Występowanie mykorhizy u dzikich drzew owocowych rosnących w lesie*)

Les mycorrhizes chez les arbres fruitiers qui végètent sous la futaie.

TADEUSZ DOMINIK

Przyczynek ten jest dalszym ciągiem naszej pracy, wykonanej wspólnie ze Stefanem Jagodzińskim i opublikowanej w „*Pamiętniku Zakładu Badania Drzew i Lasu*“ w Kórniku 1946 r. pt. „*Badania nad mykorhizą niektórych drzew owocowych w Ogrodach Kórnickich*“.

Tam też rozpatrzona jest gruntownie i przedyskutowana literatura. Tutaj jedynie przypominamy najważniejsze odkrycia badaczy mykorhizy u drzew owocowych. Starsi autorowie nie podają danych ekologicznych, dzięki czemu trudno jest o porównywanie ich wyników z późniejszymi, gdzie autor zawsze stara się określić warunki bytu, badanych roślin. Jednak dla ścisłości podamy i starsze wyniki.

W literaturze starszej można znaleźć następujące dane: *U Pinus communis* i *Prunus avium* Stahl odkrył mykorhizę ektotroficzną, *Malus silvestris* pozostaje bez wzmianki. Potem Boulet i Vital zajmowali się mykorhizą u drzew owocowych, ale wyniki ich badań nie zostały wyzyskane w sadownictwie.

Smith (1930) badając mykorhizę w sadach amerykańskich znalazł u wszystkich drzew tylko mykorhizę endotroficzną.

Bouvens (1937) znalazła u wszystkich niżej wymienionych drzew i krzewów mykorhizę endotroficzną, mianowicie u pigwy, gruszy, śliw, wiśni, moreli, jabłoni i brzoskwiń.

*) Stronę techniczną pracy tej wykonała HANNA KOWALSKA. Bez jej współpracy nie byłbym w stanie, przy nawale zajęć, podjąć tych badań, ani w tak krótkim czasie opracować materiału. Dlatego na tym miejscu najserdeczniejsze podziękowanie składam i pracę Jej poświęcam.

Autor

Autorka ta znajdowała najsilniej rozwiniętą mykorhizę na glebach piaszczystych, słabszą na gliniastych, a na glebie torfiastej korzenie zainfekowane należały do rzadkości.

Wreszcie Dominik i Jagodziński (1946), badając korzenie drzew owocowych w ogrodach Kórnickich, znaleźli mykorhizę endotroficzną u *Prunus armeniaca*, *P. insititia*, *P. cerasus*, *P. communis*, *P. avium*, *Ackermannpflaume*, *Cydonia oblonga*, *Pirus Calleryana*, *P. phaeocarpa*, *P. salicifolia*, *Malus rivularis*, *M. purpurea*, *Malus communis* subsp. *silvestris*, u Antonówki, *Junglans regia*, *Ribes nigrum*, *Ribes grossularia*, *Sorbus latifolia*.

Żadne drzewo owocowe w kulturze sadowniczej nie wykazało mykorhizy ektotroficznej.

Utarło się mniemanie, że mykorhiza ektotroficzna, najpospolicza u drzew dzikich w leśnych zespołach naturalnych, jest najkorzystniejszą formą współżycia.

Również Burgeff (1943) twierdzi za Stahlem i Mitschelem, że mykorhiza ektotroficzna, w jego podziale zwana halmofagiczną (resorbcja soków) jest objawem niedostatku w glebie azotu i fosforu, a może też potasu i wapnia. Zatem mykorhiza ta ma być sposobem zaradczym na te braki. Drzewa nasze leśne według wielu doświadczeń potrzebują koniecznie ektotroficznej mykorhizy do zdrowego rozwoju.

Te przesłanki skłoniły nas do przypuszczenia, że nasze drzewa owocowe, a w szczególności te, które są naturalnym składnikiem naszych zespołów leśnych, a zatem

Pirus communis subsp. *piraster*,
Malus communis subsp. *silvestris*,
Prunus avium,

winnym w naturalnych swych asocjacjach tworzyć mykorhizę ektotroficzną.

W celu zbadania zebrano korzenie z 14 drzew dziko rosnących, starych, w lasach sosnowo-dębowych nadleśnictwa Ruda pod Puławami i zakonserwowano w 95% alkoholu.

Preparaty sporządzono klasyczną metodą parafinową przy użyciu mikrotomu.

Materiał do badań zebrany był w okresie owocowania, gdyż chodziło nam o znalezienie warstwy trawiennej w wypadku mykorhizy endotroficznej, w stadium najsilniejszego jej wykształcenia.

Teren leśnictwa Ruda w oddziałach, gdzie zebraliśmy materiały korzeniowe, tzn. oddziały 3, 4, 11, 12, 13, 20 i 23 leży na glebach piaszczystych i to oddziały 3, 4 i 11 na piaskach płytkich na żwirze, oddziały 12 i 13 na piaskach płytkich na szczyrku pylastym; oddział 23 ma gleby jak 12 i 13, oraz miejscami piaski płytkie na glinie zwałowej. pH gleby w warstwie przykorzeniowej, mykorhizowej waha się od 5,2 — 6,0, z wyraźną przewagą odczynów zbliżonych do 5,2. Są to

Ryc. 1. Charakterystyczny biotop, w którym rozwijają się dzikie drzewa owocowe w nadleśnictwie Ruda pod Puławami. Leśniczy stoi pod jabłonią.

zatem gleby słabo kwaśne, z domieszką próchnicy, przewiewne, czynne. Stosunki wodne są wyraźnie zaakcentowane. Woda opadowa szybko przesiąka do gruntowej, gruntowa zaś w różnych miejscach zalega od 2 — 6 m głęboko. Zatem można przyjąć, że woda jest tu czynnikiem w minimum i lata wilgotne będą się odbijały korzystnie na przyroście i rozwoju drzew leśnych.

Rok zbioru materiałów do tej pracy cechował się sezonem wegetacyjnym o obfitych i częstych opadach, temperatura zaś była raczej niższa niż w inne lata. Ten klimat bardzo odpowiada rozwojowi grzybów mykorhizowych.

Drzewa owocowe ograniczyły swój rozwój do podszytu, cechy każdego z nich podane są przy opisie wyników badań. Zwarcie drze-

Ryc. 2. Jak rycina 1. Inny pokrój dziczki kilkudziesięcioletniej, która dąży do światła.

wostanu głównego było poza oddz. 23 i 13 przerwane, silnie lukowate; w oddziale 13 jedno z drzew (oznaczone Nr 3) rosło na haliźnie. Zatem dostęp światła był dostateczny. Rozwój drzew z punktu widzenia hodowcy sadownika nastroczał dużo do życzenia; drzewa dzikie nie są pielęgnowane, jednakże zdrowotność ich i wiek znacznie wyżej stoją, niż drzew z sadu. Jabłka były przeważnie ładne i zdrowe.

WYNIKI BADAŃ.

Drzewo Nr 1 Pirus communis subsp. *piraster*, wysokości około 6 m, pierśnicy 6 cm. Gleba piaszczysta, próchnicza, głęboka, pH=5,5, oddział 23 pododdział g. W podszyciu drzewostanu sosnowo-dębowego, 70-letniego (dęby młodsze) runo trawiaste. Korzenie do badania zebrano 23.VII. Drzewo owocuje obficie.

Na większości drobnych korzonków ostatniego rzędu, nie przekraczających średnicy 0a25 mm znaleziono mykorhizę ektotroficzną, której schemat przedstawia rys. 3. Mufka pseudoparenchyny grzybowej bardzo gruba. Korzonki same mocno pofalowane na obwodzie

Ryc. 3. *Pirus communis* subsp. *piraster*. Przekrój poprzeczny mykorhizy. Rysunek schematyczny a — pochwa grzybowa, b — miękisz korowy, c — pericykl, d — dwie wiązki drewna, e — wiązka łykowa, f — miękisz rdzeniowy.

przekroju poprzecznego, co na schemacie zaznaczono. Stosunki anatomiczne dokładne przedstawia rys. 4 wykonany aparatem do rysowania z mikroskopu, przy użyciu obiektywu o aperturze = 0,95. Z rysunku tego widać, że jest to najtypowsza mykorhiza ektotroficzna.

Poza typową mykorhizą ektotroficzną, złożoną z komórek grzybni bezbarwnej, spotyka się w korzeniach szczególnie w walcu osiowym grube strzępki brązowe, które nic wspólnego z mykorhizą nie mają i są raczej pochodzenia pasożytniczego. Strzępki w pochwie grzybowej są ułożone przeważnie w poprzek powierzchni korzenia, co

zostało schematycznie zaznaczone na rys. 3. Komórki kory korzenia i perycyklu są silnie powyginane, błony ich zachodzą jedna na drugą, zmniejszając światła komórkowe.

Inny korzonek o średnicy 230 μ przedstawia typową mykorhizę ektotroficzną o pochwie pseudoparenchymatycznej i typowej warstwie garbnikowej ze słabo zaznaczoną siecią Hartiga.

Ryc. 4. *Pirus communis* subsp. *piraster*. Przekrój poprzeczny mykorhizy ektotroficznej. Rysunek wykonany aparatem do rysowania z mikroskopu, z pod powiększenia 975 x. w — walec osiowy, e — endodermis, k — komórki mięksiszu korowego, s — strzępki tworzące sieć Hartiga. Komórki zakropkowane należą do grzyba.

Bardzo rzadko spotyka się korzonki z mykorhizą endotroficzną, gdzie grzyb gromadzi się w dwu warstwach kory pierwotnej przylegających do walca osiowego. I te korzonki wahają się w średnicy około 225 μ . W zebranym materiale grzyb był w stanie rozkładu. Strzępki bezbarwne, dość grube.

Drzewo Nr 2. *Malus communis* subsp. *silvestris* wysokości około 10 m, pierśnicy 12 cm. Gleba piaszczysta, próchnicza, pH = 5,2; oddział 13 pododdział c. W piętrze drugim drzewostanu sosnowego 75 — 80 l. z dość wysokim podszytem dębowym. W runie występowały: *Vaccinium myrtillus*, *Rubus saxatilis*, *Rubus idaeus*, *Evonymus*

verrucosa, *Juniperus communis*, *Fragaria vesca*, *Rhamnus frangula*, *Pteridium aquilinum*, *Berberis vulgaris* (jako młody nalot), *Lactuca muralis*, *Viola spec.* Korzenie zebrano 23. VII. Drzewo owocuje. Badane korzenie wykazują przewagę mykorhizy endotroficznej. Obraz charakterystyczny przedstawia rys. 5. Korzenie tworzą obficie włosniki. Mykorhiza endotroficzna typowa, lecz nie obfita. Liczne wypadki mykotrofizmu bez wykształcenia typowych obrazów. Niektóre korzenie z przyrostem wtórnym obrosnięte mufką grzybową pseudoparenchymy o komórkach bardzo małych, bezbarwnych, lecz nie widać łączności z korzeniem. Można by to przyjąć jako mykorhizę perytroficzną. Prócz tego zdarza się mykorhiza ektotroficzna o mufce grzybowej, pseudoparenchymatycznej, złożonej z ciemno brązowych komórek.

Ryc. 5. Przekrój podłużny przez mykorhizę endotroficzną u dzikiej jabłoni. Powiększenie około 150 x. Kłębuszki w komórkach miększu to trawiony grzyb. Niektóre komórki zawierają zdrowe strzępki grzyba.

Drzewo Nr 3. *Malus communis* subsp. *silvestris*, drzewko niewysokie rosnące w zdewastowanym drzewostanie sosnowym, 70-letnim, o przerwanym zwarcie. Podoszycie pokrył powierzchnię, partiami wybił się w podrost, który tworzy drugie piętro drzewostanu. Gleba piaszczysta, próchniczna, zadarniona, pH = 5,2, oddział 13 pododdział c. W runie trawy, *Euphorbia cyparissias*, *Daucus carota*, *Genista tinctoria*, *Brunella vulgaris*, *Mentha silvatica*. Runo raczej już nie leśne. Korzenie zebrano 23. VII. Drzewo owocuje. Korzenie tworzą włosniki dość obfite, w tych jest mykorhiza endotroficzna. Na innych korzeniach występuje mykorhiza ektotroficzna zbudowana

ze strzępek ciemno brązowych, grubych. Wreszcie liczne wypadki spotyka się mykorhizy perytroficznej. Nawet korzenie rosnące na długość i to po wytworzeniu korka na powierzchni mają komórki mykotroficzne w miększu korowym. Ryc. 6 przedstawia fragment miększu korowego mykorhizy z warstwy garbnikowej, gdzie grzybnia zachowuje się zdrowo nawet w czasie trawienia symbionta przez roślinę zieloną.

Ryc. 6. Silne powiększenie (około 500 x) z przekroju podłużnego mykorhizy u dzikiej jabłoni. Dobrze widoczne sploty strzępek w miększu korowym. Jest to tzw. warstwa garbnikowa.

Drzewo Nr 4. *Malus communis* subsp. *silvestris*, wysokości 6—7 m, pierśnicy 11 cm, rosnące w 80-letnim drzewostanie sosnowym z podszytem dębowym. Oddział 12 pododdział b. Gleba piaszczysta z małą domieszką próchnicy, pH = 6,0. W runie maliny, *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*. Korzenie zebrano 23. VII. Drzewo owocuje obficie. Korzenie o średnicy około 0,25 mm tworzą obficie mykorhizę endotroficzną. W komórkach warstwy trawiennej bardzo silnie wykształconej (ryc. 7) występują obficie *vesiculae*.

Prócz endotroficznej występuje mykorhiza ektotroficzna, zbudowana z grzybni pseudoparenchymatycznej, ciemno brązowej. Korzonki te pozbawione są włosników. Natomiast przy mykorhizie endo-

troficznej włośniki są bardzo obfite, choć nigdy nie są długie i końce mają ześluzowane.

Drzewo Nr 5. *Malus communis* subsp. *silvestris*. Charakter drzewka jak Nr 4. W drzewostanie sosnowym 100-letnim z domieszką dęba i podszytem dębowym z nielicznymi krzewami berberysu. Oddział 11 pododdział a. Gleba piaszczysta, próchniczna, głęboka, przewiewna, pH = 5,2. W runie maliny, *Vaccinium myrtillus*, *Pteri-*

Ryc. 7. Przekrój podłużny przez mykorhizę endotroficzną dzikiej jabłoni. Powiększenie około 600 x. W komórkach miękiszu widać rozłożone strzępki grzyba. Jest to tzw. warstwa trawienna.

dium aquilinum, *Convallaria majalis*, trawy. Drzewko w tym roku nie owocowało. Korzenie zebrano 23. VII. W korzeniach wykryto słabą mykorhizę endotroficzną. Strzępki grzyba zdrowe w najzewężniejszych komórkach kory pierwotnej. Warstwy trawiennej nie obserwowano wcale. Natomiast obficie występowała mykorhiza perytroficzna, tworzona przez grzyb z klasy *Basidiomycetes*. Korzenie wytwarzały włośniki, lecz nie wyrastając na długość więcej niż 15 mikronów miały już ześluzowaciałe końce.

Drzewo Nr 6. *Pirus communis* subsp. *piraster*. Siewka 5-letnia. Drzewostan jak przy Nr 5. Gleba zadarniona, pH = 5,2. Reszta danych o siedlisku jak przy Nr 5. Oddział 12 pododdział b. Mykor-

hiza wytworzona skąpo, ektotroficzna i endotroficzna. Wygląda to raczej na próby nawiązania stosunku symbiotycznego niż na definitywne współzycie. Mykorhiza endotroficzna przeważa. Włośniki obficie i dobrze rozwinięte.

Drzewo Nr 7. *Malus communis* subsp. *silvestris*; wysokości 10 m, pierśnicy 15 cm. W drzewostanie jak przy Nr 5 (110-letnim). Gleba także bez zmian, tylko $\text{pH} = 6,0$. Korzenie zebrano 23. VII. Oddział 12 pododdział a. Drzewko owocuje słabo. Korzenie tworzą włośniki. Wykryto mykorhyzę endotroficzną, ale bardzo mało obfitą. Widać natomiast częste próby nawiązania kontaktu między grzybami i korzeniami. Korzenie w najpowierzchniowych warstwach kory pierwotnej przerosnięte strzępkami, przebiegającymi w linii prostej przez kilka komórek, lecz nie tworzącymi normalnych obrazów mykorhizowych. Często strzępki nagromadzają się obficie w rhizosferze, tworząc mykorhizę perytroficzną. W mykorhizie endotroficznej grzyb w kompletnym rozkładzie, często trudno go w komórkach zidentyfikować

Drzewo Nr 8. *Pirus communis* subsp. *piraster*, wysokości 8 m, pierśnicy 8 cm. W 100-letnim drzewostanie sosnowym o przerwanym zwarciu. Podszyt dębowy. Domieszka kruszyny, berberysu i tarniny. W runie trawy, *Fragaria vesca*, *Melampyrum nemorosum*, *Hepatica triloba*, *Vaccinium myrtillus*, *Hypnum Schreberi*, *Aspidium spec.*, malina, *Majanthemum bifolium*, *Geranium Robertianum*, *Euphorbia cyparissias*, berberys, *Pteridium aquilinum*, *Stachys silvatica*, *Evonymus verrucosa*, nalot dębu i kruszyny, *Rubus fruticosus*, *Melica nutans*, *Impatiens noli tangere* (mimo, że teren o glebie łatwo przepuszczalnej). Gleba piaszczysta z domieszką próchnicy i części koloidalnych pochodzenia wiatrowego, $\text{pH} = 5,5$. Oddział 4 pododdział a. Grusza ta wykazała bardzo słabo rozwiniętą mykorhizę endotroficzną. W roku tym nie owocowała. Liście w czasie zbioru korzeni 23. VII., masowo żółkły. Włośniki słabo wykształcone.

Drzewo Nr 9. *Pirus communis* subsp. *piraster*, wysokości 8 m, pierśnicy 10 cm. W drzewostanie sosnowym 100-letnim o przerwanym zwarciu. W podszycie dąb, kruszyna, berberys, szakłak. Pojedynczo klon. Gleba zadarniona $\text{pH} = 5,7$. Oddział 3 pododdział d. Korzenie zebrano 23. VII. Drzewko obficie owocowało, owoce opadły niedorośnięte, maleńkie, w sposób podobny, jak to bywa przy suszy. Występowała mykorhiza endotroficzna podobna do opisanej przy drzewku Nr 4. U niektórych korzonków jednak znaleziono różnice. Mianowicie strzępki były szerokie bez przegród poprzecznych o widocznych jakby jądrach, plaźmie ziarnistej z wakuolami, jak to przed-

stawia rys. 8. Błony tych strzępek były bardzo cienkie, ledwo widoczne. Korzenie wytwarzają krótkie, ześluzowaciale na końcach włósniki.

Drzewo Nr 10. *Malus communis* subsp. *silvestris*, wysokość 8 m, pierśnicy 11 cm. Drzewostan jak przy Nr 9, od którego oddalone

Ryc. 8. *Pirus communis* subsp. *piraster*. Przekrój podłużny mykorhizy. Komórka miękiszu korowego, leżąca pod rhizodermą. Wewnątrz komórki typowa dla przypadku grzybnia.

jest o 3 metry. Drzewo obficie i zdrowo owocowało, lecz część duża owoców spadała. Wykryto jedynie mykorhizę endotroficzną dokładnie jak u Nr 4.

Drzewo Nr 11. *Prunus avium*, niewysoki krzaczek w oddziale 12. Warunki siedliskowe opisane przy Nr 6. Korzenie wykazały obfitą mykorhizę ektotroficzną, przedstawioną na rys. 9. Mufka grzybowa pseudoparenchymatyczna, strzępki ciemno brązowe, grube, często wrastają w glebę z mufki w formie sztywnych szczeci. Mykorhizy endotroficzej w ogóle nie wykryto.

Drzewo Nr 12. *Prunus avium*, małe drzewko w oddziale 20. Drzewostan sosnowo-dębowy z podszytem dębowym, gleba piaszczysta z domieszką próchnicy i części koloidalnych nieorganicznych, przewiewna, głęboka, pulchna, $\text{pH} = 6,0$. Korzenie długie ponad 1 cm zawierają często komórki mykorrhizy. Byłaby to mykorhiza endotroficzna. Liczne komórki zawierają w sobie żółtą substancję już nie do rozpoznania anatomicznego. Mykorhizy ektotroficzej nie znaleziono mimo, że grzybnia identyczna jak w Nr 11 była w kontakcie z korzeniami i często skupiała się wokół nich.

Drzewo Nr 13. *Prunus avium*, opis jak Nr 11. Wybitna mykorhiza ektotroficzna. Strzępki tworzące mufkę grzybową bezbarwne,

cienkie, bez sprzączek, luźno związane, zato sieć Hartiga wykształcona i doskonale widoczna.

Ryc. 9. Przekrój mykorhizy ektotroficznej u dzikiej czereśni. Powiększenie około 150 x. Dobrze widoczna mufka pseudoparenchymy grzybowej dokoła tkanek korzenia. Komórki skośne to tzw. sieć Hartiga.

Drzewo Nr 14. *Prunus avium*, opis jak Nr 11, Mykorhiza endotroficzna i perytroficzna. Zawartość komórek mykotroficznych, miększu korowego mocno strawiona, strzępki ledwo wyróżnialne, żółtawe, strzępki tworzące mykorhizę perytroficzną, grubsze, zabarwione na żółto. Włósniki miejscami dobrze, miejscami bardzo słabo wykształcone.

Nr drzewa	Gatunek drzewa	mykorhiza ektotroficzna	mykorhiza endotroficzna	mykorhiza perytroficzna	włósniki
1	<i>Pirus communis subsp. piraster</i>	+	—	—	—
2	<i>Malus communis subsp. silvestris</i>	+	+	—	+
3	" " " "	+	+	+	+
4	" " " "	+	+	—	+
5	" " " "	—	+	+	+
6	<i>Pirus commuuis subsp. piraster</i>	+	+	—	+
7	<i>Malus communis subsp. silvestris</i>	—	+	+	+
8	<i>Pirus communis subsp. piraster</i>	—	+	—	+
9	" " " "	—	+	—	+
10	<i>Malus communis subsp. silvestris</i>	—	+	—	—
11	<i>Prunus avium</i>	+	—	—	+
12	" "	—	+	—	—
13	" "	+	—	—	+
14	" "	—	+	+	+

Wszystkie gatunki badanych drzew owocowych, rosnących w naturze, tzn. w zespołach leśnych wykazały mykorhizę ektotroficzną, endotroficzną i perytroficzną. Jednakże nie wszystkie okazy posiadały wszystkie typy mykorhizy.

Występowanie włókników łączy się zawsze z mykorhizą endotroficzną i perytroficzną. Brak zaś włókników z mykorhizą ektotroficzną. Na jednym okazie drzewka owocowego mogą występować wszystkie typy mykorhizy i włókniaki. Choć zdarza się, że mykorhiza ektotroficzna może wykluczyć i inne typy i wtedy włókniaki nie wykształcają się w ogóle.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Badania autorów na całym świecie (Boulet-Vital 1910, Bouvens 1937, Smith 1930, Dominik i Jagodziński 1946) wykazały, że drzewa owocowe w kulturze sadowniczej wytwarzają mykorhizę endotroficzną. Z kulturą tą łączy się uprawa gleby pod drzewami, stałe jej poruszanie, nawożenie itp. zabiegi.

Jednakże Jacewski (1930) podaje, że grusza i czereśnia (Stahl) tworzą również mykorhizę ektotroficzną. Nie podaje jednak skąd autor cytowany przez niego brał materiał do badań.

Faktem jest, że nikt z badających korzenie drzew owocowych w kulturze nie znalazł na nich mykorhizy ektotroficznej. Niniejsza praca wnosi nowy materiał dokumentacyjny, który dowodzi, że dzika grusza, dzika jabłoń i dzika czereśnia tworzą prócz endotroficznej również ektotroficzną mykorhizę, o ile rosną w warunkach leśnych.

Nie wiadomo nam, czy drzewa badane są rzeczywiście dzikie, czy też zostały zasiane przez jedzących owoce szlachetne spacerowiczów. W każdym razie zostały oznaczone według liści i owoców i nikt ich tam nie sadził jako drzewek ze szkółki.

Z powyższego wniosek, że drzewa owocowe w warunkach ekologicznych i biocenotycznych leśnych tworzą mykorhizę ektotroficzną, a nie mogą jej wytwarzać w kulturze sadowniczej.

Różnica między warunkami bytu da się ująć następująco:

1. zespoły naturalne, a do takich możemy zaliczyć w tym wypadku nawet zagospodarowane lasy, rosną na glebie, która nie jest orna, co daje grzybom swobodę przerośnięcia strzępkami gleby, a jednocześnie gwarantuje całość grzybni. W tych warunkach mogą rozwijać się grzyby kapeluszowe i owocować.

2. zespoły leśne jako nawóz mają rok roczny opad liści tzw. ściółkę, a zatem nawóz o ogromnej przewadze części organicznych nad nieorganicznymi. Związki zaś nieorganiczne znajdują się tu w stanie naturalnego zbalansowania i w odpowiedniej proporcji, którą ułożyło życie,
3. zespoły leśne rosną na glebach przeważnie o charakterze kwaśnym. (W naszym wypadku $\text{pH} = 5,2 - 6,0$),
4. w glebach leśnych znajduje się dużo garbników, które hamują rozwój bakterii,
5. zespoły leśne, dzięki brakowi lub niedostatkowi życia bakteryjnego, a przede wszystkim dzięki brakowi bakterii wiążących wolny azot z powietrza i nitryfikujących są zaopatrywane w azot w połączeniach organicznych i amoniakalnych. Połączenia te są chętnie pobierane przez grzyby.
6. zespoły leśne nie są nigdy nawożone związkami chemicznymi, pochodzącymi z produkcji syntetycznej. Związki mineralne czerpane są korzeniami roślin, tworzących las z głębi gleby i po przerobieniu ich w organizmie spadają na glebę jesienią. Przy rozkładzie ściółki chwytnie są systemem sorbcyjnym gleby i powoli sumują się w niej, gdyż rok rocznie przybywa ich. Oczywiście wygrabianie ściółki zuboża zespół leśny i ogląda go w sposób bardzo szkodliwy,
7. zespoły leśne dzięki wyżej wymienionym punktom posiadają bardzo bogatą florę grzybową, szczególnie grzybów kapeluszowych.

A teraz punkty przeciwstawiające warunki bytu w biocenozie sadu.

1. gleba pod drzewami sadu stale jest przeorywana i obsadzana różnymi roślinami, co nie zawsze sprzyja rozwojowi grzybów, a bezwzględnie niszczy grzyby kapeluszowe, tworzące mykorhizę,
2. nawozy dostarczane drzewom w sadzie są przeważnie wytworami fermentacji bakteryjnej (gnojówka, doły kloaczne, mierzwa itp.) o odczynie alkalicznym,
3. gleby sadów przeważnie są obojętne lub nawet alkaliczne ($\text{pH} > 7,0$),
4. odczyn alkaliczny i brak garbników lub ich znikome ilości pozwalają na ogromny rozwój życia bakteryjnego i tylko niektóre grzyby mogą się rozwijać w tych warunkach. Są to przeważnie pospolite pleśnie o ogromnej rozpiętości wymagań życiowych,
5. azot w sadowniczych glebach jest w ogromnej przewadze w formie azotanów, co nie sprzyja rozwojowi grzybów kapeluszowych,

6. gleby sadów nawożone są sztucznymi nawozami mineralnymi,
7. dzięki temu co zawarte w wyżej wymienionych punktach gleby sadów posiadają bogatą florę bakteryjną a ubóstwo grzybów.

Zdawaćby się mogło, że w warunkach sadowniczych drzewa będą się lepiej rozwijały, bo są nawożone lekko przyswajalnym azotem, solami nieorganicznymi, wreszcie i organicznymi nawozami i to w znacznie obfitszych granicach niż to może natura w lesie zapewnić na drodze rozkładu ściółki. A jednak tak nie jest. Drzewa w sadach szybko degenerują, silnie podlegają pasożytom, próchnieją itd.

Również zdawaćby się mogło, że w warunkach sadowniczych drzewa będą mogły obyć się bez mykorhizy. A jednak jest inaczej. W braku odpowiednich symbiontów, z którymi żyją w lesie, tworzą mykorhizę endotroficzną z przygodnymi grzybami i tak dalej węgają.

Czy to drzewom wychodzi na dobre trudno orzec. Jednakże spostrzeżenie H i l k e n b ä u m e r a (1944), że większość drzew cierpi na brak azotu, mimo nawożenia, wydaje się wskazywać, że drzewa nie potrafią z niego korzystać.

Przypadkowość symbiontów mykorhizowych nie pozwala widocznie na rozwój funkcji fizjologicznych w naturalnych granicach. Samo zaś wchodzenie w związki mykorhizowe mimo nieodpowiednich warunków jest jakby objawioną potrzebą tego rodzaju współżycia.

Możnaby powiedzieć, że skoro istnieje w warunkach leśnych możliwość tworzenia korzystniejszego typu mykorhizy ektotroficznej, to tworzenie endotroficznej nie powinno mieć miejsca. Lecz tu właśnie nie można zagadnienia rozwikłać, bo nawet drzewa wybitnie leśne jak np. sosna w warunkach naturalnych zawsze na korzeniach posiadają i ektotroficzną i endotroficzną mykorhizę, co wskazuje na nieemożność wykluczania się typów mykorhizy (D o m i n i k 1946).

Zresztą być może, że oba typy, mając różne właściwości fizjologiczne, są drzewom do dobrego rozwoju potrzebne.

Zdaniem B u r g e f f a (1943) mykorhiza ektotroficzna przez niego nazwana halmofagiczną (resorbcja roztworów soli) polega na wymianie materii jak podawał dawniej S t a h l (1900). M i s c h e l i H a t s c h (w/g B u r g e f f a 1943) uważają ten typ mykorhizy za ratunek dla rośliny zielonej w wypadku, gdy brak odpowiednich stężeń soli mineralnych. Ponieważ przeważnie glebom leśnym brak jest łatwo przyswajalnego azotu i fosforu, a i wapno jest w minimum (czego objawem jest śluzowacenie włośników), więc staje się zrozumiała konieczność w warunkach leśnych wytwarzania mykorhi-

zy ektotroficznej. Na całym świecie zrobiono na ten temat liczne doświadczenia, potwierdzające powyższe przypuszczenie. Niektóre gatunki drzew w ogóle zawodzą na terenach, gdzie nigdy przedtem nie rosły i brak na nich odpowiednich gatunków grzybów.

Drugi typ mykorhizy występujący wspólnie z poprzednim na korzeniach drzew to mykorhiza endotroficzna typu tolipofagicznego. Według opisu *Burgeffa* (1943) od zewnątrz korzenia ku środkowi występują następujące warstwy: warstwa garbnikowa ze zdrowym grzybem i warstwa trawienna (fagocytowa), gdzie wewnątrz komórek kłębki grzybni są trawione przez roślinę zieloną, potem zalega warstwa śpichrzowa korzenia i głębiej endoderma. O biologii tej mykorhizy nic ścisłego nie wiemy. Jednakże trawienie i resorpcja grzyba, który ma skład zbliżony do ciała zwierzęcego = chityna, glikogen, tłuszcze, białko, każe przypuszczać, że roślina z tego współżycia ciągnie podobne zyski jak rośliny owadożerne czy mięsożerne z trawienia tkanek zwierzęcych, a zatem w pierwszym rzędzie związki białkowe, azotowe.

Korzystniejszy jest typ ektotroficzny, bo zwiększa powierzchnię chłonącą roztwory glebowe i zastępuje włosniki degenerujące w braku wapnia w glebach leśnych. Poza tym roślina może łatwo tego współżycia pozbyć się przez wytworzenie korka (ryc. 10).

Ryc. 10. Przekrój poprzeczny przez pseudomykorhizę ektotroficzną u dzikiej jabłoni. Korzeń broni się przed szkodliwym symbiontem, zakładając warstwę korkową tuż pod mufką grzybową.

Natomiast typ endotroficzny może mieć własności stymulacyjne. R a y n e r, W h i t e (1928) oraz wielu innych autorów przypuszcza, że sprawa aklimatyzacji drzew w dużej mierze polega na znalezieniu odpowiednich symbiontów w nowym terenie. R a y n e r (1946) zaś twierdzi, że w braku mykorhizy siewki obumierają z oznakami głodu azotowego. W naszych badaniach analogiczne objawy obserwowano na drzewie Nr 9.

R o u t i e n i D a w s o n (1943) dowiedli eksperymentalnie, że mykorhiza zwiększa zdolność pobierania CO_2 z powietrza dwu- do czterokrotnie. Z tego faktu wyciągają wniosek, że mykorhiza również zwiększa w tym stopniu pobieranie soli mineralnych z gleby.

Przytoczenie wyżej wymienionych wniosków różnych autorów zwraca uwagę na ważność praktyczną zagadnienia mykorhizy.

Ważną jest rzeczą wiedzieć, czy w niewoli dajemy roślinom warunki bytu zbliżonego do naturalnych, czy też życie ich jest zwichnięte, inne od dzikiego, za co płacić musimy naturze haracz w formie stałej degeneracji roślin uprawianych?

W n i o s k i

Ostatnie zdanie znajduje odpowiedź w naszych badaniach z J a g o d z i ń s k i m i K o w a ł s k ą. Otóż drzewa owocowe dzikie wykazują inne współżycie z grzybami niż w uprawie sadowniczej. Zatem zabiegi hodowlane wprowadzają zmianę w biologii gatunków.

Zmiany te, sądząc z wypowiedzi wielu autorów na zagadnienia mykorhizowe, nie są korzystne.

Należałoby tak uprawiać sady, aby drzewa nasze znalazły sobie właściwych symbiontów i stworzyły najodpowiedniejsze typy symbiozy.

W badaniach drzew w sadach (D o m i n i k i J a g o d z i ń s k i 1946) znaleziono mykorhizę ektotroficzną na korzeniach drzew, pod którymi gleby nie uprawiano. To byłoby wskazówką dla chcących wprowadzić ten typ współżycia do sadownictwa.

Kwestia doprowadzenia odpowiednich symbiontów ze świata grzybów kapeluszowych jest dość zawiła teoretycznie. Natomiast praktycznie można to wykonać szczepiąc glebę w sadach glebą spod drzew owocowych dzikich ze stanowisk naturalnych. Trzeba jednak pamiętać o odczynie gleby i odpowiednim nawożeniu.

Sprawa ta wymaga długoletnich doświadczeń.

R É S U M É

Après une revue de la littérature sur la question des mycorrhizes chez les arbres fruitiers en générale, qui ne donnent pas des avis que sur les arbres en culture du jardin, l'auteur fait une description minutieuse des matériaux des racines recueillis en juillet des arbres fruitiers sauvages, qui font partie des associations forestières dans le bois d'Institut de Recherches Agronomiques à Pulawy en Pologne Centrale.

Notre collaboratrice, H a n n a K o w a l s k a, a recueilli des échantillons des racines de 14 arbres, qui appartiennent aux espèces suivantes: *Pirus communis* subsp. *piraster*, *Malus communis* subsp. *silvestris* et *Prunus avium*, qui vivent chez nous assez fréquemment en état sauvage.

Les matériaux ont été conservés en alcool éthylique. Les préparations microscopiques ont été faites par la même collaboratrice par la méthode de paraffine, coupées au microtome et ensuite montées au baume de Canada.

L'auteur a constaté que *Pirus communis* subsp. *piraster* vivant sous la futaie forme très abondamment du mycorrhize éctotrophique et endotrophique. Des mycorrhizes éctotrophiques sont en prépondérance.

Malus communis subsp. *silvestris* dans la localité forme du mycorrhize éctotrophique, endotrophique et péritrophique sans suprématie accentuée du quelqu'un des types.

Prunus avium forme aussi très abondants mycorrhizes éctotrophiques et endotrophiques avec une prépondérance du type éctotrophique.

Jusqu'à présent tous les auteurs signalent que les arbres fruitiers forment des mycorrhizes endotrophiques seulement. Mais S t a h l a déjà décrit chez le poirier et prunier des oiseaux aussi des mycorrhizes éctotrophiques, mais on ne sait pas du quel biotope il a pris ses échantillons.

Nos recherches avec J a g o d z i ń s k i ont démontré que dans les conditions de culture les mycorrhizes éctotrophiques sont toujours absents.

Dans le travail présent l'auteur constate les différences entre les conditions de la vie en nature et en culture et il donne des avis pour entraîner des champignons symbiotiques forestiers à nos jardins fruitiers.

Il faut espérer que des arbres fruitiers avec des champignons symbiotiques vrais, à qui ils sont par de milliers d'années accoutumés, ne seront pas si vite dégénéré qu'en d'habitude en jardin.

Il faudra élaborer des méthodes spéciales de la culture du sol sous les arbres fruitiers, assurant un bon développement des champignons du bois et du déplacement des ces champignons de la forêt au jardin.

Une des conditions qui les champignons à chapeaux exigent c'est ne pas labourer le sol sous les arbres. Seconde, c'est l'acidité du sol qui ne doit jamais passer en direction basique. Les engrais seront ici d'une importance première.

Il faut signaler que le problème du mycorrhize doit être considéré comme beaucoup d'importance dans la culture des jardins fruitiers et il doit être étudié en ensemble avec la fertilisation du sol par les engrais.

Ces deux problèmes doivent être bien harmonisés en recherches et en application pratique.

L I T E R A T U R A

1. Boulet - Vital (1910). Sur les mycorrhizes endotrophes de quelques arbres fruitiers. Comptes rend Acad. Sc. T. 150.
2. Bouwens H. (1937). Investigations about the Mycorrhiza of Fruit-Trees especially of Quince (*Cydonia vulgaris*) and of Strawberry-Plants (*Fragaria vesca*). Zentralbl. f. Bact. Parasit. u. Infektionskr. II Abt. Bd. 97:
3. Burgeff H. (1943). Problematik der Mykorrhiza. Die Naturwissenschaften. Jahrg. 31.
4. Dominik T. (1946). Znaczenie mikroflory glebowej dla rozwoju sadzonek sosnowych. „Przegląd Leśniczy“.
5. Dominik T. i Jagodziński S. (1946). Badania nad mykorhizą niektórych drzew owocowych w Ogrodach Kórnickich, Kórnik.
6. Hilkenbäumer F. (1944). Obstbau. Berlin.
7. Jaczewski A. (1933). Osnowy mikologii.
8. Rayner a. Jones (1946). Problems in tree nutrition, an account of researches concerned primarily with the mycorrhizal habit in relation to forestry and with some biological aspects of soil fertility. London.
9. Smith A. (1930). Fruit-tree mycorrhiza around Ann Arbor, Michigan. Papers of the Michigan Academy of Sciences, Arts. and Letters. Vol. XI.
10. Stahl E. (1900). Der Sinn der Mykorrhizenbildung. Jahrb. f. wiss. Botanik. Leipzig.
11. White P. R (1929). Mycorrhiza as a possible determining factor in distribution of the strawberry. Ann. of Botany. Vol. 43.