Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych regła górnego w Tatrach

*Untersuchungen über den Mykotrophismus der Pflanzenassoziationen
der höchsten Teile der Fichtenwälder im Tatragebirge*

T. DOMINIK, A. NESPIAK i R. PACHLEWSKI

Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Mikrobiologii Leśnej

(Wpłynęło dn. 27.I.54 r.)

Dotychczas zostały w Tatrach zbadane na mykotrofizm zespoły roślinne piętra alpejskiego ponad granicą kosodrzewiny przez Nespiaka (1953), zespoły piętra kosodrzewiny przez Dominika i Nespiaka (1953) oraz zespoły skał wapiennych, ciągnące się od krainy alpejskiej przez kosodrzewinę do regli, przez Dominika, Nespiaka i Pachlewskiego (1954).

Wyniki badań zachęcają do ich kontynuowania i rokują naświetlenie prawidłowe zagadnienia mykotrofizmu, dlatego autorzy niniejszej pracy przedstawiają dalszy ich ciąg. Tym razem zainteresowani będą nie tylko przyrodnicy, lecz również i leśnicy, gdyż regiel górny jest właściwie kluczem do zrozumienia życia świerczyn.

W reglu górnym spotyka się, choć już tylko fragmentarycznie, bory świerkowe pierwotne, gdzie leśnik jeszcze nie gospodarował, oraz w identycznych warunkach ekologicznych zagospodarowane drzewostany ze zniszczoną naturalną biocenozą i zmienionym składem runa. Stany te pozwalają na zbadanie wpływu człowieka na układanie się stosunków biocenotycznych, na zmiany w mykotrofizmie, oraz na zdrowotność drzewostanów świerkowych. Być może, że uda się znaleźć wskazówki dla praktyki leśnej, które pozwolą na uniknięcie tworzenia drzewostanów chorych, co szczególnie dla świerczyn ma duże znaczenie. Badania bowiem dotychczasowe wydają się wskazywać, że t.zw. wymieranie świerczyn, przypisywane w czambuł opieńce miodowej, jest raczej zjawiskiem złożonym, polegającym w pierwszym rzędzie na wadliwej budowie drzewostanów użytkowych.

Dla badań opisanych w niniejszej pracy wybraliśmy najcharakterystyczniejsze bory świerkowe Tatrach i to zarówno na podłożu granitowym, jak i na wapieniach.

Badania nasze prowadziliśmy w praborze świerkowym na Wantulach (wysokość około 1550 m n.p.m.), w Wąwozie Kraków (wys. 1200 m), w pierwotnym borze świerkowym w dolinie Waksmundzkiej (wys. 1550—1600 m), koło Polany pod Wołoszynem w borze świerkowym zagospodarowanym (wys. około 1500 m) i na granicy lasu w świerczynach koło Morskiego Oka (wys. 1500 m).

Metody badań stosowaliśmy identyczne ze stosowanymi w naszych pracach poprzednich (1950—1953). Badania terenowe zostały wykonane w czasie od 15 czerwca do 30 lipca 1953 roku.

Dane klimatyczne odnoszące się właśnie do regła górnego zostały szczegółowo omówione w pracy Nespiaka (1953).

Dane gleboznawcze dla regła górnego zostały szczegółowo opracowane przez Komornickiego (1952), dlatego tutaj ograniczymy się tylko do zacytowania najważniejszych danych, potrzebnych do naszych wniosków.

Gleby pod świerczynami na wapieniu posiadają mniej więcej następujące profile:

1) w Żlebie giewonckim

- 0 — 5 cm ściółka z wielką ilością mykorhiz
- 5 — 14 cm prawie czarna wilgotna warstwa próchniczna bez piasku
- 15 — cm skała lita dolomitowa, pH = 5,22 — 5,15

2) na żebkach doliny
Strążyskiej

- 0 — 1 cm surowa próchnica z licznymi mykorhizami,
- 1 — 13 cm dość sucha warstwa czarno-brunatna, gruzelkowata, próchniczna, z nielicznymi kamykami wapiennymi i obfitym przekorzeniem. Warstwa ta łagodnie przechodzi w następną.
- 13 — 22 cm czarna dość wilgotna warstwa próchniczna, nieco strukturalna.
- 23 — 48 cm bardzo kamienista, brązowo-żółta dość wilgotna glina, przetykana czarnymi grudkami próchnicznymi. Coraz liczniejsze odłamki dolomitu. pH = 5,46 — 7,54.

Profile te opracowane przez Komornickiego znalazły potwierdzenie w naszych badaniach łącznie z odczynem gleby, który np. na Wantulach sprawdzony w licznych miejscach wahał się między pH = 6,0 — 7,5. Ściółkę znajdowaliśmy przeważnie w stanie dobrego rozkładu, dającą próchnicę obojętną lub lekko kwaśną.

Profil glebowy pod świerczyną w dolinie Roztoki na wysokości około 1400 m przedstawiał się następująco:

- 1 — 5 cm słabo rozłożona ściółka ze świerkowego igliwia,
 - 5 — 13 cm czarniawa warstwa próchniczna,
 - 13 — 18 cm coraz bardziej rudziejąca ku dołowi warstwa próchniczna, styka się nagle z mało zwietrzałym granitem (tatrzytem),
 - 20 — cm skała lita,
- pH = 4,34 — 4,17.

Profil ten najbardziej odpowiada w naszych badaniach profilowi pod prąborem świerkowym w dolinie Waksmundzkiej. W innych miejscach różnił się tylko miąższością, odczyn gleby wahał się od pH = 4,0 — 5,0.

Orientacyjne dane, odnoszące się chemizmu gleb, zaczerpnięte u Komornickiego (1952) zestawiamy w poniższej tabelce.

Gleby na granitach			Gleby na wapieniach		
substancja organiczna	azot ogólny	azot organiczny	substancja organiczna	azot ogólny	azot organiczny
w $\frac{g}{g}$			w $\frac{g}{g}$		
90,3	1,5	1,7	83,9	1,9	2,7

Liczby zamieszczone w tabelce są uogólnione, tak że nie przedstawiają dokładnych danych, lecz tylko średnie, które jednak wyraźnie wskazują, że na wapieniach rozkład i mineralizacja substancji organicznej ściółki idzie znacznie szybciej niż na granicie a azotu jest grubo więcej. To nagromadzanie azotu może być związane z działalnością bakterij wiążących wolny azot z powietrza. Znajdują one bowiem dobre warunki w słabo kwaśnych lub lekko alkalicznych glebach wapiennych.

*

W roku badań nie padało zbyt dużo deszczów, więc flora grzybów nie przedstawiała się zbyt bogato.

Na Wantulach w prąborze świerkowym znaleźliśmy: *Mycena vulgaris* (Pers.) Fries, *Mycena rosea* (Bull.) Sacc., *Marasmius perforans* (Hoffm.) Fries, *Tricholoma rutillans* (Schaeff.) Fries, *Elaphomyces granulatus* Fr.

W innych drzewostanach spotykaliśmy: *Boletus edulis* Buillard, *Polyporus confluens* Schw., *Boletus variegatus* Swartz, *Boletus piperatus* Buillard, *Boletus satans* Lenz, *Boletus luridus* Schaeffer, *Boletus pachypus* Fries, *Boletus subtomentosus* (L.) Fr., *Boletus badius* Fries, *Ramaria spec.*, *Rosites caperata* (Pers.) Carst., *Amanita muscaria* (L.) Fries subsp. *umbri-*

na (Fr.) R. Schulz, *Russula spec. Lactarius deliciosus* (L.) Fr., *Lactarius turpis* (Weinm.) Friess, *Lactarius serifluus* (DC) Fries, *Lactarius volemus* Fries.

*

Wyniki badań mikroskopowych zostały zebrane w następujące tabele. Przy świerkach, których korzenie pochodziły z Karkonoszy również z regla górnego, a które przytaczamy dla porównania i poszerzenia podstaw pracy, umieszczona jest gwiazdka.

Syntezę przytoczonych tabelarycznych zestawień przedstawiamy w postaci następującej tabelki:

Nazwa zespołu	Zwarcie drzewostanu	Oświetlenie dna lasu	Ogólna ilość gatunków	Ilość gatunków mykotroficznych	% udział gatunków mykotroficznych
<i>Piceetum excelsae myrtilletosum</i> w Dol. Waksmundzkiej	lukowate	ocienienie średnie	38	27	71
<i>Piceetum excelsae myrtilletosum</i> przy Pol. pod Wołoszynem	pełne	ocienienie silne	15	9	60
<i>Piceetum excelsae myrtilletosum</i> facja ze <i>Sphagnum</i> koło Morskiego Oka	rozluźnione	brak ocienienia	12	11	92
<i>Piceetum excelsae normale</i> na Wantulach	lukowate	ocienienie średnie	44	33	75

Aby wnioskowanie z tej tabeli było pełniejsze przytoczymy opisy poszczególnych zespołów.

1. *Piceetum excelsae myrtilletosum* w Dol. Waksmundzkiej na wysokości około 1600 m n. p. m. porasta zbocza Kosistej. W miejscu badań jest wystawa (ekspozycja) południowa. Gleba przedstawia się jako płytka, próchniczno-gliniasto-piaszczysta, silnie przekorzeniona warstwa, zalegająca na rumoszu skalnym i granitowych blokach. Wszędzie spotyka się masy starych pni, leżących i rozkładających się, co silnie wzbogaca glebę w próchnicę. Odczyn gleby przeciętnie znajduje się poniżej pH = 4,0. Runo dość obfite. Zwarcie drzewostanu lukowate, miejscami pełne. Jest to czysta świerczyna, różnowieczna.

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Często- tliwość występo- wania
			tolypo- fagicz- nego	thamni- skofagi- cznego	A	C	D _n	

Piceetum excelsae normale
na Wantulach

<i>Asplenium viride</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Aspidium lonchitis</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Aspidium filix mas</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Arabis arenosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Arabis alpina</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Alchemilla palmata</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cardamine flexuosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Clematis alpina</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Chrysosplenium alterni- folium</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cystopteris fragilis</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Dentaria glandulosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Epilobium angustifolium</i>	+	—	+	+	—	—	—	++++
<i>Fragaria vesca</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Galeobdolon luteum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Gentiana asclepiadea</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Geranium silvaticum</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Homogyne alpina</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Lonicera nigra</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Myosotis silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	+	—	+	+	—	—	—	++
<i>Oxalis acetosella</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Paris quadrifolia</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Petasites albus</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Phegopteris dryopteris</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Picea excelsa</i>	+	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Poa alpina</i> v. <i>vivipara</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Primula elatior</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Ranunculus alpestris</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Ranunculus platanifolius</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Ranunculus sceleratus</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Rubus spec.</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Salix silesiaca</i>	—	—	—	—	+	—	—	+++

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Często- tliwość występo- wania
			tolypo- fagicz- nego	thamni- skofagi- cznego	A	C	D _n	
<i>Sambucus racemosa</i>	—	—	+	—	+	—	—	++
<i>Sanicula europaea</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Saxifraga aizoon</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Senecio nemorensis</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Soldanella carpatica</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Sweetia perennis</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Thalictrum aquilegiifolium</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Taraxacum officinale</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Urtica dioica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Valeriana tripteris</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Veratrum lobelianum</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Viola biflora</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++

Piceetum excelsae myrtilletosum
w dolinie Waksmundzkiej

<i>Alchemilla palmata</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Arabis alpina</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Arabis arenosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Aspidium lonchitis</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Aspidium filix mas</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Athyrium alpestre</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Bellis perennis</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Campanula kladniana</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Cardamine flexuosa</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Cerastium fontanum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Epilobium montanum</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Fragaria vesca</i>	+	—	—	+	—	—	—	++
<i>Gnaphalium norvegicum</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Hieracium murorum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Homogyne alpina</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Listera cordata</i>	+	—	+	—	+	—	—	++++
<i>Lonicera nigra</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Luzula silvatica</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	—	+	—	—	—	—	—	—

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Często- tliwość występo- wania
			tolypo- fagicz- nego	thamni- skofagi- cznego	A	C	D _n	
<i>Myosotis silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Phegopteris dryopteris</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	+	—	—	++++
<i>Picea excelsa</i> *	—	—	—	—	+	—	—	+++
<i>Pirola uniflora</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Poa alpina</i> v. <i>vivipara</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Prenantes purpurea</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Salix caprea</i> v. <i>silesiaca</i>	+	—	—	—	+	—	+	++
<i>Sedum carpaticum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Saxifraga adscendens</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Soldanella carpatica</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Ribes alpinum</i>	+	—	—	+	—	—	—	++
<i>Rubus idaeus</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Urtica dioica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Veronica serpyllifolia</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Vaccinium vitis idaea</i>	—	—	+	—	—	—	—	++

Piceetum excelsae myrtilletosum

drzewostan użytkowany przy polanie pod Wołoszynem

<i>Aspidium filix mas</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Cardamine flexuosa</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Epilobium montanum</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Galeobdolon luteum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Homogyne alpina</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Luzula silvatica</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Myosotis silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Picea excelsa</i> ¹⁾	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Picea excelsa</i> *	—	—	—	—	+	—	—	+++
<i>Poa alpina</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Ranunculus sceleratus</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Sambucus racemosa</i>	+	—	—	+	—	—	—	+

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Częstotliwość występowania
			tolypo fagicznego	thamni skofagicznego	A	C	D _n	
<i>Soldanella carpatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Urtica dioica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Veronica officinalis</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++

Piceetum excelsae myrtilletosum
 facja ze *Sphagnum acutifolium* koło Morskiego Oka

<i>Athyrium alpestre</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Calamagrostis villosa</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Festuca spec.</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Homogyne alpina</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Melampyrum silvaticum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	+	—	—	++++
<i>Picea excelsa</i> *	—	—	—	—	+	—	—	++
<i>Pinus cembra</i>	+	—	—	—	+	—	—	++++
<i>Pinus mughus</i>	—	—	—	—	+	—	+	+++
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Vaccinium vitis idaea</i>	—	—	+	—	—	—	—	++

Uwaga: W rubrykach — oznacza brak danej rzeczy,

 + oznacza rzecz istniejącą,

 ++ oznacza występowanie słabe,

 +++ oznacza występowanie średnie

 ++++ oznacza występowanie bardzo obfite

W podziale mykorhizy ektotroficznej uwzględniono tylko te typy, które istnieją w roślinach badanych.

* Oznacza dla porównania przytoczone świerki z podobnych zespołów roślinnych w Karkonoszach.

¹⁾ Poza przytoczonymi w tabeli typami mykorhiz w tym zespole znaleziono na świerku typ E (szczegóły w dalszym tekście).

Pierśnice wahają się między 0,5—100 cm. Wysokość bardzo różna. Najwyższe okazy dochodzą do 30 m. Przeważa powierzchniowo starodrzew. Pojedynczo na lukach występuje jarzębina i wierzba, rzadko porzeczką i malina. Szczegóły co do składu gatunkowego znajdują się w tablicach, (rys. 1 i 2).

Ryc. 1. Wnętrze praboru świerkowego w Dolinie Waksmundzkiej w Tatrach.

2. *Piceetum excelsae myrtilletosum* przy Pol. pod. Wołoszynem na wysokości około 1500 m n. p. m. porasta wschodnie zbocza. Gleba podobna do poprzednio opisanej. Runo ubogie, tworzy tylko małe powierzchnie. Zwarcie drzewostanu pełne i ciemne. Skład drzewostanu różnowiekowy, przeciętnie około 100 lat. Pierśnice wahają się od 7—60 cm. Wysokość egzemplarzy najgrubszych dochodzi do 26 m. Jest to drzewostan użytkowany i pielęgnowany, lecz mimo to bardzo zbliżony do drzewostanów naturalnych. (Ryc. 4 i 5).
3. *Piceetum excelsae myrtilletosum* facja ze *Sphagnum* koło Morskiego Oka na wysokości około 1500 m n. p. m. porasta zbocza Żabich Wier-

chów. Jako podłoże znajdujemy tu przeplatające się powierzchnie torfu sfagnowego i gleby próchnicznej o odczynie zawsze poniżej $\text{pH} = 4,0$. Korzenie roślin rozwijają się albo na samej powierzchni torfu, albo wrastają niegłęboko w glebę próchniczną. Natomiast nie

Ryc. 2. Częsty obraz w praborze Świerkowym w Dolinie Waksmundzkiej w Tatrach.

rozwijają się zupełnie w torfie. Drzewostan występujący tu składa się ze świerka, kosodrzewiny i pojedynczo limby. Przy badaniu korzeni rzuca się w oczy ogromna masa korzeni mykotroficznych u limby, jest nimi poprostu wymoszczona powierzchnia gleby. Między drzewami brak zwarcia. Przeciętny wiek dochodzi do 100 lat, wysokość 8—15 m. Pierśnice do 12 cm. Warto zaznaczyć, że gleba jest przesycona wodą.

4. *Piceetum excelsae normale* na Wantulach (Tatry wapienne) na wysokości około 1550 m n. p. m. porasta zbocza Czerwonych Wierchów od strony północnej. Gleba pod drzewostanem próchniczna, świeża, między rumoszem skalnym i na blokach skalnych, miejscami głęboka, miejscami bardzo płytka. Odczyn waha się od $\text{pH} = 6,0$ — 7,5. Drzewostan jest zdrowo rozwinięty, zwarty lukowato (dzięki olbrzymim blokom skalnym, leżącym w drzewostanie). Drzewa składające drze-

wostan są różnowiekowe od 80—120 lat i więcej, przeciętna wysokość drzewostanu około 24 m, przeciętna pierśnica 27 cm, trafiają się jednak Matuzalemy o pierśnicy równej 80 cm. W runie optycznie biorąc przeważają mchy. Jest to prabór świerkowy, nie użytkowany. (Ryc. 3).

Ryc. 3. Wnętrze praboru świerkowego na Wantulach w Tatrach wapiennych.

Z tabeli przedstawiającej syntezę badań widzimy, że im drzewostan jest mniej zwarty i dno lasu silniej oświetlone, tym silniej rozwinięty mykotrofizm zespołu. Przy zwarcu rozluźnionym i braku ocienienia gleby, procent gatunków cudzożywych dochodzi do 100%. Jako przykład rozpatrzmy *Piceetum myrtilletosum* facja ze sfagnami. Na dwanaście gatunków składających się na zespół 11 żyje z grzybami, tworząc różne mykorhizy a dwunasty gatunek, *Melampyrum silvaticum*, uzupełnia swe pożywienie, wysysając soki z korzeni roślin mykotroficznych, a zatem jest również pośrednio żywiony przez grzyby.

Ryc. 4. Bór świerkowy zagospodarzony przy Polanie pod Wołoszynem.

W zespołach pierwotnych, gdzie od tysięcy lat gatunki, tworzące mikrobocenozy glebowe znajdują się w stałym współżyciu z roślinami zielonymi zespołu, kształtowanie się mykorhiz u poszczególnych egzemplarzy świerka ma ustalony charakter. Mianowicie występuje zawsze mykorhiza ektotroficzna jednolitego typu A, bez zróżnicowania wewnątrztypowego na różnej budowy i różnego koloru opilśni. Jednakże nie wszystkie drzewa w takim zespole posiadają jednakową budowę opilśni. Z tego wniosek, że w glebach pod zespołami pierwotnymi istnieją w danym momencie określone powierzchnie przerośnięte jednym, najodpowiedniejszym dla danych warunków ekologicznych, symbiontem świerkowym.

Znając habitus mykorhiz świerka z innych biotopów, stwierdziliśmy, że na podłożu wapiennym (Wantule) niewystępuje mykorhizy inne niż np. na świerkach rosnących na granitach. Można tylko stwierdzić, że na wapieniu występują sporadycznie domieszki innych rodzajów mykorhizy

w obrębie typu A, co nie ma miejsca na podłożu granitowym. Poza tym na świerkach z podłoża wapiennego czasami znajdowaliśmy typ D_n (Skałka nad Łysą Polaną).

Typu tego (D_n) nie znaleźliśmy nigdy na świerkach w zespołach pierwotnych na granicę (Dol. Waksmundzka, Morskie Oko), mimo, że występował on pospolicie w tych zespołach na wierzbach i sporadycznie na jarzębinie (*Sorbus aucuparia*). Obecność zaś grzyba, tworzącego typ D_n — *Cenococcum graniforme* stwierdziliśmy w glebach pod zespołami pierwotnymi, gdzie rozwijał się w dobrze rozłożonej próchnicy i na martwych szczątkach korzeni świerkowych. Można więc wnioskować, że w zależności od warunków fitocenotycznych *Cenococcum graniforme* albo żyje saprofitycznie, albo przechodzi do życia symbiotycznego, często stając się w krańcowych wypadkach pasożytem.

Inaczej formowały się stosunki mykorhizowe w zespołach porastających zbocza Skałki nad Łysą Polaną. W mieszanym zespole, do którego między innymi gatunkami wchodzi sosna relikтовая, znaleźliśmy na korzeniach świerków całą gamę rodzajów opilśni w obrębie typu A oraz pospolicie występujący typ D_n . Mogłoby to świadczyć o braku pierwotnych cech tych zespołów. Wiemy zaś, że na Skałce znajduje się drzewostan, w którym prowadzone są cięcia pielęgnacyjne.

Na zboczach Skałki u sosny pospolitej znaleźliśmy pod korowiną szyji korzeniowej mykorhizy koralowe, które zostały przez nas opisane u sosen nad Bałtykiem (D o m i n i k i P a c h l e w s k i, 1953).

Na świerkach w Dolinie Waksmundzkiej, na Wantulach i przy Polanie pod Wołoszynem mykorhizy wyrastały na korzeniach gromadnie, tworząc pokaźne grona, czego nie obserwowaliśmy już na Skałce nad Łysą Polaną.

W odpowiadających typami drzewostanach z Karkonoszy nie znaleźliśmy takiego nagromadzenia się mykorhiz. Wiadomo zaś, że Karkonosze są już od dawna pokryte drzewostanami zagospodarowanymi.

Pozostaje jeszcze do omówienia wyjątkowy typ mykorhizy na świerkach, znaleziony przy Polanie pod Wołoszynem. Cechowała go opilśń najeżona masą szczecinek, ostro zakończonych, wiotkich, długości około 50 mikronów. Szczecinki te bywają porozdymane butelkowato u nasad, często również powyżej nasad w miejscach dowolnych, czasem są one fantastycznie powykręcane rogowato. Pod powłoką szczecinek znajduje się warstwa silnie splecionych strzępek bezbarwnych, które przenikają do tkanek korzenia, tworząc wyraźną sieć Hartiga, ciemniejszą niż mufka grzybowa. Mykorhizy tego typu morfologicznie przedstawiają się jako korzonki monopodialnie rozgałęzione, zebrane w grona, koloru ugru ciemnego, o powierzchni jeżowatej. Jest to naszym zdaniem mykorhiza ektotroficzna typu E (P a c h l e w s k i i G a g a l s k a, 1953).

Ryc. 5. Uporządkowane wnętrze boru świerkowego przy Polanie pod Wołoszynem.

Ciekawie zachowuje się w zespołach pierwotnych *Sambucus racemosa*; tworzy on mykorhizę endotroficzną typu thamniskofagicznego dość pospolitą na granitach, a na wapieniach bardzo silną; poza tym czasem można znaleźć u niego mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego, a nawet mykorhizę ektrotroficzną typu A. Morfologicznie mykorhiza typu A u bzu koralowego przedstawia się jako korzonki trochę grubsze niż mykorhiza endotroficzna i lekko zahamowane we wzroście na długość, o opilśni kutnerowatej, popielatej, pokrywającej korzeń płatowato. Opilśni a właściwie płyty opilśni są zbudowane ze strzępek słabo lub silnie splecionych między sobą, bezbarwnych, z których nieliczne wrastają do gleby. Płyty opilśni miejscami mają łączność anatomiczną z tkankami korzenia, lecz nie tworzy się sieć Hartiga. Przeważnie jednak między płatem opilśni a korą korzenia zakłada się korek, który separuje korzeń od grzyba.

Z materiałów zebranych w Karkonoszach wynika, że identyczne zespoły w tych górach realizują się przy mniejszym udziale gatunków. Flora grzybowa jest również więcej monotonna. Mykotrofizm poszczególnych gatunków nie odbiega jakościowo od mykotrofizmu opisanego z Tatr, zato ilościowe stosunki wypadają na minus, co już wzmiankowaliśmy przy opisywaniu świerków.

*

Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych regla górnego w Tatrach i Karkonoszach poza znaczeniem ściśle botanicznym posiada również cel praktyczny. Mianowicie tak w reglu górnym Tatr jak i Karkonoszy nie znajdujemy (w drzewostanach pierwotnych) wymierania świerków. Wymieranie zaś znane z regla dolnego i nizin, z drzewostanów zagospodarowanych, przedstawia się jako schorzenie systemu korzeniowego, które albo bezpośrednio zabija drzewo, albo powoli przenosi się z korzeni na strzałę i również powoduje śmierć. Zawsze początek choroby ma miejsce na korzeniach. Dlatego zbadanie korzeni z warunków pierwotnych, gdzie świerki żyją zdrowo, pozwoli nam na porównanie z korzeniami tychże z terenów o biocenozach zdewastowanych przez człowieka i będzie można wyciągnąć wnioski, odnoszące się do powodów wymierania.

Już z obecnych badań można wyciągnąć następujące konkretne wnioski:

1. Zespoły świerkowe w górnym reglu posiadają wysoki procent gatunków mykotroficznych, który waha się około 75%.
2. Mykotrofizm zespołów świerkowych maleje gdy zwarcie drzewostanów i łącznie z nim ocienienie gleby wzrasta. W tych warunkach jednak mykotrofizm świerka, tworzącego okap leśny, nie zmienia się na minus, lecz odwrotnie silnie wzrasta ilościowo i wyrównuje się jakościowo, dążąc do ujednolicenia typów mykorhizy, tworzonej przez poszczególne drzewa. Jest to więc cechą zdrowia drzewostanu i wskazówką uzyskania korzystnego stosunku między świerkami i grzybami symbiotycznymi.
3. Wraz z przerzedzaniem się drzewostanu i wzrastającym oświetleniem dna lasu (runa i gleby) mykotrofizm zespołów wzrasta do 100%. Świerki tworzą w takich drzewostanach bez zwarcia mykorhizy również obficie, lecz nie tak masowo jak w drzewostanach zwartych; jednocześnie do zespołu wkraczają inne gatunki drzew i mykoflora wzbogaca się.
4. Panującym typem mykorhizy w drzewostanach pierwotnych świerkowych, nawet przy pewnym użytkowaniu, lecz bez zbyt silnych

- zmian w składzie gatunkowym drzewostanu, jest mykorhiza ektotroficzna typu A. Jako sporadycznie spotykana domieszka na glebach wapiennych występuje również mykorhiza ektotroficzna typu D_n, lecz nadzwyczaj rzadko. Wydaje się, że powstaje ona na korzeniach osłabionych lub obumierających.
5. Drzewostany świerkowe w reglu górnym nie wykazują masowego wymierania, jak to widzimy w reglu dolnym i na podgórzu. Na egzemplarzach obumarłych nie znaleziono śladów opieńki ani innych grzybów pasożytniczych. Obumieranie więc pojedynczych świerków należy przypisać zmianom fizjologicznym, wymieraniu na skutek zbyt gęstego zagęszczenia, uderzeniom piorunów itp.
 6. Nie znaleźliśmy różnic występowania mykorhiz na świerkach z podłoża granitowego i wapiennego. W obu przypadkach w praborach formują się identyczne mykorhizy ektotroficzne typu A. Jedynie na wapieniu (Wantule) bardzo rzadko występuje dodatkowo typ D_n, co szczegółowiej omawia punkt 4.
 7. Opisany na świerkach z drzewostanu użytkowanego przy Polanie pod Wołoszynom typ E mykorhizy ektotroficznej, wymaga dalszych obserwacji i nie wydaje się odbiegać zbyt fizjologicznie od typu A. Je-

Ryc. 6. Gruby przekrój poprzeczny przez mykorhizę typu E na świerku.

Pow. około 60 x.

go masowo rozwinięte szczecinki (ryc. 6 i 7) muszą ogromnie zwiększać powierzchnię chłonną korzeni. Świerki zaopatrzone w mykorhizę typu E nie różniły się rozwojem od innych posiadających tylko typ A.

Ryc. 7. Fragment mufki mykorhizy ektroficznej typu E na świerku.
Pow. około 300 x.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verfasser haben die mykotrophischen Verhältnisse folgender Assoziationen in der Hohen Tatra untersucht: *Piceetum excelsae normale* auf den Kalkfelsenunterböden und *Piceetum excelsae myrtilletosum* in drei Aspekten auf dem Granitunterböden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in tabellarischer Ordnung gesammelt. Die Tabellen sind mit internationalen Fachausdrücken versehen; sie lassen sich in folgenden allgemeinen Punkten zusammenfassen:

1. Die Fichtenassoziationen der höchst gelegenen Teile der Fichtenwälder im Tatragebirge weisen ca 75% mykotrophischer Arten auf.
2. Der Mykotrophismus der Fichtenassoziationen wird geringer je grösser der Bestandesschluss und damit auch die Beschattung des Waldbodens ist. In solchen Bedingungen wird der Mykotrophismus der Fichte immer grösser und typologisch gleichmässiger.
3. Mit wachsender Durchlichtung des Waldbestandes in den höheren Gebirgslagen wächst der Mykotrophismus der Assoziation und kann 100% erreichen.
4. An den Fichtenwurzeln der Fichtenwälder der Hohen Tatra herrscht die ektotrophische Mykorrhiza vom Typus A vor. Denselben Typus findet man auch in schwach benützten Fichtenurwäldern, wo die biocoenotischen Verhältnisse noch nicht stark verändert sind.
5. In hohen Gebirgen lässt sich kein massenhaftes Fichtenabsterben beobachten. Zu erwähnen sind nur kleine Blitzschäden.
6. Es liessen sich keine Unterschiede zwischen den Fichtenmykorrhizen auf Kalk- und Granitböden feststellen.

LITERATURA

- Dominik T. i Nespiak A., 1953. Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych krainy kosodrzewu w granitowych Tatrach. *Acta Soc. Bot. Pol.* Vol. XXII, str. 753—769.
- Dominik T. i Pachlewski R., 1953. Badanie mykotrofizmu zespołów sosnowych nad Bałtykiem. Praca oddana do druku w *Roczniku Dendrologicznym*.
- Dominik T., Nespiak A. i Pachlewski R., 1954. Badanie mykotrofizmu roślinności zespołów na skałkach wapiennych w Tatrach. *Acta Soc. Bot. Pol.* Vol. XXIII, Nr 3, 471—485.
- Nespiak A., 1953. Badanie mykotrofizmu roślinności alpejskiej ponad granicą kosodrzewiny w granitowych Tatrach. *Acta Soc. Bot. Pol.* Vol. XXII, Nr 1, str. 97—125.
- Komornicki T., 1952. Cztery profile gleb na podłożu wapiennym i krystalicznym w Tatrach. *Prace Rolniczo-Leśne PAU*. Nr 60, str. 1—57.
- Pachlewski R. i Gągalska J., 1953. Badania mykotrofizmu dębów na terenie Polski z uwzględnieniem warunków bioekologicznych. *Acta Soc. Bot. Pol.* Vol. XXII. Nr 3, str. 561—576.