

LESŁAW BADURA

PRÓBY UCHWYCENIA ZALEŻNOŚCI MIKOFLORY OD SZATY ROŚLINNEJ

Nie uprawiane od dziesiątków lat gleby, a przede wszystkim rezerваты leśne, gdzie ingerencja człowieka ograniczona jest do minimum, są dobrymi obiektami, na których przeprowadzać można gruntowne badania nad ekologią makro- i mikroorganizmów. Badania te z kolei pozwalają na uchwycenie praw biocenotycznych rządzących tymi zespołami, a znajomość tych praw jest niezwykle ważna w racjonalnej gospodarce leśnej i gospodarce humusowej gleb.

Gleby takie stanowią niewątpliwie środowisko, w którym mikroorganizmy rozwijają się tak swobodnie, jak im na to pozwalają czynniki zewnętrzne: pH gleby, jej wilgotność, temperatura, skład i ilość dostępnych substancji organicznych i wiele innych. W takich glebach wytwarza się stan równowagi dynamicznej między mikroorganizmami, powstają określone zespoły.

Ze względu na fakt, iż w procesach biologicznych prowadzących do całkowitej mineralizacji substancji organicznej i uwalnianiu z jednej strony związków mineralnych koniecznych dla życia rośliny, a z drugiej powodującej degradację gleby przez rozkładanie koloidów glebowych, dużą rolę odgrywają grzyby, nic więc dziwnego, że w ostatnich latach poświęcono im wiele uwagi. W licznych pracach różni badacze zwracali uwagę bądź to na procesy biochemiczne zachodzące w glebach (Waksman 1927), bądź też rozpatrywali ekologiczną stronę zagadnienia i szukali czynników wpływających na ilościowy, a w szczególności jakościowy skład grzybów glebowych.

Wśród tych czynników niewątpliwie znaczenie można przypisać warunkom klimatycznym (Jensen 1931, Raillo 1929, Johann 1932, Niethammer 1937, Sappa i Mosca 1954, Enghusen 1956). Wykazano bowiem zależność pomiędzy występowaniem niektórych grup grzybowych a strefą klimatyczną. I tak np. grzyby z rodzaju *Penicillium* i *Mucor* wiąże się z klimatem zimnym, a gatunki z rodzaju *Aspergillus* z klimatem ciepłym. Stwierdzono wpływ pH gleby na jakość izolowanej flory grzybowej (Muscat 1955). Obserwowano również różnice w izolowanych gatunkach w zależności od tego, czy badania prowadzone były na glebach leśnych

czy glebach uprawnych (Hagem 1909—1910, Dale 1912—1914). Dyskutowane są jeszcze różnice w składzie gatunkowym mikoflory w zależności od szaty roślinnej (Morrow 1933, Krzemieniowska i Badura 1954, Peyronel i Dal Vesco 1955, Mosca 1956, Zimny 1960 a i b, Badura 1960).

Wiadomości o grzybach glebowych, jakich dostarczają nam te prace, są jednak nie tyle niekompletne ze względu na małą ogólną ilość badań, lecz przede wszystkim ze względu na trudności, na jakie natrafia się przy próbie porównywań między sobą wyników uzyskiwanych przez różnych badaczy. A takie porównania są konieczne przy analizowaniu wpływu poszczególnych czynników oddziaływających na szatę grzybową. Jest rzeczą fizycznie niemożliwą, aby jeden badacz mógł przebadać systematycznie każdy z czynników z osobna, a następnie ilościowo określić ich współdziałanie.

Tymczasem przy porównywaniu wyników analiz mikologicznych uzyskanych przez różnych autorów, nasuwa się zawsze obawa, czy metody izolacji i doboru pożywek nie zdecydowały w sposób zasadniczy o wynikach, i czy wnioski uzyskane na takich podstawach są uzasadnione, zwłaszcza że dobór pożywek ma duży wpływ na izolowanie takiej czy innej flory grzybowej (Krzemieniowska i Badura 1954, Badura 1960). Aby uniknąć takiej sytuacji powinno prowadzić się badania porównawcze przy pomocy tych samych metod izolacji i doboru pożywek, dążąc równocześnie do opracowania dostatecznie ścisłej, jednolitej metody, umożliwiającej izolowanie całkowitej mikoflory bytującej w glebie, a nie jej pewnego wycinka, jak to ma miejsce w dotychczasowych badaniach w skali światowej. Wyniki uzyskane z takich właśnie badań można by wtedy bez większych obaw porównywać między sobą i z takich porównań mikoflor można by dopiero wyciągać prawidłowe wnioski. A nawet przy porównywaniu list grzybów izolowanych przy pomocy tych samych metod musi się rozważyć, czy decydujące znaczenie będzie tu miała ogólna liczba gatunków względnie liczba ich pojawów, czy też występowanie tego lub innego gatunku albo ich całych grup. Musi się jednym słowem ustalić pewne kryteria, według których będzie się analizowało uzyskane wyniki.

Rozpatrując różne kryteria można a priori przewidzieć, że bezwzględna liczba izolowanych gatunków będzie przy takim porównywaniu mikoflor mało istotna ze względu na fakt, że liczba izolowanych grzybów w dużej mierze jest uzależniona nie tylko od metod izolowania i doboru pożywek, gdyż umownie można je ustalić, lecz również od ilości i częstości pobieranych próbek oraz okresu czasu poświęconego na ich przeglądanie.

Również porównywania nasilenia, w jakim występują poszczególne gatunki grzybów glebowych, niewiele nam powiedzą, gdyż próby ilościowego uchwycenia występujących grzybów jak na razie nie dają zadowalających rezultatów. Nasuwają się zawsze wątpliwości, czy liczba wyrosniętych kolonii na płytkach odzwierciedla w pełni liczbę grzybów bytujących w glebie, czy też jest wynikiem takiej czy innej metody pobierania i szczepienia próbki. Jedna kolonia — jeden organizm grzybowy — po rozbiciu na fragmenty może dać w rezultacie setki nowych kolonii, nie mówiąc już o możliwościach rozsiewu zarodników powstałych z tej kolonii.

Jest również sprawą otwartą zagadnienie możliwości uchwycenia w obecnej chwili charakterystycznych gatunków związanych z określonymi warunkami ekologicznymi czy danym zespołem. Jest rzeczą oczywistą, że izolując grzyby glebowe przede wszystkim znajduje się grzyby najbardziej rozpowszechnione, «wszędobylskie», a tylko niektóre z tych gatunków przypuszczalnie będą typowe dla danego zespołu. Zagadnienie takie jest jednak na razie nie do rozwiązania, gdyż dotychczasowe badania mikoflory gleby nie tylko w Polsce, lecz i w świecie są za mało zaawansowane, aby można było twierdzić z całą pewnością o istnieniu takich powiązań.

Pewne propozycje dotyczące wyboru takiej porównawczej wspólnej skali, pozwalającej na obiektywne porównywanie otrzymanych wyników są zawarte w pracach Peryonela (1955, 1956). B. Peyronel proponuje, aby do porównań różnych mikoflor brać pod uwagę nie ogólną liczbę gatunków względnie ich pojawów,

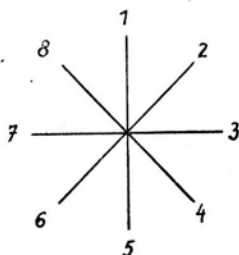


Diagram 1. Osie odpowiadają następującym grupom. 1 — *Phycomycetes*, 2 — *Sphaeropsidales*, 3 — *Stilbaceae* i *Tuberulariaceae*, 4 — *Aspergillus*, 5 — *Penicillium*, 6 — *Dematiaceae*, 7 — *Ascomycetes*, 8 — *Moniliaceae*

ani też samych gatunków, lecz procentowy stosunek pewnych określonych grup grzybowych. Z otrzymanych w procentach wyników wykreśla się następnie diagramy w ten sposób, że wyrażone w procentach wielkości danej grupy nanosi się na odpowiednią oś przy zachowaniu umownie ustalonej kolejności. Osi 1 przyporządkowane są grzyby grupy *Phycomycetes*, 2- *Sphaeropsidales*, 3- *Stilbaceae* i *Tuberulariaceae*, 4- *Aspergillus*, 5- *Penicillium*, 6- *Dematiaceae*, 7- *Ascomycetes*, 8- *Moniliaceae* (diagr. 1). Diagram taki miałby obrazować stosunki panujące pomiędzy danymi grupami na danym stanowisku i miałby być charakterystyczny dla danego mikozespołu.

Szczegółowy opis tej metody wraz z jej krytycznym omówieniem znaleźć można w pracach Badury (1960 a i b). Można dodać tu tylko, że wg Sappa (1955) charakter diagramów nie zależy od ilości pobranych do analiz w tym samym czasie i z tego samego miejsca próbek gleby. Znaczy to, że diagramy będą miały ten sam pokrój bez względu na to, czy do ich wykreślenia posłużono się wynikami z jednej czy pięciu indywidualnych analiz. Zmienia się natomiast charakter diagramów, jeżeli porównuje się przy ich pomocy wyniki otrzymane z tego samego miejsca, lecz w różnych porach roku. Jest to zrozumiałe jeżeli się weźmie pod uwagę fakt, że flora grzybowa ulega

okresowym zmianom w ciągu roku. Dlatego też do porównywań różnych mikoflor powinno się rozpatrywać wyniki otrzymane z całego okresu wegetacyjnego.

Na potwierdzenie opinii, że charakter diagramów zależy przede wszystkim od aktualnie panujących stosunków między poszczególnymi grupami grzybowymi w danym zespole, a nie jest dziełem przypadku, przytoczyć można obserwacje Badury (1964). Stwierdził on, przeprowadzając badania nad mikoflorą w zbiorowisku leśnym o charakterze przejściowym z łągu w grąd, a określonym fitosocjologicznie jako związek *Alno-Padion* (Krawiecowa i Kuczyńska 1964), iż kształty

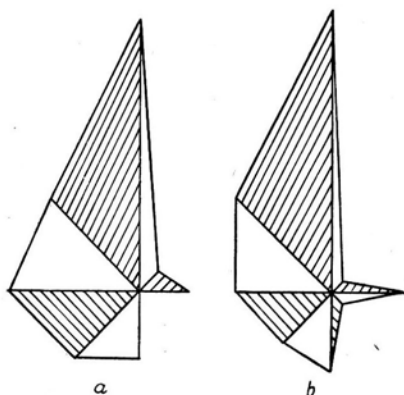


Diagram 2. Kształtowanie się stosunków pomiędzy poszczególnymi grupami grzybowymi w zbiorowisku *Alno-Padion*. Figura a — odpowiada stanowisku pierwszemu, figura b — stanowisku drugiemu

diagramów (diagram 2) nie różniły się, mimo że były wykreślone na podstawie analizy z dwóch oddzielnych poletek, leżących naturalnie w tym samym zbiorowisku. Miejsca, z których pobierano próbki do analizy mikologicznej w ciągu okresu wegetacyjnego, były identyczne pod względem wilgotności gleby, typu gleby, pH, temperatury itp., lecz różniły się między sobą tylko stopniem wykształcenia runa. Płat pierwszy (rys. a) posiadał runo całkiem zredukowane, płat drugi (rys. b) posiadał runo dobrze wykształcone, a w jego skład wchodziły *Allium ursinum* L. i *Mercurialis perennis* L. Próbkę były pobierane w tym samym czasie i analizowane przy pomocy tych samych metod.

Pokroje diagramów obrazujących stosunki pomiędzy poszczególnymi grupami grzybów glebowych były prawie identyczne z obu poletek, w ilościowym składzie gatunkowym natomiast stwierdzono pewne różnice. Z samego założenia rozpatrywania wyników w procentach, a nie bezwzględnych wartościach wynika, że pokroje diagramów nie są zależne od gatunków i liczby izolowanych grzybów, lecz od wzajemnych ilościowych stosunków panujących między tymi gatunkami względnie ich całymi grupami. W związku z tym charakter diagramów jest bardziej stabilny niż ilość i skład gatunkowy izolowanej mikoflory i tym samym metoda ta może być bardziej przydatna przy wszelkiego rodzaju próbach porównywania różnych mikoflor.

Można natomiast dyskutować, czy podział na wyżej wymienione grupy jest słuszny, czy jest on zgodny z pewnymi fizjologicznymi własnościami grzybowymi. Takie pytanie jest niewątpliwie istotne, lecz w obecnej chwili nasze wiadomości na temat fizjologicznej działalności grzybów są skąpe i wydaje się, że nie można na razie dzielić grzybów na zdefiniowane fizjologiczne grupy. Podział natomiast w tym układzie, na pewno zbiera grzyby w pewne grupy o charakterze systematycznym, a z tym częściowo są związane fizjologiczne właściwości.

Po ustaleniu takiego kryterium, pozwalającego na porównywanie różnych mikoflor, można przystąpić do pewniejszych rozważań nad wpływem różnych czynników ekologicznych na ukształtowanie się danej flory grzybowej. Naturalnie, na otrzymanie zupełnie pewnych wniosków musiałoby się przeanalizować bardzo dokładnie wiele zespołów odznaczających się różnymi warunkami ekologicznymi. Niemniej jednak już dzisiaj można pokusić się o pewną próbną syntezę wyników otrzymanych przez autora w trakcie badań nad występowaniem mikoflory w różnych zespołach leśnych. Zwłaszcza, że nasuwają się pewne możliwości wyróżnienia jednego z dominujących czynników i w pewnym stopniu determinującego panujące stosunki pomiędzy grzybami glebowymi. Tym czynnikiem wysuwającym się na czoło byłby wpływ szaty roślinnej na ukształtowanie się mikoflory.

W latach 1950—53 Krzemieniewska i Badura (1954) przeprowadzali badania nad występowaniem mikoflory w rezerwacie bukowym w Muszkowicach koło Wrocławia. Rezerwat ten rozpościera się na zboczu głębokiego jaru, którego południowa strona ograniczona jest polami ornymi, a północna małym potokiem. Całą tę ścianę jaru pokrytą drzewostanem bukowym przecina biegnąca ze wschodu na zachód leśna dróżka, która dzieli ten stok na dwa płaty: płat stromy «górnny», od pół muszkowickich do ścieżki leśnej, i płat «dolny», bardzo łagodnie opadający od ścieżki do potoka. Oba te wydzielone płaty różnią się dostatecznie ostro panującymi na nich warunkami ekologicznymi (S. Macko 1954).

Płat «górnny» odznacza się stosunkowo zwartym drzewostanem, bardzo słabym podszyciem, nagromadzeniem w swej dolnej partii grubej warstwy ściółki złożonej z opadłych i splukiwanych z górnej części stoku liści, które ulegają bardzo powolnemu rozkładowi oraz małej wilgotności. Odczyn gleby jest też z tego powodu stosunkowo niski i waha się w granicach 4,5—6,2. W płacie «dolnym» natomiast obserwuje się silniejszy rozwój podszycia, brak ściółki, która ulega tu prawie natychmiastowemu rozkładowi oraz silnie nawilgoconą glebę, dzięki przepływającemu w pobliżu potoczki. Potoczek ten poza ukształtowaniem warunków hydrologicznych nanosi z uprzednio rozmytych trawertynów wapń, który z kolei infiltruje wokół pobliską glebę. Poziom węglań wapnia w tej glebie jest stosunkowo wysoki (12—37%, a w niektórych próbkach dochodzi do 60%), a tym samym pH gleby (6,4—7,6) prawie optymalne dla rozwoju roślin i wielu mikroorganizmów.

Obydwa tereny pokryte w zasadzie takim samym drzewostanem (*Fagus sylvatica*), ale różniące się bardzo wyraźnie warunkami glebowymi, nadawały się wyjątkowo dobrze do przeprowadzenia badań mikologicznych przy utrzymaniu jednolitych metod izolacji i doboru pożywek oraz porównywaniu otrzymanych wyników.

Z porównania tych terenów pod względem ilości i składu gatunkowego wynika, że wpływ wapnia odbił się w pewnym stopniu nie tylko na ilości izolowanych mikroorganizmów, lecz również na rozwoju przynajmniej niektórych gatunków grzybów. Na przykład: *Stysanus stemonites* (Pers.) Corda, izolowany z płatu «górnego», owocował bardzo obficie, natomiast wydosobniony z płatu «dolnego» dawał nieliczne, pojedynczo rozrzucone koremia. Odwrotną sytuację obserwowało się u *Volutella ciliata* (Alb. et Schwein.) Fr. Ponadto pewne gatunki wystąpiły tylko na jednym z płatów, nie występując na drugim.

Mimo tych różnic wywołanych tak silnymi czynnikami jak wapń, wilgotność i pH gleby, jest coś wspólnego w obrazie mikoflory obu tych terenów. Jeżeli te czynniki odbiły się w dużym stopniu na indywidualnym zachowaniu się poszczególnych gatunków to składy wyizolowanych mikoflor są sobie bliskie, a procentowe udziały określonych grup grzybowych «dolnego» i «górnego» płatu wyznaczonych metodą B. Peyronela są podobne (diagram 3).

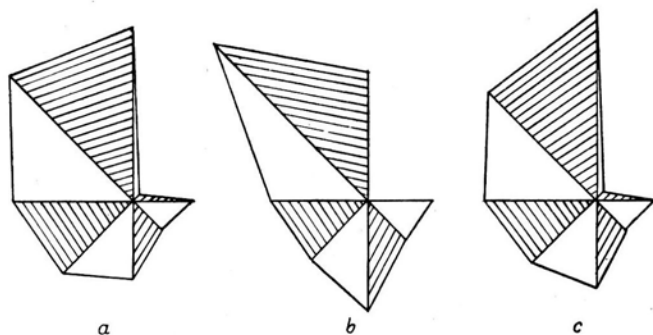


Diagram 3. Kształtowanie się stosunków pomiędzy poszczególnymi grupami grzybowymi w zbiorowisku bukowym w Muszkowicach. Figura a — odpowiada florze grzybowej opracowanej łącznie z obu stanowisk, figura b — mikoflorze z płatu «dolnego», figura c — mikoflorze z płatu «górnego»

Na rysunku a diagramu 3 wyznaczone są procentowe stosunki pomiędzy poszczególnymi grupami, obliczone ze wszystkich znalezień badanego zbiorowiska bukowego. Rysunek b ilustruje natomiast procentowy udział grzybów znalezionych tylko z płatu «dolnego», a rysunek c tylko z płatu «górnego». Partia «dolna» o dużej zawartości wapnia różni się tylko nieco wyższym procentowym udziałem grupy *Moniliaceae* od partii «górnego», natomiast w tej ostatniej w większej ilości występują grzyby z klasy *Phycomycetes*. Diagram 4 prawie identyczny z diagramem poprzednim otrzymał Badura (1964b) badając zbiorowisko bukowe w starej, od lat nie uprawianej części Ogrodu Botanicznego w Turynie (Italia). Nie tylko jednak diagramy z obu terenów były zbieżne, lecz również z tego zbiorowiska bukowego wyizolowano wiele wspólnych gatunków z gatunkami znajdującymi się w rezerwacie bukowym w Muszkowicach. Na podstawie porównań tych diagramów (diagram 3 i 4, rys c) wynika, że oba zespoły pod względem układu poszczególnych grup są analogiczne. Co ciekawsze, podobny charakter rysunku (diagram 5) otrzymano również

z lasu bukowego, lecz mieszczącego się w rezerwacie Lubsza na terenie woj. opolskiego (L. Badura i M. Badurowa 1964). Widoczne różnice zaznaczają się już w obrazie mikoflory uzyskanej na podstawie analizy zbiorowiska *Alno-Padion* (diagram 2), chociaż jeszcze daje się uchwycić pewne nawiązania z zespołami bukowymi. Jest to bardzo interesujące z tego względu, że zarówno zbiorowiska bukowe

Diagram 4. Kształtowanie się stosunków pomiędzy poszczególnymi grupami grzybowymi w zbiorowisku bukowym Ogrodu Botanicznego w Turynie (Italia)

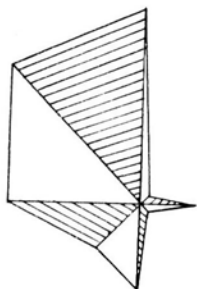
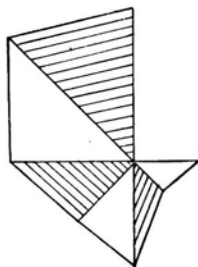
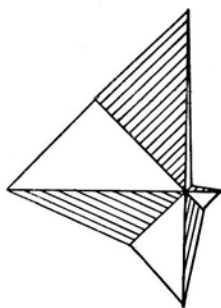


Diagram 5. Kształtowanie się stosunków pomiędzy poszczególnymi grupami grzybowymi w zbiorowisku bukowym rezerwatu w Lubszy

Diagram 6. Kształtowanie się stosunków pomiędzy poszczególnymi grupami grzybowymi w lesie świerkowym ze zbocza Raduni



i *Alno-Padion* w zasadzie przynależą do tej samej nadrzędnej fitosocjologicznej jednostki — rzędu *Fagetalia*. Natomiast obraz mikoflory uzyskany z lasu świerkowego (diagram 6) odbiega bardzo od diagramów uzyskanych ze zbiorowisk bukowych.

Wiązanie otrzymanych wyników w formie diagramów ze zmianami pór roku oraz z warunkami ekologicznymi panującymi w badanych siedliskach nie wydaje się możliwe, gdyż warunki te ulegały pewnym fluktuacjom w wyróżnionych warstwach, natomiast diagramy opracowane są na podstawie całej danej mikoflory. Nie ulega jednak najmniejszej wątpliwości, że we wszystkich tych zespołach pano-

waly nie tylko różne warunki mikroklimatyczne, lecz w ciągu czasu jaki upłynął od pierwszych analiz mikologicznych do ostatnich (1951—1962) ulegał wahaniom także makroklimat.

Różnice w stopniu nasycenia gleby wodą, zawartości substancji organicznej oraz odczynu gleby w ciągu roku, a zwłaszcza w wyróżnionych warstwach były tak dostatecznie duże, że wielkości te otrzymane z różnych zbiorowisk leśnych zachodziły na siebie. Nie można więc na podstawie tych czynników tłumaczyć zbieżności i rozbieżności w rozpatrywanych układach mikoflor.

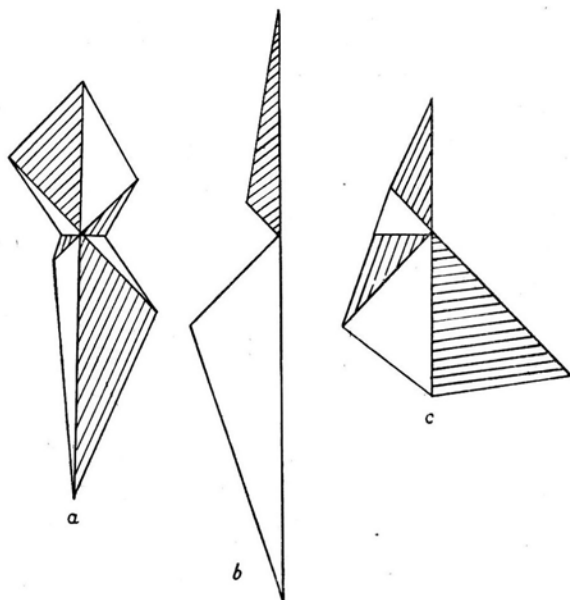


Diagram 7. Kształtowanie się stosunków pomiędzy poszczególnymi grupami grzybowymi na rolniczych poletkach doświadczalnych koło Turynu (Italia). Rys. a — odpowiada mikoflorze z poletka, na którym uprawiany był *Lupinus albus*, rys. b — poletku z *Zea Mays*, rys. c — mikoflorze z łąki naturalnej

Również ciekawe wyniki zależności składu mikozespołu od szaty roślinnej otrzymali Peyronel i Dal Vasco (1955), przeprowadzając analizy mikologiczne na rolniczych poletkach doświadczalnych koło Turynu. Badali oni skład mikoflory izolowanej z poletek, na których hodowane były rośliny uprawne jak *Lupinus albus*, *Zea Mays* oraz z łąki naturalnej (diagram 7 rys. a, b i c). Mimo że na wszystkich poletkach warunki glebowe i klimatyczne były jednakowe, a tylko różna była roślinność, to poszczególne mikoflory różniły się między sobą procentowym składem danych grup grzybowych.

Podobną zależność między szatą roślinną a pojawieniem się pewnych gatunków grzybów kapeluszowych uchwycił m. in. również Nespiak (1959) prowadząc systematyczne badania w Puszczy Białowieskiej.

Taką zależność pomiędzy zespołami roślinnymi a charakterystycznym ukształtowaniem się mikoflory wytłumaczyć chyba można tym, że jednym z głównych czyn-

ników warunkujących uformowanie się takiej czy innej mikoflory jest szata roślinna. Będzie to zrozumiałe, jeżeli weźmie się pod uwagę fakt, że głównym pokarmem grzybów glebowych w zasadzie jest ściółka, dostarczana przez makroflorę bądź to w postaci liści czy szpilek, bądź też obumierających jesienią całych pędów roślinnych. Skład substancji organicznych (zawartość łatwiej lub trudniej rozkładanych związków) będzie musiał determinować rozwój takich względnie innych grup grzybowych, posiadających zdolności rozkładu tych związków i wykorzystywaniu ich do budowy własnych substancji. Taki wpływ pewnych związków, np. żywic zawartych w szpilkach, na rozwój pewnych gatunków obserwował już dawno Koch (1914). Znany jest też powszechnie fakt specjalizacji pewnych grup grzybowych w rozkładzie błonnika czy ligniny, inne gatunki chętniej wykorzystują azot organiczny, inne jeszcze zużywają równie dobrze azot nieorganiczny w formie amonowej względnie azotanowej.

Różne gatunki posiadają różne zapotrzebowanie na ciała czynne typu witaminowego. Tak na przykład pewne gatunki mogą same syntetyzować tiaminę, inne gatunki muszą ją otrzymać w formie gotowej lub w częściach składowych.

Na wyciąganie w pełni udokumentowanych wniosków jest jeszcze za wcześnie, niemniej jednak obecnie pewne prawidłowości już przy tych bądź co bądź niedokładnych metodach pracy dają się uchwycić i wydaje się, że czynnikiem decydującym o składzie mikoflory będzie szata roślinna.

*Katedra Fizjologii Roślin
Uniwersytet Wrocławski*

LITERATURA

- Badura L., 1960. Badania nad mikoflorą ściółki i gleby lasu szpilkowego ze zbocza Raduni (Sępia Góra). Acta Microbiologica Polon. 9,33-58.
- Badura L., 1960. Grzyby glebowe, ich występowanie i rola w rozkładzie substancji organicznej w glebie. Acta Agrobotanica, IX, 35—51.
- Badura L., 1964. Badania nad występowaniem grzybów glebowych na terenie rezerwatu «Łęczszak». Acta Universitatis Wratislaviensis. Prace Botaniczne IV, Nr 29 (w druku).
- Badura L., 1964b. Investigations on the mycoflora of beech community in Botanical Garden of Turin University (Italy). Fragmenta Floristica et Geobotanica, X/4 (w druku).
- Badura L., Badurowa M., 1964. Występowanie grzybów glebowych w zbiorowisku bukowym rezerwatu «Lubsza». Acta Soc. Bot. Poln. (w druku).
- Dale E., 1912. On the fungi of the soil. Ann. Mycol., 10, 452—477.
- Dale E., 1914. On the fungi of the soil. II. Ann. Mycol., 12, 33—62.
- Enghusen H., 1956. Bodenkundlich mykologische Studie on Stuttgarter Steppenschwarzerden im Vergleich mit Waldböden. Zentralbl. f. Bakt., Abt. II, Bd. 109 (Nr 5/8), 157—171.
- Hagem O., 1907—1910. Untersuchungen über norwegische *Mucorineen* I i II. Vidensk. Selsk., Math., Naturw. Klasse, 71—50, 10, 1—152.
- Hagem O., 1910. Neue Untersuchungen über norwegische *Mucorineen*. Ann. Mycol. 8, 265—286.
- Jensen H. L., 1931. The fungus flora of the soil. Soil Science, 31, 123—158.
- Johann F., 1932. Untersuchungen über *Mucorineen* des Waldbodens. Zentralbl. f. Bakt., Abt. II, 85, 305—308.

- Koch A., 1914. Über die Einwirkung des Laub- und Nadelwaldes auf den Boden und die ihn bewohnende Pflanzen. *Zentralbl. f. Bakt., Abt. II*, 41, 545—572.
- Krawiecowa A., Kuczyńska I., 1964. Roślinność rezerwatu «Łęczszak». *Acta Universitatis Wratislaviensis. Prace Botan. IV*, Nr 24 (w druku).
- Krzemieniewska H., Badura L. 1954. Z badań nad mikroflorą lasu bukowego. *Acta Soc. Bot. Polon.*, 23, 545—587.
- Macko S., 1954. Las bukowy w Muszkowicach na Dolnym Śląsku i jego warunki ekologiczne. *Acta Soc. Bot. Polon.*, 23, 519—543.
- Morrow M. B., 1931. The correlation between plant communities and the reaction and mycoflora of the soil. *Ekology*, 12, 497—507.
- Mosca A. M., 1956. Ricerche sulla micoflora del suolo in Piceeto del Parco Nazionale del Gran Paradiso. *Allionia*, 3, 23—67.
- Muscat J., 1955. Untersuchungen über Schimmelpilze beyerischer und tunesischer Böden. *Archiv. f. Mikrob.*, 22, 1—20.
- Nespiak A., 1959. Studia nad udziałem grzybów kapeluszowych w zespołach leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. *Monographiae Botanicae*, VIII, 3—141.
- Niethammer A., 1937. Die Mikroskopischen Bodenpilze. W. Jung, Gravehage.
- Peyronel B., 1955. Proposta di un nuovo metodo di rappresentazione grafica della composizione dei consorzi vegetali. *N. G. Bot. It.*, n. s., 61 n. 1—2.
- Peyronel B., 1956. Considerazioni sulle micocenosis e sui metodi per studiarle. *Allionia*, 3, 85—109.
- Peyronel B., Dal Vesco G., Ricerche sulla micoflora di un terreno agrario presso. Torino, *Allionia*, 2, 357—417.
- Raillo A. J. 1929. Beitrage zur Kenntnis der Boden-Pilze. *Zentralbl. f. Bakt. Abt. II.*, 78, 515—524.
- Sappa F., 1955. La micoflora del terreno quale elemento strutturale delle comunità vegetali. *Allionia*, 2, 293—345.
- Sappa F., Mosca A. M. 1954. Ricerche sulla micoflora dei terreni forestali Somali, *Allionia*, 2, 145—193.
- Waksman S. A., 1927. Principles of soil Microbiology. The Williams e. Wil. Co., Baltimore.
- Zimny H. 1960. Charakterystyka mikrobiologiczna gleb zespołów leśnych środkowego Roztocza. *Fragmenta Floristica*, VI, 523—560.
- Zimny H., 1960. Charakterystyka mikrobiologiczna gleb trzech zespołów leśnych Podgórze Karpackiego. *Folia Forestalia Polonica*, Ser. A4, 89—116.