Badanie mykotrofizmu roślinności zespołów na skałkach wapiennych w Tatrach

*Untersuchungen über den Mykotorphismus der Pflanzenassoziationen
der Kalkfelsen im Tatragebirge.*

T. DOMINIK, A. NESPIAK i R. PACHLEWSKI

Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Mikrobiologii Leśnej

(Wpłynęło dn. 27.I.54 r.)

W cyklu naszych badań nad mykotrofizmem zespołów roślinnych w Tatrach specyficzne miejsce zajmują skały wapienne, gdyż warunki glebowe są tu zupełnie inne niż na podłożu granitowym. Dlatego nim przejdziemy do podania wyników badań musimy trochę miejsca poświęcić opisowi warunków ekologicznych.

W miejscach naszych badań podłoże wapienne zbudowane jest z doloomitów, margli i wapieni jurajskich.

Szczegółowe badania fitosocjologiczne Tatr Zachodnich przeprowadzili Pawłowski, Szafer i Kulczyński (1926, 1927), Pawłowski i Stecki (1928) i na tych badaniach oparliśmy się przy wyszukiwaniu charakterystycznych asocjacji dla naszych badań.

Badania nasze prowadziliśmy na stoku Kominów Tylkowych nad przełęczą Iwaniacką, na wysokości 1500—1800 m, gdzie występuje mieszanina zespołów *Caricetum firmae*, *Festucetum variae calcicolum* i *Dryadetum*, które w naszych zestawieniach traktujemy razem i nazywać będziemy ogólnie *Firmetum*, zgodnie z pracą Pawłowskiego i Steckiego (1928). Piargi nad Wantulami, na wysokości 1700—1750 m, gdzie występuje zespół *Oxyria digyna* — *Papaver Burseri* oraz *Saxifragetum perdurantis* (Pawłowski i Stecki, 1928). Wąwóz Kraków na wysokości około 1200 m. Rumowiska skalne pod zboczami Raptawickich Turni, na wysokości około 1150 m, gdzie występują zespoły *Carex tatrorum* — *Carduus glaucus*. Tenże zespół został przebadany również na Skałce nad Łysą Polaną, gdzie tworzy runo drzewostanu sosnowo-świerkowego na wysokości 1050—1118 m.

Z badań gleboznawczych Włodka, Strzemińskiego i Ralskiego (1931) wynika, że pod *Firmetum* gleba zawiera próchnicy

33—40%, CaO w mg na 100 g gleby według Gehringa 1280—1435, P_2O_5 w mg na 100 g gleby 364—702, K_2O w ‰ 0,218, azotu ogólnego w ‰ od 1,29—1,54, azotu w próchnicy w ‰ 3,8. Odczyn gleby waha się od $pH = 5,34 - 7,0$. W naszych badaniach znajdowaliśmy odczyn zbliżony do $pH = 6,0 - 7,0$.

Ryc. 1. Charakter krajobrazu Tatr wapiennych pod Raptawickimi Turniami (zespoły roślinne: *Carex tatarorum* — *Carduus glaucus*).

Aby uniknąć późniejszych komplikacji w opisach poszczególnych zespołów przytaczamy teraz odczyny gleb z miejsc badań: Piargi nad Wan-tułami $pH = 6,5 - 7,0$; Wąwóz Kraków $pH = 7,0$; Zbocza Raptawickich Turni $pH = 7,0 - 7,5$; Skałka nad Łysą Polaną na zboczu $pH = 7,0$, na szczycie bez pokrywy roślinnej $pH = 6,0$, na szczycie pod runem $pH = 5,0$.

Dane klimatyczne, osiągalne ze stacji terenowych, zostały podane w pracy o mykotrofizmie zespołów roślinnych piętra alpejskiego w Tatrach (Nespiak, 1953), więc tu je pominiemy.

Poza wyżej wymienionymi zespołami z podłoża wapiennego w Tatrach został przez nas przebadany również prabór świerkowy na Wątulach. Ponieważ jest to typowy regiel górny, więc szczegółowe wyniki badań przytaczamy w pracy o mykotrofiźmie zespołów roślinnych regla górnego, aby w jednej pracy ująć wszelkie facje drzewostanów świerkowych na określonym poziomie.

Ryc. 2. Zbocze Skałki nad Łysą Polaną w Tatrach (zespół: *Carex tatrorum* — *Carduus glaucus* pod drzewostanem sosnowo-świerkowym)

Metody badań stosujemy identyczne ze stosowanymi w pracach poprzednich (Nespiak, 1953; Pachlewski, 1953; Dominik, 1950).

Badania nasze w terenie prowadziliśmy w czasie najintensywniejszego kwitnienia roślin, mianowicie od 15 czerwca do 30 lipca 1953.

Wyniki podawane w tabelach są średnimi z przebadania kilku roślin z każdego stanowiska, pobieranych w różnych dniach pobytu.

Zwracamy uwagę na powtarzanie się gatunków w różnych zespołach i stanowiskach, gdyż wyniki badań były różne, co wskazuje na zmienność zjawiska mykorhizy w zależności od warunków fitocenologicznych. Podłoże bowiem jest przeważnie identyczne — skała wapienna. Różne jednak zespoły roślinne i różny czas ich trwania wytwarzają rozmaite gleby i zawierają w nich różne gatunki grzybów.

W czasie badań i zbiorów w zespołach traktowanych w niniejszej pracy nie znaleziono żadnych owocników grzybów kapeluszowych, podczas gdy na sąsiadującym terenie na granitowym podłożu występowały już dość licznie.

*

Następujące tabele zestawiają dane o mykotrofizmie zespołów roślinnych na skałach wapiennych w Tatrach.

Procentowy udział gatunków mykotroficznych w zespołach roślinnych na skałach wapiennych w Tatrach przedstawia się następująco:

Nazwa zespołu	Pokrycie gleby	Ilość ogólna gatunków	Ilość gatunków mykotrof.	% gatunków mykotroficznych
Firmetum	darń	46	18	39
Oxyria digyna-Papaver Burseri	ruchomy piarg	24	11	46
Saxifragetum perdurantis	darń	32	22	69
Carex tatrorum-Carduus glaucus (bez drzew)	rumosz skalny	42	30	71
Carex tatrorum-Carduus glaucus (pod drzewostanem)	gęste runo	56	42	75
Piceetum excelsae normale na Wantulach ¹⁾	gęste runo	44	33	75

Z tabeli powyższej widzimy, że w miarę schodzenia z wysokich i odsłoniętych położen na skałach i w miarę pojawiania się w zespołach drzew i krzewów, procentowy udział roślin mykotroficznych w zespołach roślinnych wzrasta. Odczyn gleby w przytoczonych zespołach jest obojętny lub lekko alkaliczny i waha się od pH = 6.0 — 7,5 bez widocznych różnic między zespołami. W roztworze glebowym jest znaczna ilość wapnia i mimo to mykotrofizm nie jest słabszy od mykotrofizmu zespołów na skałach granitowych i na podobnych wysokościach.

W przypadku podłoża wapiennego ruchomość lub stałość podłoża mineralnego nie wydaje się silniej wpływać na mykotroficzność roślin. Natomiast można by o wpływ wybitniejszy posądzać rodzaj a może lepiej skład próchnicy, wytwarzanej przez zespoły.

¹ *Piceetum excelsae normale* na Wantulach jest szczegółowo opracowane w publikacji autorów niniejszej pracy pt. „Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych regla górnego w Tatrach“.

Gatunek rośliny	Włosniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Często- tliwość występo- wania
			tolypo- fagicz- nego	thamni- skofagi- cznego	A	C	D _n	
F i r m e t u m								
Antennaria dioica	—	—	+	—	—	—	—	+
Androsace chamaejasme	—	+	—	—	—	—	—	—
Bellidiastrum Michellii	—	—	+	—	—	—	—	+
Bartsia alpina	+	+	—	—	—	—	—	—
Carex tatrorum	+	+	—	—	—	—	—	—
Carex firma	+	+	—	—	—	—	—	—
Cerastium lanatum	+	+	—	—	—	—	—	—
Cerastium fontanum	+	+	—	—	—	—	—	—
Dianthus praecox	+	+	—	—	—	—	—	—
Dryas octopetala	—	—	+	—	+	—	+	+++
Festuca versicolor	+	—	+	—	—	—	—	+++
Galium anisophyllum	—	—	+	—	—	—	—	++
Gentiana Clusii	—	—	+	—	—	—	—	+
Gentiana verna	—	—	+	—	—	—	—	+
Geum montanum	—	—	+	—	—	—	—	+++
Helianthemum grandiflorum	—	—	—	—	+	—	—	+++
Juniperus nana	—	—	—	+	—	—	—	++++
Kernera saxatilis	—	—	—	—	—	—	—	—
Minuartia verna	+	—	—	—	—	—	—	—
Poa alpina	+	—	+	—	—	—	—	++
Poa alpina v. vivipara	+	—	+	—	—	—	—	+
Polygala brachyptera	—	—	—	—	—	—	—	++
Polygonum viviparum	—	—	—	—	+	—	—	+
Potentilla Crantsii	—	—	+	—	—	—	—	++
Potentilla aurea	+	—	+	—	—	—	—	+++
Phyteuma orbiculare	—	—	+	—	—	—	—	++
Pedicularis verticillata	—	—	+	—	—	—	—	+++
Pinus mughus	—	—	—	—	+	—	—	+
Picea excelsa	—	—	—	—	+	—	—	++
Ranunculus alpestris	—	—	—	+	—	—	—	++++
Ranunculus montanus	—	—	+	—	—	—	—	++++
Ranunculus thora	—	—	+	—	—	—	—	+
Salix Jacquini	—	—	—	—	+	—	+	+
Salix reticulata	—	—	—	—	+	—	+	++
Saxifraga aizoon	—	—	+	—	—	—	—	++
Saxifraga caesia	—	+	—	—	—	—	—	—
Saxifraga moschata	—	+	—	—	—	—	—	—
Saxifraga oppositifolia	—	+	—	—	—	—	—	—
Sempervivum soboliferum	—	+	—	—	—	—	—	—
Silene acaulis	—	+	—	—	—	—	—	—

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhyza ektotroficzna typu			Często- tliwość występo- wania
			tolypo- fagicz- nego	thamni- skofagi- cznego	A	C	D _n	
Sesleria Bielzii	+	—	+	—	—	—	—	+++
Soldanella carpatica	—	—	+	—	—	—	—	+++
Trisetum alpestre	+	—	+	—	—	—	—	++
Veronica aphylla	—	—	—	+	—	—	—	+++
Veronica fruticans	+	—	+	—	—	—	—	+++
Viola alpina	+	+	—	—	—	—	—	—

Oxyria digyna — Papaver Burseri

Arabis arenosa	+	+	—	—	—	—	—	—
Arabis alpina	+	+	—	—	—	—	—	—
Aconitum firmum	+	—	—	+	—	—	—	++++
Campanula kladniana	+	—	+	—	—	—	—	+++
Cerastium Raciborskii	+	+	—	—	—	—	—	—
Cystopteris fragilis	+	—	+	—	—	—	—	+++
Festuca spec.	+	—	+	—	—	—	—	++++
Geranium Robertianum	—	+	—	—	—	—	—	—
Galium anisophyllum	—	—	—	+	—	—	—	+++
Heliosperma quadrifida	—	+	—	—	—	—	—	—
Oxyria digyna	—	+	—	—	—	—	—	—
Poa alpina v. vivipara	+	+	—	—	—	—	—	—
Poa alpina	+	+	—	—	—	—	—	—
Papaver Burseri	—	+	—	—	—	—	—	—
Rodiola rosea	—	+	—	—	—	—	—	—
Saxifraga aizoon	—	+	—	—	—	—	—	—
Sedum atratum	+	+	—	—	—	—	—	—
Sesleria Bielzii	+	—	+	—	—	—	—	+++
Thymus sudeticus	+	—	+	—	—	—	—	+
Taraxacum alpinum	—	—	—	+	—	—	—	++
Urtica dioica	—	+	—	—	—	—	—	—
Veronica alpina	—	—	+	—	—	—	—	+++
Veronica aphylla	—	—	—	+	—	—	—	+++
Veronica fruticans	—	—	+	—	—	—	—	++

Saxifragetum perdurantis

Alchemilla palmata	—	—	+	—	—	—	—	+++
Androsace lactea	+	+	—	—	—	—	—	—
Anemone narcissiflora	—	—	—	+	—	—	—	++++
Asplenium viride	+	—	+	—	—	—	—	+++
Bellidiastrum Michellii	—	—	—	+	—	—	—	++
Biscutella laevigata	—	—	—	+	—	—	—	++
Carex firma	—	+	—	—	—	—	—	—
Carex tatrorum	—	+	—	—	—	—	—	—
Carex spec.	—	+	—	—	—	—	—	—

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>Festuca spec.</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Hutchinsia alpina</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Juniperus nana</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Myosotis alpestris</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Phyteuma orbiculare</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Pinguicula alpina</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	+	—	—	++++
<i>Pinus mughus</i>	—	—	—	—	+	+	—	+++
<i>Poa alpina v. vivipara</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Polygonum viviparum</i>	—	—	—	—	+	—	—	+
<i>Primula elatior</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Ranunculus montanus</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Salix silesiaca</i>	—	—	+	—	+	—	—	++++
<i>Saxifraga adscendens</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Saxifraga aizoides</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Saxifraga perdurans</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Sesleria Bielzii</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Soldanella carpatica</i>	+	—	—	+	—	—	—	++
<i>Tofieldia calyculata</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Thymus sudeticus</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Veronica aphylla</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Viola biflora</i>	+	—	+	+	—	—	—	+++

Carex tatrorum — *Carduus glaucus* pod Raptawickimi Turniami
(bez drzew)

<i>Aconitum firmum</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Allium montanum</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Anthyllis alpestris</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Arabis arenosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Asplenium viride</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Aster alpinus</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carduus glaucus</i>	—	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Carex tatrorum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cerastium lanatum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Crepis Jacquinii</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Dianthus praecox</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Epipactis rubiginosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Festuca versicolor</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Galium anisophyllum</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Gymnadenia conopsea</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Gypsophila repens</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>Geranium silvaticum</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	—	—	—	—	+	—	—	+
<i>Hieracium villosum</i>	+	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Hieracium pilosella</i>	+	—	—	+	—	—	—	++
<i>Knautia Kitaibelii</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Leontopodium alpinum</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Linum extraaxillare</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Lotus corniculatus</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Phyteuma orbiculare</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Poa alpina</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Polygala brachyptera</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Primula auricula</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Sambucus racemosa</i>	+	—	—	+	—	—	—	++++
<i>Salix silesiaca</i>	+	—	+	—	—	—	+	++
<i>Saxifraga aizoon</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Saxifraga adscendens</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Saxifraga moschata</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Scabiosa lucida</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Sedum atratum</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Sesleria Bielzii</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Silene venosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Thesium alpinum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Thymus sudeticus</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Trisetum alpestre</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Urtica dioica</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Veronica fruticans</i>	+	—	+	—	—	—	—	+

Carex tatrorum — *Carduus glaucus* na Skałce nad Łysą Polaną
(pod drzewostanem)

<i>Abies alba</i>	—	—	—	—	+	—	—	+++
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Arabis arenosa</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Anthyllis alpestris</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Aquilegia vulgaris</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Bellidiastrum Michelii</i>	—	—	—	—	—	—	—	+
<i>Bupleurum ranunculoides</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Campanula glomerata</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Campanula Kladniana</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Carex tatrorum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Carduus glaucus</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Carlina acaulis</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Cirsium erysithales</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>Clematis alpina</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Convallaria majalis</i>	+	—	+	+	—	—	—	+++
<i>Cotoneaster intergerrima</i>	+	—	—	+	—	—	—	++
<i>Daphne mesereum</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Digitalis ambigua</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Epipactis rubiginosa</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Euphrasia spec.</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Fagus silvatica</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Festuca versicolor</i>	+	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Fragaria vesca</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Galium anisophyllum</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Galium erectum</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Hieracium bifidum</i>	—	—	—	+	—	—	—	+++
<i>Hieracium bupleuroides</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Hieracium pilosella</i>	—	—	—	+	—	—	—	++
<i>Juniperus communis</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Lotus corniculatus</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Lilium martagon</i>	—	—	+	—	—	—	—	+++
<i>Luzula silvatica</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Luzula pilosa</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Melica nutans</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Melampyrum silvaticum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Mercurialis perennis</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Petasites albus</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Phyteuma orbiculare</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Phegopteris dryopteris</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Picea excelsa</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Pinus silvestris</i>	—	—	—	—	+	—	—	++++
<i>Polygala brachyptera</i>	—	—	+	—	—	—	—	+
<i>Pimpinella saxifraga</i>	+	—	+	—	—	—	—	+
<i>Primula auricula</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Rosa pendula</i>	—	—	+	—	—	—	+	+++
<i>Rubus saxatilis</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Rubus spec.</i>	—	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Salix capraea v. silesiaca</i>	—	—	—	—	+	—	+	++++
<i>Scabiosa lucida</i>	+	—	+	—	—	—	—	++
<i>Sorbus aria</i>	—	—	—	—	+	—	—	++
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	—	+	—	—	—	—	++++
<i>Thesium alpinum</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
<i>Thymus sudeticus</i>	+	—	—	+	—	—	—	+
<i>Trisetum alpestre</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
<i>Valeriana tripteris</i>	—	—	+	—	—	—	—	++
<i>Urtica dioica</i>	—	+	—	—	—	—	—	—

Na specjalną uwagę zasługują następujące gatunki:

Dryas octopetala — gatunek ten tworzy trzy typy mykorhizy: endotroficzną typu tolypofagicznego i ektotroficzną typu D_n. Typy te występują oddzielnie, tak, jakby się wykluczały. Trzecim typem jest mykorhiza ektotroficzna typu A.

Helianthemum grandiflorum — gatunek ten tworzy wyłącznie mykorhizę ektotroficzną typu A z wyraźnie wykształconą siecią Hartiga, co jest wśród roślin zielnych rzadkością.

Pedicularis verticillata — gatunek półpasożytniczy tworzy czasem obfitą mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego. Jest to również niespodzianką.

Polygonum viviparum — gatunek ten tworzy w badanym terenie tylko mykorhizę ektotroficzną typu A, która była już opisana dawniej przez Hesselmana (1900) z terenów leżących poza kołem podbiegunowym na północy. Wniosek ten ograniczamy tylko do traktowanych w pracy niniejszej zespołów.

Warto paru przykładami zilustrować zmienność nasilenia (częstotliwości występowania) mykorhizy tego samego typu u pewnych gatunków w zależności od warunków stwarzanych przez zespoły roślinne:

Gatunek rośliny	Firmetum (pełne światło)	Carex tatr. Carduus cr. (pełne światło)	Carex tatr. Carduus cr. (pod okapem drzewo- stanu)	Oxyria di- gyna-Papa- ver Burseri (pełne światło)	Saxifrage- tum perdu- rantis (pełne światło)
Campanula kladniana			+	+++	
Phyteuma orbiculare	++	+++	+		+++
Picea excelsa	++		++++		++++
Polygala brachyptera	++	++++	+		+++
Saxifraga aizoon	++	++		—	
Thymus sudeticus		+++	+	+	++
Trisetum alpestre	++	++	—		

Z powyższej tabeli widzimy wyraźnie, że silnie hamujące działanie na częstotliwość mykotrofizmu (z czym łączy się również osłabienie prze-
grzybienia poszczególnych korzeni) wywiera drzewostan dojrzały, który stwarza specyficzne warunki świetlne dla roślinności zielnej runa. Świerk,

który ma wolną i poddaną pełnemu oświetleniu koronę, właśnie w drzewostanie zwartym wykazuje silniejszą mykorhizę niż rosnąc bez zwarcia. Tu znów trzeba przypuszczać, że rolę wzmagającą mykotrofizm odgrywa specyficznie wykształcona mikrobocenoza glebowa pod zwartą świerczyną.

Ryc. 3. *Papaver Burserii* w zespole *Oxyria digyna* — *Papaver Burserii* na priagu nad Wantulami w Tatrach wapiennych.

Do wnioskowania o mykotrofizmie nie można było brać gatunków występujących raz tylko w jednym zespole, lecz takie, które występują częściej i obficie. Poza tym gatunki posiadające niezmiennie nasilenie mykotrofizmu również nie nadają się do wnioskowania. Do takich należą np. storczyki. Gatunki wykazujące niewielkie lub niewyraźne różnice również nie nadają się do wnioskowania. Wyodrębnione przez nas w tabeli gatunki można by nazwać czułymi wskaźnikami mykotroficznego nasilenia.

Badając gatunki drzewiaste trzeba również wiedzieć, że siewki zawsze wykazują mykorhizy bujniejsze i obfitsze niż egzemplarze dojrzałe lub bardzo stare. Na siewkach można spotkać inne typy mykorhiz niż na drzewach dojrzałych. Od czego te stany zależą, jeszcze nie wiemy.

Do gatunków zachowujących, bez względu na zespół, w którym rosną, identyczny typ mykorhizy i identyczne nasilenie mykotrofizmu należą: *Aconitum firmum*, *Festuca versicolor*, *Gallium anisophyllum*, *Juniperus nana*, *Primula auricula*, *Ranunculus* spec. spec., *Sesleria Bielzii*, *Soldanella carpatica*, *Trisetum alpestre*, *Veronica* spec. spec.

Ryc. 4. *Juniperus nana*. Przekrój poprzeczny korzenia. Pow. około 300 razy. Widać silne przegrzybenie tkanki miękiszowej.

Jako przykłady roślin niezmiennie autotroficznych można przytoczyć: *Arabis* spec. spec., *Cerastium* spec. spec., *Carex* spec. spec., *Kernera saxatilis*, *Minuartia verna*, *Androsace* spec. spec., *Gypsophila repens*, *Dyanthus praecox*, *Heliosperma quadrifida*, *Sedum*, spec. spec., *Sempervivum soboliferum*, *Silene* spec. spec., *Urtica dioica*.

Wracając do mykorhizy u *Dryas octopetala* należy wspomnieć, że przed 53 laty H. H e s s e l m a n opisał u tego gatunku mykorhizę ektotroniczną typu A, tworzoną przez strzępki bezbarwne, cienkie, również wnikające do kory korzenia i budujące wyraźną sieć Hartiga. W pracy H e s s e l m a n a niestety brak opisu warunków glebowych i fitysocjologicznych, więc trudno wyniki porównywać. Faktem jest, że typ opisanej przez niego mykorhizy jest pospolity u *Dryas octopetala* na Spitzbergenie, w Nowej Ziemi, w północnej Syberii, w górach Skandynawii, na Islandii, w Ałtaju, w Alpach Szwajcarii, w Apeninach itp. Typ D_n dotychczas u *Dryas octopetala* nie był notowany. Również typ współzycia tolypofagicznego, a więc mykorhizy endotroficznej nie był dotychczas sygnalizowany u tego gatunku. Widzimy więc, że w miarę dokładnego przeszukiwania zespołów roślinnych wiadomości nasze poszerzają się nie tylko ilościowo (znajomość współzycia u gatunków dotychczas nie zbadanych), lecz i jakościowo (poznanie nowych typów współzycia u gatunków już przebadanych).

Na zakończenie rozpatrywania wyników badań warto jeszcze wspomnieć, że *Sambucus racemosa* pod Raptawickimi Turniami tworzy bardzo obfitą mykorhizę endotroficzną typu thamniskofagicznego w glebie o od-

Ryc. 5. *Lilium martagon*. Wnętrze komórki zawierającej zdrowy kłębuszek strzępek i duże jądro komórkowe, które jest zawieszone w plazmie między strzępkami. Zdjęcie spod immersji 95x. Ogólne powiększenie około 650 razy.

czynie $\text{pH} = 7,5$, podczas gdy czarny bez (*Sambucus nigra*) żyje zawsze autotroficznie. Widzimy więc, że w obrębie rodzajów mogą mieścić się gatunki mykotroficzne i autotroficzne.

Tymczasem z pracy można wysnuć następujące ogólniejsze wnioski:

1. Odczyn gleby w naturze (w granicach $\text{pH} = 5,0 - 7,5$) nie wpływa na zmianę mykotroficzności roślin zielonych.
2. W miarę schodzenia ze szczytów gór napotykamy na coraz silniejszy mykotrofizm zespołów roślinnych. Blisko szczytów zespoły zawierają około 39% gatunków mykotroficznych a w reglu górnym 75%. Różnica wysokości wynosi 300—400 m.
3. Ocienienie zespołu przez drzewa zmniejsza jego mykotroficzność bardzo intensywnie w porównaniu z takimże zespołem roślinnym, realizującym się na pełnym świetle dziennym.
4. Wyróżnia się następujące typy gatunków roślin zielonych, które
 - a) zawsze są identycznie mykotroficzne, bez względu na zespół, w którym żyją,
 - b) zawsze są autotroficzne bez względu na zespół, w którym żyją,
 - c) w różnych zespołach cechują się różnym mykotrofizmem, tak pod względem typów mykorhizy, jak i pod względem nasilenia. Ta grupa roślin może być traktowana, jako rośliny wskaźnikowe przy badaniach nad mykotrofizmem.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verfasser, haben die mykotrophischen Verhältnisse folgender Assoziationen in der Hohen Tatra untersucht: *Firmetum*, *Oxyria digyna-Papaver Burseri*, *Saxifragetum perdurantis*, *Carex tatrorum* — *Carduus glaucus* und *Piceetum excelsae normale*.

Die obigen Pflanzenassoziationen wachsen auf Kalkböden an Kalkfelsen in der Hohen Tatra, pH des Bodens beträgt 5,0—7,5. Humifizierung geht schnell vor sich.

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. pH des Bodens auf natürlichen Standort im Gebiet von pH 5—7,5 übt keinen Einfluss auf den Mykotrophismus der Pflanzenassoziationen und Pflanzenarten.

2. Je weniger hoch die Assoziation im Gebirge gelegen ist, desto stärker ist ihr Mykotrophismus entwickelt.

3. Der Mykotrophismus der Pflanzenassoziationen vermindert sich mit wachsender Beschattung durch die Bäume. Die Bäume behalten ihren normalen Grad der Wurzelverpilzung. Die Kräuterpflazen, welche einen Teil der Assoziation bilden, sind immer unter dem Schirm des Waldes weniger mykotroph als ausser dem Walde.

4. Vom mykotrophischen Gesichtspunkt aus lassen sich folgende Pflanzen-Arten unterscheiden:

a) immer gleich mykotrophische Pflanzenarten ohne Rücksicht auf die Pflanzenassoziation, in welcher sie wachsen.

b) immer gleich autotrophe Pflanzenarten ohne Rücksicht auf die Pflanzenassoziation, in welcher sie wachsen.

c) Pflanzenarten, die in verschiedenen Pflanzenassoziationen sich verschiedentlich mykotrophisch verhalten. Diese Pflanzen können einmal mykotroph sein, andermal autotroph sein. Wen sie mykotroph sind, können sie auch verschiedene Mykorrhizentypen aufweisen; die sind nicht immer gleich, was von der Zusammensetzung der Assoziation (inclusive der Pilze) abhängig ist. Der Grad der Wurzelverpilzung ist dabei stark veränderlich. Diese Gruppe bildet Indikatorpflanzen des Mykotrophismus. Eben auf diese Pflanzenarten haben sich die Verfasser bei ihren Untersuchungen der Abhängigkeit des Mykotrophismus von oekologischen Bedingungen gestützt.

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.
- Hesselman H., 1900. Om mykorrhizabildningar hos arktiska växter. Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar Bd. 26 Afd. III. N: 02, pag. 3—46.
- Nespiak A., 1953. Badanie mykotrofizmu roślinności alpejskiej ponad granicą kosodrzewiny w granitowych Tatrach. *Acta Soc. Bot. Pol.* Vol. XXII, Nr 1, str. 97—125.
- Pachlewski R. 1953. Badanie mykotrofizmu siewek modrzewia polskiego i sudeckiego w naturalnych i sztucznych warunkach rozwoju. *Acta Soc. Bot. Pol.* Vol. XXII. Nr 1, str. 133—168.
- Pawłowski B., Szafer W., Kulczyński S., 1927. Zespoły roślin w Tatrach cz. I. Zespoły roślin w Dolinie Chochołowskiej. *Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. PAU.* Seria 23—24 A, B.
- Pawłowski B., Szafer W., Kulczyński S., Die Pflanzenassoziationen des Tatragebirges. T. III. Die Pflanzenassoziationen des Kościeliska-Tales. *Bull. int. d. l'Acad. pol. de Sc. et de lettre. Cracovie*, str. 1—78.
- Pawłowski B. i Stecki K., 1928. Zespoły roślin w Tatrach cz. IV. Zespoły roślin w Dolinie Miętusiej i na głównym masywie Czerwonych Wierchów. *Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. PAU*, str. 79—121.
- Włodek, Strzemiński, Ralski, 1931. Untersuchung über die Böden der Mischassoziationen im Gebiete Czerwone Wierchy und Bielskie Tatry. *Bull. int. d. l'Acad. pol. de Sc. et de lettre. Serie B, Sciences naturelles*, Nr 1—5, str. 103—122.
- Zajączkowski M., 1949. Studia nad sosną zwyczajną w Tatrach i Pieninach. *Prace Roln.-Leśne PAU*, Nr 45, str. 1—97.