Modrzew w lasach czerniejewskich pod Gnieznem i dynamika rozwojowa jego mykorhizy

Le mélèze dans les forets de Czerniejewo près de Gniezno et la dinamique du développement des ses mycorrhizes.

TADEUSZ DOMINIK

(wpł. 31. I. 1950).

Z nielicznych publikacji ochroniarskich znane jest stanowisko modrzewia w Czerniejewie. Ściślej jest to stanowisko w rewirze Goranin, oddziale 76a, nadleśnictwa Czerniejewo.

Ponieważ o modrzewiu tym mówi się, że rośnie w warunkach urągających dotychczasowym pojęciom o wymaganiach modrzewi w stosunku do siedliska, a poza tym, że rozwija się świetnie, więc autor postanowił zbadać gruntownie sprawę, a wyniki dla dobra leśnictwa opublikować.

Dla ścisłości podam, że modrzew ten w czasie okupacji zwrócił uwagę leśników niemieckich. Przysłali oni specjalną komisję znawców modrzewi i po dokładnym obejrzeniu okazów orzekli, że wchodzi tu w grę „Weichsellärche", czym określili, że jest to odmiana nizinna modrzewia europejskiego sharmonizowana z siedliskiem, po prostu geograficzna rasa, którą „należy wyzyskać do zalesienia Nordostdeutschen Flachlandes". Pod nazwą tą kryła się cała północna Polska i teren niemiecki aż prawie po północną Elbę.

Poszczególne modrzewie zaobrączkowali białą farbą olejną, ponumerowali i nakazali zbiór nasion.

Modrzewi tych jest trzynaście. Na każdym jeszcze dzisiaj widoczny numer kolejny.

Warunki siedliskowe: Gleba da się określić jako słabo zbielicowana glina piaszczysta, bardzo głęboka. Warstwa A_1 posiada odczyn przeważnie słabo kwaśny, miejscami jest silniej zakwaszona, pH = 4,2—6,0.

Wykopany profil w miejscu charakterystycznym przedstawia się następująco:

A_0 — parę centymetrów ściółki lasu mieszanego w stanie dobrego rozkładu.

A_1 — 5 cm piasku z minimalną domieszką gliny i dużą domieszką próchnicy, koloru szaro-brunatnego.

A_2 — 3 cm warstwa gliniasto-piaszczysta koloru jasnej ochry.

A_3 — 15 cm warstwa gliniasto-piaszczysta o większej domieszce gliny niż A_2, koloru ciemnej ochry, duża domieszka próchnicy.

B_1 — 85 cm warstwa gliniasto-piaszczysta koloru jasnej ochry z ciemno-brązowymi plamami żelazistymi. Domieszka gliny stopniowo wzrasta aż do głębokości 110 cm.

B_2 — warstwa ta winna być oznaczona przez „G", gdyż kolor jej wskazuje na procesy odtleniania, a zatem jest to gley. Warstwa G jest gliną plastyczną, koloru jasnej ochry z odcieniem jasno zielonawym, a miejscami niebieskawym. W glinie tej występują kamyki od 5—50 mm średnicy. Na głębokości 130 cm od powierzchni znajduje się lustro wody gruntowej, która w lata wilgotniejsze podnosi się do 100 cm od powierzchni. W podłożu występuje glina ze żwirem. Odczyn wody gruntowej pH = 6,7.

Przejścia między poszczególnymi horyzontami w profilu są bardzo łagodne; obfite przekorzenienie sięga do poziomu wody gruntowej.

W innym profilu stosunki okazały się identyczne, mimo, że był wykonany w znacznej odległości, a zatem teren pokrywa słabo zbielicowana, spiaszczona glina zwałowa moreny dennej.

Teren ten jest zaklęśnięciem, w którym na wiosnę często stoi woda na powierzchni gleby całymi tygodniami, powoli przesuwając się do rowów odwadniających.

Skład drzewostanu możemy odczytać ze zdjęcia fitosocjologicznego:

Piętro drzew (A): *Quercus pedunculata* 2—3, *Carpinus betulus* 1, *Larix polonica* +, *Fraxinus excelsior* 1, *Pinus silvestris* +, *Betula verrucosa* +, *Alnus glutinosa* +, *Ulmus campestre* 1, *Populus tremula* +, *Picea excelsa* +.

Piętro podrostu i podszytu (B):: *Fraxinus excelsior* (2—5 m wysoki) 3, *Carpinus betulus* (do 4 m wysokości) 2, *Ulmus campestre* (do 4 m wysokości) 2, *Betula pubescens* +, *Sorbus aucuparia* +, *Populus tremula* +, *Rhamnus frangula* +, *Quer-*

cus pedunculata +, *Crataegus oxyacantha* +, *Corylus avellana* +, *Rubus idaeus* 1, *Acer campestre* (do 1,6 m wysoki) 1, *Ribes rubrum* +.

R u n o (warstwa C): *Festuca silvatica* +, 1, *Deschampsia caespitosa* 3, *Hypericum montanum* +, *Oxalis acetosella* 2, *Calamagrostis silvatica* +, 1, *Aegopodium podagraria* 2, *Ajuga reptans* 1, *Fragaria vesca* 1, *Geum urbanum* 1, *Veronica chamaedrys* +, *Viola riviniana* +, *Anemone nemorosa* +, *Lactuca muralis* +, *Evonymus europea* +, *Torilis anthriscus* +, *Mercurialis perennis* +, *Chrysosplenium alternifolium* +, *Majanthemum bifolium* +, *Aspidium spinulosum* 1, *Aspidium filix mas* +, 2, *Urtica dioica* 1—2, *Stachys silvatica* 1, *Acer campestre* 1, *Melica nutans* +, *Millium effusum* +, *Stellaria holostea* +, 2, *Poa nemoralis* +, *Viola silvatica* +, *Impatiens noli tangere* 1, *Quercus sessilis* +, *Moerhingia trinerva* +, *Lysimachia vulgaris* +, *Geranium Robertianum* +, *Galeobdolon luteum* +, *Scrophularia nodosa* +, *Carex silvatica* +, *Athyrium filix femina* 1.

R u n o (warstwa D): *Catharinea undulata* 1, 2, *Mnium undulatum* +, 2, *Eurhynchium striatum* +, 2, *Crataegus oxyacantha* +, *Lysimachia nummularia* 2, *Veronica chamaedrys* +, *Chaerophyllum*

Zestawienie gatunków drzewiastych z powierzchni próbnej 70 × 50 m ułożone według wielkości pierśnicy.

Pierśnica w cm	Ilość sztuk											
	modrzew	dąb szypułkowy	grab	wiąz	jesion	brzoza	osika	olcha	paklon	głóg jednoszyjkowy	dąb bezszypułkowy	świerk
5	—	3	36	42	30	—	2	—	5	—	1	—
10	—	12	9	45	8	—	1	—	2	2	—	—
15	—	3	5	10	1	1	—	2	—	1	—	—
20	—	8	9	6	—	1	1	3	—	—	—	—
25	—	5	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	7	7	1	—	—	1	—	—	—	—	—
35	—	3	2	1	1	—	2	—	—	—	—	—
40	1	3	—	1	1	—	1	—	—	—	—	1
45	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1
50	2	5	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—
55	1	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
60	3	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—

temulum +, *Malachium aquaticum* +, *Mnium rostratum* +, 2, *Dactylis Aschersoniana* +, *Galium aparine* +, *Anthriscus silvester* +, *Carex digitata* 1, *Glechoma hederacea* +, *Carex leporina* +.

Boletus badius, Boletus elegans, Boletus erythropus, Boletus rufus, Boletus subtomentosus, Lactarius piperatus, Lactarius rufus, Lactarius vellereus, Paxillus involutus, Russula species.

Claviceps microcarpa na *Festuca silvatica, Microsphaera alphitoides* na młodych dębach, *Ophiostoma ulmi* na wiązach.

Powierzchnia próbna została wybrana jako regularny prostokąt 70 x 50, czyli 3500 m² z przebiagającą wąską drogą leśną prawie przez środek. Graficznie nie przedstawiam wyników klupowania, gdyż jest zbyt mało sztuk.

Z zestawienia widać, że w zespole odnawiają się samorzutnie: wiąz, grab, jesion i dąb. Dąb najsłabiej, najsilniej wiąz. Szkoda, że musi wyginąć, gdyż wszystkie stare okazy obumierają na holenderską chorobę wiązów, powodowaną przez *Ophiostoma ulmi.*

Dla lepszego zobrazowania dynamiki odnowieniowej wzięto dodatkowo powierzchnię próbną 10 x 10 m dla obliczenia egzemplarzy podrostu o pierśnicy poniżej 5 cm. Oto zestawienie wyników:

Gatunek	jesion	wiąz	grab	brzoza	olsza	jarzębina
Ilość sztuk	74	6	115	1	2	1

Z zestawienia wynika, że najwięcej młodzieży mają w podroście grab i jesion, oba najsilniej znoszące ocienienie (w młodym wieku) spośród drzew liściastych. (Nalot i podrost jesiona znosi silniejsze ocienienie niż bukowy, lecz z wiekiem staje się światłożądny).

Z obu zestawień wynika, że modrzew w zespole tym nie odnawia się i nie odnowi mimo, że obsiewa się nadzwyczaj obficie, a zatym jest wprowadzony sztucznie i musiałby wyginąć bez opieki leśnika.

Mimo to rozwój jego jest tu nadzwyczajny, co wykazuje analiza poszczególnych okazów.

Modrzew Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Wysokość w m	28	28	28	31	30	28	28	34	28	26	36	26	28
Pierśnica w cm	49	43	49	58	60	40	58	62	55	38	53	40	52

Strzały są pełne, proste, gałęzie wzniesione ku górze, zajmują około jedną trzecią strzały od szczytu mierząc, reszta strzały jest pięknie oczyszczona.

Wyłania się kwestia gatunku modrzewia, gdyż określenie „modrzew czerniejewski" nie ma znaczenia systematycznego.

Pokrój strzały i korony nie daje wyniku, gdyż modrzewie te wyrosły w silnym zwarciu, wśród innych gatunków przeważnie liściastych, więc strzały oczyściły się i nie widzimy na nich gałęzi, charakterystycznych dla modrzewia polskiego.

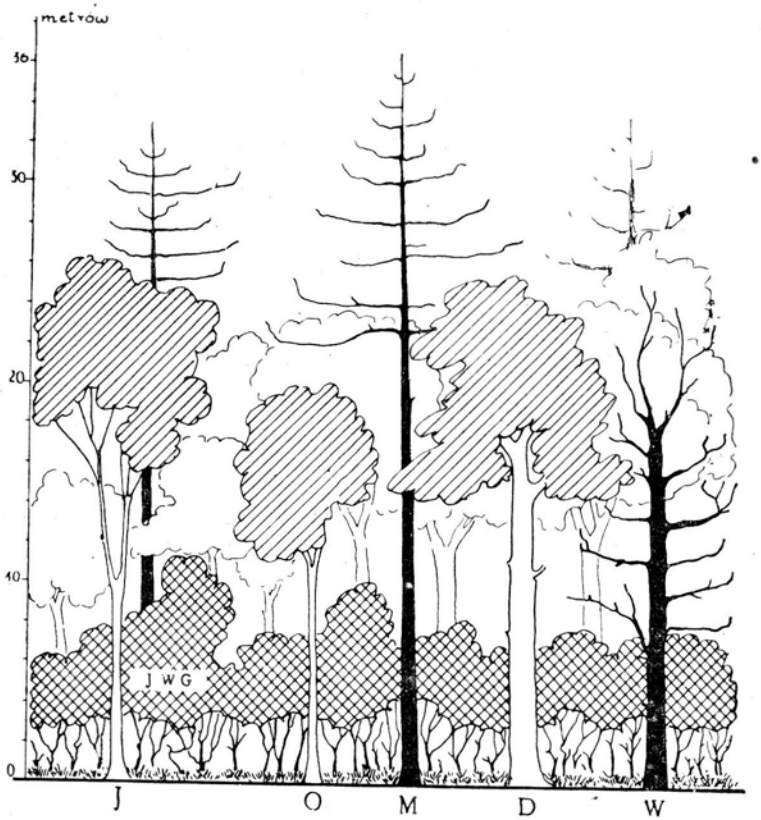
Pozostaje kwestia szyszek. Analizę zebranego materiału przedstawiam w następującym zestawieniu.

Nr modrzewia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Długość szyszek w cm	1,4—2,8	1,2—3,0	2,0—4,0	1,2—2,8	1,4—2,9	1,6—2,8	1,2—2,8	1,6—2,8	2,0—4,0	1,2—2,9	1,4—2,9	1,4—2,8	1,6—3,2
Szerokość szyszek w cm	1,2—2,6	1,1—2,6	1,9—3,8	1,2—2,6	1,4—2,6	1,5—2,8	1,2—2,6	1,4—2,6	1,6—2,9	1,2—2,6	1,4—2,8	1,6—2,6	1,4—2,7
Przeciętny wymiar długości w cm	2,2	2,3	3,4	2,3	2,2	2,3	2,2	2,2	3,0	2,4	2,4	2,4	2,6
Przeciętny wymiar szerokości w cm	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,4	2,2	2,2	2.2	2,2
Łuski szyszek typu	polonica	polonica	eurolepis	polonica	polonica	polonica	polonica	polonica	polonica	polonica	polonica	polonica	polonica
Zbadano sztuk	155	149	120	136	125	131	155	141	107	135	120	130	118

Z powyższego zestawienia wynika, że modrzewie oznaczone numerami: 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 mają przeciętne wymiary szyszek 2,2—2,3 cm x 2,0 cm oraz typ łusek odpowiadający *Larix polonica* Rac. *typica;* modrzew oznaczony numerem 3 ma przeciętne wymiary szyszek 3,0—3,4 cm x 2,4—3,0 cm i kształt łusek odpowiadający mieszańcowi *eurolepis* lub *polonolepis;* wreszcie modrzewie oznaczone numerami 10, 11, 12 i 13 mają przeciętne wymiary 2,4—2,6 cm x 2,2 cm i kształt łusek odpowiadający *Larix polonica* Rac. *typica.* Modrzew oznaczony Nr 9, wymiarami szyszek najbardziej zbliżony

do numeru 3, posiada kształt łusek i budowę szyszek *Larix polonica* Rac. z Gór Świętokrzyskich.

Z analizy wynika, że modrzew czerniejewski jest modrzewiem polskim *Larix polonica* Rac.



Ryc. 1. Szkic struktury biologicznej drzewostanu, w którym rosną modrzewie. D — dąb, G — grab, J — jesion, M — modrzew polski, O — osika, W—wiąz polny.

Załączony rysunek przedstawia szkicowo przedstawioną strukturę drzewostanu, w którym rosną modrzewie. Całość zespołu leśnego robi tu wrażenie puszczańskie; gleba żyzna, nawodnienie obfite dają możność rozwoju wybitnego drzewom, które mimo dobrego zwarcia dopuszczają jeszcze do rozwoju piętra niższe, co widać z analizy fitosocjologicznej.

Ogólnie można określić, że jest to drzewostan sztuczny, wprowadzony ręką leśnika na dawne tereny porolne (dane historyczne w aktach Ordynacji Czerniejewskiej), lecz poprowadzony przez na-

turę w kierunku najbardziej w Wielkopolsce naturalnych drzewostanów. Należy tu wyrazić wdzięczność nieżyjącym już dzisiaj leśnikom, którzy odgadli życzenia natury i dali skład gatunkowy obecnemu lasowi zgodny z klimatem i glebą.

Niestety i tutaj wiąz polny, który do niedawna rozwijał się bardzo bujnie, rugując inne gatunki, został porażony przez swego pasożyta najgroźniejszego — *Ophiostoma ulmi* — i ginie masowo. Młode podrosty jednak trzymają się dość zdrowo.

W wyżej opisanych warunkach rozwijają się modrzewie czerniejewskie. Towarzyszy im nierozłączny grzyb — *Boletus elegans* — którego spotyka się tu bardzo często pod koronami modrzewi.

Dla uzupełnienia analizy bytu zostały zbadane korzenie modrzewi na obecność i jakość mykorhizy.

Preparaty sporządzono metodą parafinową. Skrawki cięto mikrotomem. Stosowano barwienie „Bleu de cotton" w laktofenolu Amanna, część skrawków barwiono safraniną lub fioletem gencjany.

Korzonki mykotroficzne morfologicznie wyróżniały się znacznie jaśniejszym kolorem wśród innych korzeni.

Dotychczasowe badania autora wydają się wskazywać, że morfologia mykorhizy właściwie nic nie daje, gdyż nie można bez badań anatomicznych z pewnością stwierdzić z jakim typem współżycia mamy do czynienia i co gorsza trudno jest z morfologicznych cech wywnioskować, czy współżycie w ogóle zachodzi. (D o m i n i k T. 1949).

Literatura na temat mykorhizy jest dość już obszerna. lecz możnaby powiedzieć, że w sektorze badań nad morfologią, anatomią i rozwojem bardzo powierzchowna. Po prostu autorowie zadawalają się opisami stanów istniejących i zakwalifikowaniem typu.

W niniejszej pracy autor postawił sobie za zadanie prześledzenie dynamiki rozwojowej mykorhizy modrzewia czerniejewskiego.

* *
*

Dla zbadania dynamiki rozwojowej mykorhizy należy sporządzić preparaty różnych korzonków i to zarówno z przekrojów poprzecznych jak i podłużnych. Dla łatwiejszego odczytania skrawków trzeba dbać o zachowanie kąta prostego między płaszczyzną przekroju i odpowiednią osią symetrii organu krojonego. Skrawki muszą być ułożone w ścisłej kolejności, jak mikrotom je ścina. Tylko pełne i starannie ułożone serie dają gwarancję ścisłości opisów i słuszności wnioskowania.

Gdy badamy kolejno serię skrawków przekroju podłużnego, a dla kontroli i łatwiejszego tłumaczenia zjawisk również serię skrawków przekroju poprzecznego, sporządzonych z mykorhizy, to następujące stadia zbliżania się dwu organizmów łatwo wyróżnimy.

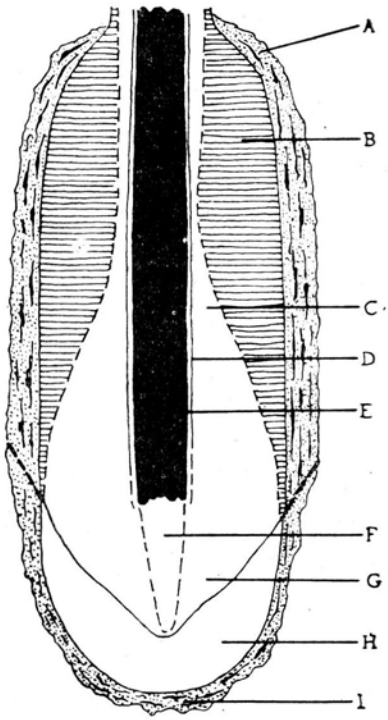
Szczyt korzonka zahamowanego we wzroście, mimo braku cech charakterystycznych morfologicznych, posiada czapeczkę, zbudowaną z komórek bogatych w plazmę i ułożonych bardzo ściśle, bez przestworów międzykomórkowych (patrz ryc. 3 A, B), a z zewnątrz otoczonych pochwą grzybowej pseudoparenchymy. Jak daleko sięgają komórki czapeczki, ukrytej w pseudoparenchymie grzybowej, tak daleko między grzybem i tkanką korzenia nie dochodzi do żadnej łączności anatomicznej. Po prostu pochwa grzybowa tylko ściśle przylega do czapeczki. Bliżej stożka wzrostu, powiedzmy tutaj ściślej, bliżej szczytu korzonka, pseudoparenchyma grzybowa nie zawiera w sobie nawet złuszczonych komórek czapeczki. Czym dalej odsuwamy się od szczytu korzonka, tym luźniej przylega pochwa grzybowa, ale za to coraz więcej zawiera otoczonych, złuszczonych komórek czapeczki, które szybko zabija. Stan ten wyraźnie widać na ryc. 3 C, D. To złuszczanie komórek czapeczki w miarę wzrostu korzonka i pochłanianie ich przez otaczającą korzonek pochwę grzybową, przybiera ogromnie na sile w pobliżu kończącej się czapeczki, blisko miejsca, gdzie zastąpiona zostanie przez definitywnie zróżnicowane tkanki korzenia: rhizodermę i miękisz kory pierwotnej. Już blisko tego miejsca można zauważyć w pseudoparenchymie grzybowej całe pokłady złuszczonych, opróżnionych z plazmy komórek czapeczki (ryc. 3 E, a). Nigdy jednak nie znajdujemy tu strzępek między żywymi komórkami korzenia. Przeciwnie możemy spotkać nawet wolne przestrzenie między pochwą grzybową i żywymi tkankami, czego nie spotyka się nigdy przy mykorhizie ektotroficznej (ryc. 3 E, b).

Wyżej opisany stan jest to stadium współżycia przygotowawcze, w którym grzyb korzysta w rhizosferze z resztek organicznych, które rosnący korzeń odrzuca z siebie, nie wchodząc w kontakt anatomiczny z korzeniem. Jest to więc znana nam już z opisów J a h n a (1934) mykorhiza perytroficzna, lecz istniejąca nie stale, lecz jako stadium przejściowe, zatem możnaby ten stan nazywać p r a m y k o r h i z ą.

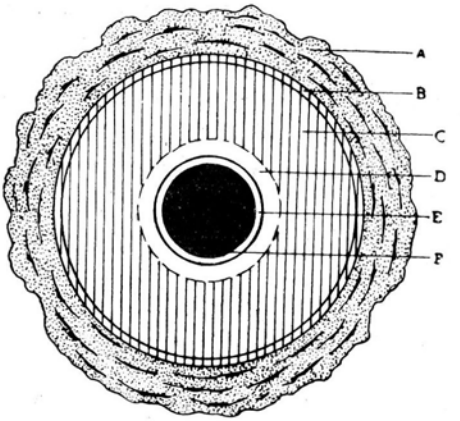
Gdy przesuniemy się jeszcze troszkę dalej od szczytu korzenia to spostrzeżemy, że komórki czapeczki zupełnie zanikają, choć nie od razu na całym obwodzie (ryc. 3 F, a), a tkanki merystematyczne, które we wnętrzu czapeczki powstają na skutek działania komórek

inicjalnych stożka wzrostu (ryc. 3 D, a) dyferencjują się w pierwszym rzędzie w miękisz kory pierwotnej.

W momencie gdy kora pierwotna (trudno tu mówić o rhizodermie, gdyż wyróżnienie jej anatomiczne jest niemożliwe) zetknie się z pseudoparenchymą grzybową, stale znajdującą się dokoła korzenia, wtedy natychmiast nawiązuje się więź anatomiczna między grzybem i korzeniem. Jest to miejsce, w którym pramykorhiza złuszczająca się z ostatnimi komórkami czapeczki przechodzi we właściwą mykorhizę ektotroficzną.

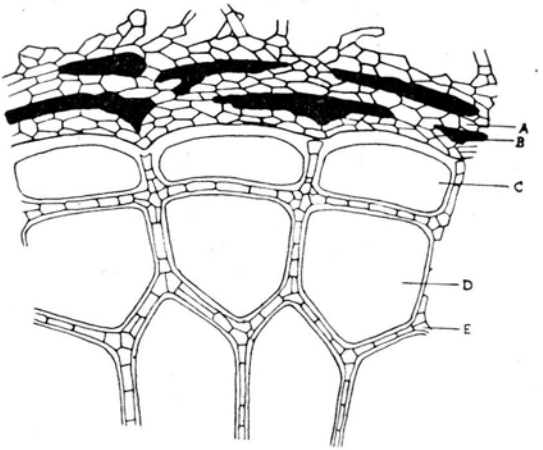


Ryc. 2. Schemat podłużnego przekroju mykorhizy ektotroficznej pierwotnej u modrzewia polskiego. A — mufka pseudoparenchymy grzybowej z inkluzami próchnicy i komórek złuszczonych korzenia. B — strefa miękiszu kory pierwotnej korzenia przerośnięta strzępkami grzyba. C — strefa miękiszu kory pierwotnej sterylna. D — endoderma. E — elementy walca osiowego. F — tkanka merystematyczna walca osiowego jeszcze nieprzekształcona na elementy końcowe. G — tkanka merystematyczna kory pierwotnej. H — miękiszowe komórki czapeczki. I — mufka pseudoparenchymy grzybowej niezwiązana anatomicznie z tkanką czapeczki — mykorhiza perytroficzna lub pramykorhiza.



Ryc. 4. Schemat poprzecznego przekroju mykorhizy ektotroficznej pierwotnej. A — mufka pseudoparenchymy grzybowej z licznymi inkluzami wysepek próchniczych i komórek złuszczonych korzenia. B — czasem wyróżnialna rhizoderma, przeważnie pochłonięta przez grzybnię. C — 2—3-warstwowa kora pierwotna przegrzybiona, D — część kory pierwotnej sterylna. E — endoderma. F — walec osiowy.

Jednakże nie od razu mykorhiza ektotroficzna wykształca się tak, jak to przyzwyczailiśmy się widzieć na rycinach i wyobrażać sobie z opisów. Początkowo strzępki grzyba przenikają tylko między

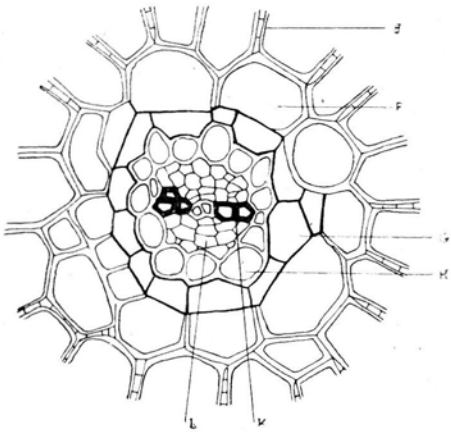


Ryc. 5. Przekrój poprzeczny mykorhizy ektotroficznej pierwotnej. A — myfka pseudoparenchymy grzybowej; czarne plamy przedstawiają złuszczone komórki korzenia lub szczątki organiczne gleby zgniecione przez grzybnię (B). C — rhizoderma, tym razem jeszcze niezniszczona. D — miękis kory pierwotnej korzenia. E — strzępki zajmujące miejsce blaszki środkowej.

Ryc. 3. Seria mikrofotografii przedstawiająca kolejno przekroje poprzeczne przez mykorhizę ektotroficzną pierwotną modrzewia polskiego. Powiększenie od 200 x A do 100 x H. Zmiana powiększenia była konieczna, aby zmieścić przekroje na kliszach fotograficznych. A — sam szczyt czapeczki korzenia, objętej mufką grzybni, niezwiązanej anatomicznie z miękiszem czapeczki. B — To samo dalej od szczytu. C — Przekrój przez granicę, ponad którą znajdują się komórki inicjalne stożka wzrostu korzenia. D — Przekrój przez stożek wzrostu, a — komórki merystematyczne walca osiowego, b — komórki otaczające stożek czapeczki. E — przekrój przez miejsce gwałtownego złuszczania się tkanek czapeczki: a — komórki czapeczki otoczone pseudoparenchymą, b — luka między mufką grzyba a żywymi tkankami korzenia. F — Kora korzenia wytworzona, jedynie w punkcie a widać resztkę miękiszu czapeczki. G i H definitywnie wykształcony korzeń z mykorhizą ektotroficzną.

błony pierwszej warstwy komórek kory pierwotnej i to czasem nie na całą jej grubość. Stopniowo jednak, w miarę oddalania się od stożka wzrostu korzenia, łączność anatomiczna się pogłębia (ryc. 2) i na pewnej odległości strzępki dochodzą prawie do endodermy (ryc. 4, 5 i 6).

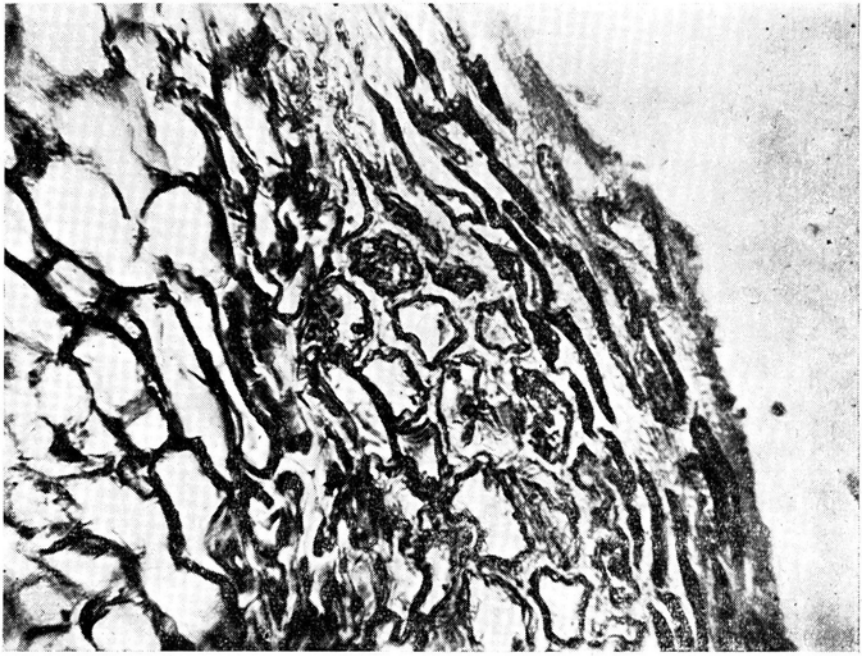
W anatomicznych sprawach więcej mówią ryciny niż opisy, dlatego postarałem się zilustrować stany opisane możliwie dokładnie.



Ryc. 6. Przekrój poprzeczny mykorhizy ektotroficznej pierwotnej. Dalszy ciąg ryciny 5. Przedstawia centrum mykorhizy. E — ostatnia warstwa kory pierwotnej przegrzybiona. F — warstwa kory pierwotnej granicząca z endodermą, sterylna. G — endoderma. H — perycykl. K — protoksylem. L — protofloem.

W tym stadium rozwojowym trudno jest powiedzieć, czy istnieje w miękiszu korowym sieć Hartiga, która przez niektórych autorów jest warunkiem sine qua non dla określenia mykorhizy ektotroficznej. Po prostu odnosi się wrażenie, że grzyb, który początkowo kontentował się komórkami złuszczonymi czapeczki, teraz w miękiszu korowym bierze górę nad tkankami korzenia. Komórki kory pierwotnej są po prostu rozpychane, obrastane grubą opilśnią każda z osobna i duża ilość ich zabita, zbrązowiała i zgnieciona. Obraz taki doskonale przedstawia ryc. 7. Obraz ten robi wrażenie, że nie grzyb tkwi między komórkami miękiszu korowego, a raczej komórki miękiszu tkwią w pseudoparenchymie grzybowej. Bliższe badanie anatomiczne wskazuje jednak, że grzyb ogranicza swe rozprzestrzenienie tylko do kory pierwotnej i już jedna warstwa miękiszu przed endodermą jest wolna od strzępek (ryc. 6), a walec osiowy zupełnie

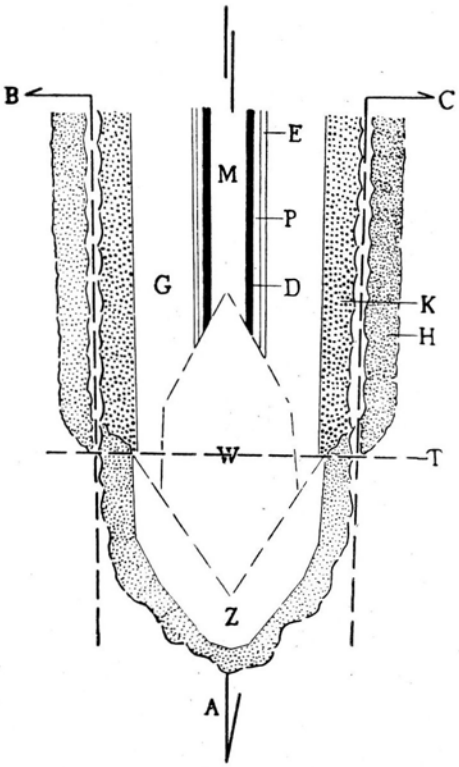
prawidłowy i zdrowy. Zatem mimo braku pozornego typowej sieci Hartiga mamy tu do czynienia z korzystnym typem współżycia. Na to też wskazuje ogólny wygląd korzonków oglądanych pod lupą. Są pełne turgoru, jasne, nie wykazują marszczenia się lub jakichkolwiek objawów degeneracji.



Ryc. 7. Przekrój poprzeczny mykorhizy ektotroficznej pierwotnej, przedstawiający silniejsze przegrzybienie kory korzenia niż rycina 5. Powiększenie 440x.

Wszystkie te stadia rozwojowe możemy znaleźć na każdym korzonku tworzącym mykorhizę ektotroficzną typową u modrzewia w Czerniejewie. Znalezienie tego lub innego momentu zależy od stadium ogólnego rozwoju korzeni. Najlepiej widoczne stosunki przechodzenia mykorhizy od pramykorhizy (perytroficznej) do ektotroficznej dają się wyróżnić na korzonkach w stadium początkowego rozwoju. Trudno czas ten określić kalendarzowo. Zjawisko przyrastania mykorhizy zależy bowiem od warunków zewnętrznych, ekologicznych. Zatem trzeba wypośrodkować odpowiedni do zbioru moment, co jakiś czas odgrzebując korzenie i badając ich rozwój. Gdy zaczną się pojawiać bardzo jasne króciutkie korzonki całymi pęczuszkami na korzeniach cienkich tuż pod ściółką, to jest to moment,

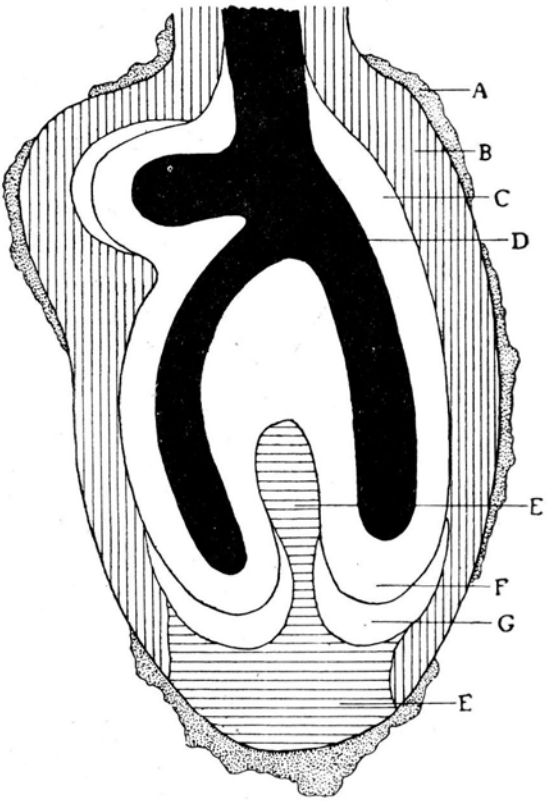
w którym winniśmy zacząć zbiory wykorhizy do badań. Najlepiej przed włożeniem do alkoholu zrobić zdjęcia fotograficzne materiału korzonkowego w niewielkim powiększeniu oraz o ile możliwe wymalować kilka korzonków w barwach jak najwierniejszych; przyda się to po tym przy opisywaniu.



Ryc. 8. Graficzne przedstawienie dynamiki rozwojowej mykorhizy ektotroficznej. Strzałka A wskazuje kierunek wzrostu mykorhizy Strzały B i C wskazują na kierunek złuszczania się warstw zewnętrznych mykorhizy, linje zaś przerywane, połączone z tymi strzałami, rozgraniczają elementy złuszczone od mykorhizy żywej. Linja przerywana T .odgranicza mykorhizę perytroficzną czapeczki korzenia od mykorhizy ektotroficznej, leżącej dalej od szczytu. Z — miękisz czapeczki korzenia. W — tkanki merystematyczne, stopniowo przechodzące w tkanki definitywne. Jak widzimy najpierw powstaje miękisz korowy i to stopniowo od zewnątrz kory począwszy. E — endoderma. P — perycykl. D — ksylem. M — miękisz międzywiązkowy. G — miękisz korowy mykorhizy. H — złuszczona pochwa pseudoparenchymy grzybowej mykorhizy perytroficznej. K — pochwa pseudoparenchymy grzybowej w łączności anatomicznej z korą korzenia.

Do poprzedniego opisu, dla uwypuklenia dynamiki rozwojowej mykorhizy u modrzewia, trzeba dodać, że pochwa, czy mufka grzybowa nie jest tworem stałym. Zewnętrzna jej część jest odrzucana przez stale narastającą wewnątrz pochwy młodą grzybnię, która obrasta złuszczane z korzonka komórki. Dzieje się to do momentu ostatecznego ustalenia się budowy organu znanego nam z licznych opisów pod nazwą mykorhizy ektotroficznej. Próbę graficznego przedstawienia tej dynamiki zrobiłem na ryc. 8.

Powyższy opis bynajmniej nie wyczerpuje dróg rozwojowych mykorhizy u modrzewia czerniejewskiego. Na korzeniach jego, poza opisaną mykorhizą prostą, znajdujemy korzonki zgrubiałe, a może



Ryc. 9 Schemat przekroju podłużnego przez bulwkę korzeniową, zwaną mykorhizą bulwiastą. A — płaty pseudoparenchymy grzybowej. B — kora pierwotna pierwotnej mykorhizy ektotroficznej. C — kora pierwotna korzonków wtórnych. D —walec osiowy korzonków wtórnych. E — zdezorganizowany miękisz szczytu mykorhizy pierwotnej. F — stożek wzrostu korzonka wtórnego. — G czapeczka korzonka wtórnego.

lepiej — rozdęte bulwkowato. Gdy je przekroimy podłużnie i poprzecznie według metody podanej w poprzednim przypadku i przebadamy systematycznie, wtedy następujący obraz rozwojowy bulwek uzyskamy.

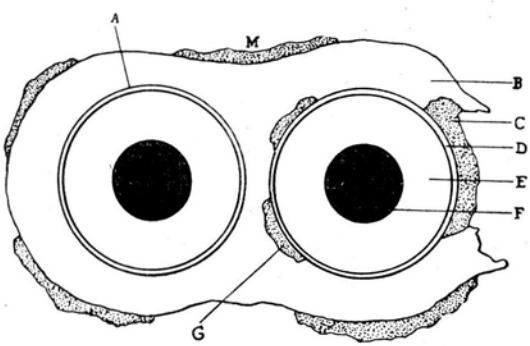
Bulwki takie zewnątrz posiadają przylegające płaty pseudoparenchymy grzybowej charakterystycznej dla mykorhizy ektotroficznej. Płaty te kiedyś tworzyły litą pochwę grzybową dokoła korzonka, który w tym czasie był typową mykorhizą ektotroficzną, opisaną poprzednio.

W pewnym momencie stożek wzrostu takiej normalnej mykorhizy zaczął formować dwa lub trzy indywidualne stożki wzrostu dla nowych korzonków rozwidlających się palczasto lub dychotomicznie.

W miarę rozwoju nowych korzonków, tkanki dotychczasowej normalnej mykorhizy zostały rozepchnięte, a pochwa grzybowa rozerwana na pałty, które w dalszym ciągu przylegają do wytworzonej bulwki.

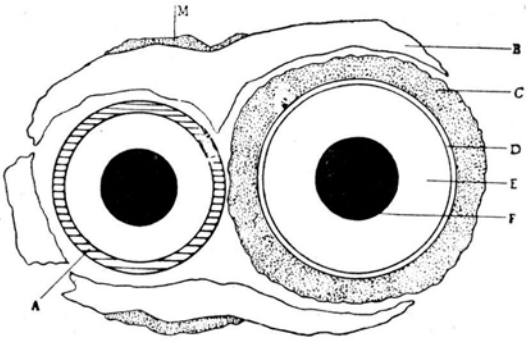
Ryc. 9 przedstawia schemat przekroju podłużnego opisanej bulwki. Jest to moment, kiedy bulwka jest jeszcze cała, a korzonki wtórne jeszcze nie zdołały rozedrzeć tkanek pierwotnej mykorhizy.

Na skutek dalszego wzrostu korzonków wewnątrz bulwki w pewnym momencie następuje pęknięcie tkanek bulwki, co przedstawia rysunek schematyczny nr 10.



Ryc. 10. Schemat przekroju poprzecznego mykorhizy bulwiastej. A — korzonek wtórny całkowicie jeszcze zamknięty w miękiszu korowym mykorhizy pierwotnej. B — miękisz korowy mykorhizy pierwotnej rozrywany przez wzrost wewnętrznych korzonków. C — płaty pseudoparenchymy grzybowej przyrastające do obnażonej kory pierwotnej korzonka wtórnego. D — rhizoderma. E — kora pierwotna. F — walec osiowy

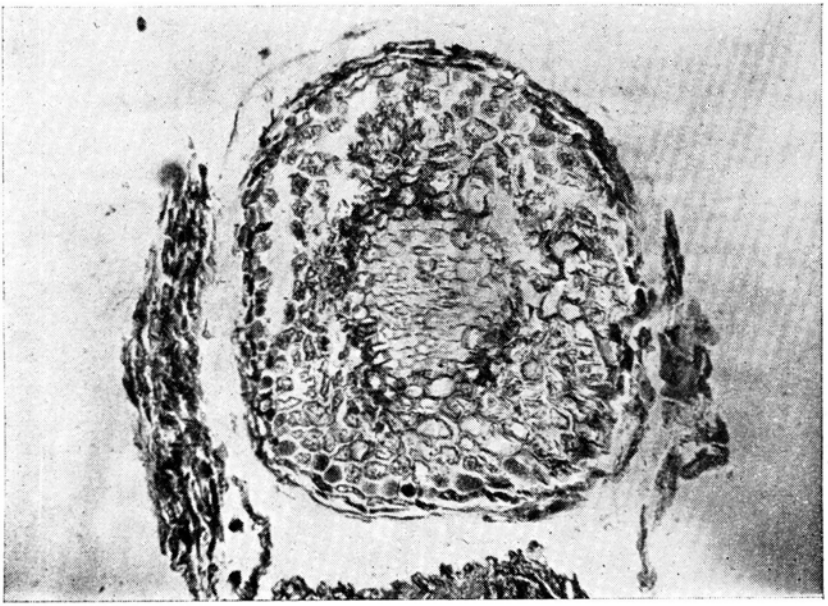
W powstające szczeliny rozdartych tkanek bulwki wrastają strzępki grzybów mykorhizowych i wytwarzają dokoła kory i czapeczki korzonków młodych, w miarę możliwości, płatowaty lub lity płaszcz pseudoparenchymy grzybowej. Jest to pierwsze zetknięcie się młodych korzonków z grzybem.



Ryc. 11. Schemat poprzecznego przekroju mykorhizy bulwiastej w stadium daleko posuniętego wyzwalania się korzonków. Jeden z nich zamienił się w typową mykorhizę ektotroficzną, a drugi pozostał autotroficzny i to otoczony korkiem. A — pokrywa korkowa korzonka autotroficznego. B — resztki kory pierwotnej mykorhizy bulwiastej. C — pochwa (mufka) pseudoparenchymy grzybowej (mykorhizy wtórnej). D — czasem wyróżnialna rhizoderma. E — miękisz kory pierwotnej korzonka wtórnego. F — walec osiowy.

W tymże czasie, a czasem już wcześniej komórki miękiszu korowego bulwki zostają przerośnięte bezładnie i bardzo bogato przez strzępki grzybowe. Stan ten nic nie ma wspólnego z mykorhizą. Jest to po prostu początkowe stadium rozkładu złuszczanej całymi płatami tkanki mykorhizy pierwotnej. Jaki jest los dalszy tej tkanki przedstawia ryc. 11, na której poza tym widać, że jeden z korzonków powstałych pozostał autotroficzny, a drugi zamienił się w typową mykorhizę ektotroficzną. Mykorhizę tą nazywam m y k o r h i z ą e k t o t r o f i c z n ą w t ó r n ą, dla odróżnienia od mykorhizy ektotroficznej pierwotnej, z której powstała.

Jako dokument takiego stanu rzeczy służy rycina 12, na której widzimy świeżo powstałą mykorhizę ektotroficzną wtórną i dokoła niej szczątki tkanek mykorhizy ektotroficznej pierwotnej. Mufka pseudoparenchymy grzybowej jest bardzo słabo uwidoczniona, gdyż grzybnia zatopiona w balsamie kanadyjskim łamie światło bardzo podobnie do balsamu.

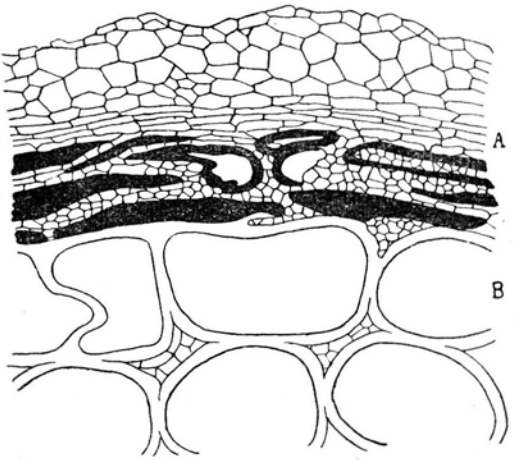


Ryc. 12. Fragment przekroju poprzecznego, opisanego na schamacie ryc. 11. Bardzo słabo widoczna mufka grzybowa. Powiększenie około 150 x.

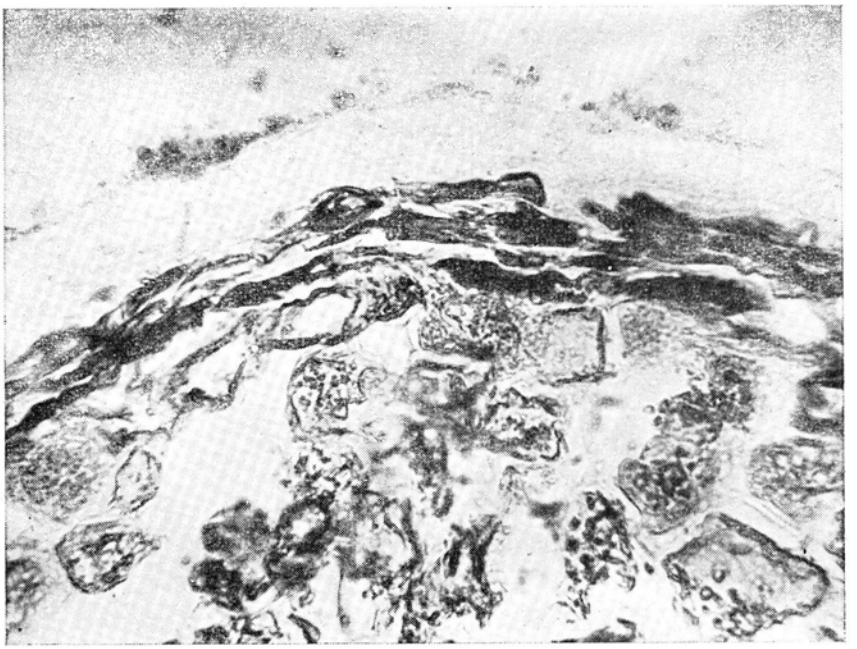
Badanie anatomiczne mykorhizy ektotroficznej wtórnej wykazuje, że różni się ona od mykorhizy ektotroficznej pierwotnej ułożeniem i regularnością komórek miękiszowych kory pierwotnej i głębokością zachodzenia strzępek w tkanki korzenia. Mianowicie strzępki występują u mykorhizy wtórnej jedynie w najzewnętrzniejszych warstwach miękiszu korowego, sam zaś miękisz zbudowany jest z komórek nieregularnie ułożonych i zawiera dużo przestworów międzykomórkowych. Ryciny 13 i 14 najlepiej obrazują ten stan rzeczy.

Jak więc widzimy mykorhiza nie jest czymś końcowym w łańcuchu rozwojowym i mimo swego zahamowanego wzrostu posiada dalsze drogi rozwojowe.

Na korzeniach modrzewia czerniejewskiego nie odkryłem mykorhizy endotroficznej, nie odkryłem również pseudomykorhiz. Z tego wniosek, że modrzew w opisanym zespole znalazł doskonałe dla swego rozwoju warunki biocenotyczne i mógł stworzyć najkorzystniejszy typ współżycia, jakim jest typowa mykorhiza ektotroficzna. Na to, że wniosek jest słuszny, wskazuje doskonały rozwój modrzewia polskiego w Czerniejewie.



Ryc. 13. Przekrój poprzeczny mykorhizy ektotroficznej wtórnej. A — mufka pseudoparenchymy grzybowej z licznymi resztkami komórek kory zgniecionymi i wybarwionymi na brązowo. B — miękisz kory pierwotnej.



Ryc. 14. Ten sam obraz co na ryc. 13 w mikrofotograficznym wykonaniu. Preparat trochę poszarpany brzytwą mikrotomu.

Na marginesie niniejszej pracy, traktującej dynamikę rozwojową mykorhizy właściwej, uważam za celowe zamieścić kilka uwag o przypadkach mykorhiz niekorzystnych tak zwanych pseudomykorhiz, które obserwowałem na materiale, dostarczonym mi do badań, przez V-Dyrektora Instytutu Badawczego Leśnictwa w Warszawie Doc. Dr Stanisława Tyszkiewicza ze szkółek modrzewia polskiego.

Prawie wszystkie siewki były słabiej rozwinięte, niż to można obserwować u samosiewu modrzewia w korzystnych warunkach naturalnych jego stanowisk i zespołów. Systemy korzeniowe wykazywały różne warianty stosunku mykorhizowego, od właściwej mykorhizy, podobnej do opisanej w niniejszej pracy, przez mykorhizę endotroficzną z wyraźną walką między symbiontami, do wyraźnych pseudomykorhiz, przy których cała kora pierwotna jest poprzerastana chaotycznie strzępkami, zbrązowiała, bez śladu reakcji obronnej ze strony korzenia.

Bardzo mały procent korzystnego współżycia między korzeniami siewek modrzewiowych i grzybami glebowymi szkółek, mimo ich leśnego położenia, nasuwa myśl, że modrzew polski jest bardzo wybrednym gatunkiem przy doborze właściwych mu symbiontów.

Dlatego uważam badanie mykorhizy modrzewia polskiego, a może i modrzewia europejskiego, w kulturach czystych i w warunkach doświadczeń wazonowych możliwie aseptycznych, za bardzo celowe, aby wypośrodkować symbionty właściwe dla siewek i nauczyć się zapewniać ich obecność w glebach szkółek modrzewiowych. Brak bowiem symbiontów właściwych czyni szkółki modrzewiowe w terenach, gdzie modrzew dopiero chcemy wprowadzić po raz pierwszy, zupełnie nieużytecznymi, gdyż modrzew w nich ginie masowo już w pierwszym roku życia, ulegając atakowi przygodnych grzybów mykorhizowych i pomagających im dzielnie pasożytów okolicznościowych na częściach siewek nadziemnych np. *Hartigiella laricis* Hart., *Fusarium* spec. spec. *Pestalozia* spec. itp.

Często w warunkach sztucznej hodowli w szkółkach na tejżesamej grządce znajdujemy okazy z właściwą mykorhizą a zaraz obok albo z innym typem mykorhizy, albo z pseudomykorhizą. Sprawa ta, zdawałoby się mocno skomplikowana, w gruncie rzeczy polega na rozmieszczeniu różnych młodych kolonii grzybów w glebie, w której, na skutek zabiegów uprawowych, np. oranie lub przekopywanie gleby, stare grzybniowe kolonie zostały zniszczone. Tak, że nawet w szkółkach zakładanych na terenie leśnym, łatwo jest o zniszczenie właściwych symbiontów z grupy grzybów kapeluszowych i o spowodowanie zaburzenia w biocenozie glebowej, z którego korzystają

skwapliwie przygodne grzyby, nie zawsze nastawione „przyjaźnie" do gatunków drzewiastych, które wysiewamy.

Nie wtajemniczonym w fizjologię życia grzybów wydaje się, że w glebie grzybnie przerastają się chaotycznie i w każdym kawałku można znaleźć wszystkie gatunki razem przemieszane. Niektóre gatunki rzeczywiście się przerastają, jak to podaje w swoich pracach Jaczewski, lecz ogromna większość grzybni zachowuje się w stosunku do siebie antybiotycznie, wykluczając się wzajemnie z podłoża. Czasem granice między grzybniami są tylko granicami, ale często na granicach trwa zażarta walka na fermenty, jedna grzybnia drugą rozpuszcza, trawi, zajmuje jej miejsce, żeby skolei spotkać się z inną i ulec jej lub zwyciężyć. Walka ta w glebach poruszonych szczególnie nabiera na sile, gdyż antybiotyczne grzybnie zostały wymieszane między sobą i muszą zdobyć przestrzeń życiową dla rozwinięcia odpowiedniej powierzchni wyzyskującej glebę i dla wyowocowania.

Rozkład takich kolonii przypadkowy w świeżo przerobionych glebach szkółek jest przyczyną powstawania różnego typu współżycia na korzeniach siewek.

Do takiego tłumaczenia zjawiska różnorodności przejawów symbiotycznych na korzeniach siewek w szkółkach posłużyły autorowi obserwacje nad rozwojem kolonii grzybów w czystych i mieszanych kulturach, gdzie gatunki różnych grzybni wypierają się, ograniczają w rozprzestrzenianiu i często bezpośrednio zwalczają. Np. *Penicilium glaucum* nie jest w stanie przerosnąć kolonii *Isaria* spec. z brudnicy nieparki, która dorosnąwszy do kolonii *Penicilium,* powoli lecz stale niszczy *Penicilium* i potem na nim owocuje. Gdy hodujemy razem grzybnię *Fomes annosus* i *Penicilium glaucum,* to ten ostatni w bardzo krótkim czasie zupełnie zniszczy *Penicilium.* Natomiast przy zetknięciu się tegoż *Penicilium z Thamnidium elegans,* ulega w walce *Thamnidium.* Poza tym znamy *Penicilium* jako plagę przy pracach mikrobiologicznych, gdy zanieczyszcza nam kultury i niszczy właściwych naszych wychowanków. Wiemy, że niektóre *Penicilia* zawierają silne antybiotyki w stosunku do bakteryj, stosowane pod nazwą peniciliny w lecznictwie.

Z prac Gołębiowskiej nad torfami nieżyznymi wynika, że żyją w nich różne gatunki *Streptomyces* o wielkiej sile antybiotycznej, która torfy do pewnego stopnia sterylizuje z innych mikroorganizmów, można się spodziewać, że i z grzybów, i może właśnie dlatego Bouwens (1937) stwierdza, że korzenie mykotroficzne na glebach torfiastych należą do rzadkości.

W zespołach leśnych zrównoważonych od pokoleń ustala się pewien stan harmonijnego składu mikroflory glebowej przy czynnym udziale roślinności zielonej (trawienie gatunków, nie odpowiadających symbiontów w warstwie trawiennej, która może objąć całą korę korzenia mykorhizy endotroficznej), korzenie starych drzew przekazują młodym siewkom, powstającym z ich nasion, odpowiednie rasy czy odmiany grzybowych symbiontów, z którymi już ułożył się odpowiedni stosunek korzystnego współżycia. Dlatego w naturalnych zespołach roślinnych pseudomykorhizy muszą być niezmiernie rzadkim objawem. Gleba nie przekopywana, utrzymana przez zespół w odpowiedniej strukturze fizycznej, umożliwia utrzymanie terenu we władaniu raz osiadłych gatunków grzybów symbiotycznych, więc siewki drzew mogą się rozwijać nawet w ocienieniu, korzystając z pomocy pokarmowej od grzyba-przyjaciela. Na fakte ten zwracał uwagę J. Paczoski, twierdząc, że siewki pod starymi drzewami rozwijają się dotąd, dopóki korzenie ich tkwią jeszcze w warstwie kumulacyjnej gleby. Jest to równocześnie warstwa najintensywniejszego rozwoju mykorhizy.

W tym naświetleniu mikroflora glebowa jest jednym z najważniejszych czynników ekologicznych, a równocześnie niestety czynnik ten jest najmniej znany i niedoceniany. Warunkując rozwój drzew i ich rozpowszechnienie na świecie mikroflora grzybów glebowych jest jednym z najważniejszych czynników, warunkujących, poza klimatem i glebą, zasięgi roślin drzewiastych (Rayner; badania nad zalesianiem stepów rosyjskich różnych autorów w czasopiśmie „Lies i stiep"). Mimo to nawet w najnowszych wydaniach podręczników geografii roślin, potraktowana jest kilku lakonicznymi zdaniami, które raczej są poświęcane grupie mikroorganizmów bakteryjnego pochodzenia, a przecież grzyby to również rośliny i wiadomo już coś niecoś o ich ekologii i geografii w literaturze światowej. Poprostu świat ten przez starą szkołę botaniczną jest lekceważony i niedoceniany.

Wnioski

1. Modrzewie, występujące w Czerniejewie w rewirze Goranin, oddział 76 a, należą do gatunku *Larix polonica* Rac. poza Nr 3, który jest prawdopodobnie mieszańcem *euro-* lub *polono-lepis* i winien być możliwie szybko usunięty, aby uniemożliwić dalsze krzyżowanie się, gdy chcemy utrzymać czystą rasę rodzimego modrzewia, bo przecież są to znane modrzewie nasienne.

2. Modrzewie czerniejewskie w opisanych warunkach ekologicznych, wybitnie niżowych, w stanowisku nieprzewiewnym, zalewanym, rozwijają się doskonale i mają swego nieodłącznego symbionta *Boletus elegans,* zatem otoczenie to odpowiada im w zupełności.
3. Należy zatem kontynuować zbiór nasion tych modrzewi, aby je rozpowszechniać na terenie dolin.
4. Modrzewie w biocenozie miejscowej nie chorują na raka, powodowanego przez *Dasyscypha Willkommii.*
5. W miejscowych warunkach modrzewie zbadane tworzą typową mykorhizę ektotroficzną, nie znalazłem na ich korzeniach pseudomykorhiz, tak częstych na korzeniach drzew hodowanych poza ich właściwym zasięgiem geograficznym i poza właściwą biocenozą.
6. Obecność grzyba *Boletus elegans* pod koronami modrzewi, a jego kompletny brak pod innymi drzewami nasuwa przypuszczenie, że to on właśnie tworzy z modrzewiami mykorhizę.
7. Przy zakładaniu szkółek modrzewiowych na terenie nadleśnictwa byłoby pożądane nawiezienie ich („inokulacja") horyzontem A_1 zebranym spod modrzewi w Goraninie, aby zepewnić siewkom w możliwy dzisiaj sposób obecność właściwej mikroflory glebowej.
8. Chcąc przenieść modrzewie na inne tereny, należałoby przynajmniej kilkadziesiąt z nich przetransportować z dużymi bryłami gleby i wysadzić równomiernie na terenie przyszłej miejscowej szkółki modrzewiowej, aby rozprzestrzeniły w glebie właściwe odmiany symbiontów. Po takim zabiegu w parę lat później można zasiewać na nowym terenie nasiona modrzewia czerniejewskiego i liczyć na powodzenie uprawy.
9. Z badań anatomicznych mykorhizy modrzewia czerniejewskiego wynika, że niesłuszne jest mniemanie, że korzonki przekształcone w mykorhizę ektotroficzną są organami o zahamowanym rozwoju i uproszczonej budowie. Gdy się je dokładnie bada, znajduje się wszystkie tkanki, które ma normalnie rozwijający się korzeń, a na dodatek jeszcze dochodzą plechy grzybowe, anatomicznie związane z korzeniem.
10. W procesie rozwojowym mykorhiza ektotroficzna u modrzewi przechodzi przez stadium mykorhizy perytroficznej, w czym badania moje zupełnie potwierdzają teorię mykorhizy perytroficznej J a h n a (1934).
11. Mykorhiza bulwkowata u modrzewi czerniejewskich okazała się mykorhizą ektotroficzną w stadium rozgałęziania się. Po zrzu-

ceniu tkanek korowych bulwki uzewnętrznia się korowa m y k o r h i z a e k t o t r o f i c z n a w t ó r n a lub korzonek autotroficzny.

12. Dla wyróżnienia mykorhizy ektotroficznej typowej nie jest konieczna obecność charakterystycznie wykształconej sieci Hartiga, najważniejszą cechą jest pochwa czy mufka pseudoparenchymy grzybowej i łączność anatomiczna międzykomórkowa grzyba i miękiszu korowego, z pozostawieniem sterylnej endodermy i walca osiowego. Poza tym ważną rzeczą jest kolor miękiszu korowego, który przy ataku niekorzystnym u modrzewi brązowieje i widać w komórkach różne stadia degeneracji protoplastu, opisane przez a u t o r a na materiale pigwy (1948).
13. Gdy istnieją w glebie odpowiednie symbionty z grupy *Hymenomycetes,* wtedy nie tworzy się mykorhiza endotroficzna. Dlatego nie znaleziono jej na korzeniach modrzewi czerniejewskich.
14. W zespole czerniejewskim z modrzewiem poza *Boletus elegans* był terenowo związany *Boletus erythropus.* Byłoby bardzo cennym przyczynkiem uzyskanie czystych kultur grzybni obu gatunków grzybów i zbadanie ich stosunku do modrzewiowych korzeni. Równocześnie wartoby zbadać je czy są w stosunku do siebie antybiotykami, czy mogą się rozwijać razem i przerastać.

Za pomoc w opracowaniu siedliska składam podziękowanie serdeczne p. Doc. Dr Zygmuntowi Czubińskiemu z Poznania i p. Mgr Wandzie Boratyńskiej za przygotowanie materiału do badań anatomicznych. Za pomoc w określeniu szyszek dziękuję serdecznie p. Doc. Dr Stanisławowi Tyszkiewiczowi, v.-dyrektorowi Inst. Bad. Leśnictwa w Warszawie.

Z ZAKŁADU FITOPATOLOGII I OCHRONY ROŚLIN
UNIWERSYTETU I POLITECHNIKI WE WROCŁAWIU.

LITERATURA.

A s c h e r s o n — G r a e b n e r Flora des Nordostdeutschen Flachlandes 1898—99.

B o u w e n s H. Investigations about the Mycorhiza of Fruit-Trees, especially of Quince (Cydonia vulgaris) and Strawberry-Plants (Fragaria vesca) Zentr. f. Bact. Paras. u. Infect. II. Abt. Bd. 97. 1937.

D o m i n i k T. Badanie nad mykorhizą niektórych obcych drzew iglastych aklimatyzowanych w Polsce. Roczn. Nauk Roln. i Leśn. Poznań 1936.

D o m i n i k T. Pierwotne partie lasów Ordynacji w Czerniejewie. Kwart. Biul. Inf. Rok. VIII. Kraków 1938.

D o m i n i k T. Kilka słów o modrzewiach. Przegląd Leśniczy. Poznań 1946.

D o m i n i k T. Przyczynek do znajomości metaplazji w komórkach roślinnych zabijanych przez grzyby. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XIX. 1948.

D o m i n i k T. Badanie mykotrofizmu dzikich grusz z uwzględnieniem warunków ekologicznych na terenie Polski. Acta Soc. Botan. Pol. 1949.
G o ł ę b i o w s k a J. Charakterystyka promieniowców antybiotycznych izolowanych z nieżyznych gleb. Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska Lublin 1948.
H a l v a x K. Az európai vörösfenyö (Larix decidua Mill.) alakköre rendszertani és növényföldrajzi szempontból. Debrecen 1932.
J a h n E. Die peritrophe Mycorhiza. Ber. Bot. Gesell. Berlin 1934.
K o b e n z a R. Modrzewina w Małej Wsi pod Grójcem. „Las Polski" Nr 8. Warszawa 1925.
S z a f e r — K u l c z y ń s k i — P a w ł o w s k i Rośliny polskie 1924.
S z a f e r Wł. Przyczynek do znajomości modrzewi eur-azyatyckich ze szczególnym uwzględnieniem modrzewia w Polsce. „Kosmos" 1913.

R É S U M É

Dans ce présent travail, fait à l'Institut de Pathologie végétale et de la Défense des Plantes de l'Université de Wrocław, l'auteur a décrit les résultats de recherches pédologiques, phytosociologiques, biométriques et systématiques faites sur la station du mélèze polonais dans les forêts de Czerniejewo près de Gniezno en Pologne occidentale.

En outre l'alteur décrit les résultats de recherches anatomiques faites sur les radicelles mycotrophes du mélèze polonais. Les résultats obtenus sont les suivants:

1. Les mélèzes de Czerniejewo appartiennent à l'espèce *Larix polonica* Rac., seulement l'arbre signé par le numéro 3 est un hybride *Larix polonica* x *Larix leptolepis*.

2. Les mélèzes cités, dans les conditions écologiques de cette station plaine basse par excellence, un peu en depression à l'envers du terrain entourant, ou fréquemment au printemps il y a de l'eau stagnante pendant quelques semaines, se développent luxuriant et ne souffrent pas du *Dasyscypha Willkommii*.

3. Il est à indiquer de propager la semence des mélèzes de Czerniejewo sur les terrains bas des plaines polonaises surtout en Grande Pologne.

4. Les mélèzes polonais à Czerniejewo sont accompagnés par le *Boletus elegans* et par le *Boletus erythropus*.

5. Dans les conditions biocénotiques de la station citée, tous les mélèzes portent des mycorrhizes éctotrophes typiques. Les autres types des mycorrhizes n'ont pas été retrouvés.

6. Pour la propagation des races des mélèzes propres au terrain avec des champignons symbiotiques, l'auteur propose l'inoculation

du sol sous les pépinières locales, par transport du horizon A_1 de dessous de mélèzes traités et par mélanger du ce horizon avec le sol de la pépinière.

7. Quand nous voulons faire une nouvelle pépinière de mélèzes sur les terrains vierges pour ces mélèzes il faudra suivre le procédé suivant: D'abord il est nécessaire un transport de plusiérs dizaines de semis de la pépinière de Czerniejewo avec des mottes de terre et leur plantation sur la place ou nous voulons faire une nouvelle pépinière des mélèzes polonais. Après quelques années nous pouvons faire sur ce terrain des carrés parmi les jeunes mélèzes pour la semence des mélèzes polonais provenant de Czerniejewo.

8. De recherches anatomiques et cytologiques l'auteur tire une conclusion que les radicelles de mycorrhizes éctotrophes ne sont pas des organes à developpement réduit au point de vue histologique, au contraire ces organes possedent tous les tissus de redicelles normales et en plus de mycelium intimément lié aux tissus de l'écorce primaire.

9. Pendant son developpement les myccorrhizes ectotrophes des mélèzes polonais passent par un stade du mycorrhize perytrophe, déjà décrit par l'auteur allemand J a h n (1934). Ce stade est limité à la zone de la coiffe. Le tissu de la coiffe terminé, le mycorrhize perytrophe est changé brusquement par le mycorrhize ectotrophe typique.

10. Les mycorrhizes tubéreux sur les radicelles des mélèzes de Czerniejewo sont de mycorrhizes ectotrophes au sein desquelles ils se développent des radicelles secondaires. Les tissus molles externes de la tubercule dechirées font place au mycelium symbiotique qui entre en liaison avec jeunes radicelles secondaires encore au sein de la tubercule. Par ce procédé les radicelles secondaires qui écartent les couches superficielles de la tubercule pour se faire jour au dehors, après avoir détruit une partie des tissus plus profonds, sont déjà transformées en mycorrhizes ectotrophes que j'appelle ici de mycorrhizes ectotrophes secondaires.

11. En présence dans le sol des myceliums symbiotiques propres du type ectotrophes les mélèzes polonais ne portent pas du tout de mycorrhizes endotrophes. Alors les mélèzes cités sont de plantes du type de la symbiose ectotrophe et seulement dans l'absence de champignons propres peuvent entrer en liaison intime avec des champignons trouvés par hasard, en faisant de mycorrhizes endotrophes, sans doute moins convenables et profitables à leur vie.

12 Dans les descriptions de la structure interne du mycorrhize ectotrophe il est toujours accentuée l'existance du réseau d'Hartig classiquement formé, mais en effet dans beaucoup de cas il existe seulement une liaison anatomique plus ou moin désordonnée entre la gaine mycellienne et les tissus de l'écorce de radicelle. En ces cas les divers auteurs disent de pseudomycorrhizes. L'auteur du présent travail pense qu'il suffit la formation „à la surface des racines des réseaux extremement serrés" (B o n n i e r G.) (la gaine de pseudoparenchyme du champignon) faites par les filaments myceliens et une liaison entre cette gaine et les tissus de l'ecorce des racines, en restant stérile l'endoderme et le cylindre central, pour classifier un mycorrhize ectotrophe. De plus il est de grande importance le couleur de tissus de l'écorce, parce que l'attaque parasitaire est toujours accompagnée de brunissement de tissus et de la degénération des protoplastes celullaires.