

BARBARA GÓRSKA

UDZIAŁ GRZYBÓW MIKROSKOPOWYCH W ROZKŁADZIE ŚCIÓŁKI

Wstęp

W ostatnich latach badania licznych autorów koncentrowały się na prześledzeniu procesów zasiedlania przez drobnoustroje roślin od stadium nasienia aż do śmierci i rozkładu w glebie. Ten ostatni problem jest szczególnie złożony z uwagi na to, że jego szybkość określona jest przez zespół czynników biotycznych i abiotycznych. W miarę bowiem wzrostu i dojrzewania roślin zachodzą w nich złożone procesy biochemiczne, w wyniku których powstają i gromadzą się nowe związki, co z kolei prowadzi do sukcesywnych zmian mikroorganizmów przystosowanych do określonych warunków substratowych [45]. Na uwagę zasługuje również fakt, że w tak złożonym układzie na kształtowanie się mikrofory mają również wpływ wzajemne oddziaływania między drobnoustrojami [14]. Jak wynika z prac innych autorów [3, 7, 30], poszczególne zespoły roślinne a nawet niższe jednostki w ich obrębie mogą tworzyć właściwą tylko dla siebie mikoflorę.

Biorąc pod uwagę tak dużą złożoność zagadnienia, wiele prac poświęcono zbadaniu procesów zasiedlania przez różne grupy drobnoustrojów liści i igieł wybranych gatunków drzew, jako dogodnego modelu z uwagi na to, że poprzez znaczne różnicowanie ich składu chemicznego [35] stanowią materiał selekcyjny [28].

Mikoflora fylloferowa

Zasiedlanie liści i igieł rozpoczyna się już w stanie pączków [33, 41]. Z pączków drzew liściastych wyizolowano liczne gatunki drożdży, bakterii i grzybów niedoskonałych, z których większość stanowiły patogeny: *Tilletia caries*, *Venturia inaequalis*. Natomiast z hypokotyli i młodego korzenia *Acer pseudoplatanus* wyizolowano *Aureobasidium pullulans* oraz *Cladosporium herbarum* [31, 42], najbardziej rozpowszechnione gatunki spośród mikrofory zasiedlającej śpiące pączki [43]. Wyniki uzyskane przez Salisbury (cyt. wg [54]) potwierdziły wcześniejsze badania nad drobnou-

ustrojowymi chorobami nasion drzew szpilkowych. Z nasion *Pinus sylvestris* autor wyizolował liczne gatunki grzybów z rodzaju *Penicillium*, a inni badacze [41]: *Penicillium oxalicum*, *Sclerophoma ptiyophila* i *Aureobasidium pullulans*.

Wkrótce po opadnięciu lusek ilość drobnoustrojów zasiedlających młode liście gwałtownie wzrasta, dzięki występowaniu na ich powierzchni rozpuszczalnych w wodzie węglowodanów i związków azotowych, będących dla mikroorganizmów źródłem łatwo dostępnego węgla i azotu [22, 23, 25, 51]. Gatunki wyizolowane z młodych liści i igieł zaliczono do areomikroflory [49].

Wraz z rozwojem młodych liści i igieł „zespoły” mikroorganizmów zasiedlających je podlegają sukcesywnym zmianom. I tak prześlędzono różnicowanie się mikoflory podczas dojrzewania liści *Hippophae rhamnoides*: w czerwcu dominowały gatunki — *Alternaria alternata*, *Aureobasidium pullulans*, *Phoma spp.*, *Sporobolomyces roseus*, w lipcu — *Cladosporium herbarum* oraz grzyby niezarodnikujące natomiast w próbkach jesiennych *Cephalosporium acremonium* oraz gatunki z rodzaju *Penicillium* [33]. Podobną do opisaną sukcesję mikrogrzybów wykazano również na liściach innych gatunków drzew: *Fagus sylvatica* [22, 23], *Acer pseudoplatanus* [43], *Fagus crenata* [47]. Wymienione gatunki grzybów mają bowiem zdolność do produkcji enzymów: kutynazy, celulazy, pektynazy, proteazy oraz szeregu innych, np. biorących udział w rozkładzie glukozy, mannozy, fruktozy i glicerolu. Dzięki temu mogą one uszkadzać roślinę i penetrować w głąb jej tkanek. I tak *Botrytis cinerea* rozkładający kutynę i pektynę razem z pektynolitycznym grzybem *Aureobasidium* i *Cladosporium*, powodują dezintegrację tkanek poprzez uszkodzenie blaszki środkowej komórek liści, rozpoczynając tym samym ich rozkład jeszcze przed opadnięciem [44].

Na igłach wykazano obecność określonych „zespołów” bakterii i grzybów, głównie workowców, grzybów niedoskonałych oraz niektórych podstawczaków, z których większość tworzy ciemne strzępki, jak np.: *Bullera sp.*, *Cladosporium herbarum*, *Helicoma monospora*, *Lophiostoma pinastri*, *Sympodiella acicola* [32, 34]. W zależności od czasokresu zasiedlania oraz zdolności do wykorzystania igieł jako substratu pokarmowego zaproponowano [35] podział zasiedlającej je mikoflory na trzy grupy: 1) saprofity rosnące i zarodnikujące tylko na powierzchni igieł, np.: *Coniosporium*, *Aureobasidium*, *Timmatostroma*, 2) gatunki pasożytnicze atakujące młode, nieuszkodzone igły: *Coleosporium senecionis*, *Lophodermella sulcigena*, 3) gatunki pasożytnicze przerastające igłę po uszkodzeniu jej przez przedstawicieli grupy drugiej: *Lophodermium pinastri*, *Sclerophoma ptiyophila*.

Pierwszym symptomem starzenia się liści jest żółknięcie spowodowane rozpadem chlorofilu. Ponadto węglowodany oraz białka ulegają hydrolizie, zmniejsza się też ilość kwasów organicznych. W tym okresie z liścia odpływają metabolity, związki odżywcze i woda, a po opadnięciu zmniejsza się w nim zawartość białka, gromadzą się natomiast znaczne ilości aminokwasów i amidów. Stąd też suche liście jeszcze na drzewie oraz świeżo opadłe nie stanowią dogodnego materiału pokarmowego dla drobnoustrojów. Dopiero gdy osiągną odpowiednią wilgotność i nasycenie związkami mineralnymi i organicznymi ze ściółki i gleby zostają licznie przez nie zasiedlone [36].

Ściółka

W momencie oderwania się liścia od rośliny żywej staje się on elementem ściółki, niezależnie od stopnia rozkładu. 60—80% ściółki stanowią opadłe liście, resztę materiał neliściowy: okrywy pączków, kwiaty i owoce [25, 26]. Badania nad gromadzeniem się materiału roślinnego w glebie wykazały znaczne różnice w ilości opadłych liści w zależności od regionu klimatycznego, wieku drzewostanu, siedliska leśnego, wynoszące 1—11 t/h w lasach liściastych i 1—5 t/h w lasach iglastych (Brey, Gorham cyt. wg [25, 35]). Pomimo tak dużego dopływu materiału roślinnego, zawartość substancji organicznej w glebie utrzymuje się na stałym poziomie. W każdym bowiem naturalnym zespole leśnym, który osiągnął stan równowagi biologicznej, ilość substancji organicznej dostającej się w ciągu roku do gleby równa jest ilości rozłożonego w tym czasie materiału organicznego. Porównując skład pierwiastków dominujących w liściach i wracających do gleby w trakcie ich rozkładu wykazano, że liście pełnią istotną rolę w krążeniu tych pierwiastków w ekosystemach [13]. Wraz z liśćmi, szczególnie zielonymi, dostaje się do gleby znaczna ilość związków fenolowych i polifenolowych, odpowiedzialnych za transport jonów Fe^{++} w glebie oraz tworzenie kwasów humusowych [11, 12]. Obecne w świeżych liściach dwa polifenole D i epi-katechina, zdolne są do redukcji metalicznego żelaza i przeprowadzania go w organiczny kompleks rozpuszczalny w glebie.

W ściółce zachodzą złożone procesy biochemiczne i chemiczne, prowadzące do całkowitego rozkładu wielkocząsteczkowych połączeń organicznych do CO_2 , H_2O i składników mineralnych, względnie ma miejsce rozkład częściowy związany z syntezą nowych połączeń oraz autolizą tych ostatnich, czemu towarzyszą reakcje kondensacji produktów. Są to podstawowe procesy tworzenia się substancji humusowych [38, 39]. Humus pełni podstawową rolę w kształtowaniu się siedliska glebowego poprzez zmianę struktury gleby, w pobieraniu śladowych metali i ich oddziaływaniu na system enzymów roślinnych oraz reguluje ilość dostępnych substancji odżywczych [5, 17, 37]. Jest systemem biologicznym, w którym wzajemnie oddziaływają na siebie substancje organiczne, komponenty mineralne, fauna glebowa i rośliny oraz mikroflora: bakterie, promieniowce i grzyby mikroskopowe [40].

Opadające liście układają się warstwami tak, że świeże leżą na powierzchni a starsze, bardziej rozłożone znajdują się głębiej. W procesie rozkładu ściółki drzew leśnych można więc wyróżnić kolejne etapy rozkładu prowadzące do powstania różnych formacji humusu, w zależności od siedliska leśnego i warunków ekologicznych [35, 51]. W procesie rozkładu ściółki lasów iglastych wyróżniono następujące etapy:

1. tworzenie się poziomu A_{ooL} — stanowią go igły świeżo opadłe, nierozłożone,
2. " " " A_{ooF_1} — igły przybierają kolor brązowy lub ciemno-brązowy i zostają licznie zasiedlone przez grzyby,
3. " " " A_{ooF_2} — igły nabierają koloru szarego, następuje ich

				fragmentacja, również licznie zasiedlone przez grzyby,
4.	”	”	A _{OH}	— bezpostaciowa masa silnie rozdrobnionych igieł zmieszana z odchodami zwierząt,
5.	”	”	A ₁	— mieszanina humusu i gleby mineralnej.

Mikoflora ściółki

Zasiedlanie przez mikrogrzyby opadłych już liści bądź igieł stanowi kolejny etap sukcesji, bowiem wkrótce po ich opadnięciu mikoflora fylloferowa zostaje zastąpiona przez gatunki grzybów ściółkowych, które w dalszych etapach rozkładu stają się grupą dominującą [24]. Proces zasiedlania przez mikrogrzyby opadłych już liści prześledzono na przykładzie różnych gatunków drzew. I tak wykazano [46, 53], że w pierwszym stadium zasiedlania liści dębowych przeważały gatunki z rzędu *Sphaeropsidales*, które po paru tygodniach zanikały, a na ich miejsce pojawiły się: *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium herbarum*, *Trichoderma spp.*, a pod koniec rozkładu w poziomie próchnicznym dominowały grzyby z rodzaju *Aspergillus*, *Mucor* oraz *Penicillium*. W mieszanym lesie liściastym [20, 21] przez pierwszych sześć miesięcy dominowały gatunki z rodzajów: *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Coleophoma*, *Epicoccum*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Polyscytalum*. Natomiast w ściółce jedno- i dwuletniej: *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*, a z form pyknidialnych i perytecjalnych: *Didymella*, *Gnomonia*, *Mycosphaerella*, *Phyllosticta*, *Venturia* oraz wiele grzybów należących do niezarodnikujących *Dematiaceae*. Podczas zasiedlania liści różnych drzew znajdujących się w jednym zespole leśnym wykazano zróżnicowanie składu gatunkowego mikrogrzybów w zależności od siedliska oraz stopnia rozkładu ściółki [3, 4, 7, 8, 22, 30]. Wpływ substratu oraz stopnia jego rozkładu na zmiany mikoflory wykazano również w badaniach modelowych w różnych zespołach leśnych [16, 18]. Wykazano, że czynnikiem determinującym liczebność mikrogrzybów jest stopień rozkładu zasiedlanego materiału.

Z analizy mikoflory igieł sosnowych wynika, że dominującymi gatunkami na ich powierzchni są: *Aureobasidium pullulans*, *Cladosporium herbarum*, *Cephalosporium sp.*, *Fusicoccum bacillare*, obecne również w glebie tych zespołów leśnych [19, 27, 28, 32, 35, 50].

Pod koniec drugiego roku rozkładu zarówno na liściach jak i igłach pojawiają się liczne grzyby z rodzaju: *Mortierella*, *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*. Izolowano je ze starej ściółki dębowej [20, 53], ze ściółki lasów mieszanych [24], ściółki i gleby łągu olszowego [2], liści bukowych i grabowych w drugim roku rozkładu w ściółce zespołu bukowego [16], z liści bukowych i igieł sosnowych poddanych rozkładowi w ściółce zespołu bukowego i sosnowego [18] oraz ze ściółki i gleby lasów bukowych [4, 6, 8, 15, 30].

W końcowym etapie rozkładu ściółki sosnowej izolowano liczne *Mucorales* [27, 28, 35] obecne też w ściółce i glebie lasów mieszanych [10] i boru sosnowego [1].

Po opadnięciu igieł zasiedlające je grzyby stają się pożywieniem fauny glebowej. Stąd też, w dalszym etapie na skutek ich mechanicznego uszkodzenia, rozpoczyna się gwałtowna penetracja wnętrza igieł przez patogeny, równocześnie z powierzchniowym zasiedlaniem przez zespół grzybów ściółkowych [29]. Z igieł znajdujących się w poziomie F_1 — drugi rok rozkładu, izolowano: *Desmazierella acicola*, *Helicoma monospora*, *Symptodiella acicola* [35], zaś z poziomu F_2 — trzeci rok rozkładu ściółki: *Desmazierella acicola*, *Lophodermium pinastri*, gatunki z rodzajów *Penicillium* i *Trichoderma*, oraz niektóre podstawczaki tworzące ciemne, niezarodnikujące strzępki. Są to grzyby rozkładające celulozę i ligninę, powodując szare zabarwienie tego poziomu ściółki [9]. Ze względu na dużą zawartość wymienionych polimerów w materiale roślinnym, szybkość mineralizacji ściółki zależna jest od czasu ich rozkładu [48].

W ciągu następnych czterech lat grzyby i fauna glebowa przekształcają ściółkę w amorficzną masę humusu — poziom A_{OH} . W poziomie tym dominują grzyby z rodzajów: *Chaetomium*, *Mortierella*, *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*.

Jak widać, proces zasiedlania liści i igieł przez mikrogrzyby w trakcie ich rozwoju i po opadnięciu rozkładu w glebie ma charakter sukcesywny a czynnikami determinującymi go są: siedlisko leśne oraz zmiany biochemiczne i chemiczne zachodzące wraz ze zmianami fizjologicznymi.

Serdeczne podziękowanie składam Panu prof. drowi hab. L. Badurze i Pani mgr M. Badurowej za pomoc okazaną mi w przygotowaniu tego artykułu.

LITERATURA

- [1] Badura L., 1960. Badania nad mikoflorą ściółki i gleby lasu szpilkowego ze zbocza Raduni (Sępia Góra). Acta Mikrobiol. Pol. 9 (1), 33—58.
- [2] Badura L., 1964a. Badania nad występowaniem grzybów glebowych na terenie rezerwatu „Łęczszak”. Acta Univ. Wratislav., Prace Bot. IV (24), 132—134.
- [3] Badura L., 1964b. Próby uchwycenia zależności mikoflory od szaty roślinnej. Wiad. Bot. 8 (3—4), 195—204.
- [4] Badura L., 1965. Badania nad mikoflorą glebową zbiorowiska bukowego w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu w Turynie (Italia). Fragm. Flor. Geobot. XI (1), 197—208.
- [5] Badura L., 1969. Nowe aspekty wpływu pewnych substancji organicznych na kształtowanie glebowego siedliska roślin. Kosmos A, 3 (58), 251—260.
- [6] Badura L., Badurowa M., 1966. Materiały do flory grzybowej rezerwatów leśnych Dolnego Śląska. Acta Univ. Wratislav., Prace Bot. VII (48), 161—164.
- [7] Badurowa M., Badura L., 1967. Further investigations on the relationship between soil fungi and the macroflora. Acta Soc. Bot. Pol. XXXVI (3), 515—529.
- [8] Badurowa M., Badura L., 1968. A comparative study on the occurrence of microscopic fungi on leaves and needles from different species of trees growing within the reserve „Kamień Śląski”. Ecol. Pol. A, XVI (11), 253—260.
- [9] Basu S. N., Ghose S. N., 1960. The production of cellulase by fungi on mixed cellulosic substrates. Can. J. Microbiol., 6, 265—282.
- [10] Christensen M., 1969. Soil microfungi of dry to mesic conifer-hardwood forests in Northern Wisconsin. Ecology, 50 (1), 19—27.

- [11] Coulson C. B., Davies R. J., Lewis D. A., 1960a. Polyphenols in plant, humus and soil. Polyphenols of leaves, litter and superficial humus from mull and mor sites. *J. Soil Sci.* 11 (1), 20—30.
- [12] Coulson C. B., Davies R. J., Lewis D. A., 1960b. Polyphenols in plant, humus and soil. II. Reduction and transport by polyphenols of iron in model soil columns. *J. Soil Sci.* 11 (1), 30—44.
- [13] Daubenmire R., Prusso C., 1963. Studies of the decomposition rates of tree litter. *Ecology*, 44 (3), 589—592.
- [14] Dennis C., Webster J., 1971. Antagonistic properties of species-groups of *Trichoderma*. I. Production of non-volatile antibiotics. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 57 (1), 25—39.
- [15] Gierczak M., 1972. Struktura i funkcja zbiorowisk grzybów z gleby i ściółki zespołów *Mercuriali-Fagetum* Cel. (drzewostan bukowy) i *Calamagrostio-Quercetum* (Hartum.) Scam. (drzewostan bukowy). I Krajowe Sympozjum pt.: „Struktura i funkcja zbiorowisk grzybów środowiska leśnego jako odbicie wpływów pozaleśnych na las i zabiegów techniczno-gospodarczych dokonywanych w lesie”. Poznań-Zielonka. Streszczenie referatów.
- [16] Gołąb Z., 1978. Udział grzybów mikroskopowych w rozkładzie liści bukowych i grabowych w naturalnych warunkach. *Roczn. Glebozn.* XXIX (1), 65—78.
- [17] Gumiński S., 1971. Badania fizjologiczne nad znaczeniem związków próchnicznych dla organizmu roślinnego wykonane w Polsce. *Roczn. Glebozn.* XXII (2), 45—60.
- [18] Górska B., 1980. Zmiany mikroflory zachodzące w trakcie rozkładu materiału roślinnego w dwóch różnych siedliskach leśnych. *Acta Biol. Katowice* (w druku).
- [19] Hayes A. J., 1965. Studies on the decomposition of coniferous leaf litter. II. Changes in external features and succession of microfungi. *J. Soil Sci.* 16 (2), 242—258.
- [20] Hering T. F., 1965. Succession of fungi in the litter of a Lake District Oakwood. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 48 (3), 391—408.
- [21] Hering T. F., 1967. Fungal decomposition of oak leaf litter. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 50 (3), 267—273.
- [22] Hogg B. M., Hudson J., 1966. Micro-fungal on leaves of *Fagus sylvatica*. I. The micro-fungal succession. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 49 (2), 185—193.
- [23] Holm E., Jensen V., 1972. Aerobic chemoorganotrophic bacteria of a Danish beech forest. *Oikos* 23, 248—260.
- [24] Hudson H. J., 1968. The ecology of fungi on plant remains above the soil. *New Phytol.* 67 (4), 837—874.
- [25] Jensen V., 1974. Decomposition of angiosperm tree leaf litter. (W) *Biology of Plant Litter Decomposition*. Ed. Dickinson C. H., Pugh G. J. F., vol. 1, pp. 69—104, Academic Press, London-New York-San Francisco.
- [26] John D. M., 1973. Accumulation and decay of litter and net production of forest in tropical West Africa. *Oikos* 24, 430—435.
- [27] Kendrick W. B., 1958. Microfungi in pine litter. *Nature* 181 (1), 432—445.
- [28] Kendrick W. B., Burges A., 1962. Biological aspects of the decay of *Pinus sylvestris* leaf litter. *Nova Hedw.* 4 (3), 313—342.
- [29] Kilbertus G., Reisuinger O., 1975. Degradation du matériel végétal active in vitro et in situ de quelques microorganismes. *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 12 (1), 363—374.
- [30] Krzemieniewska H., Badura L., 1954. Z badań nad mikroflorą lasu bukowego. *Acta Soc. Bot. Pol.* XXIII (3), 545—587.
- [31] Leben C., 1971. The bud in the relation to the epiphytic micro-flora. (w) *Ecology of Leaf Surface Micro-Organisms*. Ed. Preece T. F., Dickinson C. H., pp. 117—127, Academic Press, London-New York-San Francisco.
- [32] Lehman P. F., Hudson H. J., 1977. The fungal succession on normal and urea-treated pine needles. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 68 (2), 221—228.
- [33] Lindsey B. J., Pugh G. J. F., 1976. Succession of microfungi on attached leaves of *Hippophaë rhamnoides*. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 67 (1), 61—67.
- [34] Mc Bride R. P., Hayes A. J., 1977. Phylloplane of European Larch. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 69 (1), 39—46.
- [35] Millar C. S., 1974. Decomposition of coniferous leaf litter. (w) *Biology of Plant Litter Decompo-*

- sition. Ed. Dickinson C. H., Pugh G. J. F., vol. 1, pp. 105—128, Academic Press, London-New York-San Francisco.
- [36] Mniderman G., Daniels L., 1967. Colonization of newly fallen leaves by microorganisms. (w) Progress in Soil Biology. Ed. Graff O., Satchell E., pp. 3—9, Frieder. Vieweg and Sohn GmbH, Verlag, Braunschweig.
- [37] Musierowicz A., 1957. Próchnica gleb. Post. Nauk Roln. 2 (44), 3—36.
- [38] Myśków W., 1964. Próchnica cz. I. Powstawanie, natura, rozkład. Post. Nauk Roln. 1 (85), 76—110.
- [39] Myśków W., 1966. Mikrobiologiczne przemiany lignin. Post. Nauk Roln. 3, 29—30.
- [40] Myśków W., 1968. Wpływ mikoflory na powstawanie próchnicy w glebie. Wiad. Bot. 12 (3), 229—245.
- [41] Pugh G. J. F., 1974. Terrestrial fungi. (w) Biology of Plant Litter Decomposition. Ed. Dickinson C. H., Pugh G. J. B., vol. 2, pp. 303—336, Academic Press. London-New York-San Francisco.
- [42] Pugh G. J. F., Buckley N. G., 1971a. The leaf surface as a substrate for colonization by fungi. (w) Ecology of Leaf Surface Microorganisms. Ed. Preece T. F., Dickinson C. H., pp. 431—445, Academic Press. London-New York-San Francisco.
- [43] Pugh G. J. F., Buckley N. G., 1971b. *Aureobasidium pullulans*. An endophyte in Sycamore and other trees. Trans. Brit. Mycol. Soc. 57 (2), 227—231.
- [44] Pugh G. J. F., Buckley N. G., Mulder J., 1972. The role of phylloplane fungi in the early colonization of leaves. Symp. Biol. Hung. pt.: „Proceedings of the Symposium on Soil Microbiology” Ed. Szegi J., pp. 329—333, Akadémiai Kiado.
- [45] Pugh G. J. F., Mulder J. L., 1971. Mycoflora associated with *Typha latifolia*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 57 (2), 273—282.
- [46] Remacle J., 1971. Succession in the oak litter microflora in forests at Masnil-Eglise (Ferage), Belgium. Oikos 22 (3), 411—413.
- [47] Saito T., 1966. Sequential pattern of decomposition of beech litter with special reference to microbial succession. Ecol. Rev. 16, 245—254.
- [48] Satchell J. E., 1974. Litter-interface of animate (inanimate) matter (w) Biology of Plant Litter Decomposition. Ed. Dickinson C. H., Pugh G. J. F., vol. 1, pp. xiv-xliv, Academic Press. London-New York-San Francisco.
- [49] Sinka S., 1971. The microflora on leaves of *Capsicum annuum* (L) Watt E. D., *Solanum melongena* L., *Solanum tuberosum* L. and *Lycopersicon esculentum* Mill. (w) Ecology of Leaf Surface Microorganisms. Ed. Preece T. F., Dickinson C. H., pp. 175—189, Academic Press. London-New York-San Francisco.
- [50] Söderström B. E., 1975. Vertical distribution of microfungi in a spruce forest soil in the south of Sweden. Trans. Brit. Mycol. Soc. 65 (3), 419—425.
- [51] Szabó I. M., 1974. Microbial Communities in a Forest-Rendzina Ecosystem. Akadémiai Kiado, Budapest.
- [52] Tukey H. B., 1971. Leaching of substances from plants. (w) Ecology of Leaf Surface Microorganisms. Ed. Preece T. F., Dickinson C. H., pp. 67—80, Academic Press. London-New York-San Francisco.
- [53] Witkamp M., 1960. Seasonal fluctuations of the fungus flora in mull and mor of an oak forest. Publ. Inst. Biol. Field Res. 46, 1—52.
- [54] Whittle A. M., 1977. Mycoflora of cones and seeds of *Pinus sylvestris*. Trans. Brit. Mycol. Soc. 69 (1), 47—57.

Dr BARBARA GÓRSKA

Zakład Mikrobiologii U. Śl.,

ul. Jagiellońska 28, 40-032 Katowice