były obecne w każdej z badanych próbek leśnych, w ilości nie mniejszej, jak 1.000 sztuk na 1 g gleby.

Obecność nitryfikantów również wykazują wyjątkowo wysiane rozcieńczenia 1/10.000, nawet z próbek, pochodzących z popiołoziemów, a więc 1.000 sztuk w 1 g nie będzie zapewne dla wielu tych gleb maksymalną granicą zawartości omawianych bakterij. Chcąc tę granicę ustalić, należało użyć jeszcze kilkakrotnie słabszych rozcieńczeń.

Widzimy, że w pobliżu dolnej granicy występowania bakterij nitryfikujących, kwasowość pomiędzy pH 5,4 a pH 3,6 (porównaj kwasowość próbek, 17) nie wywiera zbyt różnicującego wpływu na ilość tych bakterij.

Wobec wyniku analiz odpadła, niestety, możliwość badania wpływu buka i innych czynników na stosunki ilościowe bakterij nitryfikujących w glebie.

TABELA 32. Obecność azoty

Nitritbestimmung in

(po 3 i 8 tygodniach. Nach 3

Rodzaj odczynn.	p o p i o ł o z i e m													
	Podsol													
	sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche							sośnina Kiefernbestand						
Reagenz	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000
próbki z warstwy butwienia														
An	I 113	-	-	+	++	++	++	II 114	-	-	+	++	++	++
Diph		-	-		+	+			-	-		+		
Br									-					
An	III 101	-	-	+	++	++	0	IV 103	-	-	+	++	+	0
Diph		-	-		+		0		-	-	+			0
Br		-					0							0
An	IV 117	-	-	+	+	+	0	X 119	-	-	+	+	+	
Diph		-	-			+	0		-	-	+			
Br							0							
An		-	-	+	++	++	0	XII 107	-	-	+	++	++	0
Diph		-	-						-	-	+	+	+	0
Br									-	-	+			0

Objaś

Znaki z lewej strony rubryk u góry podają wynik analiz po 3 tygodniach;

An = Anestezyna, Diph =

Erklärung: Zeichen links oben geben das Prüfungsergebniss nach

An = Anästhesin, Diph = Di

nów w kulturach elektywnych
elektiven Kulturen
und 8 wöchiger Bebrütung)

b u r o z i e m Braunerde													
sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche							sośnina Kiefernbestand						
Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000

Proben aus der Humusdecke

V	121	-	-	+	+	++	++	0	VI	123	-	-	+	+	++	+	+	0
		-	-	+	+	+	+	0			-	-	++	+	+	+	+	0
		-	-	+	+	+	+	0			-	-	++	+	+	+	+	0
XXIII	109	-	-	+	+	++	++	0	XXIV	111	-	-	+	+	++	+	+	0
		-	-	+	+	+	+	0			-	-	+	+	++	+	+	0
		-	-	+	+	+	+	0			-	-	+	+	++	+	+	0
XIX	120	+++	-	+	++	++	+	0	XX	127	+	-	+	+	+	+	+	0
		+++	-	+	++	++	+	0			+	-	+	+	+	+	+	0
		+++	-	+	++	++	+	0			+	-	+	+	+	+	+	0
XI	105	-	-	+	++	++	+	0										
		-	-	+	+	+	++	0										
		-	-	+	+	+	++	0										

nienia:

znaki z prawej strony rubryk u dołu, wyniki analiz po 8 tygodniach.

Dwufenylamina, Br=Brucyna

3 Wochen an. Zeichen rechts unten dasselbe nach 8 Wochen.

phenylamin, Br = Bruzinprobe,

TABELA 33. Obecność azoty
Nitritbestimmung in
(po 3 i 8 tygodniach. Nach

Rodzaj odczyn- nika	p o p i o ło z i e m												
	Podsol												
	sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche						sośnina Kiefernbestand						
Reagenz	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000
próbki z głębokości 0 — 10 cm.													
An	I 115	-	+	-	+	+	II 116	-	+	-	+	+	+
Diph		-	+	+	+	+		-	+	+	+	+	+
Br		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
An	III 102	+	-	-	+	+	IV 104	-	-	-	+	+	+
Diph		+	+	+	+	+		-	-	-	-	-	-
Br		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
An	IX 118	+	+	-	+	+	X 120	+	+	+	+	+	-
Diph		-	+	+	+	+		+	+	+	+	+	
Br		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
An		-	-	-	-	-	XII 103	+	+	+	+	+	+
Diph		-	-	-	-	-		+	+	+	+	+	+
Br		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
An		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Diph		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
Br		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-

Objas

Znaki z lewej strony rubryk u góry, podają wynik analiz po 3 tygodniach.

An = Anatezyna, Diph =

Erkaltung: Zeichen links oben geben das Prüfungsergebniss nach

Br = Bruzinprobe, An = Anäst

nów w kulturach elektywnych.

elektiven Kulturen

3 und 8 wöchiger Bebrütung)

b u r o z i e m													
Braunerde													
sośnina z bukiem Kiefernbestand mit Buche							sośnina Kiefernbestand						
Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000	Nr.	5 g	1 g	1/10	1/100	1/1000	1/10000
Proben aus 0 — 10 cm Tiefe													
V 122	-	-	+	++	+	++	VI 124	+	+	+	+	+	++
	-	++	++	+				+	++		+		
	-							-					
XXIII 110	-	+	+	+	++	++	XXIV 112	+	+	++	+	+	+
	-	+				+		-					+
								-					
XIX 126	+++	+	++	+	+	+	XX 128	+	+	+	+	+	+
	+	+			+	+		+++					
	+							+					
XI 106	+	+	+	+	++	+							
	-	+	+	+	++	+							
	+	++	+	+	++	+							
	+												
G ₂ *) cm	+++	+++	+++	+	++	+++							
	+++	+	+	+	+	+++							
	+++	+++	+++	+++	+++	+++							

*) po 1 i 5 tygodniach — Nach 1 und 5 Wochen Bebrütung

nienia
znaki z prawej strony rubryk u dołu, wyniki analiz po 8 tygodniach.

Dwufenylamina. Br — Brucyna

3 wochen an. Zeichen rechts unten dasselbe nach 8 Wochen.

hesin, Diph = Diphenylaminprobe.

d) ZASTOJE NITRYFIKACJI W KULTURACH KOLBKOWYCH.

Zazwyczaj zauważyć się dawał pewien wzrost żywotności bakterij nitryfikujących, wyrażającej się w sile reakcji stosowanego odczynnika, w poszczególnych szeregach doświadczeń o różnych rozcieńczeniach—od 1/1000 aż do 1/10 g (względnie 1/100); następnie spotykamy się z ciekawem zjawiskiem raptownego zatrzymania rozwoju nitryfikantów w kolbkach, zadanych 1 g, bądź 5 g gleby. Z tabeli 33 okazuje się, że zjawisko to występuje nieco słabiej u próbek z głęb. 0—10 cm.

Pierwotnie zjawisko zastoju całkowicie nie wystąpiło jedynie w glebie ogrodowej, tudzież w próbkach z głębokości 0—10 cm stanowiska XIX 129, zaś słabo tylko na stanowiskach: XX 128, XI 106, XII 108 i X 120.

Wobec takiego faktu, wszystkie kolbki wstawiłem zpowrotem do termostatu, aby wyjaśnić, czy zjawisko to nie jest przejściowe oraz, aby stwierdzić, czy buk nie ma wpływu na jego przebieg.

Zjawisko zastoju, polegające na braku pojawów, zdradzających obecność bakterij nitryfikujących w kulturach obsianych nie wyciągiem glebowym, lecz bezpośrednio mniejszą, lub większą ilością gleby, nie jest, zdaje się, obce literaturze, jakkolwiek sposób jego występowania nie był jasno przedstawiony.

Christensen (18, s. 135—147) twierdzi, iż brak zdolności tworzenia azotynów przez torf wyżynny nie należy w danych warunkach przypisywać obecności istnienia substancyj wstrzymujących (powodujących zastoje), lecz wyłącznie nieobecności azotynotwórczych bakterij, co uzasadniania przy pomocy porównawczego doświadczenia z szczepionami i nieszczepionami kulturami kolbkowymi.

Chociaż torf z torfowisk wypukłych*) (wyżynnych) zbliżony jest pod niektórymi względami (kwasowość) do badanych przeze mnie suchych torfów leśnych (próbki z warstwy butwienia popiołoziemów), to jednak istnieje pod względem obecności nitryfikantów brak zgodności, gdyż, jak widzimy, bakterje te w suchych torfach leśnych są obecne, a zastoje z innych przyczyn występują. Nie chcę porównaniem tem dowodzić, aby w torfowiskach wypukłych bakterje azotynotwórcze miały też istnieć, gdyż warunki aeracji tego torfu są zupełnie inne,

*) Zamiast określających dwa rodzaje torfowisk przymiotników: wyżynne, względnie wysokie i nizinne, względnie niskie, używam określeń: wypukłe i płaskie.

aniżeli suchych torfów leśnych, a dostęp powietrza dla aerobowych bakterij nitryfikacyjnych jest pewno więcej decydujący, aniżeli kwasowość, jednak ową wzmiankę *Christensen'a* przytaczam na dowód, że już dawniej mówiono o istnieniu zastoju i substancyj hamujących.

Ze słów *Russell'a* (98, s. 56), twierdzących, że *Nitrosomonas* objawia bardzo różny stopień czynności w glebie i w kulturze (płynnej), wynika również, że zjawiska zastoju mogły być spotykane.

Stevens i Withers (101, s. 785) w badaniach porównawczych nad przydatnością metody glebowej i metody roztworów zapewne również spotkali się ze zjawiskiem zastoju, skoro mówią o wielkiej rozbieżności pomiędzy rezultatami metody kolbkowej a glebowej, w odniesieniu do nitryfikacji specjalnie, wskutek czego uważają nawet metodę, posługującą się środowiskiem płynnym, za nieprzydatną do wskazywania siły nitryfikacyjnej gleby.

Temple (cyt. u *Mattern*, 76), analizując siłę nitryfikacyjną gleb kwaśnych, wyraźnie już mówi o zjawisku zastoju. *Mattern* (l. c.) zaś obszernie analizuje zjawisko zastoju w glebie lasu bukowego w porównaniu z glebą ogrodową. Stawia ona trzy przypuszczenia co do powodów całkowitego wstrzymania, względnie opóźnionego wystąpienia objawów nitryfikacji w kulturach kolbkowych: 1) istnienie ewentualne mikrobów antagonistycznych, które dopiero nabierają znaczenia w kulturach, obsianych większą ilością gleby; 2) obecność nienależycie rozłożonych pokarmów organicznych w próchnicznej glebie leśnej, i trzecie przypuszczenie, które sama ostatecznie popiera; 3) działanie obecnych w glebie substancyj hamujących, przeszkadzających rozprzestrzenianiu się bakterij nitryfikujących, wskutek niemożności usunięcia tych substancyj przez mikroflorę w danych warunkach.

Substancje te mają według badań *Mattern* (76, s. 39) odznaczać się rozpuszczalnością w eterze (wyciąg glebowy z eterem) i w działaniu swem są zbliżone do kwasu dyhydrookystearynowego. *Waksman* (110, s. 76) przytacza wyniki *Winogradskiego* z 1922 r., że organiczna materja (1% peptonu) nitrobaktera paraliżuje, jednak go nie zabija, tak, iż po zmianie warunków może się nadal rozwijać. Jako powód tworzenia się tych substancyj hamujących w glebie uważa *Mattern* niekorzystne fizyczne (zła przewiewność) i chemiczne własności gleby, zwłaszcza ubóstwo węglanów, prowadzące do niezupełnego rozkładu materij próchnicowych.

Zaobserwowane występowanie zastoju bakterij azotynotwórczych w kulturach kolbkowych, badanych przeze mnie gleb, wobec takiego stanu rzeczy, zamierzałem użyć niejako za miarę, względnie świadectwo, o ile domieszka buka w drzewostanach sosnowych jest w stanie usunąć lub zmniejszyć w glebach leśnych warunki nienależytego rozkładu próchnicy.

Aby mieć upewnienie co do możliwości używania zjawiska zastoju w kulturach do oceny stopnia rozkładu substancij próchnicowych w różnych glebach, nasuwała się jeszcze myśl stwierdzenia przy pomocy metody biologicznej, czy przyczyną zastoju poza substancjami hamującymi nie są jakieś mikroby nietyle antagonistyczne konieczne, ile wręcz przeciwnie, nawet może korzystne dla rozwoju nitryfikacji, gdyż usuwające produkty, dokonywanej przez bakterje nitryfikujące, przemiany materji, co właśnie w danej metodzie mogło uniemożliwiać wykrycie nitryfikantów.

Mam tu na myśli mikroby *), przemieniające azotyny, względnie azotany, mające być świadectwem obecności bakterij nitryfikujących w kulturach, bezpośrednio po wytworzeniu się zpowrotem na połączenia białkowe.

Niestety, stwierdzenie tego metodą biologiczną, jak się przekonałem ze wstępnych analiz, przeprowadzić się nie dało dla braku odpowiednich porównawczych rozcieńczeń w kulturach zahamowanych i niezahamowanych i dlatego podam tutaj tylko przebieg odnośnych badań wstępnych nad analizą ogólnej ilości flory bakteryjnej w różnych kulturach żelatynowych.

Zanim przystąpiłem do przeprowadzenia badań nad ilością, istniejących w kulturach kolbek z zastojami, bakterij zużytkowujących azotyny, względnie azotany, przekonałem się drogą mikroskopowania płynu kolbek, iż pomiędzy kolbkami, w których wystąpiły zastoje, a kolbkami, niewykazującymi tego zjawiska (z gleby ogrodowej), zachodzą duże różnice.

Obraz mikroskopowy z 5 g kolbek gleby ogrodowej wykazywał wiele przeważnie skupionych, krótkich laseczników, wielkością i kształtem zbliżonych do opisów *Nitrobacter*, przy zresztą prawie pustem polu widzenia, wskutek ubogiej, mineralnej tylko pożywki.

*) Denitryfikanty, według badań *M a t t e r n* (76, s. 47), zupełnie nieobecne w podobnych glebach, w grę wchodzić nie mogły.

Ten sam mniej więcej wygląd miała kropla płynu kolbki o rozcieńczeniu 1/10 g z gleby ogrodowej, a więc również niezahamowanej.

Nie stawiając przy pomocy metod barwienia djagnozy, wysiałem po jednej kropli zawartości tych kolbek, rozcierając je na płyty z agar-em azotynowym (bez peptonu), jako pożywką elektywną. Po ca 2 tygodniach rozwinęło się na tych płytkach po kilka okrągławych, nieco brązowych, małych, kropelkowatych kolonij. Mikroskopowana substancja kolonij wykazała znów drobne komórki, zbliżone do *Nitrobacter*. W wyniku mikroskopowań widać było, że kolbki nie wykazujące reakcji anastezynowej, czy dwufenylaminowej, były istotnie pozbawione widocznej ilości bakteryj nitryfikacyjnych w płynie.

Do zbadania, czy pomiędzy płynem kolbek, wykazujących zastoje a nie wykazujących, istnieje znaczniejsza różnica w ilości bakteryj, produkujących białko, postanowiłem użyć płytkowych kultur żelatynowych, wychodząc z założenia, że bakterje takie najlepiej się rozwijają na pożywce żelatynowej.

Doświadczeniem takim starałem się odróżnić zastoje rzeczywiste, spowodowane chwilowym, lub stałym brakiem warunków rozwoju dla bakteryj nitryfikujących w kulturach, od przypuszczalnych zastołów pozornych, w wypadku niezwłocznej dalszej przemiany azotanów, rozważając w następujący sposób:

1) Zastoje pozorne — jeżeli metoda płytkowa wykaże u kolbek z zastojami stosunkowo (w porównaniu z kolbkami bez zastołów) dużo kolonij bakteryjnych, lecz w nich mało rozpuszczających żelatynę, to możemy przypuszczać, że azotyny dlatego nie dały się wykryć, ponieważ tworzące białko bakterje zmieniały go w inną formę związków azotowych.

2) Zastoje rzeczywiste (bodaj chwilowe) mogłyby mieć miejsce wówczas, gdy kolbki, niewykazujące azotynów, dawałyby na płytach żelatynowych stosunkowo dużo kolonij, ale w tem wiele rozpuszczających żelatynę. W kolbkach takich nie możnaby było wykryć azotynów, ponieważ nie wytwarzały się, wskutek nieodpowiednich warunków rozwoju dla bakteryj nitryfikujących, gdyż inaczej, gdyby się wytwarzały, to nie mogłyby być niewykrywalne, np. wskutek przemiany w inną formę związków azotowych (w ciała białkowe), ponieważ duża ilość rozpuszczających żelatynę bakteryj peptonizujących obecna w danym wypadku, zpowrotem rozkładając ciała białkowe.

nie pozwoliłaby nigdy zaniknąć całkowicie temu stadjum przemian azotu, w którym azotyny są wykrywalne.

3) Kultury normalne bez zastoju powinny na płytkach żelatynowych wykazywać stosunkowo małe ilości kolonii bakteryjnych, wskutek czego nie zachodziła możliwość zużytkowania przez mikroflorę azotynów, względnie azotanów na inne związki niewykrywalne — próbą anestezynową, dwufenylaminową, czy brucynową.

Rozpatrzmy w świetle tych rozważań wyniki analizy ilości ogólnej bakterij, ustalonej przy pomocy płytek żelatynowych, a znajdujących się w zbadanych 7-miu kolbkach z zastojami i 9-ciu kolbkach bez zastoju.

Płytki te zostały obsiane zawartością kolbek w drugim, względnie 3-im tygodniu inkubacji tychże. Do wysiewu sporządzałem z 1 cm zawartości kolbek po 3 rozcieńczenia ($1/100$, $1/1.000$, $1/10$, względnie $1/10.000$ cm) tak, iż ogółem, nie licząc 4-ch ślepych płytek, wysiałem 54 kultury płytkowe na zwyczajnej żelatynie. Załączona tabela Nr. 34 przedstawia wyniki tego doświadczenia.

Wyniki tego doświadczenia nad czysto biologiczną przyczyną występowania zastoju w kulturach nitryfikacyjnych muszą narazie przytoczyć z zastrzeżeniem, gdyż, jak uważam, za mały jest materiał cyfrowy i ponadto nasuwa wątpliwość co do możliwości porównywania ilości bakterij w kolbkach z zastojami i bez, które pierwotnie nie były obsiane równymi ilościami gleby (czy rozcieńczeniami jej wyciągu).

W kolbkach nitryfikacyjnych z warstwy butwienia ogólnie więcej znajduje się bakterij, aniżeli w próbkach gleby z głębokości 0—10 cm, a więc przebiega się tutaj jeszcze normalne rozmieszczenie zawartości bakterij w glebach, pomimo ca. 3-tygodniowej inkubacji, co dowodzi, iż jedynie mineralne (bez źródeł energii) płynne środowisko kultur nitryfikacyjnych utrudnia stosunkowo wzrost ilości bakterij i zniwelowanie się różnic.

Normalnie kolbka 5-gramowa ma więcej bakterij w 1 cm, aniżeli kolbka $1/100$, czy $1/1.000$ g. Ponieważ wszystkie kolbki bez zastoju, — to kolbki z silniejszych rozcieńczeń, więc zawierają mniej bakterij, a rozwój i wykrycie nitryfikantów są przez to możliwe.

Z tabelki powyższej Nr. 34 wnosić też możnaby, że w kolbkach 5-gramowych z zastojami (V 121 i VI 123 oraz XX 127) zastoje nitryfikacji są pozorne, zaś w XIX 125 — raczej rzeczywiste, choć może chwilowe, gdyż w pierwszym wypadku przy ogólnie dość wysokiej

TABLICA 34. Doświadczenie nad zastojami nitryfikacji w elektywnych kulturach kolbkowych. Ilość bakterij, rozwijających się na płytkach żelatynowych po 4 dniach inkubacji w 1 cm zawartości kolbek.

Untersuchung über Hemmungen der Nitrifikation in elektiven Kulturen. Anzahl der mittels Gusskulturen von Nährgelatine erzielbaren Bakterien in je 1 cm Kolbeninhalt nach 4 tägiger Bebrütung.

Kolbki z zastojami Kolben mit Hemmungserscheinungen					Kolbki bez zastojó w Kolben ohne Hemmungserscheinungen						
Z warstwy butwienia Aus der Humusdecke		Z głębokości 0—10 cm. Aus 0—10 cm Tiefe			Z warstwy butwienia Aus der Humusdecke		Z głębokości 0—10 cm. Aus 0—10 cm Tiefe				
Pochodzenie kolbki co do stanowiska, numeru próbki i rozcieńczenia wysianego Herstammung des Kolbens was Untersuchungsstelle, Probennummer und Verdünnung anbelangt											
Nr.	Sosna Kiefer	Sosna z bukiem Kie. m. Buche	Nr.	Sosna Kiefer	Sosna z bukiem Kie. m. Buche	Nr.	Sosna Kiefer	Sosna z bukiem Kie. m. Buche	Nr.	S o s n a Kiefer	Sosna z bukiem Kie. m. Buche
V 121 5 g.		1.690.000 (10.000)	V 122 5 g.		220.000 (0)	V 121 1/1000 g.		1.150.000 (0)	V 122 1/1000 g.		32.000 (0)
VI 123 5 g.	3. 20.000 (0)		VI 124 5 g.	400.000 10.000		VI 123 1/1000 g.	391.000 (0)		VI 124 1/1000 g.	36.000 (0)	
XIX 125 5 g.		3.570.000 (910.000)				XIX 125 1/1000 g.		1.349.000 (10.000)	XIX 126 5 g.		2.210.000 (100.000)
									XIX 126 1/100 g.		98.000 (0)
XX 127 5 g.	1.570.000 (100.00)					XX 127 1/1000 g.	1.100.000 (b. dużo sehr viel)		XX 128 1/100 g.	Liczenie nie- możliwe, wazy- stkie kolonie rozpuszczone Zählen unmöglich alles verflüssigt	
			Ogród Garten 1/1000 g.	163.000 (83.000)					Ogród Garten 5 g.	95.000 1.000	

U w a g a: Cyfry w nawiasach oznaczają ilości bakterij peptonizujących.
Anmerkung: Zahlen in Klammern zeigen die Anzahl der pep onisierenden Bakterien an.

ilości bakterij ilość bakterij peptonizujących jest stosunkowo znacznie mniejsza, aniżeli w drugim.

Także widzimy, iż w danej chwili jeszcze nienitryfikująca 1/1.000 g kolbka z gleby ogrodowej posiada stosunkowo dużo większą ilość ogólną bakterij i odsetek peptonizujących, aniżeli niezałamowana w nitryfikacji kolbka 5 g tej gleby, pomimo, iż naogół w większości wypadków ilość bakterij w kolbkach jest proporcjonalna do pierwotnej ilości wysianej gleby. Potwierdza to więc moje przypuszczenie co do możliwości biologicznych przyczyn t. zw. zastojów w nitryfikacji.

Z doświadczenia wynika dalsze przypuszczenie, iż w kolbkach z buroziemów przynajmniej (gdyż tylko z nich kolbki w tym kierunku badałem), zastoje są pozorne bądź rzeczywiste, lecz tylko przejściowe (t. zn. po dłuższym okresie inkubacji prawdopodobnie zanikające), co byłoby zgodne z wynikami badania nitryfikacji ilościową analizą chemiczną (patrz str. 97).

Jak przedstawia się ta sprawa w popiołoziemach, mówić trudno, gdyż niestety, badań brak. Również o wpływie buka na istotę hamowań nie mogę mówić w związku z powyższem doświadczeniem.

O ile wyniki znajdują potwierdzenie w dalszych badaniach w tym kierunku, to w pewnych wypadkach*), zastoje, czyli wstrzymanie objawów przemiany materji nitryfikantów w środowisku płynnem kolbek, zadanych większą ilością gleby — tłumaczyłbym nadmiernym odsetkiem bakterij, usuwających produkty przemiany materji bakterij nitryfikujących, dla budowy własnej substancji, który wyraża odpowiednio zwiększona ogólna ilość bakterij, rozwijających się na płytkach żelatynowych. Bakterje te dopiero w kolbkach, obsianych większą ilością gleby, znajdują warunki rozwoju, gdyż do takich kolbek wraz z glebą wprowadzamy pewne ilości substancji organicznych, mogących służyć dla nich za źródło energii.

Także udział bakterij peptonizujących jest miarodajny, ponieważ zwiększanie tego udziału wpływa na to, iż nawet w wypadkach, w których bakterje przemieniają azotyny i azotany na związki bardziej złożone (ciała białkowe), nie pozwalają one azotowi na pozo-

*) Zwłaszcza na buroziemach u gleb leśnych, próchnicowych, umiarkowanie kwaśnych.

stanie w formie wykrywalnej, jako jony NO_2 , lub NO_3 . Odnosi się to do kolb z większą ilością gleby. W każdym razie rolę pierwszorzędną odgrywają także, swoiste, zdaje się poszczególnym glebom, substancje, wstrzymujące rozwój nitryfikantów.

e) WYNIKI OSTATECZNEJ KONTROLI NA AZOTYNY W KULTURACH Z POŻYWKĄ PŁYNNĄ.

Powtórna analiza zawartości kolbek na azotyny, względnie azotany, po upływie 8-miu tygodni zasadniczo obrazu nie zmienia. Zazwyczaj reakcja przebiegała tylko nieco silniej, oraz na najżyźniejszych stanowiskach (XIX 125, XX 127) w warstwie butwienia zastoje zniknęły. W głębokości 0—10 cm częściowo zniknęły zastoje w żyźniejszych próbkach (stanowiska XI, VI, X, XII). Na ogół widać, iż zastoje w tej warstwie są znacznie słabsze, aniżeli w warstwie butwienia, wobec czego wnosić można, iż zależne są one też w dużej mierze od stosunku przymieszki próchnicy i od stopnia jej rozkładu, a zatem od stosunku węgla do azotu.

Również korzystnie na zniesienie zastoju zdaje się wpływać rucho w tym wypadku, gdy składa się prawie wyłącznie z *Calamagrostis epigeios* (stanowisko X 120). Fakt ten stoi do pewnego stopnia w związku i z przewiewnością gleby, jak tego dowodzi również brak zastoju na stan. XIX i XX, o żwirkowatych piaskach ziarnistych przy odpowiedniej żyzności.

Z porównania gleby ogrodowej z Zurychu z glebami leśnymi z Eberswalde, co dotyczy *Nitrosomonas*, widzimy, jak o wiele mniej czynne są te ostatnie. Kultury z gleby ogrodowej już po 6 dniach reagowały bardzo silnie na odczynniki, a wkońcu wszystkie kolbki wykazywały równomiernie, bez zastoju malejący szereg, odpowiednio do wysianych rozcieńczeń.

Reasumując, podnieść należy jeszcze pewne szczegóły. Ogólnie z tabel Nr. 32, 33 widać, że zastoje (o których istnieniu w lesie bukowym pisała Mattern) nie są swoiste lasom bukowym, gdyż znajdują się również i w sośninach, a zależą głównie od typu gleby. Domieszka (podszyt) buka w drzewostanach sosnowych nie oddziałuje tak silnie na glebę (nawet w wy-

padku daleko sięgających zmian, stanowiska XI i XII), a by mogła zmieniać, swoiste dla pewnych gleb w następstwie niezupełnego rozkładu materji próchnicowych, zjawisko zastoju, względnie paraliżowania rozwoju bakterij nitryfikacyjnych w kulturach na płynnej pożywce mineralnej.

Zastoje w rozwoju nitryfikantów uważam za bardzo dobry czynnik do odróżniania gleb wogóle, a w szczególności ze stanowiska nitryfikacji, lepszy od samego określania ilości bakterij nitryfikacyjnych w badanych glebach.

Ogólna ilość bakterij nitryfikujących była w danych glebach wyższa, aniżeli się spodziewać było można i zarówno na popiołoziemach, jak i na burozziemach przekraczała cyfrę 1.000 sztuk na 1 g.

Wybitnego zmniejszenia ilości bakterij nitryfikacyjnych w glebie przez domieszkę buka nie wykryto.

Znalezienie niespodziewanie dużych ilości bakterij nitryfikacyjnych w badanych przeze mnie glebach leśnych potwierdzałoby wynik badań *Romell'a* (96) ze Szwecji, który znajduje w glebach leśnych *Nitrosomonas* w dużo większych ilościach, jak w glebie rolnej.

Na właściwość danych bakterij nitryfikacyjnych może rzucić ciekawe światło fakt, iż, jak dorywczo mogłem stwierdzić, zarówno w glebie ogrodowej, jak i w niektórych glebach leśnych rozwijają się one i na pożywkach organicznych z mannitem. Mianowicie, kontrolowane ślepe kolbki z mannitową pożywką azotobaktrową reakcji anestyzyjnej i dwufemylaminowej nie dawały, jednak zachodziła ona w kolbkach z taką pożywką, obosianych mniejszą, lub większą ilością gleby. Muszą rozstrzygnąć to specjalne badania, czy w danym wypadku chodzi o specjalne mikroorganizmy nitryfikacyjne, skazane na pobieranie energii z substancji organicznej, jakie ostatnio izolał *Runow* (9) w Moskwie, czy tylko jest to specjalna rasa może przystosowana do rozwoju przy nadmiernej ilości substancji organicznej.

Znalezienie obecności bakterij nitryfikacyjnych we wszystkich badanych glebach leśnych potwierdza fakt, że każda z tych gleb, bodaj na pewien okres czasu, jednak nitryfi-

kację wywołać może, jeżeli stworzymy odpowiednie warunki (prześwietlenie, przeróbka gleby), chociaż większość z nich nie wykazywała w danej chwili nitryfikacji, nawet pomimo specjalnej inkubacji (patrz rozdział 5), bowiem odnośne bakterje, jakkolwiek w stanie latencji, przecież w glebie się znajdują.

11. OGÓLNA OCENA WPŁYWU BUKA NA CZYNNIKI BADANE I ZBIOROWE KONKLUZJE CO DO ODDZIAŁYWANIA JEGO NA POSZCZEGÓLNYCH STANOWISKACH, PRZY UWZGLĘDNIENIU WSZYSTKICH WYNIKÓW WŁASNYCH BADAŃ POPRZEDNICH.

Zmiany, wywołane przez buka w ramach danego typu gleby, są często niejednakowe w odniesieniu do jednego i tego samego czynnika tak dalece, że nieraz nawet w tej samej głębokości tendencje są różne. Naogół wyniki dadzą się jednak w następujących punktach sformułować:

1) Zdolność niesymbiotycznego wiązania azotu atmosferycznego w kulturach mannitowych, gleb, na których znajdują się sośniny ze zwartą domieszką buka, ulega w warstwie butwienia i bezpośrednio pod nią leżącej glebie mineralnej z małymi wyjątkami, osłabieniu. Fakt ten może być oceniony, jako ujemny jedynie z punktu widzenia dalszych przemian mikrobiologicznych, zależnych od stosunku węgla do azotu.

2) Buk nie mógł spowodować w warunkach doświadczeń zjawienia się *Azotobacter chroococcum*, t. j. przedstawiciela bakterij wiążących azot aerobowo, o ile był pierwotnie nieobecny w glebie, nawet w wypadku daleko idących i korzystnych zmian pod innymi względami.

3) Ilość bakterij wiążących anaerobowo wolny azot z powietrza, przyczyniających się również do rozpadu świeżych odpadków organicznych wskutek rozkładu pektynów, czyli bakterij z grupy *Bacillus amylobacter*, ulega pod wpływem buka niejednorodnym zmianom. W górnych warstwach popiołoziemów zmiany nie uwidaczniają się, względnie buk może działać obniżająco, natomiast na buroziemach, w warstwie butwienia ilość *Bacillus amylobacter* i pokrewnych zdaje się wzrastać, podczas gdy już w głębokości 0—10 cm zmian prawie niema.

4) Buk podwyższa w warstwie butwienia pierwotną (rzeczywistą) zawartość amoniaku w glebie popiołoziemów, w głębszych zaś warstwach — obniża. Na buroziemach przeciwnie, podwyższająco działa buk w głębszych warstwach, obniżająco w warstwie butwienia. Ponieważ obniżenie zawartości amoniaku w warstwie butwienia na buroziemach zdaje się być jedynie w związku z wpływającym tu korzystnie zmniejszaniem zawartości próchnicy, przeto tylko na tym typie gleby wpływ buka uznać można ogólnie za dodatni, ze względu na zawartość amoniaku.

5) Wpływ buka na odsetek amonikacyjny jest podobny do wpływu na zawartość amoniaku.

6) Siłę amoniakotwórczą gleby obniża buk w warstwie butwienia głównie buroziemów, w głębszych warstwach zdaje się ją podwyższać, na popiołoziemach rzecz się ma podobnie, gdyż buk łagodzi w głębszych warstwach występujące tu zjawisko strat na amoniaku w ciągu inkubacji.

7) Buk nie powoduje silnego zmniejszenia ilości rozwijających się w kulturach elektywnych, bakterij nitryfikacyjnych, względnie pomimo zastoju w nitryfikacji, nie jest w stanie spowodować zniknięcia tychże bakterij w glebie nawet na popiołoziemach.

8) Wpływ buka na nitryfikację w wierzchnich warstwach profilu zależy w pewnej mierze od spoistości gleby (szczyrkowatości), co jest zapewne w związku z łatwym wymywaniem azotanów. Dodatnie oddziaływanie zachodzi jedynie na glebach o profilu geologicznym umożliwiającym bukowi silne wzbogacenie chemiczne warstw wierzchnich.

Na glebach piaskowych, o ile są zdolne do nitryfikacji, następuje zazwyczaj pod wpływem zwartej domieszki buka obniżenie siły nitryfikacyjnej w warstwie butwienia i bezpośrednio pod nią leżącej, dające się przypisać niekorzystnemu dla działalności bakterji nitryfikujących stosunkowi węgla do azotu w przymieszanych substancjach organicznych.

9) Całkowity odsetek przyswajalnego azotu po inkubacji ulega w porównaniu z tymże w sośninach, obniżeniu w warstwie butwienia buroziemów, w warstwie zaś głębiej leżącej—raczej podwyższeniu. Na popiołoziemach obniżenie w warstwie butwienia występuje mniej wyraźnie, zaś głębsze warstwy wykazują zwiększenie tegoż. Wobec tego wpływ buka na odżywianie azotowe należy uznać za dodatni, gdyż chociaż w danej chwili buk nieraz różnorodnie na zawartość pokarmów azotowych w glebie wpływa, to jednak gleby

z pod drzewostanów z bukiem zdolne są na przyszłość, w sprzyjających warunkach, do intensywniejszego produkowania pokarmów azotowych.

10) Ogólna ilość bakterij aerobowych dająca się wykryć przy pomocy hodowli płytkowych nie ulega, jak powszechnie dotychczas przyjmowano we wszystkich wypadkach, zwiększeniu pod wpływem domieszki buka, owszem częściej zachodzi fakt zmniejszenia ich ilości i to zarówno na popiołoziemach, jak i na buroziemach.

Zwiększona domieszka substancji organicznej do gleby nie zawsze, jak widzimy, powoduje wzrost ilości bakterij. W sośninach bez buka wyższa często ilość bakterij w wierzchnich warstwach zależy od obfitego występowania runa zielno - trawiastego, w którego rhizosferze bakterje znajdują specjalnie dobre warunki rozwoju. Nie stwierdzonem i narazie wątpliwem pozostaje, o ile zwiększona z takiej przyczyny ilość bakterij, znamionować może poprawę siedliska dla głębiej od roślin runa, zakorzeniających się roślin drzewiastych.

11) Ilość bakterij rozwijających się w kulturach grubej warstwy cukrzonego agaru, a więc przeważnie anaerobów, ulegała pod wpływem buka zmianom, zależnym od typu. Na popiołoziemach buk mógł obniżać ilość tych bakterij wskutek zwiększenia przewietrzności surowo próchnicznej warstwy butwienia przez domieszkę liści, co jest zjawiskiem dodatniem. Na buroziemach pozbawionych z natury grubszej warstwy butwienia, opad ściółki bukowej powoduje pewne zwiększenie ilości anaerobów w stopniu tak słabym, że nie nabiera to jeszcze cech zbytniego pogarszania stosunków aeracji gleby, zwłaszcza na substratach piaszczystych.

12) Naogół mówiąc własności mikrobiologiczne, pod wpływem buka na obu typach wykazują czasowo pewne pogorszenie, pominąwszy wyjątkowe wypadki. Sądząc po wpływie buka na kwasowość w niektórych warstwach gleby, spodziewać się należało wręcz przeciwnego oddziaływania, widocznie same dodatnie zmiany kwasowości w spotkanych granicach, nie mogą być jedyną przyczyną zmian mikrobiologicznych. Wynik badań *Wittich'a* (119) znajduje wobec tego potwierdzenie, że w danych warunkach im silniejsze prześwieśtlenie, tem silniejsza jest nitryfikacja, lecz nie z samego powodu dostępu ciepła, jak on przypuszcza. Nie można jednak z tego, że rozkład substancji organicznej dokonuje się najlepiej na haliznach wnicskować, by racjonalnem było przerzedzenie, względnie całkowite usunięcie drzewostanu. W leśnictwie chodzi nam o produkcję

drewna a rozkład ściółki jest tylko środkiem mającym produkcję podnosić, nie zaś celem w samym sobie.

Oslabienie procesów mikrobiologicznych przy korzystnym podwyższeniu domieszki próchnicy w zmieszaniu z glebą mineralną, (t. j. nie w warstwie butwienia) przy równoczesnym nieobniżeniu zawartości wapna w glebie, uważam tylko za objaw przejściowy, zaś biorąc z punktu widzenia nie tylko danej chwili, wzgl. danego drzewostanu, lecz trwałej gospodarki leśnej — nawet za dodatni. Poprawie bowiem ulega wtedy zdolność potencjalna gleby, pozwalająca przy racjonalnych zabiegach na bardzo celowe wykorzystanie jej dla produkcji drewna. Na buroziemach zabiegi, zmierzające do usunięcia takich objawów, mogłyby mniej wkraczać w życie zespołów leśnych — na popiołoziemach zaś, przejściowe udostępnienie pełnego dostępu światła i ciepła co jakiś okres czasu, musiałoby być prawdopodobnie jedyną *) drogą sanacji tego ujemnego stanu, jaki wywołuje tam przejściowo buk, aby uniknąć strat w produkcji.

*

*

*

Przy oddzielnem rozpatrywaniu badanych czynników zaciera się możliwość zbiorowej oceny wpływu buka i syntezy niezbędnej dla ustalenia całokształtu oddziaływania gatunku na poszczególnych typach edaficznych. Aby to ułatwić, zestawilem na oddzielnych tablicach (patrz tabele Nr. 35, 36) w formie porównawczej ważniejsze liczbowe wyniki badań zarówno obecnych, jak i uprzednio opracowanych według stanowisk i głębokości profilu.

Jeżeli przejrzymy poszczególne czynniki w tych tabelach, to nie zauważymy, jak powiedziałem wielkiej równomierności we wpływie podszytów, tak, że dodatnią, lub ujemną ocenę wpływu buka, odnoszącą się do poszczególnych porównań, można stawiać tylko na podstawie rezultatów odnoszenia się buka do większej liczby czynników. Możliwość rozgraniczyć wpływ buka raczej według pewnych zbiorowych grup czynników, np. dotyczących niektórych własności fizycznych i chemicznych gleby, czy też czynników biologicznych, będących odbiciem całej sumy wpływów.

Jeżeli chcemy mówić o wpływie ogólnym, to należy przy klasyfikacji tegoż ustalić pewien stopień ważności pojedynczych grup

*) pominąwszy kosztowne wapnowanie, etc.

TABLICA 35. Zestawienie porównawcze niektórych czynników bada
Vergleichende Zusammenstellung mancher geprüften Faktoren, zur indi

1. Stanowiska, których typem
Untersuchungsstellen deren ursp

Sośnina z bukiem

Głębokość gleby	Nr. stanowi- ska i próbki	Wilgotność w stanie Feuchtigkeit		Maksymalna pojemność wodna Maximale Wasserkapazität	Strata żarzenia	Zawartość azotu ogólnego w Totalstickstoffgehalt in		Wiązanie azotu po- wietrz- nego (5 tyg.)	Azot a Ammo	
		świe- żym	prze- schnię- tym			całej próbce	próchnicy		Zawartość Gehalt	
		frisch	luft- trocken			ganzer Probe	Humus		pier- wotna	po inku- bacji
Bodentiefe	Stelle und Probe Nr.				Glühverlust			Luftstick- stoffbin- dung (5 Wochen)	ur- sprüng- lich	nach der Lage- rung
cm		%				g pro kg		%	mg pro kg	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Stanowisko I — ndl. Ebers

Untersuchungsstelle I. Obf.

Gleba—rodzaj: grubowarstwowy piasek pokryw

Bodengattung: starkschichtiger Deckensand (Spat

w. butw. Humusd.	13	39.4	14.23	—	44.89	9.100	24.494		70	197
0—5	133	11.3	2.37	45.2	8.14	1.680	20.639	+ 0.44	23	28
5—10	115	5.8	0.98	39.2	3.87	0.616	15.917	+ 44.86	13	27
10—15	3	8.4	0.78	40.2	3.04	0.652	21.447		11	28
15—20	4	2.6	0.71	30.3	1.99	0.364	18.292		34	39
20—30	5	2.3	0.56	30.1	1.68	0.329	19.581		12	27
30—40	6	1.5	0.25	27.7	1.20	0.210	17.500		34	13

Stanowisko III—ndl. Ebers

Untersuchungsstelle III. Obf.

Gleba—rodzaj: przemyta morena czołowa;

Bodengattung: durchgeschlämmte Endmorä

w. butw. Humusd.	15	36.4	5.78	—	31.24	6.020	19.264		30	140
0—5	101	6.3	0.96	41.4	6.39	0.449	7.027	+ 1.21	85	63
5—10	102	4.2	0.87	35.6	1.86	0.435	23.387	+ 41.51	14	?
10—20	18	2.8	0.48	31.0	1.44	0.323	22.431		14	112
20—30	19	1.9	0.50	30.4	1.25	0.294	23.520		42	84
30—40	21	2.2	0.74	31.8	1.23	0.308	25.041		14	84

ných, do oceny indywidualnej wpływu buka w każdym porównaniu
viduellen Auswertung des Buchen-Einflusses in jeder Vergleichsreihe.

pierwotnym jest popiołoziem.
rünglicher Bodentyp Podsol ist.

Kiefernbestand mit Buche

moniakalny niakstickstoff		Azot azotanowy Salpeterstick- stoff		Łączna ilość udo- stępnio- nego azotu	Kwasowość		CaO		Bakterij rozwijających się na Spaltpilzmengen gedeihend auf		
Siła amo- nifi- kacyjna	Odsetek amonifi- kacyjny	Za- war- tość ^{*)}	Odse- tek nitry- fik. Salpe- terkoef- fizient		Gesamt- menge mo- bilisierten Stickstoffs	wymie- nia całko- wita Total Aus- tausch	(elek- trom.) pH	w in	Fe ₂ O ₃	płytkach żelaty- nowych Gelatineplatten	płytkach agaro- wych Agarplatten
				Amonia- koeffizient							
%		mg/kg		%		mg/kg		ccm			
12		13		14		15		16		17	
18		19		20		21		22		23	

walce oddz. 16

Eberswalde Jag. 16.

wy. gatunek: szczerk mialowy, typ: popiołoziem.

sand). Art: feinsandiger, anlehmiger Sand, Typ: Podsol

181	2.16	0.05	0.0	197	57.6	4.0			902	870	316
22	1.67	0.1	0.0	28	33.3	4.9	0.434	2.880	348	507	72
108	4.38	0.1	0.0	27	30.1	4.5					
155	4.29	0.1	0.0	28	22.1	4.8					
15	10.71	0.8	0.0	39	10.9	5.1					
125	8.21	0.8	0.0	27	5.3	5.0					
62	6.19	0.1	0.0	13	4.6	5.4	0.371	2.950			

walce oddz. 134

Eberswalde Jag. 134.

gatunek: piasek mialowy; typ: popiołoziem

ne; Art: feinsandiger Sand, Typ: Podsol.

367	2.33	0.05	0.0	140	49.6	3.6			552	1.780	329
—26	14.03	0.0	0.0	63	15.6	4.5	0.232	1.484	72	108	42
1050	37.01	0.1	0.0	?	16.5	4.4					
700	34.67	0.1	0.0	112	11.6	4.9					
100	28.57	0.1	0.0	84	6.3	4.9					
500	27.27	0.1	0.0	84	5.3	5.1	0.212	2.155			

^{*)} Liczby podające zawartość azotu azotanów poniżej 1 mg przedstawiają wartości szacunkowe.
Die Zahlen von Salpeterstickstoff Gehalt unterhalb 1 mg stellen Schätzungswerte dar.

Tabela 35 (ciąg dalszy).

Tab. 35 Fortsetzung.

Sośnina										
Głębokość gleby	Nr. stanowiska i próbki	Wilgotność w stanie Feuchtigkeit		Maksymalna pojemność wodna Maximale Wasserkapazität	Strata żarzenia Glühverlust	Zawartość azotu ogólnego w Totalstickstoffgehalt in		Wiązanie azotu powietrznego (5 tyg.) Luftstickstoffbindung (5 Wochen)	Azot a Amm	
		świeżym	przeschniętym			całej próbie	próchnicy		Zawartość Gehalt	
									pierwotna	po inkubacji
	Bodentiefe	Stelle und Probe Nr.	frisch			luft-trocken	ganzer Probe		Humus	ur-sprünglich
cm		%				g pro kg		%	mg pro kg	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Stanowisko II. — ndl. Ebers

Untersuchungsstelle II—Obf.

Gleba—rodzaj: grubowarstwowy piasek pokryw

Bodengattung: starkschichtiger Deckensand (Spat

w. butw.	14	36.3	23.44	—	44.99	9.170	23.333		57	176
Humusd.	II 114							— 1.03		
0—5	7	8.6	1.40	29.4	6.67	1.302	19.520		23	26
5—10	116 8	3.6	0.68	35.6	3.03	0.672	22.178	+104.58	11	13
10—15	9	2.8	0.74	34.8	2.44	0.546	22.377		23	126
15—20	10	3.3	0.63	34.3	2.10	0.322	15.333		34	26
20—30	11	2.4	0.61	35.4	1.88	0.378	20.106		34	26
30—40	12	2.0	0.55	27.4	1.34	0.217	16.194		34	210

Stanowisko IV. — ndl. Ebers

Untersuchungsstelle IV—Obf.

Gleba—rodzaj: przemyta morena czołowa.

Bodengattung: durchgeschlämmte Endmo

w. butw.	16	45.3	14.19	—	32.42	7.980	24.645		33	197
Humusd.	IV 103							+ 6.07		
0—5	22	9.4	0.99	43.3	4.36	0.616	14.128	+ 66.72	14	42
	104									
1—10	23	3.4	0.52	30.4	1.91	0.448	23.456		14	14
10—20	24	2.9	0.47	29.9	1.31	0.322	24.580		14	42
20—30	25	2.5	0.96	32.3	1.36	0.266	19.559		28	28
30—40	26	3.2	1.48	32.2	1.00	0.316	31.600		71	14

Kiefernbestand

moniakalny niakstickstoff		Azot azotanowy Salpeterstick- stoff		Łączna ilość udo- stępnie- nego azotu Gesamt- menge mo- bilisierten Stickstoffs	Kwasowość Azidität		CaO		Bakteryj rozwijających się na Spaltpilzmengen gedeihend auf		
Siła amo- nifika- cyjna	Odsetek amonifi- kacyjny	Za- war- tość*)	Odse- tek nitry- fikac. Salpe- terkoef- fizient		wymie- nia całko- wita Total Aus- tausch	(elek- trom) pH	w in 30% HCl	Fe ₂ O ₃	płytkach żelaty- nowych Gelatineplatten	płytkach agaro- wych Agarplatten	cukrz. agarze w grubej warstwie Zuckeragar hoher Schicht
Amonifikacyjna Kraft		Amoniak- koeffizient		wita Total Aus- tausch							
po inkubacji nach der Lagerzeit					KCl		g pro kg		tysięcy w 1 g suchej gleby in Tausenden auf 1 g trockenen Bodens		
‰ /10		mg/kg		‰ /100		mg/kg		ccm			
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

walde oddz. 16

Eberswalde Jag. 16

owy; gatunek: piasek miałowy typ; popiołoziem
sand); Art: feinsandiger Sand; Typ: Podsol

209	1.92	0.1	0.0	176	60.8	3.8			260	402	592
13	2.00	0.1	0.0	26	30.1	4.8	0.355	2.273	127	274	83
18	1.93	0.1	0.0	13	26.8	4.7					
448	23.08	0.1	0.0	126	19.3	5.2					
— 24	8.07	0.5	0.0	26	14.4	5.1					
— 24	6.88	0.2	0.0	26	8.4	5.5					
518	96.77	0.1	0.0	210	7.4	5.6	0.281	2.644			

walde oddz. 134

Eberswalde jag. 134.

gatunek: piasek miałowy, typ: popiołoziem
räne :Art: feinsandiger Sand; Typ: Podsol

497	2.47	0.1	0.0	197	43.2	4.3			2.006	9.639	329
200	6.89	0.5	0.0	42	20.0	4.0	0.376	1.353	995	188	81
0	3.13	0.7	0.0	14	16.5	4.2					
200	13.04	0.9	0.0	42	12.3	4.4					
0	10.53	0.8	0.0	28	9.8	4.7					
— 80	4.43	0.1	0.0	14	6.3	5.0	0.355	1.492			

Tabela 35, (ciąg dalszy).

Tab. 35 Fortsetzung.

Sośnina z bukiem										
Głębo- kość gleby	Nr. Stanowi- ska i próbki	Wilgotność w stanie Feuchtigkeit		Maksymalna pojemność wodna Maximale Wasserkapazität	Strata żarzenia	Zawartość azotu ogólnego w Totalstickstoffgehalt in		Wiązanie azotu po- wietrz- nego (5 tyg.)	Azot a Ammo	
		świe- żym	przes- chnię- tym			całej próbie	próchnicy		Zawartość Gehalt	
		frisch	luft- trocken			ganzer Probe	Humus		pier- wotna	po inku- bacji
Bodentiefe	Stelle und Probe Nr.				Glühverlust			Luftstick- stoffbin- dung (5 Wochen)	ur- sprüng- lich	nach der Lage- rung
cm.		%				g pro kg		%	mg pro kg	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Stanowisko IX ndl: Bie Untersuchungsstelle IX. Gleba—rodzaj: piasek pradolinowy; ga Bodengattung: Talsand; Art:										
w. butw. Humusd.	IX { 51 117	20.9	9.45	—	39.01	4.774	12.244	— 24.89	77	112
0—10	{ 52 118	4.9	1.52	51.9	4.64	0.962	20.732	+ 57.47	56	56
10—20	53	2.7	0.85	39.7	2.57	0.449	17.471		21	70
20—30	54	1.7	0.62	28.7	1.35	0.225	16.667		14	—
Stanowisko XV. Las miejski Untersuchungsstelle XVII. Stadt Gleba—rodzaj: piasek aluwialny; ga Bodengattung: Alluvialsand.										
w. butw. Humusd.	XV 70	47.2	5.61	180.0	24.10	3.931	16.307		28	110
0—10	71	4.3	0.68	37.3	3.25	0.534	16.431		28	21
30—40	72	1.0	0.35	28.0	0.89	0.140	15.736		28	10
Stanowisko XVII—Las miejski Untersuchungsstelle XVII. Stadt Gleba—rodzaj: morena czołowa; gatunek: szczyrkowa Bodengattung: Endmoräne, Art: anlehmgiger fein										
w. butw. Humusd.	XVII 76	10.2	5.61	—	30.55	5.265	17.234		126	237
0—10	77	4.4	0.68	35.2	2.58	0.393	15.233		35	21
30—40	—	1.3	0.35	—	—	—	—		—	—

Kiefernbestand mit Buche

moniakalny niakstickstoff		Azot azotanowy Salpeterstick- stoff		Łączna ilość udo- stępnio- nego azotu	Kwasowość Azidität		CaO		Bakterij rozwijających się na Spaltpilzmengen gedeihend auf		
Siła amo- nifika- cyjna	Odsetek amonifi- kacyjny	Za- war- tość*)	Odse- tek ni- tryfi- kac. Salpe- terkoef- fizient	Gesamt- menge mo- bilisierten Stickstoffs	wy- mien- na całko- wita Total Aus- tausch	(elek- trom) pH	w in 30% HCl	Fe ₂ O ₃	płytkach żelaty- nowych Gelatineplatten	płytkach agaro- wych Agarplatten	cukrz agasze w grubej warstwie Zuckeragar hoher Schicht
Ammo- nifika- tions Kraft		Gehalt				w in					
		po inkubacji nach der Lagerzeit				KCl			tysięcy w 1 g suchej gleby in Tausenden auf 1 g trockenen Bodens		
%		mg/kg	%	mg/kg	ccm		g pro kg				
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

senthal oddz: 122

Obf. Biesenthal Jag 122

tunek: piasek pylasty; typ: popiołoziem

Staubsand, Typ: Podsol

45	2.35	0.1	0.0	112	35.2	4.2			317	1.881	155
0	5.82	0.1	0.0	56	32.2	4.0	0.416	3.086	298	210	41
233	15.59	0.1	0.0	70	16.1	4.5					
—	—	—	—	—	9.1	4.9	0.271	4.840			

Frankfurt n/O oddz: 151

wald Frankfurt a. O. Jag. 151.

tunek: piasek ziarnisty; typ: popiołoziem

Art: Grobsand, Typ: Podsol

293	2.80	0.0	0.0	110	2.88	4.5					
— 25	3.93	0.0	0.0	21	18.9	4.5	0.332	2.416		408	
— 64	7.14	0.05	0.0	10	1.9	5.2	0.231	1.826			

Frankfurt n/O oddz: 141

wald Frankfurt a. O. Jag. 141

ty piasek miślowy; typ: popiołoziem (zdg. buroziem)

sandiger Sand, Typ: Podsol (degener, Braunerde)

88	4.50	0.5	0.0	237	38.4	4.2					
— 40	5.34	0.1	0.0	21	15.1	4.7	0.352	2.819		697	
—	—	—	—	—			—				

Tabela 35 (ciąg dalszy).

Tab. 35 Fortsetzung.

Sośnina										
Głębo- kość gleby	Nr. stanowi- ska i próbki	Wilgotność w stanie Feuchtigkeit		Maksymalna pojemność wodna Maximale Wasserkapazität	Strata zarzenia Glühverlust	Zawartość azotu ogólnego w Totalstickstoffgehalt in		Wiązanie azotu po- wietrz- nego (5 tyg.) Luftstick- stoffbin- dung (5 Wochen)	Azot a Ammo	
		świe- żym	przes- chnię- tym			całej próbce	próchnicy		Zawartość Gehalt	
		frisch	luft- trocken			ganzer Probe	Humus		pier- wotna	po inku- bacji
Bodentiefe	Stelle und Probe Nr.								ur- sprüng- lich	nach der Lage- rung
cm		%				g pro kg.		%	mg pro kg	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Stanowisko X ndl. Ebers Untersuchungsstelle X Obf. Gleba—rodzaj: piasek pradolinowy; ga Bodengattung: Talsand; Art:										
w. butw. Humusd.	X { 55 110	33.6	8.81	—	48.85	7.266	14.882	+ 5.65	70	105
0—10	{ 56 120	4.2	1.04	43.2	2.85	0.639	22.421	+ 68.61	21	21
30—40	57	1.7	0.45	28.6	1.01	0.294	29.109	—	—	—
Stanowisko XVI. Las miejs Untersuchungsstelle XVI. Stadt Gleba—rodzaj: piasek aluwialny; gat Bodengattung: Alluvialsand										
w. butw. Humusd.	XVI 73	28.7	3.58	—	16.12	2.597	16.118	—	42	168
0—10	74	4.0	0.55	35.0	2.72	0.541	19.690	—	70	24
30—40	75	0.8	0.44	29.3	1.17	0.225	19.231	—	50	22
Stanowisko XVIII Las miejs Untersuchungsstelle XVIII. Stadt Gleba—rodzaj: morena czołowa; gatunek: szczerkowa Bodengattung: Endmoräne; Art: anlehmgiger feins										
w. butw. Humusd.	XVIII 78	13.5	4.66	—	26.27	4.493	17.124	—	70	183
0—10	79	3.7	0.72	38.7	3.08	0.562	18.247	—	28	14
30—40	80	1.5	0.37	32.4	1.09	0.183	16.789	—	35	7

Kiefernbestand

moniakalny niakstickstoff		Azot azotanowy Salpeterstick- stoff		Łączna ilość udo- stępnio- nego azotu	Kwasowość		CaO		Bakterij rozwijających się na Spaltpilzmengen gedeihend auf		
Siła amo- nifika- cyjna	Odsetek amonifi- kacyjny	Za- war- tość*)	Odse- tek nitry- fik. Salpe- terkoef- fizient		Azidität		w in	Fe ₂ O ₃	płytkach żelaty- nowych Gelatineplatten	płytkach agaro- wych Agarplatten	cukrz.-agarze w grubej warstwie Zuckeragar hoher Schicht
Ammonifika- tions Kraft	Amoniak- koeffizient	Gehalt		Gesamt- menge mo- bilisierten Stickstoffs	wy- mien- na całko- wita Total Aus- tausch	(elek- trom.) pH	30% HCl				
po inkubacji nach der Lagerzeit						w in			tysiący w 1 g suchej gleby in Tausenden auf 1 g trockenen Bodens		
		mg/kg		mg/kg	ccm	KCl	g pro kg				
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

walde oddz. 90

Eberswalde Jag. 90.

tunek: piasek pylasty; typ: popiołoziem

Staubsand: Typ: Podsol.

50	1.45	0.1	0.0	105	33.6	4.1			1.996	1.857	399
0	3.29	0.5	0.0	21	22.2	4.3	0.323	3.506	741	1.13	33
—	—	—	—	—	4.2	4.9	0.492	2.953			

ki Frankfurt n/O. oddz. 151

wald Frankfurt a. O. Jag. 151.

nek: piasek ziarnisty; typ: popiołoziem

Art: Grobsand; Typ: Podsol.

300	6.47	0.05	0.0	168	54.4	3.7					
—66	4.44	0.1	0.0	24	16.5	4.6	0.312	2.765		698	
—56	9.78	0.05	0.0	22	1.8	5.2	0.311	2.149			

aki Frankfurt n/O. oddz. 141

wald Frankfurt a. O. Jag. 141.

typ: piasek mialowy; typ: popiołoziem (zdg. buroziem)

andiger Sand: Typ: Podsol (degener Braunerde)

161	4.07	0.25	0.0	183	19.2	4.2					
—50	2.49	0.04	0.0	14	15.4	4.6	0.473	2.820		1.660	
—80	3.83	0.5	0.0	7	6.7	5.3	0.562	2.007			

nych do oceny indywidualnej wpływu buka w każdym porównaniu.
viduellen Auswertung des Buchen-Einflusses in jeder Vergleichsreihe.

zasadniczym jest popiołoziem.
sätzlicher Bodentyp Podsol ist.

Kiefernbestand mit Buche

moniakalny niakstickstoff		Azot azotanowy Salpeterstick- stoff		Łączna ilość udo- stępnio- nego azotu Gesamt- menge mo- bilisierten Stickstoffs	Kwasowość Azidität		CaO		Bakteryj rozwijających się na Spaltpilzmengen gedeihend auf				
Siła amo- nifika- cyjna	Odsetek amonifi- kacyjny	Za- war- tość*)	Odse- tek nitry- fik. Salpe- terkoef- ficient		wymie- nna całko- wita Total Aus- tausch	(elek- trom.) pH	w in 30% HCl	Fe ₂ O ₃	płytkach żelaty- nowych Gelatinplatten	płytkach agaro- wych Agarplatten	cukrz. agarze w grubej warstwie Zuckeragar hoher Schicht		
												po inkubacji nach der Lagerzeit	
Ammo- nifika- tions Kraft		Gehalt											
%		mg/kg		%		mg/kg		ccm		g pro kg			
tysięcy w 1 g suchej gleby in Tausenden auf 1 g trockenen Bodens													
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		

walce oddz. 22

Obf. Eberswalde Jag. 22

nej; gatunek: szczerk mialowy; typ: buroziem

Art: feinsandiger lehmiger Sand; Typ: Braunerde

50	1.62	42.0	0.81	126	12.8	5.4			990	1.621	974
250	10.29	2.0	0.42	51	16.1	4.6	0.938	5.921	482	471	236
100	15.95	6.1	1.74	62	11.9	4.7					
0	4.75	4.5	1.53	19	7.5	5.0					
—	—	—	—	—	2.5	5.5					
100	25.00	0.65	0.58	29	1.9	5.6	1.175	8.574			

walce, oddz. 35

Obf. Eberswalde Jag. 35

kowaty piasek pylasty, typ: słaby buroziem

Staubsand, Typ: schwach ausgebildete Braunerde

56	3.19	30.4	0.49	227	9.6	4.7			950	1.425	700
0	9.66	0.5	0.06	85	14.5	4.4	0.543	4.071	101	91	36
40	14.24	1.0	0.34	43	12.6	4.5					
—	—	—	—	—	10.0	4.8					
—	—	—	—	—	9.1	4.8					
—	—	—	—	—	9.5	4.8	0.655	5.411			

walce, oddz. 106

Obf. Eberswalde Jag. 106.

gatunek; szczerkowy piasek pylasty; typ: buroziem

lehmiger Staubsand, Typ: Braunerde

67	2.23	32.4	0.69	137	4.8	5.7			3.460	3.500	1.038
167	6.09	0.3	0.03	56	16.8	4.7	0.538	3.930	554	1.812	377
140	35.44	0.25	0.11	84	9.5	5.1	0.523	4.761		1.920	

*) Por. odsyłacz na str. 219.
Siehe Anmerkung auf Seite 219

Kiefernbestand

moniakalny niakstickstoff		Azot azotanowy Salpeterstick- stoff		Łączna ilość udo- stępnio- nego azotu		Kwasowość Azidität		CaO		Bakteryj rozwijających się na Spaltpilzmengen gedeihend auf										
Siła amoni- fikacy- cyjna	Odsetek amoni- fikacyj- ny	Za- war- tość*)	Odse- tek nitry- fikac. Salpe- terkoef- fizient	Gesamt- menge mo- bilisierten Stickstoffs	wymien- na całko- wita Total Aus- tausch	(elek- trom) pH	w in	Fe ₂ O ₃	30% HCl	w in	płytkach żelaty- nowych Gelatineplatten	płytkach agaro- wych Agarplatten	cukrz. agarze w grubej warstwie Zuckeragar hoher Schicht							
														Amonia- koeffizient		po inkubacji nach der Lagerzeit		KCl	g pro kg	tysięcy w 1 g suchej gleby in Tausenden auf 1 g trockenen Bodens
														%		mg/kg	%			
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23									

walde oddz. 22 b.

Eberswalde Jag. 22 b.

nej; gatunek: szczerk miąłowy; typ: buroziem

Art: feinsandiger lehmiger Sand; Typ: Braunerde

56	4.20	11.5	0.25	208	12.8	5.2			1.568	2.271	920
200	14.63	12.2	2.13	96	15.1	4.7	0.737	4.314	1.056	737	184
100	15.00	8.1	2.89	50	12.3	5.1					
300	20.00	1.1	0.39	57	7.5	5.3					
—	—	—	—	—	3.2	5.5					
—	—	—	—	—	3.0	5.5	0.884	6.037			

walde oddz. 36

Eberswalde Jag. 36

nek; piasek pylasty; typ: słaby buroziem.

sand; Typ: schwach ausgebildete Braunerde

71	4.79	40.2	0.83	272	6.4	4.7			229	1.075	80
—71	1.47	12.2	1.72	96	14.7	4.2	0.455	2.698	137	74	35
—20	11.72	8.1	1.05	50	10.5	4.6					
—	—	—	—	—	6.8	4.9					
—	—	—	—	—	2.1	5.3					
—	—	—	—	—	1.1	5.5	0.603	4.453			

walde oddz. 73

Eberswalde Jag. 73.

wowy; gatunek: piasek pylasty; typ: popiołoziem.

Art: Staubsand, Typ: Podsol.

50	2.47	0.1	0.0	84	38.4	4.3			271	258	68
—33	6.64	0.1	0.0	14	15.4	4.4	0.212	1.893	132	220	63
—33	8.33	0.1	0.0	14	3.7	4.9	0.311	1.477		906	

Tabela 36 (ciąg dalszy).

Tab. 36 Fortsetzung.

Sośnina z bukiem

Głębo- kość gleby	Nr. stanowi- ska i próbki	Wilgotność w stanie Feuchtigkeit		Maksymalna pojemność wodna Maximale Wasserkapazität	Strata żarzenia	Zawartość azotu ogólnego w Totalstickstoffgehalt in		Wiązanie azotu po- wietrz- nego (5 tyg.)	Azot a Ammo	
		świe- żym	przes- chnię- tym			całej próbce	próchnicy		Zawartość Gehalt	
		frisch	luft- trocken			ganzer Probe	Humus		pier- wotna	po inku- bacji
Bodentiefe	Stelle und Probe Nr.							Luftstick- stoffbin- dung (5 Wochen)	ur- sprüng- lich	nach der Lage- rung
cm		%				g pro kg		%	mg pro kg	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Stanowisko XIII. Frank

Untersuchungsstelle XIII. Stadt

Gleba — rodzaj: morena czołowa, gatunek:

Bodengattung: Endmoräne; Art: anlehmi

w. butw. Humusd.	XIII 64	10,2	4,21	—	23.12	4.949	21.406		77	161
0—10	65	4,4	0.64	42,4	3.23	0.356	11.022		28	42
30—40	66	1,3	0.32	32,3	1.10	0.183	16.634		42	28

Stanowisko XIX. ndl. Bie

Untersuchungsstelle XIX.

Gleba—rodzaj: żwirki pradolinowe, gatunek:

Bodengattung: Talgrand; Art: gran

w. butw. Humusd.	XIX 81	24.9	3.69	—	15.27	4.001	26.230		112	126
0—10	125	6.9	1.29	44.9	5.56	0.997	17.932	+ 13.17	56	140
30—40	126	1.3	0.40	33,3	1.35	0.168	12.444	+ 45.71	56	112
	83									

Stanowisko XXI ndl.

Untersuchungsstelle XXI.

Gleba—rodzaj: morena denna, gatu

Bodengattung: Grundmoräne; Art: staub

w. butw. Humusd.	XXI 87	38.8	4.05	—	20.02	5.195	25.975		84	118
0—10	88	7.2	0.77	47.2	3.19	0.505	15.831		70	86
30—40	89	1.9	0.29	31.9	1.06	0.140	13.208		56	67

Kiefernbestand mit Buche

amoniakalny azotostickstoff		Azot azotanowy Salpeterstick- stoff		Łączna ilość udo- stępnio- nego azotu Gesamt- menge mo- bilisierten Stickstoffs	Kwasowość Azidität		CaO w in 30% HCl	Fe ₂ O ₃	Bakteryj rozwijających się na Spaltpilzmengen gedeihend auf							
Siła amo- nifika- cyjna	Odsetek amonifi- kacyjny Amoniak- koeffizient	Za- war- tość*)	Odse- tek nitry- fik. Salpe- terkoef- ficient		wymie- na całko- wita Total Aus- tausch	(elek- trom.) pH			w in KCl	płytkach żelaty- nowych Gelatinplatten	płytkach agaro- wych Agarplatten	cukrz.-agarze w grubej warstwie Zuckeragar hoher Schicht				
Amonia- koeffizient Kraft		Gehalt			w in							tysięcy w 1 g suchej gleby in Tausenden auf 1 g trockenen Bodens				
po inkubacji nach der Lagerzeit		mg/kg			ccm		KCl			g pro kg						
%		mg/kg		%		mg/kg		ccm		KCl						
12		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				

furt n/O. oddz. 79.

wald Frankfurt a. O. Jag. 79.

szczerkowy piasek miałowy; typ: buroziem.

Ger, feinsandiger Sand. Typ: Braunerde.

109	3.25	2.3	0.05	163	7.2	5.7						
50	11.80	0.3	0.08	42	18.9	4.3	0.574	3.220			905	
—33	15.30	0.05	0.03	28	11.0	4.5	0.532	3.623				

senthal oddz. 280 f.

Obf. Biesenthal, Jag. 280 f.

żwirkowy piasek ziarnisty; typ: buroziem.

diger Grobsand; Typ: Braunerde

13	3.15	52.2	1.30	178	4.8	5.3				6.347	3.181	1.707
150	14.42	6.1	0.61	146	8.8	4.9	0.770	5.680		969	838	
100	66.67	0.1	0.06	112	4.4	5.0	0.653	5.040			950	213

Chorin, oddz. 13b.

Obf. Chorin, Jag. 13b.

nek: szczerk pylasty; typ: buroziem.

sandiger lehmiger Sand; Typ: Braunerde.

40	2.27	8.4	0.16	126	2.4	5.4						
23	17.03	0.5	0.10	87	20.0	4.0	0.595	4.978			668	
20	47.88	0.5	0.36	68	8.1	4.5	0.371	4.282				

Tabela 36, (ciąg dalszy).

Tab. 36 Fortsetzung.

Sośniferne bestand																												
Głębokość gleby	Nr. Stanowiska i próbki	Wilgotność w stanie Feuchtigkeit		Maksymalna pojemność wodna Maximale Wasserkapazität	Strata żarzenia Glühverlust	Zawartość azotu ogólnego w Totalstickstoffgehalt in		Wiązanie azotu powietrznego (5 tyg.) Luftstickstoffbindung (5 Wochen)	Azot amonowy Ammoniumstickstoff		Azot azotanowy Salpeterstickstoff		Łączna ilość udostępnionego azotu Gesamtmenge mobilisierten Stickstoffs	Kwasowość Azidität		CaO w in 30% HCl	Fe ₂ O ₃	Bakterij rozwijających się na Spaltpilzmengen gedeihend auf										
		świeżym frisch	przeschniętym luft trocken			całej próbie ganzer Probe	próchnicy Humus		Zawartość Gehalt	Odszetek amonifikacyjny Amoniak-koeffizient	Zawartość*) Gehalt	Odszetek nitryfikac. Salpeterkoeffizient		wymien-na całkowita Total Austausch	(elektrom) pH w in KCl			płytkach żelatynowych Gelatinplatten	płytkach agarowych Agarplatten	cukrz. agasze w grubej warstwie Zuckeragar hoher Schicht								
																					pierwotna ur-sprünglich	po inkubacji nach der Lagerung	po inkubacji nach der Lagerzeit	wymien-na całkowita Total Austausch	(elektrom) pH w in KCl	płytkach żelatynowych Gelatinplatten	płytkach agarowych Agarplatten	cukrz. agasze w grubej warstwie Zuckeragar hoher Schicht
cm.	Stelle und Probe Nr.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23						
Stanowisko XIV. Las miejski Frankfurt n/O. oddz. 80. Untersuchungsstelle XIV. Stadtpark Frankfurt a. O. Jag. 80. Gleba — rodzaj: morena czołowa, gatunek ziarnisty, typ: zdegener. buroziem Bodengattung: Endmoräne; Art: Grobkornig; Typ: degener. Braunerde																												
w butw. Humusd.	XIV 67	18.5	4.27	—	16.11	4.107	25.497		105	239	128	5.82	0.4	0.01	239	4.8	4.8											
0—10	68	5.1	0.64	40.1	2.68	0.379	14.142		14	31	121	8.18	0.5	0.13	32	12.6	4.4	0.573	3.442		590							
30—40	69	1.1	0.21	30.1	0.76	0.112	14.737		14	0	100	0.0	0.5	0.45	1	6.7	4.6	0.351	2.676									
Stanowisko XX. ndl. Bielefeld, oddz. 287. Untersuchungsstelle XX. Oberrheinthal, Jag. 287. Gleba—rodzaj: żwirki pradolinowe, gatunek kowaty piasek ziarnisty; typ: buroziem. Bodengattung: Talgrande; Art: grobkornig; Typ: Braunerde.																												
w butw. Humusd.	XX 84	31.8	4.40	—	18.50	4.844	26.189		98	253	38	5.22	65.0	1.34	318	6.4	4.9											
0—10	127	5.0	0.90	44.0	5.37	1.025	19.088	+ 15.39	42	28	33	2.73	13.8	1.35	42	9.5	4.8	0.777	5.095	19.640	16.039	942						
30—40	128	0.9	0.34	28.9	0.99	0.295	29.798	+ 55.41	98	28	71	9.49	0.15	0.05	28	0.5	5.7	0.843	4.686	451	1.010	161						
Stanowisko XXII. ndl. Bielefeld, oddz. 13b Untersuchungsstelle XXII. Oberrheinthal, Jag. 13b Gleba—rodzaj: morena denna; gatunek szczyrkowaty piasek pylasty; typ: popiołoziem (zdeg. buroziem) Bodengattung: Grundmoräne; Art: anlehmsand; Typ: Podsol (degener. Braunerde)																												
w butw. Humusd.	XXII 90	38.3	5.62	—	35.88	5.879	16.421		126	157	25	2.66	0.05	0.0	157	24.0	4.2											
0—10	91	6.5	0.60	45.5	2.67	0.674	25.234		35	30	14	4.45	0.1	0.0	30	12.3	4.0	0.392	3.360		1.226							
30—40	92	2.3	0.26	33.3	0.89	0.168	18.876		35	0	100	0.00	0.0	0.0	0	3.9	4.6	0.481	3.609									

czynników, według ich doniosłości, jako czynników minimum w danych warunkach glebowych. Chodzi tu zwłaszcza o ustalenie pierwszeństwa pomiędzy własnościami chemicznymi a fizycznymi, gdyż biologiczne są zbiorowym efektem obu pierwszych.

W badanych obszarach i gatunkach gleb pierwotnymi i ważniejszymi okazywały się własności chemiczne i dlatego zmianie tychże będę przypisywał większe znaczenie. W ramach poszczególnych grup czynników również nie wszystkim z pośród badanych przypisać można jednakową wartość, jak to widać z poprzednich rozdziałów, gdzie rozważałem i starałem się uwypuklić biologiczne znaczenie każdego z nich.

W porównywanych profilach dadzą się rozróżnić trzy warstwy, wykazujące odmienny charakter wpływu buka. Do pierwszej zaliczyć należy warstwę butwienia, oraz glebę z głębokości 0—5 cm, jako t. zw. sferę powierzchniową, odpowiadającą mniej więcej t. zw. poziomowi akumulacji — stojącą pod wpływem domieszki surowych, lub niezupełnie rozłożonych odpadków buka; do drugiej — glebę, pochodzącą z głębokości mniej więcej od 0, względnie od 5 cm pod pokładem butwienia do 20, względnie 30 cm, zależnie od głębokości rozpoczęcia się silniejszego rozrostu korzeni buka, jako t. zw. sferę przejściową, odpowiadającą jakby poziomowi eluwialnemu, będącą głównie pod wpływem infiltrowanej, rozłożonej próchnicy, produkowanej w zwiększonej mierze przez buka; do trzeciej zaliczam warstwę najgęstszego rozprzestrzenienia korzeni buka; w moich doświadczeniach będzie to gleba z głębokości 30—40 cm, względnie 20—40 cm pod pokładem butwienia, stanowiąca tak zwaną sferę korzeniową (warstwę ukorzenienia), która naodwrot znajduje się pod wpływem pobierania licznych związków pokarmowych przez buka i odpowiada zapewne już poziomowi iluwialnemu, względnie jego zaczątkowi przynajmniej.

Odnosnie niektórych czynników, wystarczy wyróżnić tylko dwie sfery: powierzchniową i korzeniową. Jedynie w wypadkach uchwytnych makroskopowo, wybitnych zmian pod wpływu buka, zacierać się mogą różnice, umożliwiające wydzielenie wspomnianych sfer, co zachodziło przy odmienności typu gleby pod sośniną, a pod sośniną z bukiem (buroziemy warunkowe).

Potrzeba wydzielenia wspomnianych sfer uwydatnia się przede wszystkim w badaniach wilgotności, straty żarzenia, zawartości wapna, kwasowości i przyswajalnego azotu.

A. Rozpatrzenie porównań wpływu buka na popiołoziemach.

Porównanie I/II.

W sferze powierzchniowej działa buk ujemnie jedynie na wilgotność próbek przeschniętych i ewentualnie siłę amonifikacyjną, oraz ilość bakterij anaerobowych, podwyższa zaś zawartość azotu w próchnicy, jakkolwiek ogólny odsetek próchnicy, jak i azotu nie ulega zmianie. W sferze powierzchniowej wpływ buka, jak widzimy z tabel, można uznać tutaj naogół za dodatni.

W sferze przejściowej 0 — 15 cm daje się zauważyć dodatni wpływ na badane własności fizyczne, zawartość wapna, żelaza, oraz ilość bakterij. Co dotyczy natomiast przemian azotu i kwasoty, wpływ tu jest raczej ujemny.

W sferze korzeniowej od 20 — 40 cm buk wykazuje oddziaływanie ujemne z małymi wyjątkami, gdyż zwiększenie zawartości wapna i żelaza biorę tu na karb znacznie większej też zawartości cząstek iłowych na stanowisku pod bukiem. Wpływ taki można przypisać w danym porównaniu samemu bukowi tylko o tyle, o ile przez niego, jak należy przypuszczać spowodowane jest znalezione tutaj zwiększenie zawartości w glebie cząsteczek iłowych, które dość silnie występowało.

Sumarycznie biorąc, takie oddziaływanie, pomimo zaznaczającego się wyczerpywania warstwy korzeniowej, skłonny jestem uznać naogół za dodatnie. Z punktu widzenia gleboznawczego — bo przeciwdziała silniejszemu zróżnicowaniu poziomów glebowych, znamionującemu silniejsze starzenie się gleby. Z punktu widzenia hodowlanego — bo dodatnie zmiany w warstwach wierzchnich i przejściowych zapowiadają dla przyszłych pokoleń lasu, przy odpowiednich zabiegach gospodarczych, nadchodzące zwiększone ilości pokarmu.

W takim razie porównanie I/II trzeba uważać za przykład dodatniego wpływu buka nawet na popiołoziemach, wytwarzających się



Ryc. 19. Eberswalde, Oddz. (Jag.) 16

Fot. autor

Profil przerzedzonego (wskutek żeru sówki-chojnowki) drzewostanu sosnowego z podszytem buka w pobliżu stanowiska I-go, widziany od strony sosniny litej na stanowisku II.

Profil des (infolge Foreulenfrasses) durchlichteten Kiefernbestandes mit Buchenunterbau nahe der Untersuchungsstelle Nr. I, gesehen vom reinen Kiefernbestand auf der Stelle II, aus.

na grubo - warstwowych, pokrywowych piaskach miałowych dy-luwjum, o ile nie są zbyt ubogie.

Porównanie III/IV.

W sferze „powierzchniowej“ wpływ buka jest pod wszystkimi względami ujemny. W sferze „przejściowej“ zauważyć się daje dodatni wpływ pod niektórymi względami, np. co do zawartości próchnicy i kwasoty. W sferze „korzeniowej“ wpływ jest podobnie



Fot. autor

Ryc. 20. Eberswalde, Oddz. (Jag.) 16

Wnętrze przerzedzonego drzewostanu sosnowego z podszytem buka na stanowisku Nr. 1.

Das Innere des durchlichteten mit Buchen unterbauten Kiefernbestandes auf der Stelle Nr. 1.

jak w powierzchniowej ujemny, z wyjątkiem kwasoty, na karb której kładę zdolność zwiększenia produkcji amoniaku w czasie inkubacji.

Uwzględniwszy nieznaczną nawet podwyżkę mikropelitu, muszę, ogólnie rzecz biorąc, uznać wpływ buka w tem porównaniu z a ujemny w danej chwili. Przyczynę tego upatruję w wielkim ubóstwie chemicznym, zbliżającym glebę do granic minimum możliwości edaficznego zasięgu buka. Tak więc na popiołoziemiu powsta-

jącym z przemytej moreny czołowej o ubogim piasku miałowym jest wpływ buka ujemny.

Porównanie IX/X.

W sferze powierzchniowej wpływ buka jest ujemny z wyjątkiem oddziaływania na zawartość amoniaku i zdolność jego wytwarzania, jeżeli nie uwzględnimy nieznacznej podwyżki wilgotności higroskopijnej. W sferze przejściowej, jak zwykle, poprawia i tu buk niektóre dalsze zwłaszcza fizyczne własności gleby; natomiast w sferze korzeniowej, w odniesieniu do większości czynników, ponownie się zaznacza ujemny wpływ wyczerpywaniem gleby z wapna, amoniaku etc.

I to porównanie nakazuje więc zaklasyfikować produkcję drewna bukowego na pradolinowych piaskach pylastych o typie popiołozemu, jako połączoną z ujemnym wpływem na glebę.

Porównanie XV/XVI.

W sferze powierzchniowej buk zmienia dodatnio niektóre własności fizyczne i kwasowość, pomimo to osłabia procesy mikrobiologiczne, odnoszące się do rozkładu związków azotowych.

W sferze przejściowej stan ten jeszcze się nie pogarsza pomimo, że występuje tu już podwyżka kwasoty, ilość bakterij ulega zmniejszeniu, spada zawartość azotu, buk zdaje się łagodzić jedynie dezamoniifikację a w zawartości wapna różnie prawie że niema.

W sferze korzeniowej wpływ buka na polu wszystkich czynników jest ujemny, z wyjątkiem podwyższenia zawartości żelaza i będącej zapewne z tem w związku, frakcji koloidalnej. Wpływ buka, pomimo nienajgorszego jego rozwoju, jest dla gleby, przynajmniej w danym okresie jego młodości, niekorzystny.

Porównanie XVII/XVIII.

Sfera powierzchniowa wykazuje w tem porównaniu wybitny wzrost kwasowości całkowitej pod wpływem buka, przy równoczesnym wzroście zawartości próchnicy i wilgotności higroskopijnej, oraz azotu całkowitego i zawartości amoniaku.

W sferze przejściowej, przy jednakowej prawie kwasowości zachodzi obniżka w wszystkich innych czynnikach z wyjątkiem odnoszących się do amoniaku i siły amonifikacyjnej. Ogólnie zatem i tutaj wpływ buka ocenić należy ujemnie, gdyż w sferze korzeniowej należałoby się spodziewać jeszcze bardziej ujemnych wyników na tym typie gleby w szczyrkowatym piasku miałowym moreny czołowej.

Naogół biorąc, jak widzimy, na popiołoziemiach nie znalazłem ani jednego wypadku korzystnego bezapelacyjnie wpływu buka. Względnie na pięć porównań — cztery, w których buka w danej chwili uważać należało za czynnik ujemny, jeżeli nie tyle z punktu widzenia odżywiania azotowego to z wielu innych względów.

B. Rozpatrzenie porównań na różnym, pod sośniną aniżeli sośniną z bukiem, typie gleby (buroziemy warunkowe).

W porównaniach tych, które stosunkowo rzadziej znaleźć można było w terenie, mam na myśli stanowiska takie, na których usunięcie buka, względnie zastąpienie drzewostanu mieszanego dębowo-bukowo-sosnowego przez litą sośninę spowodowało już makroskopowo dostrzegalną degradację buroziemu na popiołoziem. W porównaniach takich wykazują analizy jak najdalej sięgający glebopoprawczy wpływ buka.

Porównanie XI/XII.

W sferze powierzchniowej spotkałem jedynie dodatni wpływ we wszystkich badanych czynnikach. Za dodatnią rzecz uważać bowiem należy zarówno zmniejszenie zawartości próchnicy, jak i wilgotności higroskopijnej w warstwie butwienia, a nawet obniżenie odsetka amonifikacyjnego, ponieważ całkowita ilość przyswajalnego azotu, wskutek występowania azotanów i tak jest tu wyższa.

W sferze przejściowej, z wyjątkiem siły wiązania azotu i odsetka amonifikacyjnego tudzież kwasoty wymiennej, wpływ jest pod każdym względem dodatni. Również w sferze korzeniowej wpływ buka jest dodatni pod każdym względem, gdyż nieznacznego podwyższenia kwasoty wymiennej nie można brać w rachubę.

W porównaniu tem mamy przykład jak dalece korzystnym może być wpływ buka w wyjątkowych wypadkach nawet na glebie z piasku pylastego, o ile w podglebiu występuje glina zwałowa. Porównanie to badane pierwszej pod niektórymi względami (ilość bakteryj) już przez *Ramann'a* (93) przyczyniło się niemało do fałszywego uogólniania korzystnego wpływu buka na piaszczystych glebach dyluwjalnych.



Fot. autor

Ryc. 21. Eberswalde. Oddz. (Jag.) 73

Profil ca 70-letniej sośniny z pojedynczo występującym w podroście bukiem samosiewnym ca 15–25-letnim w sąsiedztwie stanowiska XII.

Profil des ca 70-jährigen Kiefernbestandes mit einzeln auftretenden ca 15–25-jährigen Selbstsaatbuchen in der Nähe von der Stelle Nr. XII.

Porównanie XXI/XXII.

Wpływ tu naogół podobny do wpływu w porównaniu XI/XII, jednak zapewne wskutek młodego wieku domieszki bukowej, nieco słabszy. Odbija się to, zwłaszcza w sferze powierzchniowej, obniżeniem ilości przyswajalnego azotu, pomimo znacznego podwyższenia nitryfikacji.

W sferze przejściowej wpływ jest naogół dodatni, jakkolwiek obniżeniu pewnemu ulega ilość bakteryj, zawartość azotu ogólnego, a podwyższeniu kwasota wymienna.

W sferze korzeniowej wpływ buka zaznacza się jeszcze dodatnio, jakkolwiek ulega podwyższeniu kwasota, a zawartość wapna — obniże. Zatem na szczytku pylastym, względnie na szczyrkowatym piasku pylastym moreny dennej wpływ buka jest b. korzystny.

C. Rozpatrzenie porównań na trwałych buroziemach.

Porównanie V/VI.

W sferze powierzchniowej zaznacza się dodatni wpływ buka na kwasowość, zawartość próchnicy, wilgotność higroskopijną i azot ogólny; ujemny natomiast — na mikrobiologiczne procesy dotyczące amonifikacji i ogólnej ilości bakteryj, z wyjątkiem nitryfikacji. Pomimo to, sumarycznie biorąc, wpływ buka jest tu dodatni.

W sferze przejściowej, sięgającej mniej więcej do 20 cm ujemny wpływ zaznacza się nieco w odniesieniu do kwasowości, a także procesów i objawów mikrobiologicznych, zaś w odniesieniu do pozostałych czynników wpływ ten jest raczej dodatni.

W sferze korzeniowej — brak prawie zmian, względnie są one dodatnimi z wyjątkiem ujemnego wpływu na zawartość amoniaku w glebie.

W porównaniu tem, na buroziemnym szczytku miałowym moreny dennej wpływ buka posiada pewne fluktuacje, jednak w odniesieniu do bardziej pierwotnych własności fizycznych i chemicznych, jest dodatni, wobec czego nawet istniejące ujemne objawy przy amonifikacji biorę za przejściowe, uwarunkowane tylko skutkami zbyt silnego zacienienia przez zwarty podszyt.

Porównanie VII/VIII.

Porównanie to wykazuje w sferze powierzchniowej wpływ dający się ocenić jako ujemny, zarówno co do własności fizycznych, jak i mikrobiologicznych, oraz kwasowości.

W sferze przejściowej następuje pewna poprawa wpływu na własności fizyczne, objawia się dodatni wpływ na własności chemiczne a poczęści i mikrobiologiczne*).

W sferze korzeniowej wpływ nie ulega większej zmianie, występuje jednak stale dość wybitne zakwaszenie. Ogólnie więc biorąc, na tym słabym buroziemiu, wytworzonym na kotlinowym piasku pylastym, wpływ buka mogę uznać za mniej więcej dodatni. Zbliżony jest on tutaj do wpływu buka na żyznym popiołoziemiu (porównanie I/II).

Porównanie XIII/XIV.

Porównanie to należy do stanowisk porównywalnych nie bez zastrzeżeń, z powodu różnic w gatunku piasku. Pomimo to daje się zauważyć pewna analogja z innymi porównaniami co do wpływu buka w wyróżnionych poszczególnych warstwach.

W sferze powierzchniowej np. wpływ buka na procesy mikrobiologiczne, z wyjątkiem nitrifikacji, jest ujemny. Ujemny jest wpływ na kwasowość wymienną oraz na próchnicę i azot ogólny. W tej warstwie wpływ buka jest więc naogół ujemny, co jest w związku z młodym wiekiem buka. Jak mogłem zauważyć, młodsze podszyty na stosunkowo dobrych nawet siedliskach wykazują wpływ ujemny.

W sferze przejściowej wpływ buka jest ujemny odnośnie kwasowości, zawartości azotu i siły amonifikacyjnej, tudzież co do zawartości próchnicy i amoniaku. Podwyżkę ilości bakterij należy wziąć na karb różnicy w składzie mechanicznym piasku.

W sferze korzeniowej wywiera buk wpływ dodatni dla większości badanych czynników, z wyjątkiem kwasowości, wobec czego można przyjąć, iż w tem porównaniu wyczerpywanie gleby nie miało miejsca.

Naogół w porównaniu XIII/IXIV wpływ buka nie zaznacza się dodatnio w górnych war-

*) Pozornie dodatniego wpływu na ilość bakterij nie jestem w możności przypisać na tem stanowisku oddziaływaniu buka, gdyż jak wiadomo z poprzednich rozdziałów, odnośne próbki pobrane zostały wprawdzie w sąsiedztwie, lecz na wątpliwych co do typu gleby stanowiskach.



Fot. autor

Ryc. 22. Eberswalde. Oddz. (Jag.) 34.

Wnętrze 80-letniej sośniny ze sztucznym ca 45 letnim podszytem bukowym na lepszej glebie w pobliżu stanowiska VII.

Innere des 80-jährigen Kiefernbestandes mit künstlichem ca 45 jährigen Buchenunterbau auf besseren Boden nahe von der Stelle Nr. VII.

stwach, lecz i sfery korzeniowej nie wyczerpuje, a więc uważam go tutaj w jego całości kształcie jako nieszkodliwy dla gleby.

Porównanie XIX/XX.

W sferze powierzchniowej wpływ buka jest, pomimo złagodzenia kwasowości i korzystnego oddziaływania na zawartość próchnicy i związane z tem niektóre własności, ujemny dla procesów mikrobiologicznych i ogólnej ilości bakterij aerobowych.

W sferze przejściowej następuje poprawa również i mikrobiologicznych procesów z wyjątkiem siły wiązania azotu — można więc mówić, że wpływ buka jest tu dodatni.

W sferze korzeniowej następuje ponownie obniżenie dodatniego wpływu buka głównie wskutek pewnego zwiększenia kwasowości i obniżenia zawartości wapna. Na żwirkowatym piasku żarnistym utworów pradolinowych, w wypadku dostatecznej zawartości wapna (buroziem), oddziaływanie buka na glebę i rozwój tegoż są więc dodatnie.

*

*

*

Streszczając ze stanowiska gatunków i rodzajów gleb wyniki oceny wpływu buka, stwierdzam co następuje:

Wybitnie dodatniego wpływu spodziewać się należy na glebach piętowych, (niecałkowitych) t.j. wykazujących już w podglebiu, względnie płytkiem podłożu obecność bogatej warstwy gliny, czy marglu. Wypadki takie najczęściej zachodzić mogą w niżowych obszarach dyluwjalnych na płytkich piaskach pokrywowych moreny dennej względnie niekiedy na morenie czołowej.

Jak wykazują badania laboratoryjne gleba staje się wtedy znacznie zdolniejszą do produkowania pokarmów azotowych, zwłaszcza amoniaku, azotany zaczynają się wytwarzać — więc zachodzi przemiana popiołoziemu w buroziem względnie, przez usuwanie buka — przemiana odwrotna buroziem w popiołoziem, w okresach czasu, wchodzących bezpośrednio

w rachubę dla gospodarki ludzkiej (t. zw. warunkowe typy gleb).

W tych warunkach możnaby jedynie mówić o używaniu buka dla zwalczania surowej próchnicy i odpowiadającej borowym zrzeszeniom leśnym, niesprzyjającej odnowieniu drzewostanów, roślinności dennej.

Na buroziemach (trwałych) rozwiniętych, czy to na szczytku, powstałym z wietrzenia gliny zwałowej moreny dennej, czy też w piaskach pokrywowych, kotlinowych, a nawet pradolinowych utworach żwirkowatych, t. j. piaskach ziarnistych, o ile zdolne są do wytworzenia tego typu—wpływ buka jest korzystny z tego względu, iż nie powodując tu widocznego wyczerpywania gleby, dawać powinien sumarycznie zwiększony przyrost masy drzewnej na jednostce powierzchni*).

Wprawdzie życie mikrobiologiczne gleby przy silnem zacienieniu zostaje tu pod wielu względami osłabione, lecz jest to objaw przejściowy, pozwalający czyność gleby przez odpowiedni dostęp światła szybko wywołać, względnie nawet znacznie wzmóc, wskutek nagromadzenia w niej dużych zasobów energii potencjalnej pod postacią zwiększonej domieszki związków organicznych.

Do chwili utrzymania zwarcia mamy glebę ze stanowiska odmładzania lasu o tyle korzystną, że pozbawioną prawie zupełnie roślinności przyziemnej.

Na popiołoziemach związanych z występowaniem grubowarstwowych piasków pokrywowych, ubogich piasków pradolinowych, przemytych piasków miałowych, wpływ buka naogół biorąc jest ujemny. Objawia się to nie tylko osłabieniem działalności mikrobio-

*) por. pracę przytoczoną w odsyłaczu na str. 91 i inne

logicznej w glebie, lecz i wyczerpywaniem warstwy korzeniowej zwłaszcza z soli wapniennych, mających tutaj, jako czynnik minimum, doniosłą rolę glebotwórczą.

Zatem w pobliżu granic minimum naturalnego edaficznego zasięgu buka, które znajduje się dopiero w ramach popiołoziemów (niepiętrowych, trwałych) wpływ buka w sośninach jest ujemny dla produktywności i żyzności gleby.

Wpływ buka dla zespołu roślinności dennej drzewostanów jest tutaj, podobnie jak na buroziemach, radykalny, jednak nietrwały.

Jeżeli na podstawie badań historii drzewostanów i siedliska ustalimy pierwotny, względnie tylko mało przez człowieka uwarunkowany, właściwy typ zrzeszenia leśnego (jak to starałem się przedstawić w skorowidzu badanych stanowisk) zauważymy, godne uwagi zjawisko. Okazało się, iż porównania, w których mogłem ocenić wpływ buka ogólnie biorąc za dodatni, znajdowały się na siedliskach, posiadających pierwotnie mieszane drzewostany sosnowo-bukowe bądź sosnowo-dębowo-bukowe lub nawet lite bukowe.

Wątpliwej wartości wpływ wykazuje buk, wprowadzony jako zwarty podszyt, na siedliskach pokrytych z natury, przy prawie niezniekształconym swym składzie gatunkowym, sośniną z pojedynczą brzozą, dębem, lub bukiem.

A więc wpływ dodatni—to pierwotne *Pinetum*—*Querceto*—*Fageta*, — ujemny—to *Pinetum myrtillosum*, czy *Pinetum herbosum*, względnie nawet *Pinetum fagetosum*.

Widzimy z tego, iż dla poczynąń gospodarczych znajomość historii siedliska posiada pierwszorzędne hodowlano-leśne znaczenie. Jak się okazuje w niektórych wypadkach nie jest wskazane zwiększanie domieszki nawet ekonomicznie pożądanego, lecz jednostkowo tylko obecnego gatunku, o ile jest to w pobliżu edaficznych granic jego zasięgu. Dopatrzyć się w tem można jakby pewnej celowości w naturze, iż nie daje buka na takich glebach, na których działałby ujemnie.

12. ZASTOSOWANIE WYNIKÓW BADAŃ DO PRAKTYKI HODOWLANO - LEŚNEJ.

Wyniki uzyskane na poszczególnych stanowiskach nie są wprawdzie bezpośrednio przenaszalne w warunki innych krain leśno-geograficznych, jednak leśnikowi myślącemu kategorjami przyrodniczymi i technicznymi, który jest w stanie wyzbyć się szablonu, mogą posłużyć do wytworzenia sobie jasnego poglądu na pewne procesy w naturze i do odpowiedniego postępowania w myśl podanych wyników w różnorodnych warunkach miejscowych.

Zrozumiałe interpretowanie wyników pracy przyczyni się zapewne w praktyce do uniknięcia w dużej mierze błędów postępowania gospodarczego na wielu polach, związanych nietylko bezpośrednio z kwestją wpływu buka w drzewostanach sosnowych, lecz wogóle z kwestją możliwości zmian, jakie wywołać zdolny jest dodatek jakiegoś gatunku do składu drzewostanu, tudzież ze sprawą ustalania typów gleb, etc.

O. *Arrhenius* (4, s. 47) uważa za największe nieszczęście ekologii, że za wiele opiera się na luźnych twierdzeniach, ja zaś w większej jeszcze mierze odniósłbym to do ekologii stosowanej, t. j. do hodowli lasu. Krytykowanie luźnych twierdzeń w podobny sposób, jak zbadanych faktów, nie pomaga wcale sprawie i jest niejako uderzaniem w próżnię. Jak wiadomo z dorywczych badań innych autorów i z obserwacji w praktyce, podsadzanie buka w lasach sosnowych może być w jednych glebach korzystne, w innych nie, lecz przedstawione badania dopiero wyjaśniają istotny stan rzeczy zwłaszcza w odniesieniu do gleb dyluwjalnych obszaru bałtyckiego.

Dotychczas niejeden, jak pisze *Hesselman* (50, s. 547), zapalony leśnik dał się skłonić do przeceniania znaczenia pewnych zabiegów hodowlano leśnych, zamało poświęcając uwagi pierwotnej różnolitości gleb. Nie należy się temu dziwić, gdyż i od poważnych fachowców, (*Albert* 3) wychodzą do ostatnich czasów

zdania w rodzaju: „normalne pokrywy ściółkowe, dadzą utrzymać się trwale pod czystymi (jednogatunkowymi) drzewostanami tylko na najlepszych siedliskach, na wszystkich innych celem gospodarstwa leśnego muszą być drzewostany mieszane w stosownym do siedliska składzie“. Niema też racji często u nas używane wyrażenie „jednogatunkowość naszych lasów a zwłaszcza iglastych, musi zniknąć“ (*Br y c z k o w s k i* 10).

Widzieliśmy bowiem, że np. na popiołoziemach z natury wykazujących słabą domieszkę buka (IX/X), wpływ tegoż może być nieraz niekorzystny dla gleby, wobec tego, że mieszanina gatunków nie zawsze pomoże do osiągnięcia szybko rozkładającej się „normalnej“ pokrywy ściółkowej, gdyż normalną w takich warunkach, t. j. na popiołoziemach zarówno pod litami drzewostanami, jak i mieszanami, jest pokrywa ściółkowa wolno się rozkładająca, przechodząca w surową próchnicę.

Drzewostan mieszany na takich glebach nie może, bez mechanicznych i nawozowych zabiegów, zmienić typu glebotwórczego. Zatem drzewostany mieszane z bukiem hodować należy przedewszystkiem na glebach skłonnych z natury do szybkiego rozkładu ściółki.

Poniżej chciałbym podać kilka wskazówek, odnoszących się do wprowadzania buka w drzewostany sosnowe, przestrzeganie których wydaje mi się konieczne na podstawie całokształtu wyników moich badań. Wskazówki te dotyczą w Polsce przedewszystkiem całego płn. zach., a częściowo i środkowego obszaru niżowego, obejmującego blisko $\frac{1}{4}$ część kraju z ca 1.800.000 ha lasów pozbawionych przez naturę gospodarczo ważnych cienistych gatunków iglastych (świerka, jodły) a przez człowieka najwięcej zniekształconych, więc specjalnie wymagających, na głębokich studjach opartych, zabiegów restytuujących. Dopiero w dalszej kolejności wskazówki te dotyczyłyby innych obszarów o zbliżonych warunkach glebowych w granicach naturalnego zasięgu buka.

1. Wprowadzać buka dla celów intensyfikacji produkcji w pierwszej linii na glebach „piętrowych“, wykazujących płytko w podglebiu zasobne mineralnie warstwy t. j. na t. zw. buroziemach warunkowych. Stanowiska takie pozbawione buka okazują się jako popiołoziemy, wobec czego do ich odszukania konieczne jest stwierdzenie, poza typem gleby, także profilu geologicznego.

2. Na wszystkich glebach, wykazujących makroskopowo cechy buroziemu, obojętne czy piaszczystych, szczyrkowych, czy gliniastych,

o ile nie wykazują płytkich wód gruntowych, wskutek, zbiorowo biorąc, korzystnego wpływu buka na glebę w tym typie.

3. Dopiero, gdy wszystkie te stanowiska zostaną uzupełnione domieszką buka, można w danej jednostce administracyjnej przystępować do prób zwartego podsadzania buka na niepiętrowych (trwałych) popiołoziemach, licząc w tym wypadku zgóry jedynie na usunięcie przez buka runa roślinnego*), a nie na poprawę gleby dla wzmożenia przyrostu. Ponieważ potrzeba takiego tylko wpływu buka często ze strony praktyki leśnej jest wysuwana (*Sucheckii* 104), przeto należy sobie zdawać sprawę, że dodatni wpływ, czysto jakby mechaniczny, idzie w tym wypadku w parze z ujemnym wpływem na niektóre procesy glebotwórcze.

Ma się rozumieć, odnosi się to o tyle tylko do obszarów niżowych, polodowcowych, że w górach np. kierowanie się biologicznym typem gleby, przy sięgającym jedynie bardzo płytko profilu klimatycznym, jest trudniejsze, gdyż typ obrazuje tam więcej oddziaływanie klimatu, aniżeli wewnętrznych warunków glebowych..

Jeżeli wogóle idzie tylko o możliwość wzrostu buka bodaj według V-jej bonitacji, to rozwijać się on może nawet na ubogich piaskach popiołoziemnych, wykazujących nie niżej III bonitacji sosnowej według Schwappach'a, a więc nawet na *Pinetum myrtillosum*, byle nie na glebie podmokłej. Buk ma, mojem zdaniem, dużo mniejsze od graba, czy świerka wymagania i dobrze rozwija się nawet na glebach luźnych, o małej świeżości, o ile tylko posiadają one pewne minimum zasobności mineralnej.

Sposobu wpływania buka na glebę nie można identyfikować z wpływem innych gatunków, a więc grabu, czy lipy na jego miejsce proponowanych, chociaż zapewne będzie podobny (*Chodzicki* 14), gdyż rozkład opadłego listowia każdego gatunku, jak wiemy

*) Według *Meinecke'go* (77, s. 85), produkcja i krążenie CO₂ w „typie trawiastym“ (patrz 17 terminologia), są upośledzone. Znaczne ilości CO₂ są pochłaniane przez samą trawę. Wprawdzie gleba, zwłaszcza przy grubszej warstwie ściółki, tak samo, jak i gleba zadarniona ogrzewa się słabiej, aniżeli niezadarniona, lecz wypromieniowanie własne ciepła jest w wypadku pokrycia trawiastego często znacznie większe, aniżeli w obu poprzednich wypadkach.

Pokrywa krzewinkowa (borówki, wrzosi etc.), sama wytwarzająca drewno, spotrzebowuje więcej jeszcze CO₂ od silnej pokrywy trawiastej. Są to więc ujemne dla produkcji drewna strony braku podszytu drzewnego nawet na popiołoziemach, gdzie podszyt działałby tylko jako czynnik wstrzymujący zadarnienie gleby.

(*Helbig i Jung*, 44, s. 390), ściśle zależy od składu chemicznego, a zwłaszcza od stosunku błonnika i włókien do lignin. W każdym razie nie potrzebujemy postępować zbyt trwożliwie przy wprowadzaniu buka, jakkolwiek popiołozimy typowe musimy uznać za obszary zasięgu najwyżej jednostkowego tegoż gatunku, w warunkach naturalnych.

W ramach naturalnego zasięgu klimatycznego, poza ustaleniem typu gleby, można użyć jako kryterjum dla racjonalnego zastosowania domieszki buka, dającą się ustalić w niektórych wypadkach historję siedlisk (stanowisk), o ile uwzględnia ona nietylko skład danych drzewostanów, ale formę i stopień przymieszki, lub znajomość zespołu klimaxowego. Sprawie tej nie można przypisywać jednak pierwszorzędnego znaczenia, gdyż domieszka danego gatunku liściastego, zwłaszcza odnośnie gatunków ciężkonasiennych na obszarach polodowcowych wschodniej części niżu środkowo-europejskiego zanadto podlegać mogła przypadkowi, będąc *par excellence* kwestją edaficzną (występowanie wyspowe — migracje nieukończone).

W drzewostanach światłoządnych, np. sosnowych, domieszka ilościowa buka, chcąc wywrzeć dodatni pod ustalonymi względami wpływ, musi być tak duża, aby wstrzymała silny rozwój roślinności dennej.

O ile uwzględnimy, jak mały wpływ wywierały nawet silnie zwarte podszyty, byłby absolutnie za mały i prawie że bez znaczenia dla utrzymania sprawności buroziemów niżowych pod sośninami, stwierdzony za wystarczający przez *Hesselman'a* (50), dla świerkowo-jodłowych lasów okolic górzystych środkowej Europy, 10% udział buka co do ilości pni. Z drugiej strony, przy zbyttniem zwarcu, wpływ buka nie jest pod wszystkimi względami korzystny, zwłaszcza w młodości, nawet na typach odpowiednich. Odżywianie azotowe w glebach tych wzrastać może z dostępem światła i ciepła, starać się więc należy o taki ustrój drzewostanów, aby przy maximum i optimum przyrostu osiągnąć w tym względzie poprawę. Możliwe to jest w większym stopniu przy zwarcu pionowym, aniżeli przy silnem zwarcu poziomem jednopiętrowego dachu koron.

W drzewostanach sosnowych na buroziemach, w których chcielibyśmy korzystać stale z optymalnej produktywności gleb, należało-

by gospodarować ustrojem (strukturą drzewostanu) trwale, bądź bodaj okresowo, różnowiekowym. W danym wypadku (sosna, buk) byłby to jeden z najtrudniejszych sposobów gospodarstwa z uwagi, iż chodziłoby tu o odnawianie i utrzymanie stale w jednym i tym samym drzewostanie wybitnie światłożądneho i wybitnie cienistego gatunku. Musianoby zastosować w tym wypadku system gospodarczy okresowo-odmładzający (*Chodzicki* 16) z rębnią gniazdową, tak, jak to opisuje *Bertog* (76, s. 39).

Na buroziemach odnowienie samosiewem w danych warunkach szłoby łatwo zarówno dla buka, jak i dla sosny, gdyż sprawność gleby jest utrzymana, niema grubej warstwy butwienia i nitryfikacja nigdy całkowicie nie znika. Na tym typie zmniejsza się również obawa przed zasypaniem siewek sosnowych przez liście bukowe (na co jest sosna bardzo wrażliwa), gdyż na ziemi znajduje się tylko ostatnioroczny opad. Jeśliby niebezpieczeństwo to istniało, to naturalnie będzie koniecznością ręczne wprowadzenie sosny na odmiecionych talerzach.

Inaczej przedstawia się sprawa na popiołoziemach. Tutaj, zdaniem mojem, tylko okresowa obecność buka jest celowa, z powodu wyczerpywania gleby i nagromadzania się surowej próchnicy. Operować więc trzeba wpierw rębnią prawie całkowitą dla buka (z pozostawianiem przestojów), odpowiedniem przygotowaniem mechanicznem gleby, oraz ewentualnie uprzedniem wapnowaniem, aby umożliwić odnowienie naturalne sośninie, do której, po przejściu pierwszych okresów trzebieży, można byłoby wprowadzić buka ponownie.

*

*

*

Wkońcu uważam za wskazane zastanowić się w kilku słowach nad szerszem zastosowaniem przeświadczeń, nabranych na podstawie badań niniejszych, które do pewnego stopnia mogą być nawet niejako uogólniane nietylko w ramach utworów czwartorzędowych niżu środkowo-europejskiego.

Wobec ujemnych zmian w niektórych czynnikach glebowych, jakie sprowadza domieszka buka na siedliska pierwotnie (z natury,

biorąc pod uwagę obszary o ukończonej migracji buka), go pozbawione. wnioskować można, iż drzewostan z domieszką nie będzie na tych siedliskach pomimo wszystko z punktu widzenia ekonomicznego najkorzystniejszy. Jakkolwiek bowiem leśno-ekonomiczna wartość zmian glebowych nie została dotychczas przy pomocy badań przyrostowych ustalona, to jednak pomimo to narazie zdaje się być nie powszechnie uzasadnionem, twierdzenie — o bezpodstawności uważania za gospodarczo najdoskonalszy, takiego zespołu, względnie typu drzewostanu, który w cyklu swojego rozwoju jest najdoskonalszy ze stanowiska przyrody (*Jedliński* 57, s. 71), gdyż wyjątkowo tylko zachodzić mogą wypadki przeciwne.

Odstępowanie o klimaksów zdaje się być usprawiedliwione o tyle tylko, o ile nie powoduje trwałych ujemnych zmian w glebie t. j. gdy opiera się tylko na wzajemnem wygrywaniu wchodzących w grę sił przyrody, a nie na usuwaniu którejkolwiek z nich. Zmiany w zawartości ogólnego i przyswajalnego azotu, jako czynnika wybitnie biogenicznego, w grę tu nie wchodzi o ile nie pochodzą od zubożenia w sole mineralne a tylko od zmiany organicznych zapasów energetycznych, są bowiem wówczas odwracalne, chociaż w wypadkach zmian ujemnych chwilową żyzność gleby obniżają.

Odrębną jest też kwestją udoskonalanie zespołów naturalnych przez gatunki drzew, które na danych obszarach z przyczyn geohistorycznych nie miały możliwości wywalczać sobie udziału w odpowiednich zrzeszeniach leśnych, gdyż były nieobecne. W tym wypadku, o ile wprowadzany gatunek nadaje się do danych zrzeszeń leśnych pod względem klimatycznym, edaficznym i socjalnym, działalność człowieka może być zaliczona do roli spotykanych w naturze przypadków.

Przypadki takie muszą być rozpatrywane nietylko z punktu widzenia rozwoju gatunku na nowem siedlisku i roli jego w drzewostanie, lecz przede wszystkim wpływu, jaki wywiera na glebę i jej własności w odniesieniu do głównych rodzajów drzew, gdyż tylko w wypadku korzystnego oddziaływania będzie zagwarantowana intensyfikacja produkcji w sensie jak najdalej sięgającym.

Wiele oznak wskazuje jednak, że celem gospodarczym ze stanowiska pielęgnacji gleby, jako najważniejszego czynnika produkcji, powinny być klimaksy edaficzne (siedliskowe), względnie postępowanie z biegiem ich sukcesji. Rozstrzygnięcie tego problemu powinno być w przyszłości jednym z najdonioślejszych zadań nauk leśnych, zaś

do rozwiązania jego przyczynić się może łączne zastosowanie badań o charakterze tutaj wykonanych z badaniami przyrestowemi.

Przy dzisiejszym rozwoju techniki przemysłowej z punktu widzenia polityki ekonomicznej, łatwiejszem do pomyślenia wydaje się rozwinięcie dostosowania przeróbki technicznej, czy chemicznej do jaknajtańszej, bo po linii dążności przyrody idącej, produkcji drewna, aniżeli bodaj częściowe przewyciężenie natury i usuwanie przemocą niektórych sił przyrody, które potrzebne byłoby do hodowania stałego, rzekomo ekonomicznie najrentowniejszych w niektórych wypadkach, drzewostanów o składzie zmienionym, lub znajdujących się na pewnym pośrednim stopniu sukcesji zespołów (porównaj str. 246). Ułatwiona w sensie technicznym do ostatecznych prawie granic, światowa wymiana towarów przemawiałaby również za produkcją na danym siedlisku, w odpowiedniej proporcji, tych gatunków drzew, które daje sama natura, wspomagając je tylko równomiernie w rozwoju.

Ponieważ badania wykazywały we wszystkich wypadkach wpływ lokalnych czynników edaficznych, przeto leśnicy powinni i w praktyce w większym, aniżeli dotychczas, stopniu zwracać uwagę na biologję i morfologję warstwy butwienia, jako zewnętrzną oznakę stanu gleb. Pielęgnacja rozkładu ściółki w granicach poszczególnych, biologicznych typów gleb musi stać się jednym z naczelných zadań racjonalnej hodowli lasu.

Należy również poświęcić więcej, aniżeli dotychczas, uwagi lokalnym badaniom mikrogeologicznym i zapoznaniu się z morfologją utworów dyluwium na niżu, gdyż czynniki te decydować mogą o wyniku większości zabiegów hodowlano-leśnych.

W praktycznem zastosowaniu, wykryta całkowita prawie niezmiennosc biologicznych typów gleb, względnie ich odmian powinna być wykorzystana na niżu, wraz z uwzględnieniem profilu geologicznego czyli rodzaju, oraz składu mechanicznego czyli gatunku gleby, przy podziale powierzchniowym lasu, do wydzielania I-go rzędu jednostek trwałego podziału obrębu, jako głęboko uza-

sadnione a nie dowolne kryterjum. Podobne kryterjum w górach, gdzie przede wszystkim wchodzi w grę różne czynniki klimatyczne, daje orografia.

Wyniki badań nad wpływem poszczególnych gatunków drzew na glebę mogą być dla hodowli lasu istotnym uzbrojeniem do zwalczania licznych szkodliwych hipotez. Na tej drodze musimy dojść do ustalenia racjonalnego udziału odsetka różnych drzew liściastych i iglastych w zasobności drzewostanów sztucznego pochodzenia, jak również do ustalenia racjonalnego ustroju (struktury) warstwy drzewnej zespołów gospodarczych. Objawia się w tem wielkie znaczenie znajomości biologii gleby dla celów praktycznych, ponieważ z procesów mikrobiologicznych odczytać możemy stosunkowo najwierniej nieuchwytnie jeszcze na innem polu reagowanie przyrody. Tylko w wyniku badań tego rodzaju, przy obecnym stanie wiedzy, twierdzić można z dostateczną ścisłością o oddziaływaniu różnorodnych zabiegów gospodarczych.

Należy spodziewać się, że podobnie, jak niegdyś rolnictwo i ogrodnictwo, tak i leśnictwo w przyszłości — zawdzięczać będzie mikrobiologii swoje największe postępy.

Przedstawione w niniejszej pracy badania posłużyć mogą do orientacji w całym kompleksie zagadnień i problemów, któremi zajęcia się oczekiwać należy od leśnych instytutów badawczych w zastosowaniu do licznych problemów, jakie staną przed nimi do rozwiązania.

Należy mieć na oku, że poruszone w pracy zagadnienia dotyczą tylko pewnego ułamka na niezmiernym polu gleboznawczo-mikrobiologicznym, gdyż nie dotyczą np. krążenia węgla w zrzeszeniach leśnych, wielu procesów humifikacji, jak stosunku węgla do azotu, rozkładu błonnika i innych. Praca taka przekraczałaby jednak możliwość jednostki, gdyż tak, jak dotyczy zbiorowości mistrzowsko zorganizowanych przejawów życia w przyrodzie, tak samo wymaga zbiorowo zorganizowanej nad nią pracy, dla której warunki stworzyć może tylko odpowiednio zorganizowany i wyposażony instytut badawczy. Do osiągnięcia bowiem wyników, pozwalających na wyciągnięcie ważnych dla leśnictwa wniosków, potrzeba nietylko badania różnorodnych czynników, ale i badań jednoczesnych, na tych samych próbkach.

Dopiero, gdy poznanie oddziaływania różnych rodzajów drzew i różnego ustroju drzewostanów na glebę stanie się naszym udziałem bodaj w tej samej mierze, jak znamy obecnie wpływ gleby na drzewa i drzewostany, będziemy mogli mówić w hodowli lasu o należytych doborze gatunków i o krytycznym naśladowaniu przyrody, jakiego wymaga należycie pojęte gospodarstwo leśne.

SPIS LITERATURY.

1. AALTONEN V. T. — 1926 — Über d. Umsetzungen d. Stickstoffverbindungen im Waldboden. — Comm. ex inst. quaestionum forest., Finland. editae 10, Helsinki.
2. ABDERHALDEN E. — 1927 — Hdb. d. Biolog. Arbeitsmethoden. Abt. II, Berlin.
3. ALBERT R. — 1928 — D. sog. Bodenkrankungen, ihr Wesen, ihre Ursachen u. Bedeutung f. d. Forstwesen. — Jahrb. d. Deutsch. Forstw.
4. ARRHENIUS O. — 1924 — D. Kalkbedarf d. Bodens v. pflanzenphysiolog. Standpunkt. — Ztschr. f. Pflanzenernahrung u. Düngung. H. 3.
5. BAUMGAERTEL H. u. HARTUNG E. — 1927 — Kritische Experimentaltstudien z. Mikrobiologischer Bodenanalyse. — Landw. Jahrbücher. S. 675, Berlin.
6. BERTO G. Dr. — 1927 — Aus der Norddeutschen Kiefern-Buchen-Wirtschaft. — Neudamm.
7. BOCKOR R. — 1926 — Untersuchungen über d. Mikroflora d. Waldböden. — Erdeszeti Kiserletek Jahrg. XXVIII. — H. 1—2, Sopron.
8. BRAUN — BLANQUET — 1928 — Pflanzensoziologie. — Berlin.
9. BREDEMANN G. Dr. — 1909 — Bacillus amylobacter in morpholog.-physiolog. u. system. Beziehung. — Ctrbl. f. Bakteriologie, II Abt. Bd. XXIII. Nr. 14—20.
10. BRYCZKOWSKI J. — 1929 — Jak przyczynić się do powstania mikroklimatu w lesie gospodarowanym. — Las Polski, str. 169.
11. BURGER H. — 1926 — Natürliche Verjungung u. Bodenzustand. — Schweiz. Ztschr. f. Forstw.
12. BURRI. — 1904 — Die Nutzbarmachung d. Luftstickstoffs durch Bodenbakterien. — Schweiz. Ztschr. f. Forstw.
13. BÜSGEN. — 1927 — Bau u. Leben unserer Waldbäume. — Jena.
14. CHODZICKI E. — 1924 — Buk a lipa. — Las Polski, VIII, Warszawa.
15. — — 1929 — Bodenbiologische Untersuchungen in Anwendung zur Frage d. Buchenunterbaue in Kiefernbeständen. — Actes du Congres Int. d. Stations de Recherches Forestieres. — Stockholm.

* Odsyłaczem opatrzone prace najnowsze, które nie mogły być już uwzględnione w tekście.

Mit * sind die neuerschienenen Arbeiten bezeichnet, die nicht mehr berücksichtigt werden konnten.

16. CHODZICKI E. — 1930 — Warunki glebowe, jako podstawy hodowlane w lasach niekt6rych okolic Jugosławji. — Las Polski, VI, Warszawa.
17. — — 1931 — Domieszka buka w sośninach, jako czynnik edaficzny na piaszczystych popiołoziemach i burozziemach dyluwjalnych. (Buchenbeimischung in Kiefernbeständen, als edaphischer Faktor auf diluvialen, sandigen Podsol- und Braunerden). — Warszawa (1933).
18. CHRISTENSEN H. — 1915 — Studien über d. Einfluss d. Bodenbeschaffenheit a. d. Bakterienleben u. d. Stickstoffumsatz im Erdboden, Ctrbl. f. Bakt. II. Abt. Bd. 43.
19. CHRISTENSEN u. JENSEN — 1924 — Untersuchungen bzgl. d. z. Bestimmung d. Bodenreaktion benutzt. elektrometr. Methode. — Int. Mitt. f. Bdk.
20. CLARKE G. — 1924 — Soil Acidity and its Relation to the Produktion of Nitrate a. Ammonia in Woodlandsoils.—Oxford Forestry Memoirs 2.
21. DETRIE. — 1897 — Journal des Eaux et Forets.
22. DÜGGELI M. Dr. Prof. — 1919 — Beitrag z. Frage über d. Bedeutung d. freilebenden Stickstofffixierenden Bodenbakterien f. d. Ernährung d. höheren Pflanzen, Ctrbl. f. Bakt. II. Abt., Bd. 49. — S. 475.
23. — — 1921 — Forschungen a. d. Gebiete d. Bodenbakteriologie. — Frauenfeld.
24. — — 1923 — Die Bakterien d. Waldbodens. — Schw. Ztschr. f. Forstwesen.
25. — — 1925 Studien über d. Bakterienflora alpiner Böden. — Geobotan. Inst. Rübel. — Zürich.
26. — — 1926 — Die Bedeutung d. niederen Lebewesen f. d. Fruchtbarkeit unserer Böden. — Vortrag i. d. Ges. Schw. Landwirts. Zürich.
27. — — 1927 — Die Wechselbeziehungen zwischen d. niederen Organismen u. d. Fruchtbarkeit unserer Böden. — Brugg.
- 28.* — — 1930 — Die Bakterienflora eines Fichtenwaldbodens im Laufe eines Jahres. — Schw. Ztschr. f. Forstw. H. XI.
- 29.* — — 1931 — Die Bakterienflora eines Buchenwaldbodens in den verschiedenen Jahreszeiten. — Schw. Ztschr. f. Forstw. H. IV.
30. EHRENBERG. — 1909 — Beiträge z. Ammoniakfrage; D. Landwirtsch. Versuchsstationen. Bd. LXIX.
31. ENGBERDING. — 1909 — Vergleichende Untersuchungen über d. Bakterienzahl im Ackerboden. Ctrbl. f. Bakt. Bd. 23.
32. FEHÉR. — 1909 — Besitzen wir eine brauchbare Methode d. bakteriolog. Bodenuntersuchungen. — Ctrbl. f. Bakt. II. Abt. Bd. 23.
33. — — — Untersuchungen über d. Kohlenstoffernaehrung d. Waldes. — Allg. Bot. Ztg. Bd. 21, Jena.
34. — — 1929 — Untersuchungen über d. N.-Stoffwechsel d. Waldbodens. — Biochemische Ztschr.
35. — — 1929 — Die Biologie d. Waldbodens u. ihre physiolog. Bedeutung im Leben d. Waldes. — Acta Forestalia Fennica 34, Helsinki.
36. FEHÉR u. VAGI. — 1926 — Biochemische u. Biophysikalische Untersuchungen über die Einwirkung der wichtigsten biolog. Faktoren. — Erdeszeti Kiserletek Jg. XXVIII, Sopron.

37. FEHÉR u. VORGACH. — 1929 — Untersuchungen über d. Protozoenfauna d. Waldbodens, Ctrbl. f. Bakt. Bd. 77.
38. FRANCÉ R. H. — 1921 — D. Edaphon, Untersuchungen z. Ökologie d. bodenbewohnenden Mikroorganismen. Aufl. 2. Stuttgart.
39. FRANK E. — 1927 — Über d. Bodenazidität im Walde. — Freiburg in B.
40. GARDER u. HAGEM. — 1921 — Salpetersyredannelse indyrket jord. — Medd. fra Vestlandet forst. försöksstation Nr. 4.
41. GEIGER R. — 1928 — D. Klima der bodennahen Luftschicht. — Braunschweig.
42. GUT R. CH. — 1929 — Les Gaz Carbonique dans l'atmosphere Forestiere. Soleure.
43. HARTMANN K. Dr. — 1928 — Kiefernbestandestypen d. nordostdeutschen Diluviums. — Neudamm.
44. HELBIG u. JUNG. — 1929 — Experimentale Untersuchungen über Waldstreuzersetzung. — Allgemeine F. u. J. Ztg. H. 9—10.
45. HENRY E. — 1897 — L'azote et la vegetation forestiere. — Revue des Eaux et Forets. 36.
46. — — 1904 — Fixation de l'azote atmospherique par les feuilles mortes en forets. — Revue des Eaux et Forets.
47. HESSELMAN H. — 1917 — Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmaner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. (Studien u. d. Nitratabbildung in natürlichen Böden u. ihre Bedeutung in pflanzenökologischer Hinsicht). — Medd. f. Statens Skogsförseksanst. 13—14. Stockholm.
48. — — 1917 — Om vara skogsvöryngringsat gärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens förnyring. (On the Effect of our Regeneration Measures on the Formation of Saltpetre in the Ground and its Importance in the Regeneration of coniferous Forests). — Medd. fr. Statens Skogsförseksanst. 13—14.
49. — — 1917 — Studier över de norrländske tallhedarnas förnygringsvillkor. (Studien über die Verjüngungsbedingungen d. norrländischen Kiefernheiden 2). — Medd. fr. Statens Skogsförs.- anst. 13—14.
50. — — 1926 — Studien über d. Humusdecken d. Nadelwaldes etc. — Medd. fr. Statens Skogsförs.- anst. H. 22.
51. — — 1927 — Studien ü. d. Entwicklung d. Nadelbaumpflanze im Rohhumus. — Medd. fr. Statens Skogsförs.- anst. H. 23.
52. — — 1930 — Zur Frage d. Charakterisierung d. Waldhumusformen. — Actes du Congres Internat. des Stations de Recherches Forestieres. — Stockholm.
53. HILF H. H. — 1927 — Studien über die Wurzel ausbreitung von Fichte, Buche und Kiefer, Verlag M. u. H. Schaper. Hannover.
54. HORNBERGER. — 1905 — Streu und Stickstoff, Ztschr. f. Forst. u. Jagdw.
55. HÜTTIG C. — 1927 — Untersuchungen ü. säurebildende Mikroorganismen d. Bodens m. d. Berücksichtigung d. f. d. Milch wichtigen. — Ldw. Jahrb. — Berlin.

56. JEDLIŃSKI W. — 1922 — O granicach naturalnego zasięgu buka, jodły, świerka. Zamość.
57. — — 1928 — Asocjacje roślinne, typy drzewostanów i granice zasięgów, jako przyrodnicze podstawy do urządzania lasu. Warszawa.
58. KAMLAH A. — 1929 — Kalkungsversuche i. d. Oberförst. Altenböcken. Ztschr. f. Forst. u. Jgdw. H. 4.
59. KAPPEN H. Dr. — 1929 — Die Boden-Acidität v. agrikulturchem. Gesichtspunkte dargestellt. — Berlin.
60. KARPIŃSKI A. — 1925 — Wiadomości o powstawaniu gleb. Lwów.
61. KOSTYSZCHEW u. TSWETKOWA. — Über d. Verarbeitung d. Nitrate u. organ. Stickstoffverb. durch Schimmelpilze. Ctrbl. f. Bakt. II. Abt. Bd. 57. S. 127.
62. KÖNIG J. Dr. — 1923 — Die Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe. — Berlin, Parey.
63. KRÜDENER A. — 1927 — Waldtypen. — Klassifikation u. ihre Volkswirtschaftl. Bedeutung. Bd. 1. — Neudamm.
64. KRZEMIENIEWSKI S. — 1909 — Untersuchungen ü. Azotobakter chroococcum. — Ztrbl. f. Bakt. II. Abt. Bd. 23.
65. KÜHN G. Dr. — 1929 — Chemische Untersuchungen des Trockentorfes. Hannover.
66. KÜSTER E. Dr. — 1907 — Anleitung z. Kultur d. Mikroorganismen. — Berlin.
67. LAFAR FR. — 1904—1907 — Hdb. d. techn. Mykologie. II. Bd. Mykologie d. Bodens. — Jena.
68. LEHMAN u. NEUMANN. — 1926 — Bakteriologie insb. bakteriolog. Diagnostik (2 Bände). München.
69. LEININGEN. — 1925 — Über d. Stickstoffaufnahme verholzender Pflanzen. — Forstw. Ctrbl. 47. S. 673.
70. LÖHNIS F. Dr. — 1910 — Hdb. d. Bakteriologie.
70. LÖHNIS F. Dr. — 1910 — Hdb. d. landwirtsch. Bakteriologie. Berlin.
72. — — 1926 — Vorlesungen ü. landw. Bakteriologie. Berlin.
73. — — 1928 — Der heutige Stand d. Bodenbiologie.—Mitteil. d. deutsch. landw. Ges. Nr. 33.
74. — — 1928 — Die Biologie d. Bodens. Hdb. d. Landw. Berlin.
75. LUNDEGARDH H. — 1925 — Klima u. Boden in ihrer Einwirkung a. d. Pflanzenleben. — Jena.
76. MATTERN M. — 1928 — Die Physiognomie eines Buchenwaldes. — Od-bitka, Sonderabdruck: Botan. Archiv. Bd. 22. H. 1—2. — Leipzig.
77. MEINECKE. — 1927 — Die Kohlenstoff Ernährung d. Waldes. Berlin.
78. MELIN E. — 1925 — Untersuchungen u. d. Bedeutung d. Baum Mykorrhiza. — Jena.
79. MIGULA W. Dr. — 1900 — Nitrifikation im Waldboden. Ctrbl. f. Bakt. II. Abt. Bd. 2. S. 365.
80. — — 1913 — Über d. Tätigkeit d. Bakterien im Waldboden. — Forstw. Ctrbl. S. 161—169.
81. MÖLLER A. Dr. — 1919 — Über die Bedeutung d. Pilze f. d. Leben d. Waldes. — Eberswalde.

82. MÖLLER A. Dr. — 1929 — Der Waldbau, Vorlesungen f. Hochschul-Studenten. Bd. 1. — Berlin. Springer.
83. MÜLLER u. WEISS. — 1905/08 — Studien ü. Wald- u. Heideböden. — Mitteilungen d. Forstl. Versuchstation. — Köbenhavn.
84. NEIDING and SNYDER. — 1927 — The cause of low productivity in recently cleared coniferous timber lands. — Idaho Agr. Ex. Station Nr. 42.
85. NEMEC u. KWAPIL. — 1924 — Biochemische Studien ü. d. Acidität d. Waldböden. — Ztschr. f. Forst. u. Jgdw. S. 323.
86. — — 1925 — Beitrag z. Frage d. Einflusses reiner Fichten u. Buchenbestände, sowie d. beide Holzarten bildenden Mischbestände a. Eigenschaften d. Waldböden. — Ztschr. f. Forst. u. Jgdw. H. 6.
87. — — 1927 — Über d. Einfluss versch. Waldbestände a. d. Gehalt u. d. Bildung v. Nitraten in Waldböden. — Ztschr. f. Forest. u. Jgdw.
88. NEMEC A. — 1926 — On the degree of humification of the dead covering of forest soils. — Proceedings of the Intern. Soc. Soil. Science.
89. NOYES H. A. — 1919 — Accurate determination of soil nitrates by phenol-disulfonic acid method. — The Journal of Industrial and engineering Chemistry. 11. 213.
90. OLSEN C. — 1923 — Studies on the hydrogen ion concentration of the soil and its signification to the vegetation, especially to the natural distribution of plants. — Comptes rendus Labor. Carlsberg. 15. Nr. 1. Copenhagen.
91. PIEKARSKI ANDRZEJ Dr. — 1919 — Zarys bakterjologii rolniczej. Poznań. Centr. Tow. Gosp.
92. PRINGSHEIM. — 1909 — Über d. Verwendung v. Cellulose als Energiequelle z. Assimilation d. Luftstickstoffs. — Ctrbl. f. Bakteriolog. Bd. XXIII.
93. RAMANN. — 1899 — Anzahl u. Bedeutung niederer Organismen im Wald u. Moorboden. — Ctrbl. f. Forstw.
94. RAUFFT. — 1913 — Zur Laubholzbeimischung im Nadelholzwalde. — Tharandter Forstl. Jahrb. 64.
95. REMY TH. — 1911 — Beitrag z. Methodik d. bakteriellen Bodenuntersuchung. Ctrbl. f. Bakt. II. 29.
96. ROMELL L. G. — 1927 — En nitritbakterie ur Svensk Skogsmark. — Medd. f. Stat. Skogsförs. -anst. H. 24. Nr. 1—3. Stockholm.
97. RUNOW E. u. MISCHUSTINE. — 1928 — Über d. Bildung v. Nitriten durch Bakterien. — Proceedings and Papers of the First. Int. Congress of Soil Science III. Washington.
98. RUSSELL E. J. — 1923 — The microorganism. of the soil. London.
99. SCHULZ K. — 1913 — Die Verbreitung d. Bakterien im Waldboden. — Ctrbl. f. Bakt. II. 41.
100. STAPP C. — 1928 — Die Stickstoffbindung durch Bakterien. — Proceedings a. Papers of the First Int. Congr. of Soil Science.
101. STEVENS and WHITHERS. — 1909 — Studies in soil bacteriology. I. Nitrification in soils a. in solutions. — Ctrbl. f. B. 2. Bd. 23.

102. STÖCKLI A. Dr. — 1928 — Studien über d. Einfluss d. Regenwurmes a. d. Beschaffenheit d. Bodens. — Bern.
103. STOKLASA u. DÖRELL. — 1926 — Hdb. d. biophysikalischen u. biochemischen Durchforschung d. Bodens. — Berlin.
104. SUCHECKI K. — 1929 — Badania nad znaczeniem runa w hodowli lasów. Sylwan. 11—12.
105. SÜCHTING H. Dr. — 1929 — Die Bekämpfung d. Humus d. Waldböden. Ztschr. f. F. u. Jgdw. 46.
106. — — 1929 — Ergebnisse neuer Untersuchungen über d. biologischen Verhältnisse d. Waldbodens. — Silva. 41—42.
107. TEVIK ALL. — 1923 — Mykorrhiza der Buche. Allg. F. u. J. Ztg.
108. TREADWELL F. P. — 1923 — Kurzes Lrb. d. anal. Chemie. Leipzig. Wien.
109. WAKSMAN S. A. — 1923 — Microbiological analysis of soils as index of soil fertility: V. Methods for the study of nitrification. Soil Science. 15. 241—260.
110. — — 1927 — Principles of soil microbiology. Baltimore.
111. — — 1930 — Der gegenwärtige Stand d. Bodenmikrobiologie u. ihre Anwendung auf Bodenfruchtbarkeit u. Pflanzenwachstum. Berlin.
112. WEIS FR. — 1910 — Über Vorkommen u. Bildung d. Salpetersäure i. Wald. u. Heideböden. Ctrbl. f. Bacter. II. Abt. 28. S. 434—460.
113. — — 1929 — Fysiske og kemiske Undersøgelser over danske Hedejorder. Kopenhagen (po duńsku).
114. WEISS u. BORNEBUSCH. — 1915 — Om Azotobacters Forekomst i danske Skove samt om Azotobakterprovens Betydning for Bestemmelsen af Skovjorders Kalktrug. (Über d. Vorkommen d. Azotobakter in den Wäldern, sowie ü. b. Bedeutung d. Azotobakterprobe f. d. Bestimmung d. Kalkbedürfnisses d. Waldböden).—Kjobenhavn.
115. WHITTLES. — 1923 — The determination of the number of bacteria in soil Journal Agric. Science. 13.
116. WIEDEMANN E. Dr. — 1925 — D. praktischen Erfolge d. Kieferdauerwaldes. Braunschweig.
117. WILSON. — 1928 — The Number of Ammonia - Oxidizing Organism in Soils. — Proc. and Pap. of the First Int. Congr. of Soil Science. Washington.
118. WINOGRADSKY S. — 1928 — The Direct Method of Soil microbiology and its application to the Study of Nitrogen - Fixation Proceeding and Papers First Int. Congr. of Science. III. Washington.
119. WITTICH W. — 1926 — Untersuchungen ü. d. Einfluss intensiven Bodenbearbeitung a. Hohenlühchower u. Biesenthaler Sandböden. Neudamm.
- 120.* — — 1930 — Methoden zur bakteriologischen Erforschung des Waldbodens. — Forstarchiv Nr. 15.
- 121.* — — 1930 — Untersuchungen über den Einfluss des Kahlschlages auf den Bodenzustand. — Mittlg. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft. Jhrg. 1. H. 4.

122. VOGEL VON FALCKENSTEIN. — 1913 — Über Nitratbildung i. Waldböden. Int. Mitt. f. Bodenk. 494—528.
 123. VOGLER. — Bindung d. atmosph. Stickstoffs.
 124. ZIEMIĘCKA J. — 1923 — Presence de l'azotobacter dans le sols polonais. Roczn. Nauk Roln. i Leśn. 10, 1—78. Poznań.
 125. — — 1930 — Nitryfikacja i żyzność gleby. Warszawa. Gebethner i Wolf.
-

HAUPTINHALT.

Einleitung.

Vorliegende Arbeit ist auf Grund des Versuchsmaterials, welches währen der Studienreise des Verfassers in Jahren 1928/29 gesammelt wurde, zustandegekommen. Die Bearbeitung der Ergebnisse wurde erst im Jahre 1930 durchgeführt und die Arbeit lag ab April 1931 druckfertig vor. Infolge der Wirtschaftskrisis, die auch wissenschaftliche Verlagsstellen im Lande betroffen hat, ist die Drucklegung um zwei Jahre verschoben worden.

In einer vorangehenden Arbeit*) des Verfassers unter dem Titel „Buchenbeimischung in Kiefernbeständen als edaphischer Faktor auf diluvialen sandigen Podsol- und Braunerden“ (die ebenfalls erst jetzt im Druck erscheint) wurde die bodenkundliche Seite der Einwirkung der betreffenden Holzart auf den Boden bearbeitet. Es wurden dort die Veränderungen in Textur, Feuchtigkeits und Aziditätverhältnissen des Bodens, dessen Gehalt an Kalk-, Eisen-, Totalstickstoff sowie Glühverlust bestimmt, wobei stets die Unterschiede zwischen den beiden mitteleuropäischen Hauptbodentypen, dem Podsol und der Braunerde, hervorgehoben wurden.

Die vorliegende Arbeit soll die Frage auf ein Gebiet ganz anderen Wissenszweiges, nämlich auf das Gebiet der Bodenmikrobiologie, übertragen, um interessante Ergebnisse vorher publizierten Untersuchungen vom Standpunkte zu beleuchten, von den aus eine Zusammenfassung allgemeiner wissenschaftlicher und praktischer Schlüsse in grundlegenden waldbaulichen Fragen, wie Holzartenwahl, und eventuelle Veränderung im Anteil einzelner Bestandesbildner, möglich wäre.

Der Untersuchungskreis wurde an die, für Pflanzenwuchs wichtigsten Stadien des Stickstoffkreislaufes, wie asymbiotische Luftstickstoffbindung im Boden, Ammonifikation und Nitrifikation, sowie an die in Zusammenhang damit stehende bakteriologischen Verhältnisse, beschränkt. Alle Ergebnisse sind auch hier vom Standpunkte der Unterschiede in beiden vorkommenden Bodentypen aus,

*) Polnisch mit deutscher Zusammenfassung.

betrachtet, um die von den beigegebenen Holzart verursachten Veränderungen im Boden entsprechend zu beleuchten.

Über einen Teil des Arbeitsmaterials wurde ein vorläufiger kurzer Vorbericht während des internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten in Stockholm 1929 gegeben. Nach vollständiger Bearbeitung haben sich aber gewisse Änderungen in Schlussfassung nötig gezeigt. In Darstellung der Ergebnisse eigenhändig ausgeführter Analysen, sowie in der Arbeitsanstellung, hatte der Verfasser den vergleichenden Charakter der Untersuchungen hervorzuheben getrachtet.

Die Untersuchungen, welche einer Reihe ähnlicher mikrobiologischen Studien über den Einfluss der Einführung wichtiger Holzarten auf ursprünglich von ihnen nicht besiedelte Böden, bezw. der Entfernung einer Holzart vom natürlichen Standort, Anfang geben sollen, wurden mit Studien über die Rolle der Buche in Kiefernbestände begonnen. Das Problem ist sehr wichtig insbesondere für die von Menschenhand stark degenerierten Waldgebiete. In Polen handelt es sich dabei speziell um nordwestliche und zentrale Gebiete des Landes (Wojewodschaften: P o m o r z e, P o z n a ń, und teilweise Ł ó d ź, W a r s z a w a), also um beinahe ein Viertel der ganzen Landesfläche mit circa 1,8 Millionen ha Wald, der von Natur aus (von keine wirtschaftliche Rolle spielenden Eibe (*Taxus baccata* L.) abgesehen) einer Nadel-Schattenholzart (wie zum Beispiel Fichte, Tanne) entbehrt. Die hier überwiegend vorkommenden Bestände der ausgesprochenen Lichtholzart, wie Kiefer (*Pinus silvestris* L.) und polnische Lärche (*Larix polonica* Raeb.) im SO des Gebietes, sind auf entsprechenden Böden nur auf Laub-Schattenhölzer Beimischung, wie hauptsächlich Buche (*Fagus silvatica* L.) und Hainbuche (*Carpinus betulus* L.) angewiesen.

Da zur Lösung der Aufgabe, wo und mit welchem Erfolg eine Laub-Schattenholzart (speziell die rentablere Buche) den Kiefernbeständen beizumischen ist — entsprechende Vergleichsflächen und besonders Arbeitsmöglichkeit (was manche Laboratoriumsmethoden anbelangt) zur Zeit fehlten — wurden die Untersuchungen nach Umgebung von Eberswalde in Deutschland, welche ähnliche klimatisch-edaphische und pflanzengeographische Bedingungen besitzt, übertragen. Die Ergebnisse haben also für dieses Gebiet einen unmittelbaren Wert.

Ammoniak-, Salpeter- und orientierende Bakterienzahl-Analysen wurden in den Laboratorien der Forstlichen Hochschule in Eberswalde nach vorheriger Vereinbarung und mit gütiger Erlaubniss der Preussischen Forstlichen Versuchsanstalt ausgeführt. Andere in dieser Arbeit Berücksichtigung findende Analysen wurden dank der anerkennungswerten Unterstützung des Herrn Prof. Dr. E. W i e d e m a n n (Eberswalde), auf dem von Herrn Dr. G a n s e n zugesandten Material, im Institut für Landwirtschaftliche Bakteriologie der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich durchgeführt.

Der Verfasser hält es sich für ein Vergnügen an dieser Stelle seinen besten Dank Allen aussprechen zu können, die der Ausführung dieser Untersuchungen beigetragen haben. Besonders wird den Herren Prof. Dr. E. *Wiedemann* und Prof. Dr. *Wittich* aus Eberswalde, sowie den Herren Prof. Dr. M. *Düggeli* und Assistent Ing. agr. *Blöchlinger* in Zürich, gedankt.

A. BIOCHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN.

Kap. 1. Das Wesen der Stickstoffmobilisierung und ihre Bedeutung.

Unter Vorstellung des Wesens der Stickstoffmobilisierung wird die bekannte Erkenntnis hervorgehoben, dass die Regulierung der Stickstoffumwandlungen im Boden mittels Waldhumuspflanze eine der wichtigsten Aufgaben des zielbewussten Waldbaues sei. Die Rolle des aufnehmbaren Stickstoffs als hauptsächlichsten walddökologischen Faktors beweisen die Arbeiten von *Müller* und *Weiss* (112) in Dänemark, *Vogel von Falkenstein* (122) und *Wittich* (119) in Deutschland, *Hesselman* (47, 48, 49, 50, 51), in Schweden, *Gardner* und *Hagem* (40) in Norwegen, *Clarke* (20) in England, *Altonen* (1) in Finnland, *Nemet* und *Kvapil* (86) in der Tschechoslovakei, *Fehér* (34) in Ungarn, wenn man nur die wichtigsten Namen auszählen will.

Merkwürdigerweise wurden die Untersuchungen früher mit wenigen Ausnahmen mehr auf das Problem der Nitrat-, als der Ammoniakbildung gelenkt, welche für arme Waldböden gerade wichtiger erscheint. Da das Stickstoffproblem vom Gehalt und Art des Humus und damit auch von Art und Weise der Waldpflanze und besonders von angebauten Holzarten, abhängig ist, hat der Verfasser den Einfluss der Buchenbeimischung in Kiefernbeständen durch Untersuchungen solcher Art, als vom wesentlichsten Standpunkte aus erfasst, betrachtet.

Kap. 2. Methodik der Ammonifikations- und Nitrifikations-Untersuchungen.

Zur Feststellung der genannten biologischen Vorgänge im Boden existieren zwei Wege: entweder Benutzung künstlicher (flüssiger oder fester) Nährböden, oder Anwendung des Bodens selbst als Substrat für Mikrobentätigkeit. Im letztgenannten Vorgehen, welches von *Stevens* und *Withers* (101) ausgearbeitet wurde, sind zwar die natürlichen Verhältnisse, auch nicht gänzlich eingehalten, jedoch können die Ergebnisse eher auf die in der Natur herrschende Verhältnisse übertragen werden, soweit es sich nur um Feststellung der Gesamtleistung handelt. Die meisten forstlichen Forscher haben die, den Boden als Medium verwendende Methode, gebraucht.

Kap. 3. Allgemeines Verfahren, Übersicht der untersuchten Stellen, und Vorbereitungstechnik der Lagerproben.

Das Untersuchungsmaterial betrifft vierundzwanzig, in der Arbeit als Stellen (mit römischen Ziffern) bezeichnete ältere Bestände. Die Auswahl musste im Zusammenhang mit dem Vorkommen der gegenseitig vergleichsfähigen Stellen, was u. a. mittels Schlamm-analyse des Bodens (nach *K ö h n*) festgestellt wurde, getroffen werden. Die Stellen und sogar die Mehrzahl der Proben sind dieselben, welche in der obenerwähnten, vorangehenden Arbeit des Verfassers (17) verwendet und ausführlich beschrieben wurden, deswegen konnte hier nur eine tabellarische Übersicht der untersuchten Stellen (siehe Seite 20 im polnischen Text) beigegeben werden.

Nur eine biologische Untersuchung, der chemisch und physikalisch in vieler Beziehung gleichzeitig untersuchten Bodenproben, verspricht interessante, in manchen Fällen ursächliche Klärung zulassende, Ergebnisse.

Die Technik der Probenentnahme wird in dieser Arbeit näher nicht dargestellt, weil sie früher (17) beschrieben wurde. Die für biochemische Untersuchungen bestimmte, aus der Humusdecke und aus oberen Schichten des Mineralbodens (bis 10 cm) stammende Proben stellten, aus mehreren (3 — 6) Punkten genommene, proportional gemischte Proben dar. Die Proben aus tieferen Partien des Bodenprofils waren eher Einzelproben, obwohl sie aus allen Seiten des Bodenprofils in der gegebenen Schichte stammten. Bei Proben für rein bakteriologische Untersuchungen, die dem Transport nach *Z ü r i c h* unterliegen sollten, wurde wegen möglicher Veränderungen in Bakterienzahl während des Transportzeitraumes, auf die Vorteile der Mischproben verzichtet. Bei der Entnahme im Walde, beim Transport, sowie bei der Aufbewahrung wurden gehörige Massregeln zur Ausschaltung der Fremdinfektion und möglicher Veränderung, getroffen. Zur Analyse wurden aus einzelnen Erdbrocken frische Teilproben entnommen.

Die Proben aus je beiden Vergleichstellen wurden an demselben Tag entnommen, und das geschah bei den Proben für biochemische Untersuchungen in der Zeit zwischen Anfang Juli bis Ende Oktober 1928. Für bakteriologische Untersuchungen an manchen Stellen ausserdem zum zweiten Mal im November 1928 und zum dritten Mal für rein bakteriologische Untersuchungen am 9 bis 14-ten Januar 1929. Abgesehen von den nach *Z ü r i c h* zugesandten Proben, wurden in der Regel die Proben binnen 12 bis 24 Stunden zur Anstellung für Lagerung bzw. zu Analysen gezogen und inzwischen in einem kühlen Keller aufbewahrt.

Zur Feststellung der Nitrifikation bzw. Ammonifikation ist die Kenntniss des Anfangs- und Endgehalts dieser Stickstoffverbindungen nötig, wobei die Proben in der Zwischenzeit in optimalen Bedingungen für Mikrobentätigkeit gelagert werden. Weil bei untersuchten Böden in gegebener Jahreszeit, quantitativ erfassbare Men-

gen von Nitratstickstoff nicht vorkamen, was auch die Untersuchungen von *Wittich* (119) bestätigen und aus Untersuchungen von *Altonen* zu hoffen war, wurden nur bei Ammoniak die Anfangsgehalts Bestimmungen gemacht.

Die Lagerung geschah in Glassgefäßen mit losen Deckeln, im Dunkel, bei gleichmässig erhöhten Temperatur (im geheizten Darrzimmer) und dauerte 5 bis 8 Wochen, stets aber gleich lang bei unmittelbar zu vergleichenden Proben. Die Feuchtigkeit der Lagerproben wurde auf optimalen Zustand (d. h. auf 60% der vorher bestimmten maximalen Wasserkapazität), der sich während der Lagerung wenig veränderte, gebracht. Nur bei Rohhumusproben aus der Humusdecke, wo die Wasserkapazität schwer zu bestimmen war, musste individuell und vorsichtig entsprechende Wassermenge zugegeben werden.

Kap. 4. Ammoniakuntersuchungen.

Methodik der Ammoniakbestimmung. Es wurde eine Kombination der Methoden von *Barthel* sowie von *Bengtsson* und *Harper* und von *Bousingolt* bzw. *Schloessing* angewandt. Die Ausschüttelung von 20 g trockenen bzw. äquivalenter Menge feuchten, ungesiebten Bodens geschah 2-mal je $\frac{1}{2}$ Stunde mit je 200 ccm 0,5 n KCl, die Destillation mit 2 g MgO auf 5 bzw. 10 ccm HCl Vorlage und die Bestimmung selbst mittels Titration mit NaOH. Die Prüfung des Vorgehens ergab gut übereinstimmende Resultate.

Ammoniak-Anfangs und Endgehalt, sowie Ammonifikationskraft in Totalproben und im Humus aus der Humusdecke (Tab. 1, Seite 33 und 5, Seite 53). Von beiden Bodentypen erwies sich gewöhnlich die Braunerde bedeutend reicher an Ammoniakstickstoff sowohl in frischen wie in gelagerten Proben, als der Podsol. Dasselbe betrifft den Gehalt in Bezug auf Humus (Glühverlust) umgerechnet. Die Ursache ist in schnelleren Humifikation auf besseren, d. i. Braunerde-Typen zu suchen. Der Ammoniak-Gehalt von Humus auf untersuchten mitteleuropäischen Böden war verhältnismässig höher, als ihn die Forscher für nördliche Länder angeben.

Die Ammonifikationskraft (Ammoniakbildungsvermögen) wurde aus Differenz zwischen dem zu Beginn und am Ende der Lagerzeit bestimmten Ammoniak-Gehalt berechnet und in Prozenten des Anfangsgehaltes ausgedrückt.

Ein Zusammenhang der Ammonifikationskraft mit Bodenfruchtbarkeit bzw. mit Bodentyp war schwerer zu bemerken, als es der Ammoniak-Gehalt zeigte.

Die Ammonifikationskraft zeigt sich umgekehrt, als der Ammoniak-Gehalt ungefähr doppelt so hoch in der Humusdecke des Podsols, als der Braunerden. Aus dem Vergleiche mit den Bodendecken zeigte sich, dass durch die Grasnarbe die Ammonifikationskraft erhöht wird.

Der Bucheneinfluss im Vergleiche mit reinen Kiefernbeständen äussert sich in der Humusdecke der Braunerden in einer Erniedrigung des Ammoniak Anfangs- und Endgehaltes (durchschnittlich c-a 25%) was bei den auf Humus umgerechneten Grössen noch stärker hervortritt (31% bzw. 49%). Auf Podsolen kommt das nicht zum Ausdruck. Die Erniedrigung der Ammonifikationskraft finden wir in der Humusdecke überall, abgesehen von Fällen (XI, XXI), wo wir unter reinen Kiefer einen anderen Bodentyp konstantieren, als unter Kiefer mit Buche (bedingte Braunderde). Die Abschwächung betrug ungefähr die Hälfte, war aber bei Podsolen etwas kleiner, als bei Braunerden.

Diese Tatsachen können für den Beständenzuwachs unmittelbar noch ohne Belang sein, denn die Bäume wurzeln in der Humusdecke nicht; für natürliche Verjüngung stellt sich aber die Sache anders. Die Hauptursache der Abschwächung von Ammoniakproduktion in der Humusdecke durch die Buche, sieht der Verfasser in der Vermehrung der nicht im genügenden Grade zersetzter organischer Verbindungen wegen der Einführung dieser Holzart, bzw. in dem Einfluss der anfangs überwiegend wenig stickstoffreicher organischer Verbindungen, auf den Zersetzungsgang der organischen Masse.

Ammoniak-Anfangs und Endgehalt, sowie Ammonifikationskraft in Totalproben und im Humus bei Proben aus 0—10 cm Tiefe. (Tab. 2, Seite 40 und 5, Seite 53). Auf Braunerden war in der Tiefe 0 bis 10 cm der ursprüngliche Ammoniakgehalt, gleich demselben nach der Lagerung, sowohl im Bezug auf Totalproben, wie im Bezug auf deren Humus, sowie auch die Ammonifikationskraft grösser, als auf Podsolen.

Nur bezüglich der Ammonifikationskraft ist es also in dieser Tiefe anders als in der Humusdecke, wo die Podsole, grössere Möglichkeit der Ammoniakbildung äussernd, ausnahmsweise besser waren. Das Höherwerden der Ammonifikationskraft in Braunerden ist auf die, in den Podsolen öfter auftretende Erscheinung der sogenannten Desammonifikation zurückzuführen, eine Erscheinung, welche in der Humusdecke nicht verkam.

Unter Desammonifikation war das Kleinerwerden des am Ende der Lagerzeit bestimmten Ammoniakgehaltes von dem zu Beginn der Lagerzeit festgestellten Gehalt, verstanden — was auf dem Entweichen von Ammoniak, oder unmittelbaren raschen Oxydation desselben zu elementaren Stickstoff, beruhen kann. Es konnte leider nicht festgestellt werden, ob die Desammonifikation vielleicht keinen Verlust am Totalstickstoff bedeutet, sondern ob es sich dabei nur um einen Übergang von Ammoniakstickstoff in anders zusammengesetzte Stickstoffverbindungen handelt. Jedenfalls muss sie als für Pflanzenwuchs schädlich gelten. Es ist anzunehmen, dass sie in natürlichen Verhältnissen nur zeitweise, und selten vorkommen kann.

Kiefernbestände mit Buche haben in 0 — 10 cm Tiefe im Ver-

gleiche mit reinen Kiefernbeständen fast immer höheren Ammoniakgehalt im Humus und in Totalproben gezeigt. Das betrifft sowohl die frischen, wie auch die Lagerproben. Es lassen sich hier also nur gute Seiten der Buchenhumus-Beimischung erkennen, denn eine Erhöhung der Ammonifikationskraft, bzw. die Verminderung der Desammonifikation sich auch meistens beobachten lässt.

In 10—30 cm Bodentiefe enthielten die Braunerden ungefähr denselben Anfangs- Ammoniakgehalt, wie die Podsole. Der Gehalt auf Humus umgerechnet ist aber bei Braunerden durchschnittlich grösser. Ein Wegfall grösserer Anzahl durchgeführter Analysen, lässt hier die anderen Schlüsse nur für Podsole ziehen.

Die Buche scheint den Anfangsgehalt verschieden, sowohl auf Podsol wie Braunerde, beeinflussen. Das betrifft auch denselben Gehalt auf Humus bezogen, obwohl auf Podsolen eher eine Erniedrigung zu treffen war. Der Endgehalt von Ammoniak, für Totalproben berechnet und auf Humus der Proben umgerechnet, wird von der Buche auf Podsol in meisten Fällen erhöht. Die Ammonifikationskraft wird ebenfalls höher.

30—40 cm Tiefe (Tab. 4 und 8). Die Braunerden scheinen in der Tiefe, von Ausnahmefällen abgesehen, besonders wenn mit Buche bedeckt, reicher an Ammoniak Anfangs- sowie Endgehalt (bezogen auf Totalproben und auf deren Humus), als die Podsole zu sein. Die Ammonifikationskraft, wenn man die fast regelmässig in den Podsolen vorkommende Desammonifikation berücksichtigt, war ebenfalls im letztgenannten Bodetyp schwächer. Die Desammonifikation kommt hier bis zum gänzlichen Verschwinden von Ammoniak in den Proben.

Der Einfluss der Buche auf Ammoniakgehalt, von Totalproben und auf Humus bezogen, wirkt in 30—40 cm Tiefe erniedrigend, was schwächer auf Braunerden, als auf Podsolen zu bemerken war. Es scheint mit stärkeren Aufnahme von Ammoniak durch die Buchen Mykorrhiza zusammen zu hängen, da die Buchenwurzeln diese Tiefe am dichtesten durchgewachsen haben. Die wenigen Vergleiche lassen doch vermuten, dass die Buche in 30—40 cm Tiefe in den meisten Fällen eine Erhöhung der Ammonifikation besonders auf Braunerde herbeiführen tut.

Annähernden Verlauf der Grössenwerte des Ammoniakgehaltes, auf Totalproben, sowie auf den Humus bezogen, mit der Tiefe im Bodenprofil der beiden Bodentypen, stellen die Kurven dar. (Fig. 2 bis 6).

Ammoniakkoeffizient (Am-N-Koeff.), das ist der Ammoniakstickstoff-Prozentsatz vom Totalstickstoff, wurde an Hand der Stickstoffanalysen berechnet, welche in der vorhergehenden Arbeit (17) veröffentlicht sind. Für frische Proben war der Am-N-Koeff. durchschnittlich für ganze 40 cm starke Bodenprofilpartie höher auf Braunerde (ca 11%), als auf Podsol (ca 7%), wobei grösserer Unterschied zu Ungunsten des Podsols in oberen, als in tiefe-

ren Schichten zu verzeichnen war. Im allgemeinen zeigen die Proben, aus je grösser Tiefe im Boden stammend, desto grösseren Prozentsatz des Totalstickstoffs in Form von Ammoniak.

Der Einfluss der Buche in beiden Bodentypen ist durchschnittlich ähnlich, obwohl nicht immer einheitlich. Nur in der Humusdecke beobachten wir auf Braunerden und bedingten Braunerden eine Verkleinerung des Koeffizienten, bei Podsolen dagegen meistens dessen Erhöhung.

Unter der Humusdecke zeichnet sich der Bucheneinfluss durch eine lokale Hebung (stärker auf Podsol, als auf Braunerde) des Am-N-Koeff., und schon von ca 20 cm Tiefe an, trat eine Verminderung vor, die auf Podsolen grösser war.

Die Fälle der Abnahme des Am-N-Koeff. in der Humusdecke schreibt der Verfasser einer Erhöhung der schwach zersetzter organischer Substanz, in welcher die Kohlenhydrate über stickstoffhaltigen Verbindungen dominieren zu, — den Zuwachs in darunterliegenden Schicht, der vorteilhaften Vermehrung und Vermischung des Mineralbodens durch die Buche mit entsprechend zersetzten Humusstoffen — und die Abnahme in 20 bis 40 cm Tiefe einer vergrösserten Ammoniakaufnahme durch die Buchenwurzeln.

Nach der Lagerzeit wird der Am-N-Koeff. ungefähr bis zur Hälfte des untersuchten Bodenprofils immer grösser und sinkt dann wieder, wahrscheinlich infolge Armut an für die Ammonifikationsbakterien gute Energiequelle bildenden organischen Stickstoffverbindungen, in grösserer Bodentiefe.

Unter Einfluss der Buche erfährt der Am-N-Koeff. der Lagerproben, die Anzahl der untersuchten Fälle berücksichtigend, grundsätzlich eine günstige Veränderung. Die negativen Fälle sind in der Humusdecke konzentriert.

Der allgemeine Schluss über den Einfluss der Buche auf den Ammoniak-Koeffizient ist derartig, dass obwohl die Buche den Boden an Ammoniak in Wurzelbereich etwas erschöpft, so gibt sie ihm doch ein grösseres Ammoniakbildungsvermögen in der Zukunft in solchen Schichten, bis zu welchen die von der Buche vermehrte, entsprechend zersetzte, Humussubstanz - Beimengung, reicht. Darin ist wahrscheinlich die praktische Beobachtung, dass die Kiefer in der Regel besser auf Böden wächst, die vorher Laub- oder Mischbestände getragen haben, zu suchen, wenn man die Folgen eventueller Verschiedenheit der Standorte ausgeschlossen hat.

Da die Beimengung der organischen Abfälle der Buche den Wert der biogenen Faktoren, wie Bodenazidität, Kalkgehalt etc. (17) verändert, so muss es auch auf die Veränderung der Proportion zwischen den Energiequellen (Kohlenhydraten) und Stickstoffsubstanzen im Boden solchen Einfluss ausüben, dass das Überhand nehmen einer physiologischen Mikroorganismengruppe über die anderen stattfinden kann. Die Rolle der Veränderung physikalischer Bodeneigenschaften soll dabei nicht vernachlässigt werden. Wir sehen

wirklich, dass in Proben aus Mineralboden unter der Humusdecke vom Bestand mit Buche der Humus ammoniakreicher ist, besonders auf Braunerden, wo die Vermischung des Bodens mit Humus gründlicher war.

Die Buche mildert den Grad der Ammoniakarmut im Horizont A₂ des Podsolbodenprofils und vergrößert den Ammoniakmangel im Horizont B, wodurch in dieser Beziehung eine gewisse Ausgleichung der klimatischen Horizontausbildung, welche eine Verarmung des Bodentyps anzeigt, stattfindet.

Vom allgemeinen Standpunkt der waldbaulichen Schätzung ist der Bucheneinfluss in Beziehung auf Ammoniak als günstig zu betrachten. Der Vergleich der durchgeführten Schlämmanalysen (17) mit Ammoniakanalysen lässt einen Schluss über Zusammenhang von Sandart und Ammoniakgehalt in der Weise zu, dass die Erhöhung von Mikropelitgehalt ($< 0,02$ mm) über Vergrößerung des Ammoniakgehaltes entscheidet.

Aus den Ammoniakuntersuchungen ergibt sich in der Zukunft die Notwendigkeit der Ammonifikationsprüfung im ganzen Bodenprofil, besonders in der Schichte der stärksten Durchwurzelung, wenn man den Einfluss gewisser Eingriffe in den Bestand auf den Zuwachs der Bäume studieren will. Nur für Verjüngungsuntersuchungen könnte die Untersuchung vom Horizont A allein, genügen.

An Hand spezieller Literaturbesprechung wird weiter gezeigt, dass über Bedeutung der Ammoniakgehalterhöhung für Holzproduktion direkt, schwer zu urteilen ist, da Studien über speziellen Nährwert des Ammoniaks für Baumzuwachs fehlen. Es könnte doch, durch analogische Untersuchungen aus der Landwirtschaft, bzw. aus dem Vergleich mit Untersuchungen von *Olsen*, *Hesselmann* (50), *Melin* (78), *Altonen* (1), welche besseres Wachstum der Bäume auf ammoniakreicheren Bodentypen zeigen, günstiger Einfluss der Ammoniakgehalt — bzw. Ammoniak-Koeffizient — Erhöhung, angenommen werden. Auf Grund der Erwägung, dass die Erhöhung des Ammoniakgehaltes die Entwicklung der auf Ammoniakernährung eingestellten Pflanzen begünstigen muss, zu denen nach ihrem Auftreten in schlechten (nicht nitrifizierenden) Böden urteilend, die Ericaceen, Beerkräuter und viele Moosarten, also waldbaulich weniger gewünschten Pflanzenarten zu zählen sind, kommt der Verfasser zum Schluss, dass wenn man sich schon auf Buchenunterbau auf Podsolen entscheidet, so soll er bis zum Abtrieb geschlossen bleiben, damit der Bodenpflanzenwuchs durch Beschattung gehemmt, und die hier von der Buche bewirkte Ammoniakgehalterhöhung in der Humusdecke und oberen 0 — 10 cm Bodens, nicht auf Kosten des Baumwachses zugunsten dieser Bodenpflanzen geht, welche die Bodenazidität steigern und Humusart verschlechtern.

Jede Ammoniakgehaltsvermehrung in von Baumwurzeln durchgewachsenen Schichten (30 — 40 cm), kann unmittelbar für Baumwuchs günstig sein, denn obwohl die Bäume unter autotrophen Be-

dingungen sich besser entwickeln können, so können sie doch auch in mykotrophen Verhältnissen mittels Wurzelpilze den Ammoniak sehr gut verwerten.

Z u s a m m e n f a s s e n d lassen sich die Ergebnisse der Ammoniakuntersuchungen folgend zusammenstellen.

1. Die durchschnittliche Höhe des ursprünglichen Ammoniakgehaltes im Boden ist besonders in oberen Schichten grösser bei Braunerden, als bei den als Podsol bezeichneten Untersuchungsstellen.

2. In oberen Schichten des Bodenprofils schwankt der Ammoniakgehalt je nach der Tiefe, wodurch die vergleichende Auswertung der Analysenresultate nur für genau dieselben Typen zulässig ist.

3. Die Schwankungen hängen in erster Linie mit dem Bodentyp, in zweiter Linie mit der Veränderung der Holzartenzusammensetzung, zusammen.

4. Der Bucheneinfluss ist in Bezug auf Ammoniakgehalt ziemlich wechselnd und scheint ein anderer auf Podsol, als auf Braunerden zu sein, auf welchen er erst als wirtschaftlich günstig zu betrachten wäre.

5. Auf Braunerden wirkt die Buche auf Ammoniakgehalt gewöhnlich nur in tieferen Schichten erhöhend, dagegen in der Humusdecke erniedrigend, was nicht mit gleichzeitiger Verminderung der Versorgung am aufnehmbaren Stickstoff gleichzusetzen ist, denn auf diesem Bodentyp ausserdem Nitrate öfters eine Rolle spielen können.

6. Auf Podsolen wirkt die Buche auf Ammoniak-Anfangsgehalt oft in oberen Schichten hebend, in unteren von der Buche stärker durchwurzelter Schichten tritt eine Verminderung infolge grösserer Ammoniakaufnahme durch die Wurzeln ein.

7. Das Reichtum des Humus an Ammoniak ist ebenfalls grösser auf Braunerden, als auf Podsol, und wächst mit der Tiefe des Bodenprofils zu.

8. Die Buche beeinflusst das Ammoniakreichtum des Humus in positiver Richtung deutlicher nur auf Braunerden in 0 — 15 cm Tiefe; auf Podsolen in allen untersuchten Schichten eher negativ.

9. Die Buche wirkt auf die Ammonifikationskraft nur in der Humusdecke deutlicher vermindern, in anderen Schichten aber scheint im allgemeinen eine Hebung vorzukommen.

10. In untersuchten Böden begegnet man besonders in grösserer Tiefe unter der Humusdecke der sogenannten Desammonifikation oder dem Ammoniakverluste während der Lagerung. Die Buche hat die Höhe dieser Desammonifikation, welche wahrscheinlich auch mit Absorptionskraft des Bodens zusammenhängt, vermindert.

11. Der Ammoniakkoeffizient sowie in frischen, wie auch in gelagerten Bodenproben ist höher auf Braunerden, als auf Podsolen. Es zeigt sich, dass am günstigsten für Ammonifikationsverlauf der

Boden aus tieferen Schichten ist, die von Mineralsalzen nicht zu stark ausgelaugt sind und noch einen kleinen Humusgehalt aufweisen. Der Ammoniakkoeffizient von frischen Proben zeigt dabei, dass je tiefer im Boden die Stickstoffverbindungen, desto grösseren Anteil nimmt in denen die Ammoniakform an.

Der Einfluss der Buche auf Ammoniakkoeffizient des frisch vom Walde geholten Bodens äussert sich in dessen Vergrösserung in oberen ca 15 cm unter der Humusdecke, und tiefer darunter in dessen Verminderung. Bei Lagerproben treffen wir eine gewisse Verminderung des Ammoniakkoeffizienten von der Buche nur in der Humusdecke, sonst zeigt er eine ständige ziemlich grosse Steigerung.

12. Aus dem Vergleiche der Bucheneinwirkung auf die Ammonifikationskraft und Ammoniakkoeffizient kann man schliessen, dass obwohl die Buche den Boden in tieferen Schichten etwas an Ammoniak verarmt, so gibt sie ihm doch grössere Fähigkeit zur Ammoniakproduktion in der Zukunft, als die Böden des reinen Kiefernbestandes sie haben können.

Kap. 5. Untersuchungen über Nitrifikation.

Methodik der Nitratbestimmung. Zur quantitativen Bestimmung von Nitratstickstoff im Boden hat der Verfasser die bekannte kolorimetrische Methode der Phenolschwefelsäure nach *Grandval* und *Lajoux* in kontrollierter und etwas modifizierter Form, wie sie von *Wittich* (119) verwendet war, benutzt. Die Methode wurde von mehreren anderen Forschern angewandt und in Waldböden auf Zweckmässigkeit und Genauigkeit geprüft. Die Methodik wird vom Verfasser genau angegeben, wobei deren schwache Seiten besprochen werden.

Fremde Untersuchungen über Nitratbildung im Zusammenhang mit der Einwirkung der Laubbäume. Der Zusammenhang zwischen Salpeterstickstoffgehalt und Bodenfruchtbarkeit wird an Hand der Arbeit von *Altonen* (1) erinnert und auf Möglichkeit einer Schätzung der Salpeterproduktion des Bodens mittels Waldtypen (z. B. von *Cajander*) bzw. an Hand sogenannter Nitratpflanzen, hingewiesen. Infolge von, einzelnen Bodengruppen eigenen, grossen Unterschieden in Salpeterproduktionsfähigkeit, tritt die Bedeutung der Salpeterbestimmung bei der Bodentypenklassifikation hervor.

Verfasser hebt eine gewisse Unübereinstimmung zwischen den von Bakteriologen festgestellten Bedingungen einer guten Nitrifikation (*Waksman* 110, S. 539) und Ergebnissen mancher forstlichen Arbeiten (87, 50, S. 528, 116, S. 50) hervor, die von Steigerung bzw. Begünstigung der Nitrifikation durch Laubholz-Beimischung reden, besonders wenn es sich um Schattenlaubhölzer handelt, denn die Beimischung von *Betula*, *Populus tremula*, etc. in nördlichen Waldgebieten anders einwirken kann. Schattenlaubhölzer können doch manchmal die Hauptbedingungen der guten Nitrifikation, wie

Bodentemperatur, Abwesenheit grösserer Mengen organischer Substanz vom breiten C:N Verhältnis, etc., garnicht günstig beeinflussen. Verfasser modifiziert nach gründlichen Durcharbeiten des ganzen Analysenmaterials auch seine diesbezügliche Auffassung (15, S. 585), in dem er frühere Äusserung als zu generelle erklärt. Es wird eine Arbeit aus demselben Waldklimatischen Gebiet wie die Arbeit des Verfassers angeführt (76), wo eine hemmende Wirkung von Buchenrohhumus auf Nitritbakterien dargestellt wird, was das Interesse für Ergebnisse, der auch auf Mullhumus durchgeführten Untersuchungen des Verfassers, steigern kann.

Eigene Untersuchungsergebnisse. (Tab. 11 und 12). Der schwachen Seiten analytischen Methoden wie des kleinen Analysenmaterials wegen, ist eine gewisse Zurückhaltung in der Schlussziehung geboten. Die Ursache des geringen Analysenmaterials rührt vor allen aus einen unerhofften Wegfall, zu vergleichenden Erwägungen über reine und buchenunterbaute Kiefernbestände, aller Proben aus auf Podsolen gelegenen Stellen her, denn die Analysen haben in keiner Lagerprobe aus Podsol eine quantitativ mittels angewandten Methodik erfassbare Nitratmenge (nach 5—7 Wochen), gezeigt. Es ist möglich, dass nach längeren Zeiträumen der Lagerung, bzw. beim gewissen Ausbau der Methodik die Unterschiede auch hier zu erfassen wären.

Unter Berücksichtigung mancher an denselben Bodenproben festgestellter (separat publizierten, 17) chemischer und physikalischer Eigenschaften, lassen sich die Ergebnisse und Schlüsse aus den Nitratuntersuchungen folgenderweise zusammenfassen.

1. In untersuchten Gebieten treten grundsätzlich zwei biologisch, was die Form der Stickstoffversorgung der Pflanzen anbelangt, verschiedene Gruppe der Böden auf: die sogenannte nitrifizierende, d. h. solche, die nach bestimmter Lagerzeit quantitativ erfassbare Nitratmengen aufweist, — und eine sehr langsam, bzw. garnicht nitrifizierende Gruppe, die eher Ammonifizierende genannt werden könnte. Diese Gruppe könnte in Bodenproben aus geschlossenen älteren Beständen im Laufe der vergleichbaren Lagerzeit stärkere, über 1 mg pro kg Bodens, Nitratstickstoffproduktion nicht aufweisen. Die Feststellung dieser zwei Bodentypengruppen in Mitteleuropa, welche für Schweden *Hesselman*, in Finnland *Altonen* in annähernd ähnlicher Form aufweisen, zeigt auf eine breitere Bedeutung solcher Einteilung hin. Die Böden, welche ständig Nitrate aufweisen, wurden in untersuchten Waldtypen nicht getroffen.

2. Nitrifikation kam in Böden mit einem höheren als $\pm 0,05\%$ CaO-Gehalt vor; diese Kalkmenge bildet also in untersuchten Gebieten ungefähr die Grenze zwischen beiden genannten biologischen Bodentypengruppen.

3. Aus dem Vergleiche mit pH Bestimmungen ersieht man, dass es in einzelnen Fällen keinen engeren Zusammenhang zwischen

pH Grad und Stickstoffmobilisierung gibt. Doch zeigt das ganze Analysen-Material ziemlich regelmässige Korrelation, wenn wir die Aziditätsstufen in grösseren Gruppen zusammenstellen, denn eine erfassbare Nitrifikation erst bei pH 4,7, durchschnittlich aber von pH 5,0 (in KCl) angefangen, aufgetreten ist.

4. Durch Bucheneinführung, bzw. Anwesenheit konnte die eine Bodentypengruppe nur in Ausnahmefällen in die andere übergehen, nämlich auf Böden, die in oberen Schichten geologisch günstig geschichtet waren (bei sogenannten bedingten Braunerden).

5. Nitrifizierende Böden sind mit dem Auftreten von milden Humusformen, welche sich nur auf sehr schwach podsolierten Böden bilden, dagegen amonifizierende Böden mit den starksauren Rohhumus-Formen, auf stark ausgebleichten Profilen verbunden. Man kann also annehmen, dass die erste biologische Bodengruppe den dortigen Braunerden, und die zweite den Eisenpodsolon entspricht. Man kann sie dadurch, unter nicht allzustarkem Schluss des Bestandes mittels Bodenpflanzen, sonst mittels Morphologie der Humusdecke in Waldböden unterscheiden.

6. Wenn wir das Auftreten der einzelnen biologischen Bodengruppen mit der Übersicht der untersuchten Stellen vergleichen, so zeigt sich, dass es öfters von der Art der geologischen Ablagerungen abhängig war. Die nitrifizierende Gruppe trat hier hauptsächlich auf reicheren nicht umgelagerten lehmigen Sanden, der in Geschiebelehm bzw. Mergel übergehenden Grundmoräne oder auf reichen Talgränden bzw. auf flach mit angeschwämmten Sand überlagerten Moränelehmen. Die amonifizierende Gruppe wurde hauptsächlich auf armen durchgewaschenen Sanden glazifluvialen Ursprungs, die in mächtigen Schichten (ohne Lehm im auf Bauchwuchs einwirkenden Untergrund) aufliegen, also auf tiefen Deckensanden, Beckensanden, Talsanden, bzw. armen Alluvialsanden, getroffen.

7. Der Zusammenhang der biologischen Boden-Gruppen mit mechanischer Zusammensetzung der Sande kam öfters vor, doch war die Textur des Bodens nicht allein entscheidend. Wir sehen aus Vergleich der Stellen XIX, XX, mit Stellen V, VI oder XXI (siehe Übersicht, Seite 226), dass sogar auf grandigem Sand unter Umständen die Nitrifikation stärker sein kann, als auf mikropelitreichen, lehmigen Sanden.

8. Die Höhe der Nitrifikation hängt mehr, als von Textur, vom chemischen Reichtum, d. h. vom Mineralsalzvorrat. Nur das in Betracht ziehend, kann man annehmen, dass die nitrifizierende Böden gewöhnlich auf mikropelitreicheren (oberhalb 10% $< 0,02$ mm), amonifizierende dagegen auf fast mikropelitlosen Diluvialsanden, vorkamen.

9. Die Analysenergebnisse aus Braunerden ergeben grosse Differenzen in Nitratstickstoffgehalt nach der Lagerung, in einzelnen Bodenprofilschichten. Die Höhe der Nitrifikation ist am stärksten in der Humusdecke und fällt mit der Tiefe rasch ab. So verhält

sich auch der Salpeterkoeffizient. Eine Ausnahme bilden mit Graswuchs bedeckte Böden, auf welchen die Nitrifikation in 0 — 10 cm Tiefe grösserer sein kann, als in der oberflächlichen Humusdecke. Es wird das mit der, der Bodenauswaschung in dieser Schicht entgegenwirkenden, Tätigkeit der Graswurzeln unter Umständen einen Zusammenhang haben.

10. Den Einfluss der Buche auf Nitrifikation muss man separat für dauer Braunerden und separat für sogenannte bedingte Braunerden betrachten, d. i. Böden die in der Weise günstig von geologischen Faktoren in oberer für Baumwurzel wichtigen Schichten gelagert sind, dass eine ständige Anreicherung mit Mineralsalzen der von Natur aus in dem Fall armer Oberflächenschicht durch den Salzkreislauf mittels Baumtätigkeit, möglich ist. Man kann einen Zusammenhang des Einflusses der Buche auch mit der Art des Sandes bemerken. Je mehr anlehmig der Sand, bezw. je flacher der Lehm im Untergrund ansteht, desto günstiger wird in der Humusdecke wie auch darunter, der Einfluss der Buche. In den aus unmittelbar (0 — 5 cm bezw. 0 — 10 cm Tiefe) unter der Humusdecke stammenden Proben hat man überall eine Abschwächung der Nitrifikation feststellen können. Der Verfasser konnte die Tatsache nicht mehr untersuchen, weil ihm Vergleichsflächen mit toter Bodendecke in reinen Kiefernbeständen fehlten; er glaubet aber, dass die Bedeckung mit Graswuchs eine abgeschwächte Auslaugung der ca 0—10 cm tiefen Bodenschicht herbeiführt und der dadurch verursachte Unterschied im chemischen Reichtum der gegebenen Schicht, eine stärkere Nitratbildung unter reinen Kiefernbeständen erklärt.

Tieferes, der Bewurzelung der Buche und Kiefer entsprechenden Bodenprofil, vom Standpunkte der Aufspeicherung und Schutz der Nitrate vor Auswaschung, in Betracht nehmend, wäre der Einfluss der Buche als ein von dem, der Bodenpflanzendecke rentablerer, zu betrachten, besonders wegen der hindernden Rolle der Grasnarbe bei natürlicher Bestandesverjüngung. Bei der Lokate der leicht auswaschbaren Verbindungen anstatt im Graswuchs, im Laub und in Streu, z. B. des Buchenunterbaues, bekommen wir für diese Kapitalanlage ausserdem noch Prozente in Form von Holzzuwachs.

11. Wegen dieser Umstände stellte sich der Nitratstickstoffgehalt der Lagerproben auf Humus bezogen bei reinen Kiefernbeständen durchschnittlich höher in 0—10 cm Tiefe, als in der Oberfläche. In unterbauten Beständen kam das Maximum in der Humusdecke, dagegen schon in 0 — 10 cm darunter eine bedeutende Verminderung vor. Die Anwesenheit der Buche verursacht also, im Falle einer Vernichtung der Bodenpflanzendecke von der Buche, eine Veränderung in Nitratbildungsfähigkeit einzelner Bodenschichten in oberer Partie des Braunerdeprofils. Die Veränderung scheint aber ohne grössere Bedeutung für Standortsbonität zu bleiben.

12. Die bisherige Anschauung von günstiger Einwirkung der Buche auf Nitratgehalt im Vergleiche mit reinen Kiefernbeständen

wäre also in der Weise zu beschränken, dass eine ausgiebige Erhöhung auf diluvialen Flachlandgebieten nur auf Böden zu hoffen ist, die eine chemische Anreicherung der Oberflächen-Schichten von der Buche zulassen, also wo eine Umstellung der bodenbildenden Prozesse von podsolartigen in braunerdeartige, stattfinden kann (bedingte Braunerden). Die Einwirkung eines bindigeren Bodens ist wegen der Verhinderung des raschen Auswaschens der von der Buche auf die Oberfläche gebrachten, zur lebhaften Tätigkeit der Nitrifikationsbakterien nötiger Mineralsalze, günstig.

Damit den gesammten Einfluss der Buche auf Stickstoffmobilisierung darzustellen, wurde auch der Salpeterkoeffizient und totaler Stickstoffmobilisierungskoeffizient berechnet.

Der totale Stickstoffmobilisierungskoeffizient für Lagerproben war bis zu einer Tiefe von beinahe 20 cm im Boden immer grösser und schwankte nachher in 30 — 40 cm Tiefe (Zufallsgrößen ausgeschlossen) ungefähr zwischen 15 — 66% des Gesamtstickstoffs auf Braunerden, und zwischen 6 — 27% auf Podsolen. Über Bestandesbonität scheint hauptsächlich die Höhe des Anteils von Salpeterkoeffizient im Totalkoeffizient zu entscheiden.

In der Humusdecke auf Braunerden scheint die Buche den Anteil erhöhen, obwohl sie den Totalmobilisierungskoeffizient in Braunerden und Podsolen verringert. Die Verringerung schreibt der Verfasser dem oft ers erwähnten Überschuss an organischen Verbindungen im Boden zu, was ungünstig auf Zersetzung der Stickstoffverbindungen einwirken und ungünstiges Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff herbeiführen muss. Das ungünstige C : N Verhältniss scheint doch stärker die Nitrifikation als die Ammonifikation beeinflussen.

In 0 — 10 cm Tiefe wird der Salpeterkoeffizient von der Buche zwar verkleinert, doch bleibt der gesammte aufnehmbare Stickstoff trotzdem in beiden Bodengruppen höher in dieser tiefe, als in der Humusdecke.

Auf Ammoniakoeffizient basierend (denn der Salpeterkoeffizient hier nur einem winzigen Bruchteil bildet) nimmt der Verfasser an, dass die Buche in 30 — 40 cm Tiefe die Aufnahmefähigkeit des Stickstoff für Baumwurzeln bedeutend fördern kann und sie nur in den Humusdecke gesamt genommen etwas vermindert.

Kap. 6. Untersuchungen über den Einfluss der Buche auf die nichtsymbiotische Luftstickstoffbindung in Boden.

Übersicht des Problems im Zusammenhang mit forstlichen Untersuchungen. Verfasser hebt die Bedeutung der freien Luftstickstoffbindung für die Stickstoffbilanz des Bodens hervor. Es werden die bakteriellen Urheber des Prozesses, die anaero-

ben, wie die aeroben genannt und deren Ernährung, Stoffwechsel und Lebensbedingungen kurz vergleichsweise geschildert.

Die älteren forstlichen Arbeiten von *Henry* (45) über Stickstoffbindung in der Streu der Bäume und im Humus, so wie die Worte vom *Detrie* über günstigen Einfluss vom Humus auf Stickstoffbindung, regten hauptsächlich den Verfasser zur Anstellung eigener diesbezüglichen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Frage der Buche in Kiefernbeständen, an. In der forstlichen Literatur treffen wir verhältnismässig wenig umfangreichere Arbeiten über Luftstickstoffbindung. Es werden nur *Burri* (12), *Hornberger* (54), *Ramann*, und aus neuerer Zeit *Albert*, *Wittich* l. c., sowie *Nemec* und *Kvapil* (86), genannt.

Methodik der Untersuchungen über Stickstoffbindung. Die Proben wurden in erster Januar-Hälfte 1929 entnommen und bis zur Analyse (8 — 10 Tage) in Pergamentpapier draussen aufbewahrt. Es wurde die Remy'sche Methode mit der von *Löhnis* empfohlenen Mannitnährlösung gewählt, wobei je zwei Parallelkolben mit je 5 g desselben Bodens beschickt wurden. Zwecks Bestimmung der Grösse der biogenen Stickstoffbindung, wurden in einem der Kolben die Mikroorganismen mittels fraktionierten Sterilisation abgetötet. Die Lagerung aller Kolben geschah bei 25° C im Dunkeln binnen 5 Wochen. Der Gesamtstickstoff wurde nachher in üblicher Weise (*König* 62, S. 224) für den Kolbeninhalt quantitativ bestimmt. Aus der Differenz zwischen Stickstoffgehalt im sterilisierten und nichtsterilisierten Kolben wurde der Stickstoffzuwachs auf Trockensubstanz der Proben bezogen, berechnet.

Besprechung der Analysenergebnisse (Tab. 13). Soweit das vorhandene Zahlenmaterial erlaubt, kann man in der Humusdecke der Podsole einen durchschnittlich schwächeren Luftstickstoffbindungs-Grad und durchschnittlich stärkeres Auftreten der Stickstoffverluste in Mannitkulturen während der Lagerzeit bemerken. Je reicher an Humus und also auch an Totalstickstoff die Proben aus der Humusdecke, desto schwächer binden sie den letzteren aus der Atmosphäre. Die genannten Proben der Podsole enthielten ca 5 g Stickstoff je kg, die der Braunerden nur 2,5 g im kg. Dabei ist der Humus der letzteren besser mit Mineralboden vermischt und die Mineralsalze können die Tätigkeit der stickstoffbindenden Mikroorganismen stimulieren, wogegen ein Überschuss der organischen Substanzen eine Depression hervorrufen kann.

Die Stickstoffverluste in den Kolben, die 1 — 2% und Ausnahmeweise 25% betrugen, kamen nur auf Podsolen vor. Da Ungleichmässigkeit bei dem Einführen in die Kolben auszuschliessen ist, so kann diese Tatsache von der Aufnahme durch die Bakterien anstatt des Luftstickstoffs, des in die Kolben mit dem Boden eingeführten Stickstoffs, herrühren. Der Stickstoff kann dann in Ammoniakform übergeführt werden und beim fast alkalischen Medium entweichen. In den Bodenproben, in welchen Stickstoffverluste vor-

gekommen sind, müssen mehr tätige Ammonifikationsmikroorganismen, als stickstoffbindende Bakterien vorhanden sein. Jedenfalls kann die Ursache der Stickstoffverluste eine andere sein, als bei der sog. Desammonifikation, die nur in den Mineralbodenproben getroffen wurde. Der Verfasser lässt eine Vermutung zu, ob dabei nicht ein dem *Bact. azotofluorescens*-naher Mikroorganismus tätig ist.

In den Proben aus 0 — 10 cm Bodentiefe schwankt der Luftstickstoffzuwachs während 5 Wochen von 35 — 105% (durchschnittlich etwa 50%), ist also ungefähr 10-mal grösser wie in der Humusdecke. Man kann aber bemerken (Tab. 13), dass auch der Stickstoffgehalt in der Humusdecke ungefähr 10-mal höher war. In 0 — 10 cm Schicht ist wahrscheinlich das Verhältniss des Stickstoffs zur Energiequelle schon derartig, dass es die Bakterien zur ausgiebigen Stickstoffbindung aus der Atmosphäre zwingt.

Es wurde eine Steigerung der Luftstickstoffbindung in den Proben aus der mit Graswurzel durchgewachsenen Humusdecken beobachtet. Was Bodenart anbelangt, so scheint der nährstoffreiche Grobsand wahrscheinlich infolge leichter erfolgenden Durchmischung mit Humus und grösserer Luftkapazität die Luftstickstoffbindung steigern.

Die Buche hat übereinstimmend in beiden Bodentypen und beiden untersuchten Schichten fast ausnahmslos einen negativen Einfluss ausgeübt. Die Verminderung der Stickstoffbindung scheint auf Podsolen stärker zu sein. Es kommen grosse Schwankungen vor, die aber in 0 — 10 cm Tiefe infolge gleichmässiger Durchmischung der organischen Substanz mit der Mineralerde, kleiner sind. Die durchschnittliche Verminderung des Stickstoffbindungs-Prozentsatzes durch die Buche ist hier grösser als in den Humusdecke. Als Hauptursache ist die Erhöhung von der Buche des Gehaltes an organischen Substanzen mit ungünstigem C:N Verhältniss im Boden anzusehen. Es wird vom Verfasser als interessante Tatsache hervorgehoben, dass trotz der Abschwächung der Stickstoffbindung im Vergleich mit reinen Kiefernbeständen, der Gesamt - N - Gehalt eine Erniedrigung nicht aufweist, sondern manchmal eine Erhöhung. Die Buche scheint also eine konservative Stickstoffs-Kapitalwirtschaft zu führen und einen Gleichgewichtszustand infolge der Abschwächung der Stickstoffbindung zu erhalten.

Im Weiteren vergleicht der Verfasser eigene Ergebnisse mit denen von *Henry* (46), wobei eine Übereinstimmung unter Umständen verzeichnet wird. Das betrifft auch eine allgemeine Ausserung von *Wittich* (109, S. 69) in dieser Beziehung. Dagegen kann Verfasser nicht mit dem Satz von *Mattern* (76, S. 62) übereinstimmen, wo gesagt wird, dass die aerobe Stickstoffbindung höchstens im Untergrund gehemmt ist, die anaerobe dagegen nicht—denn abgesehen davon, ob es sich um aerobe oder anaerobe Stickstoffbindung handelt, eine Hemmung unter der Buche sowohl auf der Oberfläche wie auch im Mineralboden zu finden war.

Die Untersuchungen über *asymbiotische* Luftstickstoffbindung fasst der Verfasser folgend zusammen:

1) Die Stickstoffbindung im Waldboden im Gegensatz zu anderen mikrobiologischen Vorgängen (Ammonifikation, Nitrifikation), geht bedeutend lebhafter im Boden aus 0 — 10 cm Tiefe, als in der Bodenoberfläche (Humusdecke) vor sich.

2) Entscheidenden Einfluss darauf hat der ursprüngliche Gesamt-N-Gehalt des Bodens bzw. das Verhältniss des Gehaltes zu stickstofflosen Kohlenstoffverbindungen, also gewissermassen auch die Humusart.

3) Buchenbeimischung führt eine Abschwächung des Stickstoffbindungs-Prozentsatzes herbei, was im Zusammenhang mit reichlicheren Stickstoffversorgung der oberen Bodenschichten mittels Streuabfalls, steht. Dadurch ist die Einwirkung nicht als wirtschaftlich ungünstig, eher aber als vorteilhafte Tendenz zum Gleichgewichtszustand in der Natur zu betrachten.

4) Die Feststellung, dass trotz der Abschwächung der Stickstoffbindung, welche durch Mannitkulturen nachgewiesen wurde, eine Verminderung des Totalstickstoff-Gehaltes im Boden nicht zu verzeichnen war, lässt eine Vermutung zu, dass obwohl die freilebende stickstoffbindende Bakterien, in seiner Tätigkeit von der Buche gehemmt sind, die Bindung des Stickstoffs durch die symbiotische Buchenwurzel-Mykorrhiza besorgt werden kann.

B. MIKROFLORISTISCHE UNTERSUCHUNGEN.

Kap. 7. Einfluss der Buche auf quantitativen Bakteriengehalt im Boden.

Einführung. Verfasser stellt hier die Bedeutung der niederen Lebewesen ausser dem chemischen und physikalischen Zustand des Bodens, für seine Fruchtbarkeit vor, und hebt speziell die Rolle der Bakterien in dem bunten Gemisch des Edaphons hervor. Die Untersuchung besonders der bakteriellen Mikroflora, als eines die Bodenfruchtbarkeit bezeichnenden Faktors, sollte auch in der Forstwirtschaft nicht vernachlässigt werden. In der Arbeit sollte auf mikrofloristischem Wege gewisse Klärung und Ergänzung der vorher dargestellten biochemischen Untersuchungen erzielt werden.

Aus Waldböden wissen wir über Bakterienzahl noch ziemlich wenig. Es trat eine Zurückhaltung vor, die Bakterienzahl als Mass des Bodenfruchtbarkeits-Zustandes zu nehmen, weil die Zahl im losen Zusammenhang mit der Tätigkeit der Mikroorganismen stehen kann, und besonders weil wir die absolute Gesamtzahl der Bakterien mit keiner mikrobiologischer Methode bestimmen können. Die Zahl der Bakterien in einzelnen physiologischen Gruppen kann den

Zustand des Bodens eher widerspiegeln, da bei der Gesamtzahl alles auch von verwendeten Bestimmungsmethode abhängen tut.

Fremde Untersuchungen über Einwirkung der Laubbäume auf Bakterienzahl im Boden. Umfangreiche spezielle Untersuchungen dieser Art sind dem Verfasser nicht bekannt. Als Folge nur fragmentarischer Arbeiten hat sich eine Vermutung über den günstigen Einfluss der Laubbäume ausgebildet (*Möller* (82). Auch der Ausnahmefall, den *Ramann* (93) bei seinen Untersuchungen beobachtet hat (ungefähr dieselbe Stelle, die Verfasser als Vergleich XI/XII untersucht hat) hat dabei viel beigetragen. Die Ergebnisse von *Bokor* (7) werden erwähnt. Weitere diesbezügliche Schlüsse werden auf Grund der Arbeiten von *Düggli* (24, S. 25 und 26, S. 35) und *Stöckli* (102, S. 95) über angeblich günstigen Einfluss gezogen, aber wegen nicht ganz vergleichsfähigen Materials in den Arbeiten, mit Vorsicht genannt. Auch die von *Stoklasa* (103, S. 77) angeführten Versuchsergebnisse sind nicht ganz beweiskräftig, da es nicht bekannt ist, ob die grössere Keimzahl aufweisende Böden unter den Laubholzbeständen schon von Natur aus nicht reicher und fruchtbarer waren.

Es ist überhaupt schwer der mittelbare Einfluss, welcher durch Veränderung der mikroklimatischen Verhältnisse hervorgerufen wird von dem unmittelbaren, welcher unter dem Einfluss der Streu entsteht, zu unterscheiden. Aus den Verhältnissen in der Landwirtschaft kann man schliessen, dass Veränderungen in der Keimzahl des Waldbodens je nachdem Laub oder Nadelholz gezogen wird, zu erhoffen sind. In der Forstwirtschaft kommt zum Ausdruck, in erster Linie die Anhäufung toter Überreste auf der Bodenoberfläche, welche anfangs nur wenigen Mikroorganismengruppen erreichbare Energie und Stickstoffquelle bilden, dagegen scheinen in der Landwirtschaft unmittelbare Ausscheidungen und Nährstoffaufnahme des dichten Wurzelnetzes in flacher Schicht, wichtigere Rolle spielen.

Beschreibung der Methodik und des Verfahrens. Die angewendeten Methoden der Plattenkultur und der Kultur auf flüssigen Nährböden werden in Anwendung auf Keimzahlbestimmung, skizziert. Auf Vorsichtsmassregeln bei Auswertung solcher Analysenresultate wird hingewiesen. Die neueren Methoden von *Winogradski* konnten leider noch nicht benutzt werden.

Die Vorbereitung der Bodenemulsion geschah durch 20 Minuten lange Ausschüttelung von 10 g Bodens mit 100 ccm sterilen Wassers. Der Boden wurde aus der Mitte der Erdbrocken genommen. Weitere Verdünnungen wurden dezimal abgestuft und wenigstens in drei Verdünnungen ausgesät. Die Umrechnung auf trockenen Boden, der aus Interpolation bei nicht entsprechend besetzten Platten, bzw. ohne Interpolation bei gut mit Kolonien besetzten Kulturen, herrührender Keimzahlen, hat sich bei der Auswertung der Ergebnisse für Vergleichszwecke später als notwendig erwiesen und dadurch sind auch gewisse Änderungen in ohnedem, gefassten Schlüssen notwendig gewesen.

Die Keimzahl - Untersuchungen hat der Verfasser in zwei Zeiträumen geführt: im Herbst (in Eberswalde) und im Winter (in Zürich). Die ersteren hatten mehr orientierenden Charakter und betrafen nur auf Bodenextraktagar wachsende Keime. Die zweiten, die auf den in verdankenswerter Weise von *Dr. Gansen* aus Eberswalde nach Zürich versandten Bodenproben durchgeführt wurden, beziehen sich auf gewöhnliche Nährgelatine und Nähragarplatten, sowie auf Zuckeragar hohe Schicht wüchsige Keime und auf Bestimmung gewisser physiologischen Mikroorganismengruppen in elektiv Kulturen. Da ausser Jahreszeit auch Einzelheiten der Probenentnahme, Versand, Aufbewahrung, etc. vom Einfluss sind, so werden sie vom Verfasser genau geschildert.

Bakteriologische Voruntersuchungen im Herbst. Nach der Angabe mancher zur Beurteilung der Resultate wichtigen Einzelheiten der Laboratoriumsarbeit (wenigstens zwei Parallelproben, fünf Tage Lagerzeit, etc.) gibt der Verfasser, als Zweck der Voruntersuchungen, eine Orientierung über die Verteilung der Bakterienzahl in oberen Bodenprofilschichten der untersuchten Bodentypen, als Grundlage zur Auswahl für weitere Untersuchungen der am meisten charakteristischen Schichten. Erst in zweiter Linie handelte es sich hier um Orientierung über Bucheneinfluss. Für den letzteren Zweck wurden die schroffsten Fälle der Bucheneinwirkung zuerst zur Untersuchung gezogen.

Tabelle 15, zeigt, dass die Abnahme der Bakterienzahl mit der Tiefe nicht gleichmässig ist und der Unterschied zwischen der Humusdecke und der unmittelbar darunter liegenden Schicht viel grösser ist, als bei tieferen Schichten gegeneinander. Auf Podsol scheint die Abnahme schwächer zu sein, als bei Braunerden, was Verfasser mit dem Unterschied des Aziditätsgrad-Verlaufes in obersten Schichten der beiden Bodentypen in Zusammenhang bringt. Die Abnahme der Bakterienzahl mit der Tiefe im Profil scheint auch grösser unter Kiefernbeständen mit Buche zu sein, was durch unmittelbaren Einfluss der Buchenwurzeln (Wurzelausscheidungen und Nährsalzentzug) zu erklären wäre.

In Vergleichsstellen, wo Braunerde unter Kiefer mit Buche, in Podsol unter reinen Kiefer übergehen konnte (bedingte Braunerde), hat die Buchenbeimischung, bezw. der Unterbau in der Humusdecke und manchmal auch in tieferen Bodenschichten keine Verminderung der Bakterienzahl, sondern im Gegenteil eine 2½ bis 6-fache Vergrösserung herbeigeführt.

Die vorliegenden Analysen aus 0—10 cm Tiefe (Tabelle 15) zeigen die Verminderung der Bakterienzahl durch die Buche, unabhängig vom Bodentyp. Die Ausnahmen lassen sich durch Unterschied im Typ (XI/XII) bezw. Textur des Bodens (XIII/XIV) auf Vergleichsstellen ohne Buche erklären.

In 30—40 cm Tiefe, also in einer von der Buche stark durchwurzelter Schicht, scheint die Holzart ebenfalls eine Verminderung der

Bakterienzahl verursachen, obwohl wegen ganz kleiner Analysenzahl (Tab. 16) diese Tatsache noch einer Bestätigung verlangt. Der Ausnahmefall ist so wie in 0—10 cm Tiefe erklärlich. Die Ursache des dargestellten Analysenergebnisses in allen Tiefen wird mit Aziditätsvergrößerung bei gleichzeitiger Vermehrung der organischen Substanz im Boden in Zusammenhang stehen. Die Voruntersuchungen ergaben auch allgemeinen Beweis, dass für die Zwecke der Bodentypenunterscheidung, bezw. Charakterisierung an Hand des quantitativen Bakterien-Gehaltes, vor allem die Proben aus gehörig ausgeschiedenen Humusdecke zu untersuchen sind.

Der Verfasser gibt noch (auf Tafel 17) mit Vorbehalt in Bezug auf verwendeten Nährboden und die aus der Biologie der niederen Pilze hervorgehende Umstände, die Anzahl und den Anteil der Fadenpilzkolonien, welche auf Bodenextrakt-Agarplatten zur Entwicklung gelangen. Da aber hier nur der sonst bekannte Ausnahmefall (XI/XII) vorliegt, ist auch deswegen die Schlussziehung begrenzt, obwohl allgemeine Orientierung aus der Tabelle möglich ist.

Ergebnisse der im Winter durchgeführten Untersuchungen. *Manche Einzelheiten der Methodik.* Verfasser bemerkt, dass hier statt Bodenextrakt, Fleischextrakt benutzt wurde, da aber für alle Kulturen ein und derselbe Fleischextrakt verwendet war, so ist die Vergleichsfähigkeit eingehalten. Die Aufbewahrung im Thermostat dauerte durchschnittlich 10 Tage bei Agarplatten, 6 Tage bei Gelatineplatten und Hohe-schichtkulturen — 12 Tage. Es wurden jetzt 14 Stellen in zwei Schichten (Humusdecke und 0 — 10 cm Tiefe) untersucht und da mindestens 3 Kulturen in jedem Nährsubstrat ausgesät waren, so überschritt die Gesamtzahl der angelegten Kulturen 250 Stück. Die jetzt publizierten Zahlen weichen manchmal von den teilweise in Vorbericht (15) angegebenen, da öfter eine Interpolation und Umrechnung auf Trockensubstanz vorgenommen wurden. Die Mikroorganismen-Zahlen umfassen auch *Actinomyceten*, die aber nur in einer Probe (IX, 117) merklich vorgekommen sind. Die Fadenpilzkolonien auf Plattenkulturen wurden separat ausgewiesen. Für Gelatineplatten sind die verflüssigende Kolonien extra gezählt worden.

Die auf Nährsubstraten zur Entwicklung kommende Bakterienzahlen und der Bodentyp. Es wird an Hand einer Zusammenstellung (Tab. 19) der Grenzwerte vorgefundenen Bakterienzahlen gezeigt, dass bei allen gebrauchten Nährböden und Kulturmethoden, die als Braunerde bezeichnete Böden, 2—6-fach grössere Keimzahlen, von denen, die als Podsol bezeichnet wurden, aufweisen. Die absolute Grenzen für beide Bodentypen konnten nicht gefunden werden infolge Knappheit des Analysenmaterials, welches eine statistische Bearbeitung nicht gestattet hat. Der Grundsatz vom Zusammenhang zwischen Fruchtbarkeit eines Bodens, bezw. einzelner seinen Schichten, und dem Steigen des Bakteriengehaltes findet hier jedenfalls in grossen Rahmen volle Bestätigung.

Einfluss der Buche auf die mittels Nährgelatinenplatten eruiierbare Keimzahl. (Tab. 20 und 21). In der Humusdecke führt die Buche in 4 auf 5 Vergleichsfälle 3 bis 4-fache Verminderung der Bakterienzahl. In 0 — 10 cm Tiefe kommt auch in der Mehrzahl der Fälle eine Verminderung vor. Es wird bemerkt, dass die Buche in der Humusdecke den Anteil der peptoniesierenden Mikroben in der Gesamtbakterienzahl der Gelatinenplatten von besseren Böden zu verringern, von ärmeren zu erhöhen, scheint. In 0 — 10 cm Tiefe wurde in dieser Beziehung keine Parallele gefunden, deswegen schreibt der Verfasser diesen vorläufigen Ergebnissen keine grössere Bedeutung zu. Dasselbe betrifft, obwohl aus anderen, früher genannten Gründen, den Einfluss der Buche auf Fadenpilzanteil auf den Plattenkulturen. Die Kulturen von Buchenerde haben in der Mehrzahl der Vergleiche eine Herabsetzung der kultivierbaren Fadenpilzzahl sowohl in der Humusdecke wie in 0 — 10 cm Tiefe gezeigt. Man kann vermuten, dass diese Erscheinung mit dem Fehlen einer Bodenpflanzendecke, bezw. des Graswuchses mit seinem dichten Wurzelnetz in den Beständen mit Buche, zusammenhängt.

Einfluss der Buche auf die mittels Agarplatten festgestellte Keimzahl. Laut Tab. 22 hat die Buche auch bei diesem Nährsubstrat in der Humusdecke, nach Ausschluss der die Vergleichbarkeit verwischenden Stellen, in 4 auf 5 übrig gebliebenen Vergleichsfälle eine Herabsetzung der Bakterienzahl verursacht. Der Grad der Herabsetzung ist zwar schwächer wie bei Gelatinewachsenden Keimen, doch wiederholt sich bei denselben Bodenproben, was Vermutung einer Zufälligkeit ausschliesst.

Tab. 23 zeigt, dass auch in der 0—10 cm tiefen Bodenschicht in meisten Fällen die Buche eine Verminderung der Bakterienzahl mit sich bringt. Wegen längerer Haltung der Agarkulturen im Thermostat, wodurch sich Fadenpilze auch aus den in Kulturen gebildeten Sporen entwickeln könnten, ist die hier notierte Fadenpilzzahl noch mehr kritisch zu nehmen, als die mittels Gelatinekulturen festgestellte Zahl. Immerhin scheint die Buche ähnliche Einwirkung auf die Fadenpilz-Häufigkeit in Agarplatten, wie in Gelatineplatten auszuüben, wo sie in der Mehrzahl der Vergleichsfälle eine Verringerung herbeiführte. Die Erklärung des Befundes wäre ähnlich dieser, welche bei Besprechung der Gelatineplatten angegeben wurde.

Wie gezeigt kann der Einfluss der Buche auf *Gehalt der Gelatine und Agarplatten wüchsiger Bakterien* doch ziemlich uneinheitlich sein, obwohl öfters die Fälle der Verminderung vorkommen. Auf Braunerde, wie auf Podsol ist eine Erhöhung oder Verminderung nicht ausgeschlossen. Da der Einfluss der Rhizosphäre autotropher Bodenpflanzen für die Bakterienvermehrung günstig sein soll, nimmt der Verfasser die Abwesenheit solcher Pflanzen unter der Buche infolge der Beschattung, als Hauptursache der, in den meisten Fällen kleineren, mittels Plat-

tenkulturen festgestellten Bakterienzahl, an. Der Einfluss der Buche wäre in dieser Beziehung also ein mittelbarer. Eine Korrelation mit Veränderungen im Gehalt von hygroskopischem Wasser und Kalk war wahrscheinlich infolge enger Grenzwerte, nicht zu bemerken. Die Verminderung der Zahl in der von Buchenwurzeln stark durchwachsenen Bodenschicht (30 — 40 cm) rührt aber schon von anderen Faktoren her, wobei die, die Azidität physiologisch steigernde Einwirkung der Buchenwurzeln erste Rolle zu spielen scheint.

Die Verminderung der Mikroorganismenzahl in oberflächlichen Schichten des Bodens, könnte sich nach Verfasser, hauptsächlich dann in der Produktivität der tieferen, für Baumzuwachs unmittelbar massengebenden Schichten ungünstig äussern, wenn es sich um Bildung von leichtlöslichen, nich im Boden absorbierbarer Nährsalze, wie z. B. Nitrate, handeln würde. In dem Fall wäre die Einwirkung auf den zur Nitratbildung besser befähigten Braunerden mehr, als auf Podsolen, ungünstig zu betrachten. Die Erwägung hat aber nur dann eine Berechtigung, wenn die nitrifizierende Bakterien auf Plattenkulturen von Nährgelatine bzw. Nähragar auch zur Entwicklung kommen.

Einfluss der Buche auf die in Zuckeragar hohen Schicht zur Entwicklung gelangende Bakterienzahl (Tab. 24, 25). Der Kürze halber wird hier für die auf diesem Wege eruierten Bakterienzahlen obwohl es nicht gänzlich zutreffend ist, der Name der *Anaeroben* gebraucht. Braunerde hat sich durchschnittlich 2—5-mal reicher an diesen Bakterien, als Podsol, gezeigt. Der Einfluss der Buche scheint in dieser Beziehung anders auf den beiden genannten Bodentypen zu verlaufen, ähnlich aber in beiden untersuchten Bodenschichten. Auf Podsolen war eine Erniedrigung der Anaerobenzahl (1—39%) im Vergleich zu reinen Kiefernbeständen, auf Braunerden in allen Fällen eine Erhöhung (im Durchschnitt 70%) zu bemerken. Als Ursache wird in erster Linie der sich verschiedenartig auf beiden Bodentypen auswirkende Einfluss der Buchenlaubstreu auf die physikalischen Bodeneigenschaften (Durchlüftung) der obersten Schichten des Bodens genannt, welcher an Hand einer Darstellung der Unterschiede in der Morphologie der Humusdecke der beiden Bodentypen, erklärt sein kann. Diese Veränderung in Bodendurchlüftung scheint auf untersuchten Sandböden noch keinen nachteiligen Einfluss auf andere Faktoren zu haben. Verfasser bedauert, dass eine physiologische Ausdeutung der Veränderungen in Anaerobenzahl im Zusammenhang mit der Arbeit nicht möglich war, und zählt nur manche anaerobe Bakterienarten die in hoher Schichtkultur gedeihen könnten mit Angabe ihrer physiologischen Gruppe aus.

Der Verfasser hat auch einen Vergleich der Agarplatten wüchsigen Keime mit dem der Zuckeragar hohen Schicht, obwohl das von methodischem Standpunkt nicht ganz zulässig ist, durchgeführt, und hat dabei eine volle Bestätigung über die auf Braunerden (durchsch-

nichtlich 20—30%) den Anteil der Anaeroben von Aeroben erhöhende, auf Podsolen den Anteil vermindernde Einwirkung der Buche gefunden.

Die Beobachtung der gasbildenden Kolonien in hoher Schichtkultur zeigt das Fehlen solcher Mikroorganismen in Proben aus 0—10 cm Tiefe und die stärkste Entwicklung in Braunerden in Proben aus der Humusdecke; in Podsolen fehlen sie fast gänzlich. Die mit grösseren Erdquantitäten besäte Kulturen äusserten eine hemmende Wirkung auf die Entwicklung der Gasbildner.

Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse bezüglich des quantitativen Bakteriengehalts und Schlüsse. Verfasser hebt gute Eignung der angewandten Kulturmethoden (sowohl Platten wie hohe Schicht) für Zwecke einer streng vergleichenden Arbeitsmethodik bei Untersuchung des biologischen Zustandes natürlicher Waldböden hervor. Die Buche hat in Mehrzahl der Fälle eine Verminderung der mittels Plattenmethoden feststellbaren Bakterienzahl hervorgerufen, man kann also nicht behaupten, dass Mischbestände immer eine höhere Bakterienzahl aufweisen, indem die Tendenz wenigstens auf untersuchten Sandbodentypen, eine andere ist. Vielleicht nur dann werden die Mischbestände laut *Bokor* (7) und *Fehér* (35) reicher an Bakterienzahl, als die reinen Nadelbestände, wenn es sich um natürliche Wälder handelt, wo die Mischbestände schon von Natur aus mehr fruchtbare Böden besiedeln. Im Lichte der durchgeführten Versuche wird es schwer sein die bisherige Auffassung über antiseptische Eigenschaften der Nadelbäume z. B. Kiefer (*Krüdener*, 63, S. 85) zu behalten. Die Unterschiede in Bakterienzahl zwischen den Bodentypen finden seine Erklärung im verschiedenen Gehalt der Mineralsalze und in der Azidität.

Kleinere Unterschiede, die durch verschiedene Holzarten - Zusammensetzung des Bestandes hervorgerufen werden, scheinen nicht in dem Grade mit kleinen Verschiebungen in der chemischen Zusammensetzung und Azidität im Boden im Einklang zu stehen, wie eher mit biochemischen Veränderungen (Ammonifikation, Nitratgehalt, Stickstoffbindung), die ihrerseits vom Verhältniss des Kohlenstoffs zu Stickstoff, vom Wärmezutritt der von schattigen Buchenkronen gehemmt wird, etc abhängig sind. Es scheint auch eine wichtige Rolle der Einfluss der Wurzeln der Bodenpflanzen, die von geschlossener Buchenbeimischung verdämmt werden, zu spielen.

Vom praktischen Standpunkt aus, kann es gleichgültig sein, ob die Buche die Mikrobenzahl verringert, oder ob dieselbe durch die Grasdecke erhöht wird. Es drängen sich nur einige Fragen auf: ob überhaupt die Verminderung der aeroben Bakterienzahl in oberen Bodenschichten vom Standpunkt der Forstwirtschaft ein Zeichen schädlichen Einflusses der Buche auf den Boden ist — bzw. ob die Vermehrung der Bakterienzahl, wenn sie mit dem Auftreten einer dichten Bodenpflanzendecke (Gras, Kräuter) verknüpft ist — über-

haupt und in wie weit günstig ist? Es ist schwer diese Fragen zu beantworten, denn übrigens werden wir doch in der Forstwirtschaft nicht Gras statt Holz züchten wollen, auch wenn das Gras Bakterienzahl steigern und momentanen biologischen Bodenzustand tätiger machen möchte. Die Vergrößerung der Bakterienzahl in den oberen Bodenschichten ist ein Zeichen eines fruchtbareren Bodens nur für oberflächlich wurzelnde Pflanzen, wie es in der Landwirtschaft bestätigt wurde. Die geringe Verkleinerung der Bakterienzahl in der oberflächlichen Schichten, kann nur im noch schwächerem Grade in tieferen Schichten einwirken, wodurch auch der die Bakterienzahl herabsetzende Einfluss der Buche besonders auf den Zuwachs der tief wurzelnden Kiefer fraglich sein kann.

Vom forstlichen Standpunkt, wäre die Frage in zwei Richtungen zu erörtern: 1) Einwirkung auf laufenden Zuwachs des Bestandes, 2) Einwirkung auf die gegenwärtige und zukünftige Bodenagare und Vorbereitungsfähigkeit des Bodens zur Selbstsaat in der Flächenwirtschaft (Kahlschlag), bzw. zur dauernden Verjüngung des Bestandes bei Plenterwirtschaft. Im ersteren Falle kann die Verringerung der Bakterienzahl in den Oberflächenschichten einige Zeit belanglos sein. Parallele mit der Landwirtschaft ist hier nicht am Platze. Die forstlichen Probleme sind doch vom Standpunkt langer Produktionszeiträume und des Zustandes aller Bodenschichten, welche von den betreffenden Holzarten benutzt werden, zu erwägen. Die Verminderung der Bakterienhäufigkeit geht mit Abschwächung der Bakterientätigkeit in dem Falle Hand in Hand, sie ist also für natürliche Verjüngung und Entwicklung des Jungwuchses schädlich. Die mechanische Schädlichkeit des Graswuchses im entgegengesetzten Falle soll man aber auch beachten. Man soll doch in weiterer Zukunft bei entsprechenden Durchforstungen bzw. nach Herbeiführung eines ungleichaltrigen stufigen Aufbaues des Bestandes—hoffen, dass die Anzahl der Bakterien, die von geschlossener Buchenbeimischung verringert war, sich unter Beständen mit Buche günstiger und mehr steigern lassen wird, als unter reinen Kiefernbeständen, wo wir mit einem Vorrat an latenter potenzieller Energie, welche in der Vermehrung des Humus-Vorrats steckt, nicht mehr verfügen.

Kap. 8. Quantitative Untersuchungen über das Auftreten der heterotrophen Bakterien aus der Gruppe des *Bacillus Amylobacter*.

Methodik zur Untersuchung der Bakterienhäufigkeit von manchen physiologischen Gruppen, sowie Bedeutung des *Bac. Amylobacter* im Boden. Weil es sich in den ganzen Arbeit um Beleuchtung mancher den Stickstoffkreislauf betreffenden Studien handelte, so wurden auch diese Versuche auf solche physiologische Gruppen be-

schränkt, welche im Zusammenhang damit stehen, d. h. die aerobe und anaerobe Stickstoffbindner und die Nitrifizierer betreffen.

Bac. amylobacter wird hier als Sammelname für die in der hohen Schicht flüssiger Nährlösung sich entwickelnde, Buttersäure-Bakterien, gebraucht. Die Morphologie, Lebensweise und Tätigkeit der Bakterien-Gruppe wird geschildert, wobei besonders deren Rolle bei Pektinzersetzung hervorgehoben wird.

Die elektiv Kultur-Methode in hoher Schicht flüssiger Mineralnährlösung mit 1% Dextrose als Energiequelle in Verbindung mit Verdünnungsverfahren (*D ü g g e l i*, 24) wurde zur Anhäufung des *Bac. amylobacter* verwendet. Die Kulturen (in Reagiergläsern, 174 Stück) wurden in Thermostat insgesamt 7—8 Wochen gehalten, obwohl schon nach einem Monat die zur Diagnostik hauptsächlich dienenden Gärungserscheinungen schwächer wurden. Sie wurden in Abständen von 10 bis 14 Tage makroskopisch untersucht; und nur in Zweifelfällen mikroskopiert. Aus obengenanntem Grunde, wurden die Befunde in älteren als 1 Monat-Kulturen, nicht in Betracht gezogen. Die Humusproben haben infolge Verfärbung beim Pasteurisieren der Kulturen und infolge des Eigengeruchs, die Diagnostik erschwert.

Z u s a m m e n s t e l l u n g u n d B e s p r e c h u n g d e r *Bac. amylobacter* - K u l t u r e n U n t e r s u c h u n g. Die Proben aus Podsolen zeigen fast ausnahmslos kleinere Zahlen der Amylobacterkeime je Gramm Bodens, als die zu Braunerde eingereihten. Die maximale Anzahl schwankte zwischen 1.000—10.000 Keime, aber auf manchen ärmeren Böden waren sie entweder nur in 0—10 cm Tiefe, oder auch in der Humusdecke überhaupt nicht festzustellen. Fälle der Abwesenheit sind bekannt (*D o r n e r*, 111, S. 73). Auf untersuchten diluvialen Sandböden scheinen aber solche Fälle öfter vorzukommen, als auf sonst reicheren Gebirgsböden. *Bac. amylobacter* wurde noch bei pH 3,7 gefunden und die Azidität der Proben, wo er nicht beobachtet war, schwankte um pH 4,0 — 4,3 (elektrom.). Normalerweise bemerkt man in 0—10 cm Tiefe eine Verminderung der Amylobacter-Häufigkeit. Eine Ausnahme bilden die Böden mit Graswuchs, was mit einer grösseren Aeration der Bodenoberfläche verbunden sein soll.

E i n f l u s s d e r B u c h e auf die Häufigkeit des Amylobacters in oberen Bodenschichten, äusserte sich auf Podsolen entweder gar nicht oder vermindernd.

Auf untersuchten Braunerden wirkt die Buche in der Humusdecke steigernd, und in 0—10 cm Tiefe ähnlich wie auf Podsolen. Die gefundene Amylobacterzahlen laufen jedenfalls nicht parallel mit der festgestellten (siehe oben) Stickstoffbindung.

Eine Ursache der Unübereinstimmung kann in der, der Natur nicht entsprechenden Laboratoriumsmethodik gesucht werden. Man kann auch annehmen, dass Amylobacter, welcher nicht in Individuenzahl, sondern nur in der Stickstoffbindung aus der Luft gehemmt ist,

denn Stickstoff aus anderer Quelle entnimmt und seine übrigen physiologischen Funktionen gehörig verrichtet. Abgesetzt davon wird dessen Tätigkeit bei der Pektinvergärung grosse Wichtigkeit beigemessen, und die Erhöhung der *Amylobacter*-Häufigkeit in Waldböden (besonders auf der Oberfläche), auch wenn sie mit Stickstoffbindung nicht parallel läuft, ist vom Standpunkt der Bodenspflege als vorteilhaft zu betrachten. Verfasser sieht die Hauptvorteile der Steigerungsfähigkeit von *Amylobacter*-zahl (und vielleicht auch anderer aeroben Pektinvergärer) eines Bodens in deren Tätigkeit bei dem Zerfall der von der Buche gelieferten grossen Streumassen. In der Humusdecke der Braunerden geschieht das in dem Grad, dass auf genanntem Bodentyp stärkere als letztjährige Streuschichten sich nicht ansammeln können.

Die Böden die nicht imstande wären, auf Vermehrung der Streuproduktion mit der Erhöhung der tätigen Pektinvergärer zu reagieren (wie hauptsächlich Podsole), bzw. sogar deren Anzahl vermindern, sind nach Verfasser als Böden zu erklären, die am besten seine Unfähigkeit für solche forstwirtschaftlichen Massnahmen zeigen, welche eine Erhöhung der Baumstreuproduktion nach sich ziehen. Die Rolle der Vermehrung der organischen Säuren im Boden, durch Steigerung der *Amylobacter*-tätigkeit, scheint unbedeutend zu sein, bzw. ist der Bodentyp worin die Steigerung vorkommen kann (die Braunerde) imstande auch diese Aziditätsteigerung, zu puffern.

Aus den bisherigen mikrofloristischen Untersuchungen ersieht der Verfasser, dass der Faktor der Mikroklima-Veränderungen durch Bucheneinmischung zum Bestand nicht als Hauptursache der mikrobiologischen Veränderungen im Boden angesehen werden kann, denn der mikroklimatische Einfluss der gegebenen Holzart einerlei ist, dagegen die Mikroorganismen Entwicklung verschieden sein kann. Es wird also die in Ausnahme-Fällen mögliche Veränderung des Bodentyps von der Buche (bedingte Braunerde) nicht von Klimaveränderungen, sondern von chemischen und physikalischen Veränderungen der oberen Bodenschicht, die durch physiologische Einwirkung der Baumschicht herbeigeführt wird, herrühren.

Kap. 9. Untersuchungen über Vorkommen des *Azotobacters*.

Eine Feststellung des Vorkommens von *Azotobacter*-arten bzw. des Einflusses der Buche auf deren Häufigkeit in Boden, interessierte nicht nur wegen der Stickstoffbindung, sondern auch infolge bekannten Zusammenhanges, welcher zwischen seinem Vorkommen und anderen für Pflanzenwuchs wichtigen Eigenschaften des Bodens besteht. Diese Zusammenhänge, sowie manche Eigenschaften des *Azotobacters* und dessen Kulturmethode werden näher besprochen.

Für eigene Analysen hat der Verfasser zugleich eine Anhängungs-methode mittels Mannitnährlösung und die Mannitaggarplatten-

Methode verwendet. Die Kolben mit Mannitnährlösung wurden nach 10 — 14 Tagen Aufbewahrung (bei 28° C) beobachtet. Die erste Prüfung der Kolben mit Hilfe einer Mikroskopierung des Oberflächen-Häutchens hat entweder eine Feststellung von gänzlicher Abwesenheit des *Azotobacters* in untersuchten Böden gerechtfertigt, oder eine Vermutung, besonders für reichere Böden zugelassen, dass infolge irgendwelcher Ursachen seine Häufigkeit zu klein ist, um charakteristische Kulturerscheinung hervorzurufen. Die Platten-Methode hat ebenfalls keine *Azotobakter*kolonien Entwicklung, sondern nur (auf reicheren Böden) spärlich winzige, durchsichtige, kurze, kleine Stäbchen enthaltende Kolonien, die als *Bact. radiobacter* gehörig anzusprechen wären, gezeigt.

Die Kulturen aus Kiefer mit Buche liessen gewisse Förderung der *Radiobacter*-Kolonienzahl in der Humusdecke, und Abschwächung in 0—10 cm darunter bemerken, was mit Aerobiose dieser Mikrobenart zu erklären wäre.

Ein Versuch mittels Überimpfung der Oberflächenhaut in Kolbenkulturen auf frische Nährsubstanz, hat die Abwesenheit des *Azotobacters* sogar auf besseren Böden bestätigt. Die Ursache der *Azotobacter*abwesenheit in den Kulturen kann entweder durch wirkliche Abwesenheit, oder durch nichtentsprechendes Kulturmedium hervorgerufen sein.

Da neue Anstellung der Kulturen mit frischen Bodenproben nicht möglich war, hat sich der Verfasser mittels Einimpfung einer von Gartenerde gewonnener *Azotobakter*-Rohkultur in die Kolben, von der Entwicklungsmöglichkeit des *Azotobacters* in früheren Kulturen zu überzeugen gesucht. Auf Grund des Versuches kommt er zum Schluss, dass die Ursache der Abwesenheit des *Azotobakter* in Kulturen nicht in einer ungeeigneten Kulturmethode oder Nährlösung, sondern im Fehlen des Mikroorganismus in untersuchten Böden liegt. Der Befund wäre auch mit dem Kalkgehalt und der Azidität der Böden im Einklang.

In dem Mass als wir von einer Erschöpfung gewisser Bodenschichten an Kalk von der Buche reden können, kann man auch eine Verringerung der Warscheinlichkeit des *Azotobacter* Vorkommens, bezw. Häufigkeit im Boden, durch die Bestände mit Buche im Vergleich zu reinen Kiefernbeständen, annehmen. Gewöhnlich scheint die Bucheneinwirkung nicht in der Richtung einer Begünstigung der *Azotobakter*entwicklung, zu gehen.

Ein Vergleich der untersuchten Böden mit den von anderen Forschern untersuchten Waldböden, lässt in Bezug auf *Azotobacter*-Vorkommen eine Übereinstimmung eigener Ergebnisse festzustellen (*Mattern*, 76, *Düggeli*, 24, *Stöckli*, 102, *Bokor*, 7). Auf Grund eigener und fremder Ergebnisse kann man ein Vorkommen von *Azotobacter* auf stark humussauren Podsolen und sogar schwachsauren Braunerden höchstens in Spuren, die eine Ausbildung normaler Kulturerscheinungen nicht zulassen, annehmen. Erst auf sehr schwachsauren bezw. neutralen Braunerden ist *Azotobacter* zur

Entwicklung normaler Kulturercheinungen in Mannitnährlösung fähig. Infolgedessen könnte die Azotobactermethode eine Anwendung, bei Unterscheidung biologisch verschiedener Formen der Braunerden, in der Bodenkunde und Ökologie finden.

Kap. 10. Untersuchungen über Vorkommen der Ammoniumsalze-oxydierender Bakterien.

Einführung und Methodik. Zweck der Untersuchungen war die Orientierung zu erlangen über die Verbreitung in geprüften Böden der Organismen, die gesamt bei der Nitrifikation tätig sind, sowie über den Zusammenhang zwischen deren Häufigkeit und Nitratproduktion, in Anbetracht der von der Buche herbeigeführten Veränderungen in der Nitrifikation. Die Untersuchung des Zusammenhanges war auch deswegen interessant, weil die Podsole keine erfassbare Nitratproduktion gezeigt haben.

Verfasser führt die von: *D ü g g e l i* (23, 24), *B o k o r* (7), *F e h é r* (35), *W i l s o n* (117) gefundene Zahlen der Nitratbakterien besonders aus Waldböden an, um für eigene Ergebnisse Vergleichzahlen zu geben.

Eigene Untersuchungen wurden mittels Kombination des Elektiv — mit dem Verdünnungsverfahren, durchgeführt. Als Kriterium der Anwesenheit von Nitrifizierern war der Nachweis der Bildung von Nitriten, bzw. Nitraten in Kulturen mittels: Anästhesin-Reaktion, Diphenylamin-Reaktion und manchmal noch Bruzinprobe.

Ergebnisse der ersten Kontrolle der Kulturen nach 2—3 Wochen zeigten, was die Zahl der Nitrifizierer anbelangt, unerwartet fast keine Unterschiede (im Rahmen der angewandten Verdünnungen), bei so verschiedenen Bodenproben. Die genannten Organismen kamen in jedem untersuchten Waldboden in einer Häufigkeit, die nicht kleiner wie 1.000 Keime je Gramm war, vor. Die maximale Grenze konnte wegen Mangel entsprechender Verdünnungen nicht bestimmt werden. Das pH 3,6 — 5,4 der geprüften Proben tut wahrscheinlich noch keinen stark differenzierenden Einfluss ausüben. Die Beobachtung des Bucheneinflusses auf die Häufigkeit musste wegfallen.

Hemmungsercheinungen bei Entwicklung der Nitrifikanten in Kulturboden. Die interessante Erscheinung beruht auf gänzlichen Fehlen der Nitritreaktion in mit 1 bzw. 5 G Boden beschickten Kolben. Sie kam nur bei Gartenbodenproben und einigen Waldbodenproben aus 0—10 cm Tiefe unter der Humusdecke, nicht vor. Verfasser führt fremde Arbeiten an, aus welchen zu entnehmen ist, dass die Hemmungen öfter begegnet, nur mit Ausnahme von *M a t t e r n* (76) sind sie speziell nicht hervorgehoben worden.

Die Ursache wird in der Bildung der Hemmungsstoffe im Boden, welcher ungünstige physikalische und chemische Eigenschaften

(besonders Karbonatarmut) besitzt, gesehen. Verfasser hat sich mittels Mikroskopierung überzeugt, dass in „gehemmten“ Kolben *Nitrobacter* — ähnliche Kurzstäbchen abwesend waren.

Um auf biologischem Wege die wirklichen und die scheinbaren Hemmungen, von den nitrifizierenden Kulturen zu unterscheiden, wurde der (3 Wochen bebrütete) Kolbeninhalt in entsprechenden Verdünnungen in einer Versuchsreihe auf Gelatineplatten ausgesät (Tab. 35). Kleines Material hat keine sichere Schlussziehung zugelassen. Wenn weitere Studien eine Bestätigung bringen werden, so könnte man in gewissen Fällen die Aufhaltung der Nitrifikantentätigkeit im flüssigen Nährmedium der mit grösseren Erdmengen besickter Kolben, mittels übermässigen Anteils der Gelatinewüchsigen Keime, welche die Stoffwechsel-Produkte der Nitrifikanten zur Bildung eigener Zellsubstanz verwenden und in kompliziertere Stickstoffverbindungen umwandeln — erklären.

Die entgültige Nitritprüfung der Elektivkulturen nach 8 Wochen — verändert den Befund von 2 bzw. 3 Wochen grundsätzlich nicht. Die Hemmungen sind teilweise verschwunden. Allgemein, sind sie in 0—10 cm viel schwächer, als in der Humusdecke, was einen Hinweis über deren Ursache, welche im grossen Grade von Humusbeimengung und dessen Art abhängen scheint, gibt.

Die Hemmungen sind nicht den Böden der Bestände mit Buche eigen, denn sie kommen auch in Kiefernbeständen vor und sind mit den Bodentypformen verbunden. Die Buchenbeimischung konnte eine so weitgehende Veränderung des Bodens, dass die Hemmungen verschwinden, nicht herbeiführen.

Die Hemmungen (Stockungen) in dem Erscheinen der Nitrifizierertätigkeit können als Hilfsmittel zur Unterscheidung der Bodentypenformen dienen. In Bezug auf Nitrifikation tun sie den Boden besser kennzeichnen, als die Bestimmung der Häufigkeit der Organismen selbst.

Die Feststellung des Vorkommens von Nitrifikationsorganismen in allen untersuchten Waldböden bedeutet die Fähigkeit eines jeden der Böden, die Nitrifikation wenigsten zeitweise hervorzurufen, wenn wir entsprechende Umweltfaktoren (Lichtzutritt infolge stufigen Bestandesaufbaues, Bodenbearbeitung, etc.) herbeiführen. Eine Verringerung der Nitrifikationsbakteriezahl durch die Bucheneinmischung wurde nicht beobachtet.

Es wird auf die Eigenschaft der Nitrifikationsorganismen untersuchter Böden, sich auch in organischer Nährlösung mit Mannit entwickeln zu können, wie das in *Azotobacter*kolben festgestellt wurde, hingewiesen. Ob es sich dabei um wenig bekannte Nitrifikationsmikroorganismen, welche organische Substanz als Energiequelle brauchen, oder ob es sich um autotrophe Individuen handelt, muss speziellen Studien überlassen werden.

Kap. 11. Allgemeine Bewertung des Einflusses der Buche auf geprüfte Faktoren und Gesamtschlüsse über ihre Einwirkung auf einzelnen Stellen unter Berücksichtigung aller Ergebnisse eigener bisheriger Untersuchungen.

Die mikrobiologische Eigenschaften erleiden im Allgemeinen unter Einwirkung der Buche auf beiden Bodentypen (Ausnahmefälle nicht berücksichtigend) zeitweise eine Verschlechterung. Der Einwirkung auf die Azidität in manchen Bodenschichten nach, wäre ganz anderer Einfluss zu vermuten. Wahrscheinlich kann die Aziditätsveränderung in gegebenen Grenzen nicht als alleinige Ursache der mikrobiologischen Veränderungen betrachtet werden.

Die Abschwächung der mikrobiologischen Vorgänge, bei einer günstigen Humusgehaltsteigerung (d. h. nicht in der Humusdecke, sondern in Vermischung mit Mineralboden) und dabei keiner Verminderung des Kalkgehalts, betrachtet der Verfasser als eine vorübergehende Erscheinung und nicht vom augenblicklichen Standpunkt (des existierenden Bestandes) sondern von jenem einer dauernden Waldwirtschaft nehmend, sogar als vorteilhaft.

Eine Verbesserung erfährt damals die potentielle Kraft des Bodens, welche von uns bei rationellen Massnahmen sehr zweckmässig für Holzproduktion ausgenutzt werden kann. Auf Braunerden möchten die Massnahmen nicht so stark in das Leben der Waldgesellschaft eingreifen — dagegen auf Podsolon, ein vorübergehender voller Licht- und Wärmezutritt nach jeder Umtriebszeit müsste wahrscheinlich (von kostspieliger Kalkung etc. abgesehen) der einzige Sanierungsweg für den, von Buche herbeigeführten, hier auf die Dauer unvorteilhaften Zustand sein.

In untersuchten Bodenprofilen lassen sich drei Schichten mit verschiedenem Charakter des Bucheneinflusses bemerken: 1) eine Oberflächensphäre, welche die Humusdecke und den Boden bis circa 5 cm Tiefe darunter umfasst und dem Akumulations-Horizont entsprechen möchte; 2) eine Übergangssphäre von 5 bis 30 ev. 20 cm, welche ungefähr den elluvial Horizont umfasst; 3) eine Buchenwurzelsphäre, hier 20 ev. 30 bis 40 cm tief liegend und dem illuvialen Horizont bezw. seinen Anfang andeutet. Für manche Faktoren bezw. auf veränderungsfähigem Bodentyp genügt nur die Ausscheidung der ersten und dritten Sphäre.

Weil die Möglichkeit einer Schätzung des gesamt genommen Bucheneinflusses auf einzelnen Untersuchungsstellen, bei separater Besprechung der Faktoren verloren geht, hat der Verfasser in Tabellenform wichtigere Zahlen, sowohl hier publizierten, wie auch früher bearbeiteten (17) Untersuchungsergebnisse nach Bodentypen für jede Untersuchungsstelle zusammengefasst. Für jede einzelne Vergleichsstelle wird die Bewertung des gesammten Einflusses der Buchenbeimischung, bezw. des Unterbaues gemacht. Diese Bewertung war ziemlich schwer durchzuführen, da die durch die Buche

verursachten Veränderungen sind auf ein und demselben Bodentyp und manchmal sogar in derselben Bodenschicht nicht einheitlich indem sie von vielen Nebefaktoren der Bodeneigenschaften, wie auch vom Bestandesalter etc., abhängig sind.

Die günstige, bzw. ungünstige Beurteilung des Bucheneinflusses in einzelnen Vergleichsstellen trifft der Verfasser auf Grund der Wechselbeziehung zwischen der Holzart und gewissen Gruppen der Gesamtfaktoren, wie die chemischen, physikalischen und biologischen, separat. Dabei bewertet er sie nach ihrer Rolle als Minimumfaktor für gegebenes Gebiet. Da die biologischen Zustände die beiden ersten umfassen und widerspiegeln, so ist nur der Vorrang zwischen den physikalischen und den chemischen Bodeneigenschaften zu bestimmen.

Verfasser gibt, auf Grund der Untersuchungen, für diluviale Flachlandsgebiete, wie die Untersuchten, den Vorrang den chemischen Bodeneigenschaften, obwohl er für Gebirgsgegende mit von Natur aus mineralreicheren Verwitterungsböden die physikalischen Eigenschaften*) als Minimumfaktor ansieht.

Nach diesen Gesichtspunkten wird die Einwirkung der Buche in Kiefernbeständen in einzelnen Vergleichen vom Standpunkt des Bodentyps, Bodengattung und Bodenart für genannte Sphären separat beurteilt.

Allgemein genommen wurde auf Podsolen in keinem Fall ein vorbehaltlos günstiger Einfluss gefunden, bzw. auf fünf Vergleiche gab es vier, wo er in gegebener Zeit ungünstig war. Also in der Nähe der Grenzen des edaphischen Minimums der natürlichen Buchenverbreitung, welches erst im Rahmen der unbedingten Podsole sich vorfindet, wäre der Einfluss der Buche in Kiefernbeständen für die Fruchtbarkeit und Produktivität des Bodens, negativ. Der Einfluss der geschlossenen Bucheneinmischung auf die Bodenpflanzengemeinschaft ist hier genau so wie auf Braunerden radikal, doch nicht im Sinne einer Veränderung der Assoziationstypen, sondern für die Häufigkeit und den Bedeckungsgrad der vorkommenden Pflanzenarten.

In beiden Vergleichen, die auf, als bedingte Braunerden bezeichneten Böden, untersucht waren, ist der Einfluss weitreichend bodenbessernd. Die Untersuchung vor allem solcher Böden (*Rammann*) hat nicht wenig zur Generalisierung der Auffassung über günstige Bucheneinwirkung auf diluvialen Sandböden beigetragen. Nur unter diesen Verhältnissen könnte die Buche mit vollem Erfolg zur Beseitigung von Rohhumus und der, den Heideassoziationen entsprechender Bodenpflanzenvereine, welche für natürliche Bestandesverjüngung nicht günstig sind, verwendet werden.

Auf Dauer- Braunerden ist die chemische Erschöpfung nicht so deutlich zu bemerken, man kann also sogar die Abschwächung

*) Wahrscheinlich werden auch die verhältnismässig junge Böden, der nördlichen Länder in dieser Beziehung den Gebirgsböden Mitteleuropas ähnlich.

gewisser mikrobiologischen Prozessen, nur als durch zu starken Bestandesschluss und Beschattung im jungen Alter von Buchenbeimischung verursacht, also als vorübergehend zu betrachten, und daher gesamt genommen den Einfluss als günstig anzusprechen.

Im Allgemeinen könnte, an Hand eines Vergleiches mit bestandesgeschichtlichen Notizen, auf Standorten auf denen die Holzart entweder garnicht oder von Natur aus nur sporadisch in Bestandeszusammensetzung aufgetreten ist — der günstige Einfluss der Buche nicht beobachtet werden. Den günstigen Einfluss zeigen ehemalige *Pineto - Querceto - Fageta*, oder *Pineto - Carpineto - Fageta* und ähnliche Waldgesellschaftstypen, aber nicht *Pinetum myrtillosum*, *Pinetum herbosum* und vielleicht sogar *Pinetum fagetosum*, wo die Buche schon spärlich, oder nur strauchartig vorkommt. Eine gute Bestandesgeschichte kann also vielfach von waldbaulichen Missgriffen schützen, wenn man in Betracht nimmt, dass Erhöhung, bezw. Zugabe einer Beimischung von nur einzeln, oder gar nicht anwesenden, obwohl manchmal aus ökonomischen Gesichtspunkten erwünschten Holzart, welche nahe ihrer edaphischen Verbreitungsgrenze sich befindet, in einem Bestand schädlich sein kann.

Kap. 12. Anwendung der Ergebnisse an die waldbauliche Praxis.

Infolge nicht genügender Berücksichtigung ursprünglicher Verschiedenheit der Böden wurde als Remedium für „anormale“ Humuszersetzung gerade auf ärmeren Böden öfters der Ziel der Wirtschaft in der Einführung der Mischbestände gesehen. Jetzt wissen wir doch, dass „normale“, das ist sich rasch zersetzende Streudecken speziellen Bodentypen eigen sind und, dass für andere Typen (Podsole) sowohl unter reinen, wie unter gemischten Beständen eine sich langsam zersetzende Streudecke, welche in sauren Rohhumus übergeht, normal ist. Eine Überführung der für Podsole normalen, in die für Braunerden normale Humusdecke durch Einmischung einer Holzart ist nur in seltenen Fällen auf sogenannten bedingten Bodentypen möglich.

Von der Praxis wird aber manchmal nur die Aufhaltung der Entwicklung von Bodenpflanzennarbe verlangt und diese Aufgabe kann die Buchenbeimischung sogar auf Podsolen erfüllen, indem sie sogar bis inclusive III. Kiefernbonität nach *Schwappach*, künstlich eingebracht, ziemlich geschlossen, sich entwickeln kann. Bei diesem, rein mechanischen, oder physikalischen Einfluss auf die Existenz der Bodenpflanzendecke, muss man sich aber die Rechenschaft geben, von dem ungünstigen Einfluss der Buche auf den Boden der Podsole.

Die Buchenbeimischung in Kiefernbeständen muss für diesen, sowie früher genannten Zweck, wie auch für die Erhaltung der Gare auf Braunerden im Flachland, ziemlich stark sein und jedenfalls wäre der von *Hesselman* (50), für Fichten und Tannen Bestän-

de in Gebirgsgegenden Mitteleuropas vorgeschlagene 10% Anteil in der Stammzahl, viel zu klein.

Obwohl eine kritische Anwendungsmöglichkeit der Arbeitsergebnisse auch für andere waldgeographische Landstriche im Verbreitungsgebiet der Buche möglich ist, empfiehlt der Verfasser vor allem für die von Natur aus fichtenlosen Kiefern & Buchen Gebiete des Tieflandes, in denen die Untersuchungen durchgeführt wurden, die Einhaltung folgender Reihenfolge, bei der Einbringung der Buche, welche aus ökonomischen Gründen für Zwecke einer Intensifikation der Holzproduktion erwünscht wäre:

1) In erster Linie sollte man die geologisch geschichtete Böden, in Angriff nehmen, die Lehm, bzw. Mergel flach im Untergrund aufweisen, und welche beim Tragen reiner Lichtholzbestände eine den Podsolen eigene Humusdecke und sonstige Eigenschaften aufweisen, dagegen beim Tragen reiner Klimax- Waldassoziaton mit Buche, als Braunerden erscheinen.

2) In zweiter Linie kämen die Böden in Betracht, welche Mullhumus und andere Merkmale der Braunerden unabhängig von der Holzart aufweisen, gleichgültig ob sandig, anlehmig, oder lehmig, wenn nur kein Grundwasser zu flach liegt.

3) Erst in letzter Linie könnte man eine Einbringung der Buche auf dauernden (ungeschichteten) Podsolen erwägen, von vornherein nur eine Bodenpflanzenverdrängung erwartend.

Diese Gliederung betrifft hauptsächlich diluviale Flachlandsgebiete, denn im Gebirge ist es viel schwieriger sich nach dem biologischen Bodentyp richten, welcher dort, bei flachreichender Verwitterung, mehr die Klimateinwirkung, als die innere Bodeneigenschaften widerspiegelt.

Die Anwendung der Kenntniss von Klimax- Waldassoziaton bzw. der Bestandesgeschichte, als Kriteriums für rationnelle Anwendung der Bucheneinmischung, muss sehr vorsichtig sein, denn sie kann besonders an der nord-östlichen Verbreitungsgrenze dieser schwersamigen Holzart, infolge inselartigen Auftretens und Möglichkeit einer unbeendeten Migration manchmal täuschen.

Da ein zu starker Schluss des Bestandes auch auf sonst für gute Einwirkung der Buche tauglichen Böden, nicht günstig wird, soll ein solcher Aufbau (Struktur) des Bestandes angestrebt sein, der bei Maximum und Optimum des Holzzuwachses noch keine ungünstige Einwirkung auf den Boden haben kann. Der Verfasser ist zur Überzeugung gekommen, dass man auf Braunerden mit einem dauernd, bzw. wenigstens periodisch ungleichaltrigem Bestandaufbau zwecks dauernden Erhaltung einer optimalen Produktivität des Bodens, wirtschaften sollte. Er verneint nicht die Schwierigkeit solcher Wirtschaftssysteme, besonders wenn es sich um dauernde Erhaltung neben einer ausgesprochenen Lichtholzart (*Pinus silvestris*) einer ausgesprochenen Schattenholzart (*Fagus silvatica*) in einem Bestande handelt.

Auf den meisten Podsolen wäre im Falle, wo wir mit Buche und Kiefer zu tun haben, eine Wirtschaft am Platze, die mit fast gleichaltrigen Stufen der einzelnen Holzarten handelt, also wo die Bestände zusammen entweder zwei Generationen oder manchmal nur eine aufweisen, denn eine dauernde Anwesenheit der Buche wegen der Erschöpfung des Bodens und Ansammlung von Rohhumus kann hier nicht gewünscht sein.

Die biologischen Bodentypen haben sich praktisch unveränderlich gezeigt. Dasselbe betrifft die geologische Schichtung (von beweglichen Sanddünen, Schuttrutschungen d. g. abgesehen), also die Bodengattung, und die mechanische Zusammensetzung (Textur) also die Bodenart. Der Verfasser macht auf Grund dessen einen Vorschlag—den Bodentyp (bezw. dessen Form), Bodengattung und Bodenart, als nicht willkürliche, sondern tief begründete Kriterien, bei Projektierung des dauernden *Waldeinteilungnetzes* (der Jageneinteilung) im Flachlande zu verwenden. Zur Zeit unterliegt dorthin die Flächeneinteilung (räumliche Einteilung) einer naturwissenschaftlich tiefer unbegründeten Schablone; wogegen im Gebirge ist das nicht der Fall, denn dort bildet die meistens, als Kriterium gebrauchte Orographie bei den vor allem Rolle spielenden klimatischen Faktoren, voll gerechtfertigten Grundsatz für die Einteilung.

Ein tieferes Studium der Morphologie und Biologie der Humusdecke, sowie der Morphologie der diluvialen Ablagerungen im Flachlande, wird bei jeder Gelegenheit empfohlen, weil diese Merkmale vielfach vom Erfolg waldbaulicher Massnahmen entscheiden können.

Da die Beimischung der Buche, auf den, diese Holzart von Natur aus nicht aufweisenden Böden, in manchen wichtigen Faktoren negative Veränderungen verursacht, so schliesst der Verfasser daraus, wie auch von vielen anderen Kennzeichen, dass in den meisten Fällen das richtigste Wirtschaftsziel vom Standpunkt der Bodenpflege als des wichtigsten Produktionsfaktors — edaphische Klimaxbestände, bezw. ein Vorgehen mit deren Sukzession — sein sollten, obwohl eine forstökonomische Auswertung der Bodenveränderungen mittels Zuwachsuntersuchungen noch nicht durchgeführt wurde.

Die Ergänzung der natürlichen Bestände mit Holzarten, die in gegebenen Ländern aus geohistorischen Gründen wegen der Abwesenheit sich einen Anteil in Bestandeszusammensetzung trotz klimatischen Möglichkeiten nicht erringen konnten, bildet eine besondere Frage.

Bei dem heutigen Fortschritt der Industrieentwicklung wäre es (nach Ansicht des Verfassers) ökonomischer, die mechanische, bezw. chemische Bearbeitung des Holzes der billigsten, den der Tendenz der Natur entsprechenden Holzproduktion, anzupassen, als auch eine nur teilweise Überwindung der Naturkräfte anwenden, die bei der Erziehung angeblich ökonomisch rentabelsten, doch unnatürlichen Holzartenzusammensetzung, notwendig ist. Im technischen Sinne weitgehendst ermöglichte Welt - Warenaustausch möchte ebenfalls

für den Anbau auf gegebenem Standort in entsprechendem Anteil nur der von Natur aus gegebenen Holzarten, welche von der Wirtschaft gleichmässig in der Entwicklung unterstützt werden, sprechen.

Die Entscheidung dieses Problems und seine Begründung muss in der Zukunft, als eine der wichtigsten Aufgaben forstlicher Wissenschaften betrachtet werden. Bei dessen Lösung, kann zusammenhängende Anwendung der Zuwachsuntersuchungen mit dem in der Arbeit berührten Wissenszweige, eine wirkliche Hilfe leisten. Zur Untersuchung solcher komplizierten Arbeitsobjekte, wie Wald bzw. Waldboden und zur Lösung genannter Arbeitsprobleme muss eine Arbeitsgemeinschaft geschaffen werden, denn es handelt sich dabei um eine Lebensgemeinschaft.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über den Einfluss einzelner Holzarten auf den Bodenzustand, können für den Waldbau eine wesentliche Waffe zur Bekämpfung vieler schädlichen Hypothesen werden. Auf diesem Wege müssen wir zur Feststellung eines rationeller Anteiles einzelner Laub und Nadelbaumarten in der Zusammensetzung der auf künstlichen Wege entstandener Bestände sowie zur rationalen Struktur der Baumschicht in Wirtschaftsbeständen, gelangen.

Erst wenn die Kenntniss der Einwirkung einzelner Holzarten und gewisser Bestandesstrukturen auf den Bodenzustand, wenigstens in dem Grade uns eigen sein wird, in welchem wir bis jetzt den Einfluss des Bodens auf die Bestandesentwicklung kennen — wird man in der Waldbaulehre von einer richtigen Holzartenwahl und von kritischer Naturnachahmung, welcher richtig begriffene Forstwirtschaft erheischt — reden können.

TEGOŻ AUTORA

ARTYKUŁY NAUKOWE I ROZPRAWY.

- CHODZICKI EDWARD. Podstawy myśli przewodniej „lasu ciągłego”. — Las polski roczn. 4. Nr. 3, str. 81, Warszawa 1924.
- „ — Jak należy rozumieć intensyfikację produkcji w leśnictwie. — Las Polski roczn. 4. Nr. 6, 7, str. 209, W-wa, 1924.
- „ — Buk a lipa. — Las Polski roczn. 4. Nr. 8, str. 281, Warszawa, 1924.
- „ — Przyczynek do systematyki sposobów gospodarstwa leśnego. — Las Polski roczn. 5. Nr. 10, str. 445, W-wa, 1925.
- „ — Kilka słów o kwestji ras w leśnictwie. *Quelques renseignements relatifs à la question des races.*—Las Polski roczn. 6. Nr. 12, str. 592, W-wa, 1926. Las Polski roczn. 7. Nr. 1, str. 12. Nr. 2, str. 41, W-wa, 1927.
- „ — Potrzeby nasiennictwa leśnego w Polsce. — Pamiętnik IV Ogólnego Zjazdu Leśników Polskich z 1926 r. — str. 159, Warszawa. Nakładem Związku Zawodowego Leśników w Rzplitej Polskiej 1928.
- „ — Objaśnienia do planu zagospodarowania terenów leśno-parkowych państwowego zdrojowiska Krynica.—88 stron, 9 rys. 10 foto. Kraków, 1929. Nakładem Komisji Zdrojowej.
- „ — Z refleksyj na temat Międzynarodowego Kongresu leśnych zakładów badawczych w Sztokholmie. — Drzewo Polskie roczn. 3. Nr. 21, str. 469. W-wa, 1929.

CHODZICKI EDWARD. Bodenbiologische Untersuchungen in Anwendung zur Frage der Buchenunterbaue in Kiefernbeständen. — Proceedings of the International Congress of Forestry Experimental Stations 1929. Stockholm, Centraltryckeriet, 1930.

- „ — Warunki glebowe jako podstawy hodowlane w lasach niektórych okolic Jugosławji. (*Na podstawie obserwacji z wybieczki naukowej*).—Las Polski roczn. 10. Nr. 6, str. 313—341, 7 fig. W-wa. 1930.
- „ — Domieszka buka w sośninach jako czynnik edaficzny na piaszczystych popiołoziemach i buroziemach dyluwjalnych. Warszawa, 1931 (w druku).
- „ — Z piśmiennictwa o gospodarstwie bezzrębowem. — Sylwan roczn. 50. Nr. 4, str. 141. Lwów 1932.
- „ — Znaczenie i zagospodarowanie lasów w pobliżu wielkich środowisk ludzkich. (Ze specjalnem uwzględnieniem stosunków podwarszawskich). — Las Polski roczn. 12. Nr. 11 i 12. Odbitka 42 stron, W-wa 1932.



~~P 2135 II~~

~~Nie pożycz się do domu~~

BIBLIOTEKA
UNIWERSYTECKA
GDAŃSK