Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych regła dolnego w Tatrach

*Untersuchungen über den Mykotrophismus der Pflanzenassoziationen
der unteren Waldstufe im Tatragebirge*

T. DOMINIK i R. PACHLEWSKI

Niniejsza praca jest ostatnim ogniwem w łańcuchu badań, którym objęliśmy Tatry. Zajmuje się ona mykotrofizmem zespołów leśnych regła dolnego, które zostały zbadane dość dokładnie z punktu widzenia fitosocjologicznego przez Szafera, Kulczyńskiego i Pawłowskiego (1926) oraz Szafera i Sokołowskiego (1928).

Badania wymienionych autorów poświęcone są w pierwszym rzędzie zespołom naturalnym i pierwotnym, co wyrazili w następującym zdaniu: „Da die künstlich beeinflussten Wälder der unteren Waldstufe in phytosociologischer Hinsicht wenig Interesse erwecken, haben wir auf eine nähere Untersuchung derselben gänzlich verzichtet“ (Szafer, Kulczyński i Pawłowski, 1926, str. 22).

Badając zespoły regła dolnego musieliśmy się jednak na tych badaniach oprzeć i uzupełnić sobie obserwacje w lasach zagospodarowanych. Stosunki bowiem biocenotyczne takich lasów najczęściej wymagają badań i uwagi ze względu na potrzebę stworzenia jak najkorzystniejszych schematów dla zdrowej gospodarki leśnej.

Z wyżej wymienionych prac botaników polskich wynika, że regiel dolny charakteryzują lasy z udziałem buka. Występowanie buka jest dość rozmaite. Obficiejszy znajdujemy go w Dolinie Strążyskiej i w Dolinie Białego.

Leśne zespoły regła dolnego zostały określone jako zespoły bukowe, zwane *Fagetum tatricum*, w zależności od udziału gatunków roślin rozpadające się na:

Fagetum typicum (bez jaworu i jarzębiny, z małą ilością świerka),
Fageto-Abietetum (bez jarzębiny, z większą domieszką świerka),

Abietetum-Piceetum (z ogromną przewagą świerka).

Wreszcie twór sztuczny powstający z poprzednich po kompletnym usunięciu buka został nazwany

Piceo-Abietetum

i, jak już wspomnieliśmy, jest najmniej znany, gdyż sztucznością swą odstrasza botaników.

Badaniami naszymi objęliśmy wszystkie te zespoły oraz prócz nich najczęściej spotykany zespół źródłiskowy: *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizii*.

Tym sposobem dość dokładnie pokryliśmy badaniami całokształt roślinności regla dolnego. Do zbadania można by jeszcze kwalifikować zupełnie sztuczne uprawy świerkowe, szkółki leśne itp., co być może okaże się konieczne dla celów leśniczych.

Badania nasze prowadziliśmy w Dolinie Strążyskiej (około 1000 m npm), na zboczach Ku Dziurze (około 1015 m npm) oraz nad Łysą Polaną (około 1100 m npm). Inne tereny, od Łysej Polany w kierunku na Głodówkę i Zakopane, zostały przez nas dokładnie przejrzone celem znalezienia obiektów ciekawszych, lecz nie nastreślały nic takiego, co by wymagało specjalnych badań.

Drobniejsze asocjacje, wyróżnialne dla czułego oka fitosocjologa, zostały prawdopodobnie w naszych badaniach wcielone do zespołów opisywanych. Takie poszerzenie granic na pewno istnieje w zestawieniu gatunków dla zespołu źródłiskowego.

Jako podglebie znajdowaliśmy przeważnie formacje wapienne: dolożyty, margle i łupki triasowe. Pod litymi skupieniami *Vaccinium myrtillus* nie doszukaliśmy się piasku. Gatunek ten występował również na glinach.

W ciągu paroletnich obserwacji i zbiorów w runie badanych zespołów znaleźliśmy następujące grzyby:

Boletus aureus Fr., *Boletus edulis* Fr., *Boletus bovinus* Fr., *Boletus badius* Fr., *Boletus elegans* Fr. (tylko pod modrzewiami), *Boletus luridus* Fr., *Boletus miniatorporus* Secr., *Boletus pachypus* Fr., *Boletus piperatus* Fr., *Boletus porphyrosporus* Fr., *Boletus pseudoscaber* Kbh., *Boletus satanas* Lenz., *Boletus spadiceus* Schaeffer., *Boletus subtomentosus* Fr., *Polyporus confluens* (Alb. et Schw.) Fr., *Polyporus pes caprae* Pers., *Tremellodon gelatinosum* (Scop.) Bres., *Ramaria aurea* (Schaeff.) Quél., *Ramaria abietina* (Pers.) Quél., *Ramaria palmata* (Pers.) Quél., *Ramaria fastigiata* (Bull.) Quél., *Ramaria flava* (Schaeff.) Quél., *Hydnum coralloides* (Scop.) Fr., *Cantharellus cibarius* Fr., *Cantharellus infundibuliformis* (Scop.) Fr., *Cantharellus Friesii* Quél., *Cantharellus lutescens* Bull., *Neurophyllum clavatum* (Fr.) Pat., *Amanita muscaria* (L.) Fries., *Amanita muscaria* ssp. *umbrina* var. *hercynica* R. Schulz., *Amanita pantherina*

DC., *Amanita rubescens* Fries., *Amanita phalloides* (Vaill.) Fr., *Amanita verna* Birk., *Amanitopsis vaginata* Bull., *Biannularia imperialis* G. Beck., *Armillaria mellea* (Vahl.) Fr., *Lepiota amiantina* Scop., *Lepiota lenticularis* Lasch., *Hypholoma capnoides* Fr., *Hypholoma fasciculare* (Huds.) Fr., *Hypholoma sublaticium* Fr., *Inocybe lucifuga* Fr., *Inocybe descissa* Fr., *Myxarium delibitum* Fr., *Phlegmacium variicolor* (Pers.) Fries., *Phlegmacium arquatum* Fr., *Phlegmacium scaurum* Fr., *Phlegmacium varium* (Schaeff.) Fries., *Inoloma muricinum* Fr., *Inoloma traganum* Fr., *Dermocybe eumorpha* (Pers.) Fr., *Inoloma argutum* Fr., *Dermocybe sarniosa* Fr., *Telamonia armillata* Fr., *Rosites caperata* Karst., *Pholiota flammans* Fr., *Pholiota togularis* Bull., *Flammula liquiritiae* Pers., *Flammula spumosa* Fr., *Flammula alnicola* Fr., *Galera hypnorum* Schrank., *Tubaria pellucida* Fr., *Naucoria cidaris* Fr., *Tricholoma rutillans* Schaeff., *Tricholoma virgatum* Fr., *Tricholoma elytroides* Fr., *Tricholoma lascivum* Fr., *Tricholoma vaccinum* Fr., *Tricholoma tumidum* (Pers.) Fr., *Tricholoma equestre* (L.) Fr., *Tricholoma ionides* (Bull.) Fr., *Tricholoma melaleucum* (Pers.) Fr., *Tricholoma sulfureum* (Bull.) Fr., *Tricholoma album* (Schaeff.) Fr., *Tricholoma virgatum* Fr., *Mycena rosea* (Bull.) Sacc., *Mycena amicta* Fr., *Collybia dryophila* Bull., *Pluteus cervinus* Schaeff., *Clitocybe geotropa* Bull., *Clitocybe laccata* v. *ametistina* (Scop.) Fr., *Clitocybe infundibuliformis* Schaeff., *Clitocybe opaca* (Sow.) Fr., *Omphalia campanella* Batsch., *Eccilia vilis* Fr., *Nolanea infula* Fr., *Marasmius rotula* Scop., *Marasmius perforans* Hoffm., *Marasmius androsaceus* L., *Paxillus involutus* Batsch., *Paxillus atrotomentosus* Batsch., *Lactarius vellereus* L., *Lactarius scrobiculatus* Fr., *Lactarius deliciosus* Fr., *Lactarius turpis* Weinm., *Lactarius resimus* Fries., *Lactarius pipervatus* Scop., *Lactarius lignyotus* Fr., *Lactarius rufus* Fr., *Russula alutacea* Pers., *Russula delica* Fr., *Russula nigricans* Fr., *Russula ochroleuca* Pers., *Russula aurata* Fr., *Russula chamaeleontina* Fries., *Russula foetens* Pers., *Russula cyanoxantha* Schaeff., *Russula vesca* Fr., *Russula livida* Gramb., *Russula ochroleuca* Pers., *Lactarius volemus* Fr., *Limacium olivaceoalbum* Fr., *Hygrophorus chlorophanus* Fr., *Hygrophorus conicus* Scop., *Hygrophorus ceraceus* Wulf., *Hygrophorus psittacinus* Schaeff., *Gomphidius viscidus* L., *Gomphidius glutinosus* Schaeff., *Cantharellus aurantiacus* (Wulf.) Fr., *Dictyolus umbonatus* (Gmel.) Pat., *Bovista nigrescens* Pers., *Lycoperdon piriforme* (Schaeff.) Pers.

Mimo częstych poszukiwań między korzeniami świerków nie spotkałiśmy w reglu dolnym Tatr *Elaphomyces cervinus* (Pers.) Schroet., a tenże grzyb w Karkonoszach właśnie w tym poziomie lasów był przez nas najczęściej zbierany. W Tatrach znajdowaliśmy go w reglu górnym. W Karkonoszach *Elaphomyces cervinus* jest częściej spotykany i to w obu reglach.

Porównując zbiory grzybowe regła górnego w Tatrach ze zbiorami z regła dolnego dochodzi się do wniosku, że najbogatszą w grzyby krainą tatrzańską jest regiel dolny bez względu czy znajduje się na wapieniach, czy na granitach (tatrytach, które również zawierają dość dużą ilość wapnia).

Zbadane przez nas *Fagetum typicum* na zboczach Doliny Strążyskiej przedstawiało się jako drzewostan bukowy z domieszką jodły i świerka. Świerka było bardzo mało. Wiek drzewostanu około 80 lat. Drzewostan zbudowany jest piętrowo. W piętrze podrostu występuje masa buka. W nalocie znajdujemy buk, jodłę i bardzo rzadko świerk. W najniższym piętrze, prawie że nie wychodzącym z runa, występowały również sporadycznie jarzębina i jawor. Mimo tego bogactwa zieleni w piętrach górnych drzewostanu glebę pokrywa dodatkowo obficie wykształcone runo. Skład runa można odczytać z tabel przedstawiających wyniki badań nad mykotrofizmem zespołu.

Na pniakach bukowych znaleźliśmy dość licznie występującą opieńkę, która jednak działalność swą ograniczała do martwych pniaków. Nie znaleziono wymierających świerków, ani innych gatunków, których wygląd wskazywałby na atak opieńki. Gatunek ten raczej w miejscowych warunkach żyje saprofitycznie. W ściółce znajdowaliśmy dość silnie rozwinięte ryzomorfy opieńki.

Gleba pod zespołem przedstawiała się jako utwór piaszczysto-gliniasty na rumoszu skał wapiennych. Warstwy powierzchniowe gleby zawierały dużą domieszkę dobrze rozłożonej próchnicy. Odczyn gleby na powierzchni tuż pod ściółką wynosił $\text{pH} = 4,0$. Warstwa trochę głębsza (około 10 cm pod powierzchnią) wykazywała $\text{pH} = 6,0$.

W runie cieszyła oko obfitość storczyków. Mimo dużej ilości gatunków biorących udział w składzie runa, ton tej warstwie nadawała borówka czernica (*Vaccinium myrtillus*). Równocześnie występowały gatunki wybitnie charakterystyczne dla wysokich bonitacji bukowych: *Mercurialis perennis*, *Sanicula europaea*, *Melica nutans*, *Phyteuma spicatum*, *Dentaria glandulosa*, *Actaea spicata*, *Cardamine triflora*, *Galium rotundifolium*, *Impatiens noli tangere* itp.

Fageto-Abietetum znaleźliśmy jeszcze stosunkowo najmniej zdewastowane (nie wypasano od dłuższego czasu owiec) na zboczu końca dolinki-wąwozu, zwanego Ku Dziurze. Drzewostan składał się w pierwszym rzędzie z jodły. W domieszce występował świerk w znacznej ilości oraz pojedynczo buk. Wiek drzewostanu, obliczony według jodły, nie przekraczał średnio lat 120.

Drzewostan był złożony z różnowiecznych egzemplarzy drzew, które jednak dążyły do stworzenia jednego piętra. Podrost był bardzo ubogi, a miejscami pod okapem drzewostanu głównego znajdowało się tylko ru-

no z pewną ilością nalotu, wśród którego znaleźliśmy również stare skarłale egzemplarze drzew, a poza tym pewną ilość krzewów: *Pinus mughus*, *Cotoneaster tomentosa*, *Salix silesiaca*, *Daphne mesereum*, *Ribes alpinum*, drzewa skarłale: *Sorbus aria*, *Picea excelsa*, *Fagus silvatica*.

Ryc. 1. Fragment *Fagetum typicum* w Dolinie Strążyskiej.

Fot. T. Dominik

Ryc. 2. Fragment *Piceo-Abietetum* nad Łysą Polaną.

Fot. T. Dominik

W runie znaleziono poza pospolitymi w reglu roślinami: *Sweetia pennsylvanica*, *Laserpitium latifolium*, *Sweetia alpestris* i dużą ilość storczyków. Z roślin charakterystycznych: *Galium Schultesii*, *Daphne mesereum*, *Cystopteris montana*, *Dentaria glandulosa*.

Gleba gliniasta na rumoszu skał wapiennych a miejscami na łupkach. Domieszka próchnicy dość duża. Miejscami gleba wybitnie próchniczna zalega bezpośrednio na rumoszu skalnym. Odczyn gleby prawie obojętny $\text{pH} = 6,5 - 7,0$. Gлина pod warstwą próchniczną zawsze wykazywała $\text{pH} = 6,5$. Gleba próchniczna zaś była trochę kwaśniejsza $\text{pH} = 5,5$. W miejscach, gdzie nagromadziło się dużo ściółki bukowo-świerkowej, bezpośrednio na skale $\text{pH} = 4,0$, a tuż nad skałą $\text{pH} = 7,0$.

Charakterystycznie wytwarzały się w takich warunkach mykoryzy u świerka. Mianowicie gromadziły się w duże kuliste czarcie miotły, dochodzące do 7 cm średnicy. Były to raczej kule zbudowane z mykoryzy

prostych lub rozgałęzionych dichotomicznie, które były silnie ściśnięte między sobą na podobieństwo mykoryz bulwiastych typu C, jednakże bez wszystkich cech tego typu. Mykoryzy te występowały w takiej masie, że gdy się wyjmowało grubszy korzeń z gleby, to zdawało się, że ciągnie się za nim cała warstwa gleby. Były to w olbrzymiej masie opisane mykoryzy oblepione próchnicą.

Obecność kosodrzewiny w tym zespole uważamy za przypadkową, lecz włączamy ją do spisów dla porównania jej zachowania się w tak niezwykłym dla niej miejscu z kosodrzewiną ze zwykłych stanowisk.

Zespół *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizii* realizuje się wśród powyżej opisanych zespołów w miejscach, gdzie płynie woda albo płasko po zboczu, albo w postaci strumyków.

Od czasu opisów poczynionych przez botaników przed około 30 laty do zespołu tego przybyło sporo gatunków, których spisy poprzednie nie przytaczają.

Poza tym w naszych spisach znajdują się rośliny nie należące do tego zespołu, a mimo to występujące w nim. Do takich gatunków należą wszelkie drzewa i ich siewki oraz gatunki przypadkowo rozwijające się w warunkach gleby źródłiskowej, a należące do poprzednio opisanych zespołów. Włączenie tych gatunków ma sens przy badaniu wpływu warunków ekologicznych na rozwój mykotrofizmu. Gdy ktoś wie, gdzie występuje zespół źródłiskowy, to od razu będzie zorientowany, w jakich warunkach np. rozwijały się siewki jodły pod olbrzymimi parasolami liści *Petasites officinalis* na glebie nieomal płynnej przy stałym nadmiarze wody. Specjalnie szukaliśmy roślin obcych dla zespołu, które „wlażyły w błoto“. Botanicy zatem wybaczą nam, że pod spisem gatunków dla *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizii* znajdują również rzeczy dla niego obce.

Piceo-Abietetum, tak został nazwany przez S z a f e r a, K u l c z y ń s k i e g o i P a w ł o w s k i e g o (1926) sztuczny twór, który powstaje z *Fagetum typicum* po wycięciu kompletnym buka. Taki twór doskonale zachowany znaleźliśmy nad Łysą Polaną. Jest tam jeszcze kilka buków skupionych tuż nad Łysą Polaną oraz skupienie większe już na szczycie góry. Reszta terenu została buka kompletnie pozbawiona. Że kiedyś buki musiały występować tu obficie, świadczy nazwa ludowa, która miejsce naszych badań określa jako „Buczniak“. Drzewostan zalega na zboczu o wystawie południowo-wschodniej.

Gleba jest tu stara, dość głęboka, miejscami płytka na prawie odsłoniętej skale wapiennej. Domieszka próchnicy duża. Ogólnie określając można powiedzieć, że jest to gleba gliniasta z dużą domieszką próchnicy. Odczyn waha się od pH = 4,0 — 6,0. W miejscach, gdzie w glinie znajduje się większa domieszka piasku, odczyn zbliża się do obojętnego.

Ryc. 4. Fragment zespołu źródłiskowego. Średnica liści *Petasites officinalis* dochodzi tu do 1,5 m. Wysokość ogonków liściowych do 1 m. *Petasites officinalis* nie tworzył mykoryzy.

Fot. T. Dominik

„Buczniak“ pokryty jest drzewostanem jodłowym z dość dużą domieszką świerka i opisanymi powyżej resztkami buka. Wiek drzewostanu według jodły sięga lat kilkuset, lecz był on użytkowany, więc wiek świerka przeciętnie nie przekracza lat 80. Podrostu brak. Runo dość rzadkie. Jedynie na maleńkich lukach obfitsze.

Z roślin charakterystycznych można przytoczyć: *Dentaria bulbifera*, *Dentaria glandulosa*, *Mercurialis perennis*, *Polygonatum verticillatum*, *Impatiens noli tangere*, *Digitalis ambigua*, *Carlina acaulis*, *Circaea alpina*, *Oxalis acetosella*, *Petasites albus*, *Actaea spicata*, *Sanicula europaea*, *Lonicera nigra*, *Galium rotundifolium*, *Melica nutans*, *Phyteuma spicatum*, *Gentiana asclepiadea*, *Gentiana verna*, *Soldanella alpina*.

Z przytoczonych poprzednio gatunków grzybów olbrzymia większość została zebrana w tym drzewostanie. Najcharakterystyczniejszym gatunkiem dla tego miejsca wydaje się być *Biannularia imperialis*, której nigdzie indziej nie znaleźliśmy. Gatunek ten owocuje przeważnie w zasięgu korzeni świerka.

Przy sposobności warto zaznaczyć, że *Biannularia imperialis* została dotychczas opisana tylko spod sosen. Innych wzmianek w literaturze nie ma. W najbliższym sąsiedztwie badanego przez nas zespołu *Piceo-Abietetum*, na odległej o paręset metrów Skałce nad Łysą Polaną występuje

Gatunek rośliny	włosniki	autotroficzny	mykoryza endotroficz- na typu		mykoryza ektotro- ficzna typu			częstość występowania
			tolypofa- gicznego	thamni- skofagi- cznego	A	C	Dn	
F a g e t u m t y p i c u m								
<i>Abies alba</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Acer pseudoplatanus</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Aconitum napellus</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Actaea spicata</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Agrostis alba</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Ajuga reptans</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Asarum europaeum</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Aspidium filix mas</i>	—	—	+	—	+	—	+	+++
<i>Aspidium lonchitis</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Brunella vulgaris</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Campanula pseudolanceolata</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cardamine triflora</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex caryophyllea</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex digitata</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex firma</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex montana</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex pilulifera</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Chaerophyllum cicutaria</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Chrysanthemum rotundifolium</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Cirsium erysithales</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Coeloglossum viride</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Corallorhiza trifida</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Crepis paludosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Daphne mesereum</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Dentaria glandulosa</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Digitalis ambigua</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Epilobium alpestre</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Epilobium alsinaefolium</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Epipactis rubiginosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Fagus silvatica</i>	—	—	—	—	+	—	+	+++
<i>Fragaria vesca</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Galium rotundifolium</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Gentiana asclepiadea</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Galium Schultesii</i>	—	—	—	—	—	—	+	+++
<i>Gnaphalium silvaticum</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Goodyera repens</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++

Gatunek rośliny	włosniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotro- ficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofa- gicznego	thamni- skofagi- cznego	A	C	Dn	
<i>Hieracium villosum</i> × <i>alpi- num</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Hypericum quadrangulum</i>	—	+	—	—	—	—	—	+
<i>Lactuca muralis</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Listera ovata</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Luzula nemorosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	+
<i>Luzula silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Lonicera nigra</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Majanthemum bifolium</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Melica nutans</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Mercurialis perennis</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Myosotis silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Neottia nidus avis</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Orchis militaris</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Oxalis acetosella</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Paris quadrifolia</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Parnasia palustris</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Petasites albus</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Pirola minor</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Pirola rotundifolia</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Poa nemoralis</i>	+	—	—	—	+	—	—	++
<i>Phyteuma spicatum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Prenanthes purpurea</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Primula elatior</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Ranunculus acrifolius</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Rubus idaeus</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Rosa pendulina</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Senecio Fuchsii</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Sanicula europaea</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Salix silesiaca</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Soldanella carpatica</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Senecio rivularis</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Soldanella montana</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Solidago virga aurea</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Sweetia alpestris</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Trifolium fragiferum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Urtica dioica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++

Gatunek rośliny	włośniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotro- ficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofa- gicznego	thamni- skofagi- cznego	A	C	Dn	
<i>Veronica officinalis</i>	—	—	+	+	—	—	—	—
<i>Viola silvatica</i>	—	—	+	+	—	—	—	—

F a g e t o - A b i e t e t u m

<i>Abies alba</i>	—	—	—	—	+	—	+	++
<i>Acer pseudoplatanus</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Aconitum napellus</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Agrostis alba</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Ajuga reptans</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Aspidium lonchitis</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Aspidium spinulosum</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Asplenium viride</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Bellis perennis</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Campanula cladiniana</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Campanula rapunculoides</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cardamine triflora</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carduus glaucus</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Carex caryophyllea</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex digitata</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex montana</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex pilulifera</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex tatarorum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Chaerophyllum cicutaria</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Coeloglossum viride</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Corallorhiza trifida</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Cotoneaster tomentosus</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Cystopteris montana</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Daphne mesereum</i>	—	—	+	+	—	—	—	++++
<i>Dentaria glandulosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Epipactis* rubiginosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Fagus silvatica</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Galium Schultesii</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Goodyera repens</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Knautia Kitaibelii</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Lactuca muralis</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Laserpitium latifolium</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Listera cordata</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Luzula nemorosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Luzula silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Lonicera nigra</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++

Gatunek rośliny	włośniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotroficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamni-sko fagicznego	A	C	Dn	
<i>Neottia nidus avis</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Orchis spec.</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Oxalis acetosella</i>	+	—	—	+	—	—	—	++
<i>Parnasia palustris</i>	—	—	+	+	—	—	—	+++
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Pinus mughus</i>	—	—	—	—	+	—	+	++
<i>Pirola minor</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Pirola intermedia</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Pirola rotundifolia</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Pirola secunda</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Potentilla procumbens</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Prenathes purpurea</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Ribes alpinum</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Schrophularia nodosa</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Senecio rivularis</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Salix silesiaca</i>	—	—	—	—	—	—	+	++
<i>Sorbus aria</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Sweetia alpestris</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Sweetia perennis</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Thalictrum anquilegiifolium</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Thymus sudeticus</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Tofieldia calyculata</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Tussilago farfara</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Valleriana tripteris</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Veronica officinalis</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Poa nemoralis</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Trifolium spadiceum</i>	—	—	+	—	—	—	—	+

Cratoneuron falcatum — Cardamine Opizii

<i>Abies alba</i>	—	—	—	—	+	—	—	++++
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Adenostyles alliariae</i>	—	—	+	+	—	—	—	++++
<i>Agrostis alba</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Arabis arenosa</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Arabis bellidifolia</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Asarum europaeum</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Aspidium robertianum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Astrantia major</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Bellidiastrum Michelii</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++

Gatunek rośliny	włosniki	autotroficzny	mykoryza endotroficz- na typu		mykoryza ektotro- ficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofa- gicznego	thamni- skofagi- cznego	A	C	Dn	
<i>Brunella vulgaris</i>	+	—	—	+	—	—	—	++
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Caltha palustris</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Cardamine amara</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cardamine Opizii</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex flava</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex fusca</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex gracilis</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex rostrata</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex stellata</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Corthusa Matthioli</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Chaerophyllum cicutaria</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Cirsium erysithales</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Cirsium palustre</i>	—	+	—	—	—	—	—	++
<i>Crepis paludosa</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Cystopteris fragilis</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Digitalis ambigua</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Epilobium alsinaefolium</i>	—	+	—	+	—	—	—	—
<i>Equisetum palustre</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Fagus silvatica</i>	—	—	—	—	+	—	—	++
<i>Fragaria vesca</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Galium palustre</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Gentiana asclepiadea</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Geranium Robertianum</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Geum rivale</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Glyceria plicata</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Hypericum maculatum</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Juncus lamprocarpus</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Linum catharticum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Myosotis scorpioides</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Parnasia palustris</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Paris quadrifolia</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Petasites albus</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Petasites officinalis</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Pinguicula alpina</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Poa alpina v. vivipara</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Poa palustris</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Ranunculus acer</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++

Gatunek rośliny	włośniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotroficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamni-skofagicznego	A	C	Dn	
<i>Rosa pendulina</i>	+	—	+	—	—	—	—	—
<i>Rubus idaeus</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Rumex alpinus</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Salix silesiaca</i>	—	—	—	—	+	—	—	+++
<i>Salix spec.</i>	+	—	—	—	+	—	—	++++
<i>Senecio nemorensis</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Scrophularia vernalis</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Soldanella carpatica</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Soldanella montana</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Sorbus aucuparia</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Tofieldia calyculata</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Trifolium spadicum</i>	—	—	+	+	—	—	—	+
<i>Valleriana tripteris</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Phyteuma spicatum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Heracleum sphondylium</i>	—	+	—	—	—	—	—	—

Piceo - Abietetum

<i>Abies alba</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Actaea spicata</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Ajuga reptans</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Alchemilla alpestris</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Asarum europeum</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Asperula odorata</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Aspidium spinulosum</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Brunella vulgaris</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Cardamine trifolia</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex montana</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex silvatica</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex spec.</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carlina acaulis</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Circaea alpina</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Daphne mesereum</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Dentaria bulbifera</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Dentaria glandulosa</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Digitalis ambigua</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Epilobium alsinaefolium</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Fragaria vesca</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Galium rotundifolium</i>	—	—	+	—	—	—	—	+

Gatunek rośliny	włośniki	autotroficzny	mykoryza endotroficzna typu		mykoryza ektotroficzna typu			częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamnoskofagicznego	A	C	Dn	
<i>Gentiana asclepiadea</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Gentiana verna</i>	—	—	+	+	—	—	—	++++
<i>Geranium Robertianum</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Glechoma hederacea</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Gnaphalium norvegicum</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Heracleum sphondylium</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Hieracium villosum</i> × <i>alpinum</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Hypericum maculatum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Impatiens noli tangere</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Lactuca muralis</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Lilium martagon</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Listera ovata</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Lonicera nigra</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Luzula nemorosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Lysimachia nemorum</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Lysimachia nummularia</i>	—	—	+	+	—	—	—	++
<i>Melampyrum silvaticum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Melica nutans</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Mercurialis perennis</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Myosotis silvatica</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Oxalis acetosella</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Paris quadrifolia</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Petasites albus</i>	+	—	+	+	—	—	—	++
<i>Phyteuma spicatum</i>	—	±	—	±	—	—	—	—+
<i>Picea exelsa</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Pirola minor</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Poa nemoralis</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	—	+	+	—	—	—	++++
<i>Prenanthes purpurea</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Ranunculus aconitifolius</i>	+	—	+	+	—	—	—	++++
<i>Rubus spec.</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Sanicula europea</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Sedum carpaticum</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Soldanella montana</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Solidago virga aurea</i>	—	—	—	+	—	—	—	+
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	—	—	+	—	—	—	++
<i>Thalictrum aquil.</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Valeriana tripteris</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Veronica officinalis</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Viola biflora</i>	—	+	—	—	—	—	—	—

sosna reliktowa. Być więc może, że jej symbiont, rozsiewając się od lat tysięcy w okolicy, znalazł wdzięcznego towarzysza do stworzenia symbiozy w świerku.

Porównując ilościowo występowanie owocników grzybów kapeluszywych w lasach naturalnych i pierwotnych z lasami zagospodarowanymi na jednakowych wysokościach w górach, dochodzi się do wniosku, że obficie i rozmaicie wyrastają grzyby w tych ostatnich.

Następująca tabela przedstawia ilości gatunków w poszczególnych zespołach buka, ilość gatunków mykotroficznych oraz procent gatunków mykotroficznych w poszczególnych zespołach.

Nazwa zespołu	ogólna ilość gatunków	ilość gatunków mykotroficznych	ilość gatunków autotroficznych	% gatunków mykotroficznych
Fagetum typicum	80	56	24	70
Fageto Abietetum	64	46	18	72
Cratoneuron falcatum — Cardamine Opizii	66	37	29	56
Piceo-Abietetum	62	43	19	69

W powyższym zestawieniu najniższym procentem gatunków mykotroficznych charakteryzuje się zespół *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizii*. Nic dziwnego. Jest to zespół źródłkowy, w którym gleba przedstawia się jako prawie płynne błoto, a w większej części źródłiska po powierzchni płynie woda. Do omówienia tego zespołu jeszcze wrócimy.

Pomijając zespół źródłkowy widzimy, że zespoły bukowe w reglu dolnym prawie że bez różnicy wykazują procent gatunków mykotroficznych wahający się około 70%. Jest to procent znacznie skromniejszy niż w świerczynach regla górnego, gdzie znaleźliśmy zespoły mające 75 — 92 (100)%. Inne zaś zagospodarowane lasy wykazywały tam od 60 — 71% gatunków mykotroficznych.

Uważamy, że zespoły regla dolnego, mimo że podlegają ochronie, są lasami zagospodarowanymi. Znajdowaliśmy wśród gąszczu wyrobione drewno. Czyżby więc obecność nawet bardzo dyskretna człowieka z siekierą obniżała udział gatunków mykotroficznych? — Przecież ilościowo biorąc największe żniwo grzybowe zrobiliśmy właśnie w reglu dolnym, więc grzybów symbiotycznych na pewno jest w nim dosyć.

Przypuszczenie nasze jest inne. Mianowicie w reglu dolnym warunki świetlne są już słabsze, niż były w reglu górnym. A wiemy, że na ilość

i jakość światła bardzo silnie reagują grzyby i rośliny tworzące mykoryzę. Wystarczy ocienienie zespołu przez towarzyszące mu drzewa, aby nasilenie mykotrofizmu zmalało i ilościowo i jakościowo.

Najlepiej widać to na paproci *Cystopteris fragilis*, która w zespołach regla górnego była wybitnie mykotroficzną paprocią, a w reglu dolnym ledwie można było w niej doszukać się symbiotycznych strzępek. Również ilość korzeni mykotroficznych bardzo zmalała u tej paproci.

Takich przykładów można by wynotować więcej, lecz pozostawiamy to zainteresowanym, którzy mogą z tablic wyszukać różnice w mykotrofizmie poszczególnych gatunków w różnych zespołach.

Natomiast chcemy tu zwrócić uwagę na inne fakty, które mogą mieć większe znaczenie dla zrozumienia zjawiska mykotrofizmu. Gdy przeglądamy tablice zestawiające materiał ze wszystkich pięter, to rzuca się

Zestawienie rodzajów mykoryz ektotroficznych występujących na świerku w naturalnych zespołach roślinnych w Tatrach

Kraina	Zespół roślinny	Rodzaje mykoryz według klasyfikacji Dominika													
		Ac	Ba	Bc	Be	Bf	Bg	Cc	Cf	Db	Fa	Fc	Fg	Ga	Ha
alpejska	Firmetum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
	Saxifragetum perdurantis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
regiel górny	Piceetum excelsae myrtill. sphagn.	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
	Piceetum excelsae myrtill.	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	+	—	—	—
	Piceetum excelsae normale	+	+	+	+	—	—	+	—	—	+	+	—	+	—
regiel dolny	Fageto-Abietetum	—	+	—	—	+	+	+	—	—	—	+	—	+	—
	Piceo-Abietetum	+	+	+	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	—
	Fagetum typicum	+	+	+	—	—	—	+	—	—	+	+	—	+	—
W ilu zespołach występuje ?		3	5	3	1	1	1	5	1	2	4	8	1	4	—

U w a g a: Rodzaje przytoczone w tabeli nie wyczerpują całej klasyfikacji. Są tu tylko te rodzaje, które zostały znalezione na świerku w Tatrach i Karkonoszach. Z zestawienia wynika, że najsilniej ze świerkiem jest związany rodzaj Fc, który cechuje opilśn zbudowana z pseudoparenchymy koloru żółtego, o powierzchni gładkiej.

Zestawienie rodzajów mykoryz ektotroficznych występujących na świerku w różnych drzewostanach zagospodarowanych i naturalnych w Karkonoszach

Kraina	Typ drzewostanu	Rodzaje mykoryz według klasyfikacji Dominika													
		Ac	Ba	Bc	Be	Bf	Bg	Cc	Cf	Db	Fa	Fc	Fg	Ga	Ha
regiel górny	Piceetum excelsae myrtill.	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	—
regiel dolny	Czysty drzewostan świerkowy 15 letni	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
	Piceetum excelsae oxalidosum	+	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	+	—
	Fageto-Abietetum	+	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+	+
	Piceo-Abietetum	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	—	—
	Fagetum typicum	—	+	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	—
W ilu drzewostanach występuje?		4	3	1	—	—	—	4	—	—	1	4	—	4	2

U w a g a: Mykotrofizm świerka przedstawia się tu trochę inaczej niż w Tatrach. Widzimy, że wiele rodzajów mykoryz nie ma swych przedstawicieli. Są to jednak mykoryzy „podrzędniejsze” dla świerka, gdyż nawet w najnaturalniejszych naszych zespołach świerkowych w Tatrach bardzo rzadkie.

Natomiast najczęściej występujące rodzaje mykoryz w Tatrach również w Karkonoszach są reprezentowane obficie. Można więc wyciągnąć wniosek, że do najczęstszych (najwierniejszych) mykoryz świerka należą rodzaje: Fc, Cc, Ga, Ac.

Rodzaj Cc jest tworzony przez *Elaphomyces cervinus* (na świerku).

Rodzaj Ga tworzy ze wszystkimi roślinami *Cenococcum graniforme*.

Rodzaj Fc (a właściwie cały podtyp F) według przypuszczeń Melina jest tworzony przez rodzaj *Boletus*.

Rodzaje Ba i Ac, jak i reszta rodzajów znalezionych na świerku jest pochodzenia, nawet w przypuszczeniach, nieokreślonego.

Z tablic tych można wyciągnąć również wniosek ogólniejszy, że różnorodność typów współżycia, bardzo uboga w pobliżu szczytów gór, stopniowo wzrasta, gdy posuwamy się w kierunku dolin, a swe maksimum osiąga w najbardziej bogatych zespołach świerkowych i bukowych.

Wszystkich tych wniosków nie można by wyciągnąć przy stosowaniu klasyfikacji Melina, która podawała dla wszystkich krain stereotypową formułę dla świerka: typ A + typ Dn.

zmiana ilościowa w występowaniu typów mykoryz endotroficznych. W krainach wyżej położonych przeważał typ tolypofagiczny, natomiast w krainach bliższych podnóża gór częstszym staje się typ thamniskofagiczny. Również w siedliskach nieustalonych o zasiedleniu roślinnością pionierską przeważa typ tolypofagiczny. Często u roślin uchodzących za autotroficzne można spotkać współżycie typu tolypofagicznego. Można więc

przypuszczać, że mykoryza tolypofagiczna jest typem mniej wyspecjalizowanego współżycia, które powstaje w różnych warunkach przypadkowych.

Z pewnymi rodzinami wydaje się być również związany pewien typ współżycia np. rodzina *Orchidaceae* tworzy jedynie mykoryzy tolypofagiczne, rodzina *Ericaceae* — tolypofagiczne, rodzina *Compositae* przeważnie tworzy mykoryzy thamniskofagiczne itd. Przeglądając tabele można wysnuwać takie wnioski.

Jednakże poza wnioskami dotyczącymi terenu i zespołów narzuca się jeszcze inny wniosek, mianowicie, że podział mykoryz ektotroficznych w dotychczasowym ujęciu nic nie daje. Ogromne bogactwo form ujęte jest w trzy typy najczęściej występujące, typ czwarty (Da) jest rzadki i np. w Tatrach nie został ani razu znaleziony.

Od lat gromadziły się dane na temat różnorodności mykoryz. Liczne publikacje omawiały poszczególne przypadki, lecz dotychczas nikt się nie pokusił o zebranie tych danych i stworzenie konsekwentnej klasyfikacji.

Pierwszy autor niniejszej pracy opracował taką klasyfikację i oddał do druku. Mimo to, że jeszcze nie wyszła i przeszła przez dyskusję, zastosowaliśmy ją próbnie dla przedstawienia różnorodności form mykoryz ektotroficznych u jednego gatunku. Jako obiekt badań wzięliśmy *Picea excelsa* z terenu całych naszych Tatr i z terenu Karkonoszy dla porównania.

*

Pozostają jeszcze do omówienia zjawiska rzadsze, które nastroczają możliwości rozwijania badań z punktu widzenia fizjologii roślin. Ujmiemy je w kolejności, która nastroczyła się sama przy badaniach.

1) Niezbyt częstym zjawiskiem, ale zawsze identycznie występującym, są tak zwane mykoryzy pęcherzykowate („vesicular-arbuscular typ“ Butler, 1939) wywoływane przez rodzaj *Rhizophagus*, należący do rodziny *Endogonaceae*. Przypuszczalnie jest to forma konidialna rodzaju *Endogone*. Tego typu współżycie znaleźliśmy u *Ranunculus lanuginosus*, *Soldanella carpatica* i *Gentiana verna*.

2) U roślin zazwyczaj silnie mykotroficznych w pewnych warunkach ekologicznych ztraca się charakterystyczny typ współżycia, lecz grzyb nie ginie całkowicie. W miejscach bardzo wilgotnych obserwować można tzw. mykodomacjy. Są to pojedyncze komórki kory pierwotnej korzenia lub grupy niewielkie komórek, w których widzimy poskręcane kiełbaskowato całe strzępki. Trawienia nie obserwowano. Błony komórek tych przeważnie brązowieją, jednakże nie widać u grzyba objawów obumierania. Są to jakby resztki współżycia mykoryzowego. Mykodomacja obserwowaliśmy u *Petasites albus*, *Petasites officinalis*, *Poa palustris* i *Polygonatum verticillatum*. Gatunek wymieniony jako ostatni wyrósł przypadkowo w źródliisku.

3) Mykoryza perytroficzna (J a h n), a właściwie zespół rośliny zielonej z grzybami rhizosfery, został znaleziony u następujących gatunków: *Dentaria glandulosa*, *Gentiana asclepiadea*, *Glechoma hederacea*, *Hieracium villosum* × *alpinum*, *Majanthemum bifolium*, *Polygonatum verticillatum* i *Sedum carpaticum*.

4) Do ciekawych zjawisk należy przejście między mykoryzą perytroficzną a ektotroficzną obserwowane na korzeniach *Poa nemoralis*. Rhizosfera przerośnięta była bardzo licznymi, gęsto splecionymi, czasem rozluźnionymi strzępkami koloru brązowego, cienkimi i wiotkimi, które przypominały luźno splecioną mufkę mykoryzy ektotroficznej. Strzępki z tej mufki przerastały do miększu korowego korzeni zarówno między błonami komórkowymi (co przypominało słabą sieć Hartiga), jak i wewnątrz światła komórkowych, dochodząc do endodermy wykształconej w postaci komórek silnie zgrubiałych od strony walca osiowego, podobnych do litery V (trzecie stadium rozwojowe endodermy). W niektórych komórkach miększu grzyb tworzył łańcuchy arthrospor. Nigdzie nie było widać procesów trawienia strzępek (fagocytozy), a mimo to kora nie przebarwiła się i komórki nie straciły turgoru. Zjawisko to przypominało mykoryzę ektotroficzną opisaną u *Dracena spec.* przez B o r a t y ń s k ą (praca nie wydana). Strzępki wewnątrz kory zachowały swą barwę brązową. Strzępki w rhizosferze posiadały liczne przegrody poprzeczne i sprzążki.

5) U niektórych roślin zielnych znaleziono wybitne mykoryzy ektotroficzne. U *Galium rotundifolium* i *Galium Schultesii* występowała doskonale wykształcona mykoryza czarna (Dn) wywołana przez *Cenococcum graniforme*. Mufka grzybowa charakterystyczna i słaba bezbarwna sieć Hartiga. W jednym przypadku znaleziono słabiej wykształcone mufki, lecz za to *Cenococcum graniforme* wytworzyło na nich charakterystyczne chlamydospory, jajowato-gruszkowate, dwukomórkowe, gładkie, brązowe, powstające na końcach strzępek. Strzępki zarodnikonośne były charakterystycznie wykształcone: w nasadzie krótko rozdęte i wrośnięte między inne strzępki „płone“, potem sztywno podnoszące się do góry (wymiarów nie możemy podać, gdyż nie mamy mikrometru) i zakończone chlamydosporą. Tego rodzaju owocowanie było już opisane przez M i k o l a (1948) z czystych kultur *Cenococcum graniforme* z tą różnicą, że chlamydospory powstawały nie tylko na szczytach strzępek, lecz i interkalarnie i to wyłącznie wewnątrz pożywki, a nigdy na grzybni powietrznej. W naturze owocowanie takie nie było dotychczas znalezione. Niestety brak nam przyborów, więc opisu nie ilustrujemy mikrofotografią. U *Aspidium filix mas* znaleźliśmy dwa rodzaje mykoryz ektotroficznych: a) o mufce gęsto splecionej, bezbarwnej, prawie gładkiej i dobrze wykształconej sieci Hartiga (jest to typ A Melina lub podtyp B rodzaj Ba Dominika); b) o mufce pseudoparenchymatycznej, czarnej z bezbarwną siecią Harti-

ga (jest to typ Dn M e l i n a lub podtyp G rodzaj Ga D o m i n i k a). Identyczne mykoryzy znalezione zostały przez nas na tej paproci w zespłach sosnowych na Bałtykiem.

6) Otaczanie strzępek w komórkach kory pierwotnej pochwami celulozowymi znaleźliśmy u *Digitalis ambigua*. Cała warstwa miększu, gdzie występowały zdrowe strzępki, przedstawiała to zjawisko. W warstwie trawiennej znajdowały się doskonale wykształcone arbuskule z bardzo wyraźnymi sporangiolami. Poza tym otaczanie grzyba mykoryzowego celulozowymi pochwami znaleźliśmy u *Crepis paludosa*.

*

Na osobne omówienie zasługuje zespół *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizzi*. Jak wiadomo, jest to zespół realizujący się w źródłiskach. Woda płynie po powierzchni gleby, a w innych miejscach bardzo obficie nasycza glebę zamieniając ją w błoto. Są to warunki, które, zdaniem licznych specjalistów, powinny wykluczać mykotrofizm z dwu przyczyn: bo grzyby w wodzie nie tworzą mykoryz, a ściślej powiedziawszy, grzyby mykoryzowe nie żyją w warunkach wodnych; bo dostateczna ilość wody pozwala roślinom na duży bilans wodny, co, według S t a h l a (1900), warunkuje życie autotroficzne. S t a h l wyraził się trochę inaczej, mianowicie, że rośliny o dużym bilansie wodnym są autotroficzne.

Rośliny z tego zespołu pobieraliśmy albo z terenu zalanego, albo z rzadkiego błota, rzadziej z piasku zupełnie mokrego.

Otóż gatunki drzewiaste, przeważnie jako siewki, wyrastające pod olbrzymimi liśćmi *Petasites officinalis* lub *Adenostyles alliariae* zawsze wykazywały obecność mykoryz i to bardzo obfitą. Jedynie buk zmniejszył nasilenie mykotrofizmu, a jarzębina stała się rośliną autotroficzną, zgubiwszy symbionta.

Astrantia major, zebrana z wody, wykazała bardzo bogate współzycie typu thamniskofagicznego. *Adenostyles alliariae* jakby na przekór w opisanych warunkach stworzył znacznie silniejsze współzycie niż na stromych zboczach krainy kosodrzewu. *Bellidiastrum Michellii*, tworzące wysoko w górach słabe mykoryzy tolypofagiczne lub rzadziej bardzo słabe mykoryzy thamniskofagiczne, w reglu dolnym, w źródliku, wytworzyło bardzo silną mykoryzę typu thamniskofagicznego. *Caltha palustris* również żyje we współzyciu silnym z grzybami. *Digitalis ambigua*, przypadkowo chyba rozwinąwszy się na grudce błota, wytworzyło bardzo silną mykoryzę thamniskofagiczną. *Parnasia palustris*, *Paris quadrifolia* i *Petasites albus* również nie pozbyły się bardzo silnego współzycia. Tak samo rodzaj *Ranunculus* tworzył bez zmian mykoryzy bardzo obfite. Wierzyby jak i inne drzewa pozostały wierne mykoryzie ektotroficznej, która rozwinęła

była bardzo silnie. Jedynie róża zmniejszyła nasilenie mykotrofizmu. Poza tym rośliny fakultatywnie mykotroficzne, u których nawet w glebach normalnie przesyconych wodą mykotrofizm jest niestałym zjawiskiem, pozbyły się w źródłisku swych symbiontów.

Z powyższego wniosek, że nadmiar wody w glebie nie wpływa na likwidację mykoryz u drzew i gatunków zielnych obligatorycznie mykotroficznych. Jest to bardzo ważny wniosek dla leśnictwa, które ma do czynienia z zalesianiem terenów zalewanych wodą lub silnie podmokłych. Warunkiem jednak słuszności naszych wniosków jest woda szybko płynąca!

*

Na zakończenie przytaczamy kilka wniosków ogólniejszych:

- 1) Do najsilniej mykotroficznych zespołów Tatr należą zespoły świerkowe regła górnego.
- 2) Obfitość występowania grzybów kapeluszowych w zespole nie świadczy wcale o jego silnej mykotroficzności.
- 3) Gatunki obligatorycznie mykotroficzne nawet w błocie tworzą mykoryzy. O ile w nim woda płynie szybko.
- 4) *Cenococcum graniforme* jest grzybem powszechnie występującym, lecz nie we wszystkich glebach tworzącym mykoryzy.
- 5) *Cenococcum graniforme* może tworzyć mykoryzy ektotroficzne nawet z gatunkami roślin zielnych. Wniosek ten zgadza się z wnioskami Mikola (1948).
- 6) Do kosmopolitycznych gatunków grzybów mykoryzowych należy rodzaj *Rhizophagus* spec.
- 7) *Cenococcum graniforme* również w naturze tworzy opisane przez Mikola (1948) „chlamydospory“, lecz na trzonkach konidialnych.
- 8) Znalezione przejścia między skupieniem strzępek w rhizosferze korzeni (mykoryza perytroficzna Jahn) a mykoryzą ektotroficzną. Jest to potwierdzenie teorii Jahną (1934), że jego mykoryza perytroficzna jest najpierwotniejszą formą współzycia, która może przechodzić w formy więcej ściśle i wyspecjalizowane.
- 9) W zespołach leśnych regła dolnego mykotrofizm osiąga bardzo stałą granicę około 70% gatunków mykotroficznych (69 — 72%).
- 10) Analiza mykoryz świerka, przeprowadzona według podziału mykoryz ektotroficznych stworzonego przez Dominika, wykazała, że najmniej urozmaicone współzycie występuje w najwyższych położeniach górskich, gdzie świerk jeszcze występuje, a najwięcej urozmaicone w *Piceetum excelsae normale* w reglu górnym i *Fageto-Abietetum* w reglu dolnym. Rozmaitość współzycia mykotroficznego nie ma nic wspólnego z nasileniem mykotrofizmu, które największe znaleźliśmy

w *Piceetum excelsae myrtilletosum* facji ze *Sphagnum* w reglu górnym.

- 11) Taka analiza wszystkich gatunków drzewiastych da duże podstawy do wnioskowania o przebiegu zjawiska mykotrofizmu w zespołach roślinnych Tatr, a jednocześnie ściślej określi samo zjawisko. Przeprowadzenie takiej analizy wymaga jednak oddzielnej pracy, która wykorzysta wszystkie dotychczasowe materiały opisowe.
- 12) Praca niniejsza jest zakończeniem naszych badań na terenie Tatr.

*

Prof. drowi Bogumiłowi Pawłowskiemu składamy serdeczne podziękowanie za łaskawe korygowanie oznaczeń roślin zielnikowych, co pozwoliło nam na dokładniejsze poznanie flory Tatr i uniknięcie błędnych oznaczeń.

Polskiej Akademii Nauk jesteśmy wdzięczni za przyznanie funduszków, które umożliwiły przeprowadzenie cyklu badań tatrzańskich.

Doc. mgrowi Janowi Krasickiemu składamy serdeczne podziękowanie za orędownictwo naszych spraw na Komitecie Ekologicznym PAN. W momencie bowiem, kiedyśmy zaczęli nasze badania, nie były one modne i rozumiane.

Zakład Mikrobiologii Leśnej IBL

(Wpłynęło dn. 5.IV.1955 r.)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verfasser haben die mykotrophischen Verhältnisse folgender Assoziationen der unteren Waldstufe im Tatragebirge untersucht: *Fagetum typicum*, *Fageto-Abietetum*, *Cratoneuron falcatum* — *Cardamine Opizii* und *Piceo-Abietetum* (ein Weiss- und Rottannenbestand, der aus *Fagetum typicum* nach der Entnahme sämtlicher Buchen entstanden ist).

Die in der Arbeit zugefügten Tabellen stellen die Artenzusammensetzung der Assoziationen vor, die gleichzeitig eine Übersicht des Mykotrophismus aller Pflanzenarten geben.

Die Buchenassoziationen der unteren Waldstufe im Tatragebirge weisen ca 70% mykotrophischer Arten auf. Das ist ein niedriger Prozent als der Fichtenassoziationen der oberen Waldstufe in demselben Gebirge.

Wahrscheinlich in dieser Erniedrigung des Mykotrophismus spiegelt sich schwächerer Lichtzutritt zur Pflanzenassoziation und andere Zusammensetzung des Lichtes. Aus den schwedischen Untersuchungen wissen wir genau, dass Licht ein sehr einflussreicher Faktor bei der Mykorrhizabildung ist.

Mehrere Pflanzenarten der Waldbodenvegetation haben ihr Mykotrophismus stark verändert in den Raum von den Gipfeln der Gebirge bis zum Tal.

In den höchsten Stellen der Gebirge haben wir mehr tolypophagischen Typus der endotrophen Mykorrhiza gefunden, in den niedrigsten dagegen war thamniskophager Typus vorherrschend.

In allen Pflanzenassoziationen des Tatragebirges haben wir keine Mykorrhiza des Da-Typus entdeckt.

In vorliegender Arbeit haben wir probeweise die neue Klassifikation der ektotrophen Mykorrhizen von Dominik angewendet. Als Untersuchungsobjekt wurden nur die Fichtenmykorrhizen benutzt.

Die bisher benutzte Melinsche Mykorrhiza-Teilung hat den ganzen Reichtum der Formen nur in zwei Symbole „A“ und „Dn“ zusammengepresst.

Die neue Klassifikation hat dagegen vortrefflich grosse Reichtum der Formen (14 Mykorrhiza-Arten in 7 Mykorrhiza-Untertypen, wie nur auf dem Grund der morfolologisch-anatomischen Merkmale unterschieden wurden) zur Geltung gebracht.

Auf Grund dieser Analyse konnten wir die häufigsten und treuesten Fichtenmykorrhiza-Arten entdecken.

Vergleichungsweise haben wir identische Analysen der Fichtenmykorrhizen im Riesengebirge durchgeführt.

Aus dem Vergleich ist es erwiesen, dass im Tatragebirge die Fichte grössere Mannigfaltigkeit der Mykorrhizaformen als im Riesengebirge hat. Dagegen die grundeigenschaftenähnlichen Formen waren in beiden Gebirgen gleichgestaltet und fast gleich häufig. Zu diesen gehören folgende Mykorrhiza-Arten (nach Dominik): Fc, Cc, Ba, Ga und Ac.

Mykorrhiza Cc ist durch *Elaphomyces cervinus*, Mykorrhiza Ga durch *Cenococcum graniforme* (in Wirklichkeit Ga und Fh), Mykorrhiza Fc (nach Melinschen Angaben) wahrscheinlich durch *Boletus*-Arten gebildet.

Nebst schon beschriebenen haben wir folgende Schlüsse aus unseren Untersuchungen im Tatragebirge gezogen:

1) Aus dem Reichtum der fruktifizierenden Hutpilze kann man nicht über den Mykotrophismusgrad des Waldbestandes die Schlüsse ziehen.

2) Die obligatorisch mykotrophischen Pflanzenarten sind sogar in sumpfigem Boden (Quellbruch) immer höchst mykotroph: *Ranunculus*-Arten, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Adenostyles alliariae*, *Astrantia major*, *Digitalis ambigua*, *Paris quadrifolia* u. s. w. Hauptbedingung — fließendes Wasser.

3) *Cenococcum graniforme* ist eine Pilzart die in allen Gebirgsböden an allen Gebirgsstufen reichlich vorkommt, aber nur in spezifischen Bedingungen (magere Böden, verödete Stellen u. s. w.) in dem Mykorrhiza-Verhältniss lebt.

4) *Cenococcum graniforme* kann auch mit Kräuterpflanzen die ektotrophischen Mykorrhizen bilden (dieser Schluss ist mit dem Mikolas-Schluss (1948) gleich).

5) *Cenococcum graniforme* auch in der Natur formt manchmal die Chlamydosporen, welche erstmal in der Mikolas-Arbeit (1948) beschrieben waren. Diese zweizelligen „Chlamydosporen“ nach unserer Beobachtung entstehen an schwach differenzierten, langen, steifen, in der Basis leicht verdickten, dunkelbraunen Konidiophoren.

6) Zu kosmopolitischen Pilzen gehören die Arten der Gattung *Rhizopagus* D a n g e a r d, die im Tatra-Pflanzengesellschaften überall anwesend waren.

7) Diese Arbeit ist ein letztes Glied in unseren Untersuchungen über den Mykotrophismus der Pflanzengesellschaften im Tatragebirge.

L I T E R A T U R A

- Boratyńska W., 1951, Badanie mykotrofizmu roślin egzotycznych w Palmiarni w Poznaniu, Praca złożona do druku w Ann. Univ. M. Curie-Skłod. w Lublinie.
- Butler E. J., 1939, The occurrence and systematic position of the vesicular-arbuscular type of mycorrhizal fungi, The British Mycological Society Transaction, Vol. XXII, str. 274—301.
- 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., Nespiak A. i Pachlewski R., 1954, Badanie mykotrofizmu roślinności zespołów na skałkach wapiennych w Tatrach, Acta Soc. Bot. Pol., Vol. XXIII, str. 471—485.
- Dominik T., Nespiak A. i Pachlewski R., 1954, Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych regla górnego w Tatrach, Acta Soc. Bot. Pol., Vol. XXIII, str. 487—504.
- Dominik T., 1955, Projekt nowego podziału mykoryz ektotroficznych oparty na cechach morfologiczno-anatomicznych. Maszynopis oddany do druku w Wyd. I. B. L. w Warszawie.
- Jahn E., 1934, Die peritrophe Mykorrhiza, Ber. deutsch. bot. Ges. Tom 52, str. 463.
- Mikola P., 1948, On the physiology and ecology of *Cenococcum graniforme* especially as a mycorrhizal fungus of birch, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, tom 36, str. 1—104.
- Nespiak A., 1953, Badanie mykotrofizmu roślinności alpejskiej ponad granicą kosodrzewiny w granitowych Tatrach, Acta Soc. Bot. Pol., Vol. XXII str. 97—125.
- Stahl E., 1900, Der Sinn der Mykorrhizenbildung, Jahrb. f. wiss. Bot. tom 34.
- Szafer W., Kulczyński S. i Pawłowski B., 1926, Zespoły roślin w Tatrach, Część III, Bull. de l'Acad. Sc. et Lettres, Serie B. Supl. II, str. 22.
- Szafer W. i Sokołowski M., 1926, Zespoły roślinne w dolinach położonych na północ od Giewontu, Bull. de l'Acad. de Sc. et Lettres. Serie B. Supl. II, str. 123—144.
- Szafer W., Kulczyński S. i Pawłowski B., 1927, Zespoły roślinne w Tatrach, Część I. Zespoły roślinne w Dolinie Chochołowskiej, Rozpr. Wyd. Mat.-Przyr. Pol. Akad. Um. Seria III, tom 23/24. Dział A/B. Kraków, str. 203—298.
- Wąsowicz T., 1933, Badania nad glebami górskimi. PAU. Prace rolniczo-leśne, nr 7, Kraków.