Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych krainy kosodrzewu w granitowych Tatrach

*Untersuchungen über den Mykotrophismus der Pflanzenassoziationen im
Krumholzkiefergebiet des Hohen Tatra-Gebirge.*

TADEUSZ DOMINIK i ANDRZEJ NESPIAK

(Wpłynęło 21. IV. 53 r.)

Praca niniejsza jest dalszym członem w badaniach mykotrofizmu roślinności tatrzańskiej.

Kraina kosodrzewu, inaczej zwana piętnem kosówki, nie tworzy jednolitego pasa w Tatrach granitowych i w różnych warunkach osiąga bardzo różne wysokości. Dlatego często trudno jest orzec, czy znajdujemy się jeszcze w reglu górnym, czy już w krainie kosodrzewu.

Granica florystyczna również jest płynna, gdyż drzewa charakterystyczne dla *Piceetum*, miejscami wchodzą wysoko w tereny, którym ton krajobrazowy nadaje już *Pinus mughus*.

Poza drzewami, np. świerkiem, w dolnych partiach kosodrzewiny znajdujemy również rośliny zielne, charakterystyczne dla regła górnego.

Podobnie układają się stosunki dla górnej granicy krainy kosodrzewu, gdzie poprostu zanika ona stopniowo w piętrze alpejskim, zwanym tu również piętnem hal. Skarłale okazy kosówki spotykamy jeszcze wśród zespołów tego piętra.

Na rozwój kosodrzewiny i jej granicę górnego zasięgu bardzo silnie wpływa ekspozycja góry oraz stałość podłoża. Rynny lawin są od niej na ogół wolne na całej swej długości.

Dlatego piętro kosodrzewu z daleka robi wrażenie niejednolite, poszarpane, poprzecinane „żlebami“, lawinami i strumieniami.

Poza tym wśród zdawałoby się litych połaci kosodrzewiny, gdzie warunki zewnętrznie wydają się jednakowe, znajdujemy często niewielkie płaszczyny zajęte przez roślinność zielną.

Ryc. 1 Kraina kosodrzewu z pojedynczymi limbami oraz gniazdem świerka. Zbocza nad Morskim Okiem.

Ponieważ istnieją szczegółowe opracowania fitytosocjologiczne terenu Tatr, opublikowane przez B. Pawłowskiego, więc tu jedynie ograniczymy się do ogólnikowego podania struktury piętra kosodrzewu.

Właściwy zespół *Pinetum mughi* inaczej wygląda od strony piętra lasów regla górnego, gdzie jest bardzo bogaty w gatunki: kosodrzewina, limba, świerk, brzoza, jarzębina, wierzby, róża, oraz bardzo urozmaicone runo, które w pracy niniejszej podane jest w tabelach, a zupełnie inaczej wygląda na górnej swej granicy, gdzie poza kosodrzewiną spotykamy jeszcze pojedyncze jałowce i karłowate wierzby piętra hal.

U Pawłowskiego (1928) znajdujemy podział *Pinetum mughi* na dwie facje: *Pinetum mughi calcicolum* — bogatą w gatunki i *Pinetum mughi silicicolum* — ubogą w gatunki. Podział ten pokrywa się z opisanym poprzednio przez nas zjawiskiem.

Czy nazwa „*calcicolum*“ jest słuszna świadczy następująca analiza wody strumienia tuż nad Morskim Okiem:

CaO w miligramach na 100 ml H ₂ O	Fe w miligramach na 100 ml H ₂ O	P ₂ O ₅ w miligramach na 100 ml H ₂ O
1,2	0	0,68

Ryc. 2. Kosodrzewina rosnąca na bloku skalnym. Poduchowaty twór pod kosodrzewiną jest spleciony z korzeni i porośnięty mchami.

Z powyższego zestawienia wynika, że ilości związków mineralnych mało odbiegają od wody deszczowej. Odczyn tej wody również jest zbliżony do odczynu wody destylowanej i wynosi $\text{pH} = 6,5-7$.

Obie wymienione facje przechodzą w siebie bardzo łagodnie. Tuż przy strumieniach, przecinających krainę kosodrzewu, występuje często zespół zwany *Aconitetum*, w samych strumieniach — *Cardaminetum*, trochę dalej od strumieni oraz na drogach lawin opanowuje teren *Calamagrostidetum*.

Między zespołami kosodrzewiny i między *Calamagrostidetum* występują często mniejsze lub większe połacie ziołorośli, zwane *Adenostyletum alliariae*.

W zaklęśnięciach skalnych i wyleżyskach często znajdujemy ubogie w gatunki *Sphagnetum*.

W górnych partiach kosodrzewiny *Calamagrostidetum* zostaje zastąpione przez *Trifidi-distichetum*.

W wyższych partiach kosodrzewiny na Świstówce spotykamy lite łąny *Myrtilletum*, ze składem gatunkowym zbliżonym do *Trifidi-distichetum*, w którym to zespół w piętrze hal *Myrtilletum* przechodzi.

Na tychże samych wysokościach występuje łąnami zespół *Calamagrostidetum*, który w krainie hal zastąpiony jest przez *Trifidi-distichetum* lub *Luzuletum*.

Można się często zastanawiać jak przeprowadzić granice między zespołami, które w sposób skomplikowany przerastają się wzajemnie. Pawłowski opiera się w swych pracach na roślinności. Myśmy przyjęli kryterium glebowe. Mianowicie tam gdzie kończy się wpływ koso-drzewiny na glebę, tam dla nas kończy się *Pinetum mughi*. Granicę tę łatwo wyznaczyć badając skład mechaniczny gleby, ściółkę, humifikację szczątków organicznych i odczyn gleby. Zupełnie bowiem inaczej wygląda gleba pod *Calamagrostidetum*, inaczej pod *Myrtilletum*, a jeszcze inaczej pod *Pinetum mughi*.

Dla orientacji podajemy odczyny gleb pod różnymi zespołami, które w niniejszej pracy są uwzględnione:

Pinetum mughi — gleba intensywnie brązowa, bardzo ciemna, daje wrażenie mało rozłożonej, jednolitej masy organicznej, pH = 3,7—3,9.

Calamagrostidetum — gleba niezbyt ciemna o strukturze gruzelkowej, robi wrażenie dobrej gleby uprawnej, pH = 4,8—5,0.

Ryc. 3. Zespół ziołorośli w dobrze chronionym zakątku między skalnymi blokami (*Adenostyletum alliariae*).

Aconitetum — gleba bardzo ciemna, czasem zupełnie czarna, bardzo wilgotna, ciężka, pH = 6,0—6,9.

Nardetum — gleby bardzo ciemne, zbite, wilgotne, podobne zupełnie do typowego torfu, pH = 4,4—4,6.

Dane glebowe zasięgnięte zostały z pracy Wąsowicza (1933).

Adenostyletum alliariae według Włodka i Ralskiego (1928) porasta powierzchnie pokryte glebą o odczynie pH = 4,74. Zespół ten wymaga gleby wilgotnej i głębszej niż kosodrzewina, dlatego lokuje się pod skalnymi ścianami i w skalnych nieckach.

Ponieważ dla rozwoju zespołów roślin zielonych a również i grzybów ważna jest dynamika procesów chemicznych zachodzących w próchnicy, więc przytoczymy według Wąsowicza (1933) dane o stosunku węgla do azotu pod badanymi zespołami.

Pinetum mughi — stosunek C/N = 30:1.

Calamagrostidetum — C/N = 11:1.

Aconitetum — C/N = 11:1.

Nardetum — C/N = 16:1.

Klimat terenu badań można pokrótce scharakteryzować w sposób następujący: Średnia ilość rocznych opadów wynosi 1800 mm z tego prawie połowa przypada na miesiące letnie. Średnia temperatura roczna wynosi -2°C . Skoki temperatury w ciągu dnia bardzo duże, powodowane są różnicami nasłwetlenia.

*   *   *

Materiały do badań zostały zebrane w miesiącu lipcu w różnych punktach terenu, mianowicie: przy ścieżce na Przełęcz Szpiglasową na wysokości około 1500 m, między gęstą kosodrzewiną przy słabym spływie wody w glebie; wzdłuż ścieżki na Świstówkę na mniej więcej tej samej wysokości; na stoku południowo-zachodnim Żabich Wierchów na wysokości około 1700 m; w okolicy Stawku Staszica pod Mnichem na wysokości około 1800 m; wzdłuż strumienia na stoku Opalonego na wysokości około 1550 m; na zboczu Opalonego poniżej Świstówki na wysokości około 1800 m; na północnym stoku Świstówki na wysokości około 1800 m; na Hali pod Mnichem na wysokości około 1700 m; na stożku piargowym pod masywem Miękusowieckim, który opada do Morskiego Oka.

Metody badań stosowaliśmy identyczne jak w pracy o mykotrofizmie zespołów alpejskich piętra hal. Są one dokładnie podane przez Nespiaka (1953).

*   *

Pozostaje jeszcze do omówienia flora grzybów kapeluszowych piętra kosodrzewiny, gdyż trudno mówić o mykotrofizmie roślinności zielonej bez podania ewentualnego źródła mykotroficznych przejawów.

Grzyby kapeluszowe tego piętra owocują przeważnie pod kosodrzewiną, dużo ich pojawia się na skraju połąci litych kosodrzewiny a zaledwie nieliczne egzemplarze można znaleźć wśród ziołorośli. W łożyskach potoków owocujących grzybów makroskopowych nigdy nie znaleźliśmy.

W kosodrzewinie znaleźliśmy następujące gatunki: *Boletus luteus* (L.) Fr., *Boletus porphyrosporus* Fr., *Boletus subtomentosus* (L.) Fr., *Boletus variegatus* Swartz., *Amanita muscaria* (L.) Fries., *Amanitopsis vaginata* (Bull.) Rose., *Clitocybe laccata* (Scop.) Fr. v. *rosella*., *Clitocybe laccata* (Scop.) Fr. v. *amethystina* (Boud.) Maire., *Clitocybe fragrans* Sow., *Collybia xanthopus* Fr., *Entoloma porphyrophaeum* Fr., *Flammula* spec., *Galera tenuissima* (Weinm.) Fries., *Inocybe decissa* Fr., *Inocybe asterospora* Quel., *Inocybe putilla* Bres., *Lactarius rufus* Fr., *Lactarius hyssiginus* Fr., *Lactarius fuliginosus* Fr., *Lactarius umbrinus* Fr., *Lactarius serifluus* (DC) Fr., *Lactarius glycyosmus* Fr., *Myxaciium collinitum* Pers., *Lactarius quetus* Fr., *Limacium hypothejum* Fr., *Nolanea mammosa* Fr., *Nolanea pascua* Pers., *Omphalia Kalchbrenneri* Bres., *Russula emetica* Schaff., *Russula fragilis* Pers., *Russula aurata* Fr., *Russula decolorans* Fr., *Rosites caperata* Karst., *Stichoramaria rugosa* (Bull.) Ulbrich.

Na skrajach kęp kosodrzewiny znaleźliśmy następujące gatunki: *Cantharellus tubiformis* Fr., *Clavaria cinerea* Bull., *Cortinarius varius* (Schäff.) Fr., *Gomphidius roseus* Fr., *Tricholoma luteovirens* (Alb. et Schwein.) Rick.

Wśród kęp ziołorośli i traw znaleźliśmy: *Coprinus digitalis* Batsch., *Coprinus* spec.,

o kapeluszach do 4 cm średnicy, szarych, podłużnie bruzdkowanych, nóżkach do 6 cm długich, 4 mm szerokich, wewnątrz pustych, białawych, gładkich, delikatnych i łamliwych. Cystyd nie zdążyliśmy zbadać, bo się nam rozplynęły. Basidiospory kształtu cytrynowatego, ciemno fioletowo-brązowe, w masie czarne, o błonie ciemniejszej, wewnątrz posiadają jedną kropelkę tłuszczu, mierzą 6—9 × 4—6,5 mikronów. Występował na glebie silnie próchnicznej z dużą ilością nierozłożonych szczątków roślinnych, które obficie przerastał białą grzybnią.

Hygrophorus flammans (Scop.) Schroet., *Psilocybe uda* Pers.

*
*   *

Następujące tabele zestawiają dane o mykotrofizmie zespołów roślinnych piętra kosodrzewu.

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamni skofagicznego	A	C	D _n	

Pinetum mughi

Aconitum firmum	+	—	—	+	—	—	—	++++
Alchemilla alpestris	+	—	+	—	—	—	—	++++
Alchemilla xanthochlora	+	—	+	—	—	—	—	+++
Anthoxanthum odoratum	+	—	+	—	—	—	—	++
Arabis alpina	+	+	—	—	—	—	—	—
Athyrium alpestre	—	—	+	—	—	—	—	++++
Betula carpatica	—	—	—	—	+	—	—	+++
Blechnum spicant	—	—	+	—	—	—	—	++++
Botrychium lunaria	—	—	+	—	—	—	—	++++
Calamagrostis villosa	+	—	+	—	—	—	—	+
Calluna vulgaris	—	—	+	—	—	—	—	++
Chrysanth. rotundifolium	+	—	+	—	—	—	—	+++
Chrysosplenium alternifolium	+	—	+	—	—	—	—	++
Camp. rotund. v. kladniana	+	—	+	—	—	—	—	++
Crepis paludosa	—	—	+	—	—	—	—	++++
Deschampsia flexuosa	+	—	+	—	—	—	—	+
Doronicum Clusii	—	—	+	—	—	—	—	++
Dryopteris filix mas	—	—	+	—	—	—	—	++
Epilobium alpestre	—	—	+	—	—	—	—	++
Epilobium anagallidifolium	—	—	+	—	—	—	—	++++
Epilobium angustifolium	—	—	+	—	—	—	—	++
Eriophorum vaginatum	+	—	+	—	—	—	—	+
Fragaria vesca	—	—	+	—	—	—	—	+++
Gentiana asclepiadea	—	—	+	—	—	—	—	+++
Gentiana punctata	—	—	+	—	—	—	—	++++
Geranium silvaticum	—	—	+	—	—	—	—	++++
Geum montanum	—	—	+	—	—	—	—	+++
Gnaphalium norvegicum	—	—	+	—	—	—	—	++

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorrhiza endotroficzna typu		mykorrhiza ektotroficzna typu			Często- tliwość występo- wania
			tolypo- fagicz- nego	thamni- skofa- giczne- go	A	C	D _n	
Hieracium murorum	—	—	—	+	—	—	—	++++
Homogyne alpina	—	—	+	—	—	—	—	++++
Hypericum maculatum	—	—	+	—	—	—	—	++++
Ligusticum Mutellina	—	—	+	—	—	—	—	++++
Luzula nemorosa	+	+	—	—	—	—	—	—
Luzula silvatica	+	+	—	—	—	—	—	—
Luzula spadicea	+	+	—	—	—	—	—	—
Juncus trifidus	+	—	+	—	—	—	—	+
Juniperus nana	—	—	+	—	—	—	—	++++
Majanthemum bifolium	+	—	+	—	—	—	—	++++
Melandrium silvestre	+	+	—	—	—	—	—	—
Mulgedium alpinum	+	—	+	—	—	—	—	++++
Myosotis silvatica	+	—	+	—	—	—	—	++
Nardus stricta	—	—	+	—	—	—	—	+++
Oxalis acetosella	+	—	+	—	—	—	—	+++
Paris quadrifolia	+	—	+	+	—	—	—	+++
Petasites albus	—	—	+	—	—	—	—	++++
Phegopteris dryopteris	—	—	+	—	—	—	—	++++
Pinguicula vulgaris	—	+	—	—	—	—	—	—
Potentilla aurea	—	—	+	—	—	—	—	++
Pinus cembra	+	—	—	—	+	+	—	++
Pinus mughus	—	—	—	—	+	+	—	+++
Picea excelsa	—	—	—	—	+	—	—	++
Poa alpina	+	—	+	—	—	—	—	++++
Polygonatum verticillatum	+	—	+	—	—	—	—	++
Polygonum bistorta	—	—	+	—	—	—	—	+
Prenanthes purpurea	—	—	+	—	—	—	—	++++
Ranunculus aconitifolius	—	—	+	—	—	—	—	++++
Ribes petraeum v. carpaticum	—	—	+	—	—	—	—	++++
Rosa pendulina	—	—	—	+	—	—	—	++++
Rubus idaeus	—	—	—	+	—	—	—	++++
Rumex arifolius	+	—	+	—	—	—	—	++
Salix silesiaca	—	—	—	—	+	—	+	+++
Salix Kitaibeliana	—	—	—	—	—	—	+	+
Scrophularia Scopolii	+	—	+	—	—	—	—	+
Sedum carpaticum	+	+	—	—	—	—	—	—

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Często- tliwość występo- wania
			tolypo- fagicz- nego	thamni skofa- giczne- go	A	C	D _n	
<i>Sempervivum montanum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Senecio nemorensis</i>	—	—	+	+	—	—	—	+++
<i>Sesleria disticha</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Silene venosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Soldanella carpatica</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Sorbus aucuparia</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Thymus alpestris</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Vaccinium myrtillus</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Vaccinium uliginosum</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Vaccinium vitis idaea</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Valeriana tripteris</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Veratrum lobelianum</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Viola biflora</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++

Calamagrostidetum villosae tatricum

<i>Alchemilla alpestris</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Alectorolophus alpinus</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Anthoxantum odoratum</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Bartsia alpina</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Bellidiastrum Michellii</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Calamagrostis villosa</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Caltha palustris</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Cardamine Opitzii</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex flava</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex panicea</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carex sempervirens</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Chrysanthemum rotundifolium</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Crepis conyzifolia</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Crepis paludosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Epilobium alsinifolium</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Gymnadenia albida</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Gymnadenia conopea</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Heliosperma quadrifidum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Heracleum sphondylium</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Hypochaeris uniflora</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Często- tliwość występo- wania
			tylopo- fagicz- nego	thamni- skofa- giczne- go	A	C	D _n	
Hieracium alpinum	—	—	+	—	—	—	—	++
Gentiana asclepiadea	—	—	+	—	—	—	—	++++
Leontodon tataricus	—	—	+	—	—	—	—	++
Ligusticum Mutellina	—	—	+	—	—	—	—	++++
Melampyrum pratense	—	+	—	—	—	—	—	—
Nardus stricta	+	—	+	—	—	—	—	+++
Phleum alpinum	+	—	+	—	—	—	—	++++
Phyteuma spicatum	—	—	—	+	—	—	—	+++
Picea excelsa (siewka)	—	—	—	—	+	—	—	++
Pinus mughus	—	—	—	—	+	+	—	++
Pinguicula vulgaris	+	+	—	—	—	—	—	—
Potentilla silvestris	—	—	+	—	—	—	—	++++
Pulsatilla alpina	—	—	+	—	—	—	—	+++
Ranunculus aconitifolius	—	—	+	—	—	—	—	++++
Rumex scutatus	+	+	—	—	—	—	—	—
Salix silesiaca	—	—	—	—	+	—	—	+
Saxifraga aizoides	+	+	—	—	—	—	—	—
Senecio subalpinus	+	—	—	+	—	—	—	++++
Soldanella carpatica	+	—	+	—	—	—	—	++
Sweetia perennis	—	—	+	—	—	—	—	+++
Taraxacum alpinum	—	—	+	+	—	—	—	+++
Thesium alpinum	—	+	—	—	—	—	—	—
Thymus alpestris	—	—	+	—	—	—	—	++
Tofieldia calyculata	—	+	—	—	—	—	—	—
Veratrum lobelianum	—	—	+	—	—	—	—	++
Viola biflora	+	+	—	—	—	—	—	—

Aconitetum firmi

Aconitum firmum	+	—	—	+	—	—	—	++++
Epilobium alsinefolium	—	—	+	—	—	—	—	+
Festuca picta	+	—	+	—	—	—	—	++
Geum montanum	—	—	+	—	—	—	—	+++
Poa alpina	+	—	+	—	—	—	—	++
Rhodiola rosea	—	—	+	—	—	—	—	++++
Veronica alpina	—	—	+	—	—	—	—	++++
Viola biflora	+	+	—	—	—	—	—	—

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamni skofagicznego	A	C	D _n	

Adenostyletum alliariae

Adenostyles alliariae	+	—	—	+	—	—	—	+++
Aspidium lonchitis	—	—	+	—	—	—	—	++++
Athyrium alpestre	+	—	+	—	—	—	—	++++
Calamagrostis villosa	+	—	+	—	—	—	—	+
Gentiana asclepiadea	—	—	+	—	—	—	—	++++
Gentiana punctata	—	—	+	—	—	—	—	++++
Mulgedium alpinum	+	—	+	—	—	—	—	++++
Ranunculus aconitifolius	—	—	+	—	—	—	—	++++
Senecio nemorensis	+	—	—	+	—	—	—	+++
Senecio subalpinus	—	—	+	—	—	—	—	+++
Thalictrum aquilegifolium	+	—	+	—	—	—	—	++++
Veratrum lobelianum	—	—	+	—	—	—	—	+++

Vaccinietum myrtillii tatricum

Anthoxantum odoratum	+	—	+	—	—	—	—	++
Avena versicolor	+	—	+	—	—	—	—	+++
Campanula alpina	—	—	+	—	—	—	—	+++
Chrysanthemum alpinum	—	—	+	—	—	—	—	+++
Deschampsia flexuosa	+	—	+	—	—	—	—	+
Doronicum Clusii	—	+	—	—	—	—	—	—
Empetrum nigrum	—	—	+	—	—	—	—	++
Geum montanum	—	—	+	—	—	—	—	+++
Gnaphalium supinum	—	—	+	—	—	—	—	+
Homogyne alpina	—	—	+	—	—	—	—	+
Juncus trifidus	—	—	+	—	—	—	—	+
Luzula spadicea	+	+	—	—	—	—	—	—
Ligusticum Mutellina	—	—	+	—	—	—	—	++
Pinus mughus	—	—	—	—	+	—	—	+
Primula minima	+	—	+	—	—	—	—	++
Sedum alpestre	—	+	—	—	—	—	—	—
Sesleria disticha	+	—	+	—	—	—	—	++
Soldanella carpatica	+	—	+	—	—	—	—	+
Vaccinium myrtillus	—	—	+	—	—	—	—	++
Vaccinium uliginosum	—	—	+	—	—	—	—	++
Veronica alpina	—	—	+	—	—	—	—	++

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamni skofagiczne go	A	C	D _n	
<i>Aconitum firmum</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Agrostis rupestris</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Alchemilla alpestris</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Arabis alpina</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Aspidium lonchitis</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Athyrium alpestre</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Calamagrostis villosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cerastium fontanum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cystopteris fragilis</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Epilobium anagallidifolium</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Festuca spec.</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Geum montanum</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Heliosperma quadrifida</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Oxyria digyna</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Phegopteris dryopteris</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Phleum alpinum</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Poa laxa</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Poa nemoralis</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Ranunculus montanus</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Saxifraga moschata</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Soldanella carpatica</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Veronica alpina</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Viola biflora</i>	+	—	+	—	—	—	—	+

U w a g i: Dane o gatunkach w obrębie zespołów są średnimi z wyników badań z kilku stanowisk.

++++ bardzo silna, +++ silna, ++ słaba, + bardzo słaba częstotliwość występowania mykorhizy.

W innych rubrykach + oznacza obecność a — brak danej rzeczy.

Przy podziale mykorhizy ektotroficznej na typy uwzględniono tylko te typy, które w badaniach zostały wykryte, pomijając całkowity podział systematyczny dla zaoszczędzenia miejsca.

Dyskusja wyników badań

Poniższa tabela zestawia dane statystyczne o badanych zespołach:

Nazwa zespołu	Ilość gatunków	Ilość gat. mykotrof.	% gatunków mykotrof.
Pinetum mughi	77	67	87
Calamagrostidetum	47	33	70
Aconitetum	8	7	88
Adenostyletum	12	12	100
Vaccinietum	21	18	86
Luźna roślinność stożka piargowego	24	18	75

Z powyższego zestawienia % mykotroficznych gatunków, oraz z opisów warunków ekologicznych poszczególnych zespołów można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Zespoły silnie zasilane w wodę spływającą po składach osiągają zaledwie około 90% gatunków mykotroficznych (*Pinetum mughi*, *Calamagrostidetum*, *Aconitetum*, *Vaccinietum*). Najbardziej odbiega od tego typu żywieniowego zespół *Calamagrostidetum*, gdyż częściowo tkwi po prostu w strumieniach. Jednakże część zespołu z suchszych miejsc zgadza się procentem roślin mykotroficznych z resztą wymienionych w tej grupie zespołów.

2. Zespół *Adenostyletum* składa się z samych roślin mykotroficznych. Wyrasta on w osłoniętych miejscach, gdzie podłoże zalega wiekami i gromadzi się masa dobrze rozłożonej próchnicy. Czyli na wysoki procent roślin mykotroficznych ma wpływ stałość podłoża oraz nagromadzenie się materii organicznej.

3. Zespoły wyrastające w wodzie strumieni zawierają najmniejszy procent roślin mykotroficznych (*Calamagrostidetum*). Jednak i w tych warunkach niektóre gatunki, nawet tkwiące w pędzącej wodzie strumieni tworzą bogatą mykorhizę endotroficzną. Jako przykład możemy przytoczyć *Caltha palustris*; gatunek ten tworzy silną mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego z licznymi pęcherzykami. W identycznych warunkach *Ranunculus acconitifolius*, *Ligusticum mutellina* i *Veratrum lobelianum* również tworzą mykorhizy z pęcherzykami. W innych warunkach rośliny te pęcherzykowej mykorhizy nie tworzyły.

4. Roślinność podłoża stale przewracanego zawiera największy procent gatunków autotroficznych. Na stożku piargowym pod Miękuszo-wieckimi rośliny mykotroficzne poza tym, że były bardzo słabo rozwinięte, wykazywały bardzo słaby stopień przegrzybienia. Rosły one po-przyczepiane wprost do głazów, gdzie trudno było dopatrzeć się gleby.

Pinetum mughi w swej partii najwyższej, gdzie miesza się z zespołami piętra halnego, wykazuje znacznie mniejsze nasilenie mykotroficzności niż w swej partii najniższej, najbogatszej w gatunki.

Porównując flory grzybów w poszczególnych zespołach dochodzimy do wniosku, że mykotroficzność roślin zielonych nie zależy od bezpośrednio stwierdzonej ilości owocujących gatunków grzybów. W *Adenostyletum* znaleźliśmy zaledwie 4 gatunki grzybów kapeluszowych a zespół jest w 100% mykotroficzny. W *Pinetum mughi* znaleźliśmy 39 gatunków grzybów kapeluszowych a zespół osiągnął tylko 87% gatunków mykotroficznych.

Pinus mughus w naszych badaniach wykazywała zawsze pewną ilość korzeni mykotroficznych. Mykorhizę tworzy ektotroficzną następujących typów: A i C. Do bardzo ciekawych zjawisk należy mykorhiza ektotroficzna typu C, zwana bulwkowatą (ryc. 4). Bulwki dorastają 7 milimetrów średnicy i pokrywają całymi gronami systemy korzeniowe kosodrzewiny wyrastającej na nagich blokach (ryc. 2). Na takich blokach poza splątanymi korzeniami kosodrzewiny i odrobiną źle rozłożonej materii organicznej, powstałej z resztek tkanek kosodrzewiny, żadnej gleby dopatrzyć się nie można. Mykorhizy bulwkowate leżą wprost na nagiej skale. Ponieważ skały granitowe nad Czarnym Stawem nie zawierają azotu dostępnego dla roślin, a azot spadający z opadami znajduje

Ryc. 4. Mykorhiza bulwkowata (ektotroficzna typu C) u kosodrzewiny, powiększona około 4 razy (liniowo).

Ryc. 5. Mykorhiza bulwkowata u kosodrzewiny. Przekrój poprzeczny. Powiększenie około 150 $\times$. Widac przekroje poszczególnych korzonków otoczonych własnymi mufkami grzybowymi.

się poza minimum potrzebnym dla rozwoju normalnego, więc nasuwa się przypuszczenie, że mykrohiza typu C może wiązać wolny azot z powietrza. Warto by przeprowadzić na ten temat badania. Według danych Melina typ C tworzony jest przez grzyby z rodzaju *Boletus*.

Salix silesiaca w dolnych partiach *Pinetum mughi* tworzyła obfitą mykorhizę typu A, podczas gdy w górnych partiach tegoż zespołu posiadała jedynie mykorhizę typu Dn.

Viola biflora w dolnych partiach *Pinetum mughi* tworzy bogatą mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego, natomiast w *Calamagrostidetum* i *Aconitetum* w warunkach silnego uwodnienia obywa się zupełnie bez grzybów, stając się rośliną autotroficzną.

Na ogólną ilość 98 gatunków tworzących mykorhizę endotroficzną przypada 89 gatunków na typ tolypofagiczny a tylko 9 na typ thamniskofagiczny. Można tu jeszcze nadmienić, że typ thamniskofagiczny pojawia się dopiero w niższych partiach piętra kosodrzewu, gdzie zespoły są bujniejsze i nagromadzenie próchnicy większe.

Rodiola rosea w *Oxyrieto-saxifragetum* (N e s p i a k, 1953) rosła jako roślina autotroficzna, podczas gdy wzięta z *Aconitetum* wykazała silną mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego.

Ranunculus montanus w *Oxyrieto-saxifragetum*, rosnący w bieżącej wodzie (Nespiak, 1953) tworzył mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego z licznymi pęcherzykami. *Ranunculus aconitifolius* w *Calamagrostidetum*, również rosnący w wodzie, wykazał ten sam typ współzycia. Te same gatunki rosnące w miejscach suchszych nie tworzyły pęcherzyków w obrębie mykorhizy tolypofagicznej.

W miarę obniżania się terenu, z czym łączy się ustalanie podłoża i nagromadzanie coraz to większych ilości gatunków w zespołach (zarówno naziemnych jak i podziemnych) stopniowo rośnie procent gatunków mykotroficznych.

W dotychczas zbadanych zespołach najpospolitszym typem współzycia roślin zielonych z grzybami jest mykorhiza endotroficzna typu tolypofagicznego.

Nawet niekiedy półpasożyty zielone jak *Bartsia alpina* (w *Calamagrostidetum*) mogą oprócz normalnego pasożytowania na roślinach kwiatowych tworzyć mykorhizy endotroficzne typu tolypofagicznego. Inne półpasożyty jak *Alectorolophus*, *Melampyrum* i *Thesium* w badanych przez nas zespołach nie wchodziły w stosunki korzeniowe z grzybami.

Pinguicula vulgaris zawsze posiadał korzenie opatrzone włosnikami i nigdy nie wykazał infekcji grzybowej.

Z Zakładu Fitopatologii i Mykologii
Wyższej Szkoły Rolniczej — Wrocław.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Die Pflanzenassoziationen, welche mit schnell an steilen Gebirgsabhängen in grossen Mengen herunterfliessenden Gewässern versorgt werden, behalten im Krumholzkieferngebiet ca 90% der mykotrophischen Arten.

2. *Adenostyletum alliariae* wächst an geschützten Orten zwischen Steingeröll, wo sich humusreicher Boden sammelt anhaltend durch Jahrhunderte; diese Pflanzenassoziation weist nur mykotropische Arten auf.

3. Die Pflanzenassoziationen, welche in fliessenden Gewässern wachsen (*Calamagrostidetum* pro parte) behalten die geringste Zahl mykotrophischer Arten. Unter diesen Arten findet man öfters tolypophagische Typen endotropher Mykorhizen. Manche von ihnen weisen auch reichlich Vesikeln auf. Dieselbe Arten an frischen Böden bilden nur tolypophagische Mykorhizen ohne Vesikeln.

4. Bei *Pinetum mughi* wird der Mykotrophismus seltener je höher ü. d. M. das Gelände liegt.

5. Der Mykotrophismus der grünen Pflanzenassoziationen ist in keiner Korrelation mit der Zahl der Pilzfruchtkörper, die in dieser Pflanzenassoziation vorkommen.

6. Es wird vermutet, dass der Typus C der ektrotrophen Mykorrhiza bei Krummholzkiefer freies Stickstoff bindet, was ihren Wuchs an nackten Felsblocken ermöglicht (z. B. an den nackten Granitblocken am „Czarny Staw“ im Hohen Tatra, wo kein assimilierbarer Stickstoff in substrat vorhanden ist).

7. Manche Pflanzen, welche in verschiedenen Pflanzenassoziationen wachsen, weisen verschiedene Arten der Mykorrhiza auf; sie können sogar (in wasserreichen Entwicklungsbedingungen) autotroph sein.

8. Im Hohen Tatra wurde festgestellt, dass die Pflanzenassoziationen, welche tiefere Standorte belegen grösseres Prozent mykotrophischer Arten aufweisen.

9. Bei *Bartsia alpina*, die als Hemiparasit autotroph in Wurzeln leben soll, wurde eine gut geformte endotrophische Mykorrhiza von tolypophagischen Typus beobachtet.

10. Es wurde schliesslich festgestellt, dass tolypophagische Mykorrhiza der häufigste Typus bei Grünpflanzen ist.

LITERATURA.

- N e s p i a k A., 1953. Badanie mykotrofizmu roślinności alpejskiej ponad granicą kosodrzewiny w granitowych Tatrach (Mycotrophy of the alpine vegetation of the Tatra Mountains) Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XXII, Nr 1, 97—125.
- P a w ł o w s k i, S o k o ł o w s k i, W a l l i s c h, 1928. Zespoły roślin w Tatrach część VII. Zespoły roślinne i flora doliny Morskiego Oka. Rozprawy wyd. mat.-przyr. P. A. U. tom LXVII Ser. A/B Kraków.
- W ą s o w i c z T., 1933. Badania nad glebami górskimi P. A. U. Prace Rolniczo-Leśne, Nr 7, Kraków.
- W ł o d e k J., R a l s k i E., 1928. Dalsze badania nad kwasotą gleb tatrzańskich. P. A. U. Kraków.