

Mgr I. FRYDMAN  
Wyższa Szkoła Rolnicza Wrocław

## Badanie mykotrofizmu ziemniaków w uprawie

Zdaje się, że pierwszą mykorhizę endotroficzną rodzaju *Solanum* opisał Janse (1897) u *Solanum verbascifolium* z pierwotnych lasów Jawy. Praca jego jednak nie wywołała żadnego wrażenia, gdyż po prostu stanowiła tylko ciekawostkę botaniczną, z którą nie umiano związać żadnego znaczenia głębszego dla fizjologii roślin, a tym bardziej nie marzono nawet o możliwościach zastosowania tego rodzaju odkryć w rolnictwie.

Jednakże badania Bernard (1902—1904) nad tuberyzacją u storczyków i rolą mykorhizy w tym zjawisku otworzyły szerokie pole dla nowych myśli. Autorka ta dowiodła eksperymentalnie, że tuberyzacja storczyków i przegrzybienie korzeni zależą od siebie bardzo ściśle. Badania te potem zostały poparte przez innych autorów, a w szczególności przez Burgeffa.

Ukończywszy badania nad storczykami, które zastosowano z powodzeniem w hodowli tych roślin, Bernard (1911) stworzyła hipotezę, że prawdopodobnie liczne rodzaje i gatunki tuberyzujące zachowują się podobnie do storczyków. W szczególności zajęła się ona biologią ziemniaków. Badania nad ziemniakami prowadziła przy pomocy swego asystenta Magrou, który po jej śmierci kontynuował badania w ciągu około 50 lat, prowadząc doświadczenia w naturze i w laboratorium (czyste kultury). Ponieważ badania Bernard-Magrou były powtarzane również przez innych specjalistów francuskich o sławie światowej, przeto zasługują na większą uwagę.

Teoria zależności tuberyzacji od infekcji grzybowej została przez Bernard po raz pierwszy wypowiedziana w 1901 roku w następujący sposób: „...tuberyzacja pączków jest skutkiem infekcji grzybowej korzeni“, a ziemniak wydaje się być jej przykładem. Dowiadujemy się z tejże pracy, że podziemne pędy ziemniaczane posiadają pączki, które w określonych warunkach nagromadzają skrobię i przekształcają się w bulwy. W pierwszych swych badaniach Bernard uważała *Fusarium solani* za grzyba powodującego powstawanie bulw ziemniaczanych. W czystych kulturach obecność tego gatunku wpływała pozytywnie na tuberyzację.

Po dziesięciu latach doświadczeń Bernard (1911) stwierdza, że korzenie ziemniaków uprawianych wykazują tylko bardzo nieregularne występowanie grzybów w korze pierwotnej najcieńszych korzonków, lecz to występowanie nie ma nic wspólnego z mykorhizą. Są to po prostu przypadkowe ataki różnych grzybów glebowych, między innymi *Fusarium solani*.

Nie mając do dyspozycji ziemniaków z ich ojczyzny i z naturalnych stanowisk, Bernard bada nasze rodzime psianki. Rośliny roczne nie wykazują mykorhiz. Za to rośliny trwałe, dłuższy czas rosnące na jednym stanowisku, np. *Solanum dulcamara*, wykazują bardzo dobrze wykształconą mykorhizę endotroficzną typu thamniskofagicznego. W tej serii badań.

Bernard znajduje u ziemniaków i u młodych egzemplarzy *Solanum dulcamara* w najcieńszych korzonkach infekcje grzybowe, w których wytwarzają się sporangiole. Takie nietrwałe infekcje traktuje jako spotkanie się rośliny z właściwymi gatunkami symbiontów korzeniowych, bardzo słabo wirulentnych.

W pracy z 1911 roku Bernard przytacza dane z dzieła Esclusa — *Rariorum plantarum Historia — Antwerpia 1601*. Według tego autora nasiona ziemniaków przywiezione z Peru dały w Europie początkowo rośliny nie tworzące bulw i kwitnące już w pierwszym roku życia. Dopiero późniejsze siewy zmieniły cechy ziemniaków. Zjawisko to Bernard tłumaczy początkowym brakiem symbiontów korzeniowych i późniejszą infekcją nowymi symbiontami, które zainfekowały ziemniaka z naszych gleb.

Takiego odpowiedniego symbionta dla ziemniaków Bernard widzi w grzybie współżyjącym z *Solanum dulcamara*. Twierdzenie swe opiera na fakcie, że u storczyków identyczne gatunki grzybów współżyją ze wszystkimi gatunkami w obrębie rodzajów.

Z korzeni zainfekowanych *Solanum dulcamara* Bernard wyizolowuje nieokreślony gatunek z rodzaju *Mucor*, który w czystych kulturach wpływa bardzo korzystnie na kiełkowanie nasion *Solanum dulcamara*, lecz nie infekuje korzeni.

Bernard i Magrou (1911) opisują mykorhizę u *Solanum Maglia*, uchodzącego za dziko rosnącego ziemniaka (Darwin). Materiały pochodziły z Santiago. Badania porównawcze wykazały, że mykorhiza *Solanum Maglia* jest identyczna z mykorhizą *Solanum dulcamara*.

Równocześnie zbadane *Solanum Maglia* i *S. Commersonii*, które od lat rosły w szklarni we Francji, wykazały kompletny brak mykorhizy. Za to, gdy je Bernard wysiała do gleby wziętej spod starego egzemplarza *Solanum dulcamara*, wtedy wytworzyły bujną mykorhizę, identyczną z tworzonymi w swej ojczyźnie.

Wszystkie te fakty zachęciły Magrou (1914) do założenia doświadczeń z ziemniakami uprawianymi. Wysiewa on nasiona ziemniaków pod starymi krzewami *Solanum dulcamara*. Uzyskuje dwa typy roślin. Część ziemniaków tworzy obficie bulwy na krótkich stolonach. Są to ziemniaki tworzące typową mykorhizę endotroficzną typu thamniskofagicznego. Druga część roślin nie tworzy bulw, lecz rozwija rozwlekłe i długie, bezpłodne pędy podziemne. Są to ziemniaki, które również zostały zainfekowane, lecz stworzywszy mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego, bardzo przelotną, natychmiast ją zwalczyły przez kompletną fagocytozę, nie wytwarzając stałego współżycia.

W konsekwencji tych badań Magrou (1921) przystępuje do dalszych eksperymentów, przypuszczając, że rzeczywiście mykotrofizm powoduje tuberyzację.

Dochodzi on do wniosku, że jedynie badanie dynamiki rozwojowej mykorhizy w ciągu życia osobniczego da klucz do zrozumienia sensu tego współżycia. Stwierdza on jeszcze raz, że ziemniaki w uprawie nie tworzą charakterystycznego współżycia z grzybami, lecz wykazują tylko nieregularne przegrzybienia korzeni bez ścisłej lokalizacji.

Na innych roślinach dzikich, łatwo dostępnych, wśród których istnieją gatunki tuberyzujące i nie tuberyzujące, Magrou (1921) przeprowadza dowód o istnieniu odporności w stosunku do symbiotycznych grzybów u roś-

lin rocznych. Tworzą one przelotne mykorhizy typu tolypofagicznego, które są gwałtownie niszczone w procesie fagocytozy. Natomiast rośliny trwałe tego samego rodzaju wytwarzają mykorhizy typu thamniskofagicznego, w których trawieniu podlegają tylko arbuskule, natomiast główne pnie strzępek infekujących pozostają nietknięte i żywe, rozrastające się dalej i dające nowe arbuskule.

Przy sposobności Magrou wyizolowuje grzyby mykorhizowe z *Solanum dulcamara* w czyste kultury i udaje mu się reinfekcja ziemniaków w czystych kulturach. Powstają typowe mykorhizy typu thamniskofagicznego. Wyizolowany grzyb należy do rodzaju *Mucor* i jest najbliższej spokrewniony z *Mucor hiemalis* Wehmer. Magrou mimo tych powodzeń nie ma zupełnej pewności, że wyizolował właściwego symbionta.

Badania Magrou zainteresowują innych botaników i hodowców francuskich, którzy przeprowadzają wspólne badania na terenach górskich (Costantin, Magrou, Bouget i Jandel, 1934). Badacze ci przenieśli glebę z górskiego pastwiska z wysokości 1400 m na teren dziewiczy w górach na wysokości 2000 m. Wysiane na tej glebie nasiona ziemniaków dały identyczne krzaczki, jak to już w 1914 roku opisał Magrou. Mianowicie wyróżniono rośliny typowe mykotroficzne z mykorhizą thamniskofagiczną, trwałą, i rośliny o mykorhizie efemerycznej typu tolypofagicznego, które infekcję bardzo szybko opanowały a symbiotyczne grzyby strawiły. Ponieważ nie było w zespole pastwiskowym *Solanum dulcamara* ani innej psianki, więc został wyciągnięty wniosek, że symbionty pochodziły z innych roślin. Mykorhiza uzyskana wyżej opisanym sposobem w niczym nie różniła się od mykorhizy uzyskanej przez Magrou przy siewie ziemniaków pod starymi krzakami *Solanum dulcamara*.

Podobne zjawisko obserwował Magrou (1940) w ziemniakach uprawianych na Pic du Midi. Zostały one wysiane w nie nawożoną glebę pastwiska górskiego. Korzenie tych ziemniaków prawie wszystkie były zainfekowane. Tworzyły mykorhizy typu thamniskofagicznego z licznymi pęcherzykami. W tym wypadku próby wyizolowania symbionta powiodły się, lecz grzybnia poza korzeniami rozwijała się bardzo krótko i obumierała. Dodatki biosów do pożywki poprawiały rozwój grzybni, lecz nie utrzymywały go na stałe.

Dla upewnienia się Magrou, Bouget i Douchez (1941) zakładają kultury ziemniaków w Pirenejach i wszędzie spotykają się z identycznym zjawiskiem. Z opisów można wnioskować, że często kłębuszki silnie strawione biorą oni za arbuskule.

Magrou, Bouget i Segretain (1943) przeprowadzają po raz pierwszy w 1943 roku doświadczenie z wysiewem ziemniaków w Pirenejach na glebie zbadanej chemicznie. Stwierdzają obecność tylko azotu organicznie związanego, brak wapnia i brak procesów nitryfikacyjnych. Autorzy wnioskujeją więc, że w wyżej wymienionych warunkach ziemniaki są skazane na pobieranie azotu przy pomocy grzyba. Jest to przypuszczalnie *lapsus linguae*, gdyż nie chodzi tu o pobieranie azotu organicznego z gleby, do czego są zdolne korzenie ziemniaków, lecz o późniejsze udostępnienie tego azotu roślinie zielonej, co może mieć miejsce w metabolizmie komórek zajętych przez grzyby.

Jeden z wyżej wymienionych autorów równocześnie przeprowadził badania nad ciśnieniem soku komórkowego ziemniaków w różnych sta-



diach rozwojowych i stwierdził, że bulwki zaczynają się tworzyć dopiero wówczas, gdy ciśnienie osiągnie pewną krytyczną wielkość, poniżej tego ciśnienia bulwy się nie tworzą. Wzrost ciśnienia zaś może być powodowany przez symbionta mykorhizowego, który zawsze hydrolizuje skrobię, zamieniając ją na cukry.

Przy tej sposobności zespół autorski stwierdził, że pozyskiwanie nasiennych bulw ziemniaczanych w górach ma tę wyższość nad nasieniami pozyskanymi w nizinach, że materiał górski jest pozbawiony obciążenia chorobami wirusowymi. Autorzy nie wypowiadają się jednak, na jakiej drodze powstaje tak cenna zdrowotność.

W jednej ze swych ostatnich prac Magrou dochodzi do wniosku, że aby uzyskać ziemniaki symbiotyczne, nie trzeba specjalnych zabiegów, gdyż wystarczy je wysiać w glebę nie uprawianą, gdzie zawsze znajduje się duża ilość roślin mykotroficznych, których symbionty łatwo przechodzą również na korzenie ziemniaków.

Tenże autor uważa, że autotroficzne ziemniaki uprawowe tuberyzują na tej samej zasadzie odpowiedniego ciśnienia soku komórkowego, lecz rolę grzyba symbiotycznego przejmuje rolnik, który przez nawożenie gleby koncentruje roztwory glebowe, te zaś ze swej strony wpływają na podniesienie się ciśnienia soku komórkowego. Tezę swą Magrou popiera ścisłymi doświadczeniami fizjologicznymi przeprowadzonymi na pożywcę Knopa z dodatkiem glukozy lub gliceryny. Dopiero przy pewnej koncentracji roztworu zaczynają powstawać bulwki. Stąd wniosek Magrou, że tuberyzacja zaczyna się dopiero po przekroczeniu pewnego krytycznego ciśnienia osmotycznego komórek.

Do bezkrytycznych prac można zaliczyć najnowszą pracę Sieversa (1953), który usiłował podważyć doświadczenia Magrou i jego szkoły. Autor ten przeprowadza badania na różnych glebach Niemiec, lecz nie podaje ich składu chemicznego. Twierdzi on, że mykorhiza występuje u ziemniaków na różnych glebach bez względu na odczyn, żyzność, strukturę itp. Jednakże z jego tablic można wyczytać, że mykorhizy znajdował tylko na glebach nie uprawianych, co potwierdza tezę Magrou.

Sievers zaprzecza teoriom Magrou i Costantin o roli grzybów w metabolizmie komórkowym u ziemniaków. Twierdzi on, że nikła łączność między grzybnią wewnętrzną i grzybnią zewnętrzną przeczy możliwości pobierania tą drogą roztworów glebowych, a przede wszystkim organicznie związanego azotu w humusie. Jednocześnie Sievers cytuje badania Wintera, które wykazały, że rośliny mogą pobierać korzeniami olbrzymie ilości antybiotyków, jak penicylina lub streptomycyna i przewodzić je aż do liści.

Takie zestawienie wydaje się autorowi korzystne dla jego tezy. Jednakże w gruncie rzeczy wykazuje tylko brak znajomości fizjologii komórek mykotroficznych w mykorhizie endotroficznej.

Gautheret w swych badaniach nad tkankami hodowanymi *in vitro*, a w szczególności nad tkankami roślinnymi, dowiódł, że tkanki roślin zielonych mogą żywić się azotem organicznym, a więc aminokwasami i peptonami.

W komórkach mykotroficznych znaleziono fermenty proteolityczne, gdy więc złożone związki białkowe humusu przenikną do korzeni, mogą być z łatwością rozbite na peptony lub aminokwasy. W tej zaś formie



są już bezpośrednio dostępne roślinom zielonym. Rośliny zaś autotroficzne nie posiadają możliwości rozbicia drobin białkowych, gdyż nie wytwarzają w korzeniach fermentów proteolitycznych. Z powyższego wynika, że pogląd na pośrednictwo grzyba w pobieraniu azotu organicznego z gleby jest słuszny.

Bez przeprowadzenia krytycznych badań zaprzecza również Sievers (1953) wpływom infekcji mykorhizowych na odporność przeciw chorobom wirusowym. Trudno powiedzieć kto ma rację, lecz gdy przyjmiemy, że wirusy są dużymi drobinami białka i że krążą w roślinie, to znów obecność fermentów proteolitycznych w mykorhizach nasuwa nam możliwość przypuszczenia, że drobinny wirus przechodząc przez mykotroficzne części korzeni mogą być rozbijane (trawione) i dzięki temu rośliny mykotroficzne nie będą tak silnie opanowywane przez wirusy jak rośliny pozbawione fermentów proteolitycznych. Ciekawą jest rzeczą czy rośliny mięsożerne (owadożerne) są atakowane i porażane przez wirusy?

Na podstawie zaś wszystkich opisów, jakie daje Sievers (1953), dochodzi się do wniosku, że nie miał on do czynienia z właściwymi symbiontami ziemniaków, lecz z ich formami słabymi, które trudno jest traktować jako zjawisko właściwe dla ziemniaków dzikich. Sceptycyzm wyrażony w jego pracy o 50-letnich pracach uczonych francuskich polega więc na braku doświadczenia w zagadnieniach mykotrofizmu. Poza tym imputuje on Magrou i współpracownikom twierdzenia, których nie wypowiedzieli, mianowicie nigdy oni nie twierdzili, że mykorhiza wpływa dodatnio na zdrowotność sadzaniaków wyprodukowanych w górach, lecz podają, że sadzeniaki ziemniaczane wyprodukowane w górach mają tę wyższość nad sadzaniakami produkowanymi w nizinach, że nie są obciążone chorobami wirusowymi; to zaś twierdzenie znane jest wszystkim hodowcom. Być może, że polega to na braku w wyższych położeniach górskich owadów ssących, które przenoszą wirusy.

We wnioskach swych Sievers dochodzi do konkluzji, że grzyby wywołujące mykorhizy są słabymi, obligatorycznymi pasożytami korzeni. Nie udało mu się wyszczepić ich i hodować w czystych kulturach, uważa więc, że są bardzo uzależnione od zielonego żywiciela. Podobne wyniki otrzymał Magrou i jego wnioski co do typu współżycia endofitów z roślinami zielonymi skłaniają się do przyjęcia tezy, że są to słabe pasożyty, których działalność jest kontrolowana i ograniczana przez rośliny zielone.

Pogląd ten w zupełności znajduje pokrycie w definicji mykorhizy opublikowanej przez Dominika (1935), gdzie znajdujemy następującą myśl: „Łączność ta nie jest czymś stałym, co by można nazwać jedno lub drugostronnym pasożytowaniem, lecz nie jest także symbiozą mutualistyczną, składa się bowiem z łańcucha momentów, w których albo roślina wyższa, albo grzyb są upośledzone. Momenty te zmieniają się często w zależności od warunków zewnętrznych. W krańcowych przypadkach może dojść do jednostronnego pasożytwania, gdzie stroną pasożytującą może być tak samo roślina zielona, jak i grzyb“.

Takie pojęcie mykorhizy tłumaczy dlaczego Sievers widzi w niej tylko strony ujemne, a Magrou dodatnie. Zależy to od nastawienia autora, sposobu prowadzenia obserwacji i obfitości materiału. Pojedyncze fragmenty współżycia mogą przedstawiać się jako niekorzystne dla rośliny

zielonej, jednak w ogólnym bilansie to „słabe pasożytowanie“ okazuje się zjawiskiem korzystnym.

Trafne zdanie o roli mykorhizy wypowiedział Williams. Według niego „grzybnia mykorhizowa, jako organizm bezchlorofilowy, rozkłada substancje organiczne, kwasy: ulminowy i apokrenowy, wykorzystując ich bogatą zawartość azotu i równocześnie zaopatruje w przyswajalny azot swego symbionta zielonego“. Dla mykorhizy endotroficznej można tu wprowadzić poprawkę, że nie „zaopatruje w przyswajalny azot“, lecz przetwarza azot organiczny na aminokwasy i peptony wewnątrz korzeni.

Trzeba jeszcze wrócić do zdobyczy Magrou i jego szkoły, oraz Sieversa na polu badań mykorhizowych. Otóż u wszystkich tych autorów spotykamy twierdzenie, że mykorhizy nie wytwarzają się na glebach przerabianych lub wytwarzają się bardzo rzadko i nie typowo, za to na glebach odłogujących lub nie uprawianych rozwijają się z reguły zupełnie dobrze i obficie. Stwierdzenie to znajduje poparcie w licznych pracach Dominika (1949 — 1953) i współpracowników, którzy stwierdzili w swych badaniach, że jednym z kardynalnych warunków tworzenia się mykorhiz jest „ustalenie się podłoża“ oraz zestaw gatunkowy zespołów roślinnych, pod czym rozumieją tak rośliny zielone jak i mikrobiocenozę glebową.

Z powyższego wynika, że ziemniaki, które uprawiamy na glebach stale przewracanych, nie będą nigdy tworzyły mykorhiz właściwych sobie w stanie dzikim.

Jest to kompletny przegląd wiadomości z literatury na temat zagadnienia mykotrofizmu u ziemniaków.

\* \* \*

Wszystkie dotychczasowe badania nad mykorhizą ziemniaków, prócz jednej pracy Magrou, nie uwzględniły chemizmu gleb. Dlatego postanowiłam przebadać ziemniaki uprawiane w bardzo różnych terenach klimatycznych i glebowych Polski, aby dowiedzieć się jak zachowują się u nas ziemniaki i od czego zależy ich odżywianie. Czy są autotroficzne i skazane tylko na gotowe związki w roztworach glebowych, czy też w pewnych warunkach wchodzą w stosunki z grzybami i przy ich pomocy sięgają do związków próchnicowych.

Materiały zostały zebrane znad Bałtyku, w odległości kilkuset metrów od brzegu, z okolic Wrocławia, oraz z Wysokich Tatr. Równocześnie zrobiono dokładne analizy glebowe z rozdziałem na azot organiczny, azotanowy i amoniakalny. Poza azotem uwzględniono potas i fosfor.

Badania materiału korzeniowego prowadziłam metodą parafinową, skrawki cięłam mikrotomem saneczkowym. Najlepsze okazały się grubości 15 mikronów. Preparatów nie barwiłam, lecz zatapiałam wprost w balsamie kanadyjskim. Oko zaprawione do delikatnych preparatów mykorhizowych, wykonanych z korzeni roślin zielnych, dobrze wyróżnia strzępki grzybowe wewnątrz tkanek bez pomocy barwienia.

Zbiory i badania prowadziłam w ciągu dwóch okresów wegetacyjnych. Przebadałam korzenie z kilkudziesięciu roślin z każdego stanowiska.

Analizy chemiczne wszystkich gleb, z których pobierałam próbki ziemniaków do badań mikroskopowych, zestawione są w załączonej tabeli.

Odczyn gleb wahał się między pH = 4,5 — 5,5, a zatem był odpowiedni dla rozwoju ziemniaków. Analizy glebowe wykonała Stacja Che-

miczno-Rolnicza IUNG we Wrocławiu. Z zestawienia wynika, że wszystkie gleby, na których uprawiano ziemniaki, były dostatecznie zaopatrzone (a niektóre przenawożone) w potas i azot.

Gatunek gleby	K <sub>2</sub> O wg Egnera w mg na 100 g gleby	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> wg Egnera w mg na 100 g gleby	N amoniakalny w mg na 100 g gleby	N azotanowy w mg na 100 g gleby	Substancji organicznej w %
Piaszczysta	7,0	20,0	0,74	1,40	0,62
Gliniasta	6,0	20,0	1,24	2,48	1,01
Gliniasta	8,0	9,6	0,82	1,32	0,98
Gleba górską z Rościszowa	41,0	8,0	1,64	2,48	1,78
Gleba górską z Łysej Polany	21,0	20,0	0,41	5,38	2,07
Gleba górską z Łysej Polany	14,0	6,2	3,01	1,88	3,5
Gleba ogrodowa	50,0	20,0	4,51	15,04	4,2
Gleba inspektowa	39,0	20,0	4,17	3,92	4,9

Jedynie na glebie inspektowej i ogrodowej hodowano ziemniaki z nasion. Na innych glebach były one rozmnażane przez bulwy.

Wszystkie przebadane systemy korzeniowe ziemniaków wykazywały dość jednolite cechy, aby je rozpatrzyć wspólnie. Mianowicie w najcieńszych korzonkach, które u roślin dzikich w większości przypadków są siedzibą grzybów symbiotycznych, znajdowałam tylko sporadycznie strzępki w niektórych komórkach zewnętrznych kory pierwotnej. Strzępki te układały się dość rozmaicie: jedne przenikały przez wiele komórek wzdłuż osi korzeniowej, inne nieregularnie przerastały sąsiadujące komórki, nie wykazując cech charakterystycznych dla mykorhizy endotroficznej; inne wreszcie wrósłszy do wnętrza komórki mięksiszowej rozwijały się wewnątrz, tworząc nieudolne kłębuszki. Bardzo rzadko widać było reakcję komórek ziemniaka, która polegała na bezładnym trawieniu fragmentów strzępek tuż przy powierzchni korzeni.

Innych obrazów infekcji nie napotkałam. Te zaś, które opisuję, nie mają nic wspólnego z mykorhizą. Są to pospolite w świecie roślin ataki grzybów pasożytniczych lub półsaprofitycznych, które szczegółowo zostały opisane już w 1901 roku przez Bernard.

Z badań moich można wysnuć zupełnie pewny wniosek, że ziemniaki w uprawie, w glebach obfitujących w sole mineralne, gdzie ciśnienie soku komórkowego jest dostatecznie wysokie, nie tworzą mykorhizy, a tuberyzacja ma miejsce już w krótkim czasie po wykiełkowaniu z nasion. Obserwacja ta potwierdzałaby więc tezy Magrou.

Zupełnie inaczej może się przedstawiać stan korzeni i tuberyzacja w glebach ubogich, naturalnych, nie nawożonych, lecz sprawa ta mogłaby być tematem innej pracy. Prace takie były prowadzone przez licznych autorów, cytowanych powyżej i zasługują w zupełności na zaufanie.

Przytoczę tu jeszcze wynik pracy zbiorowej Cooper, Rieman, Hougas, Stokes i Gąsiorkiewicz (1952), którzy zgodnie z wyżej wypowiedzianymi wnioskami stwierdzają, że ziemniaki w uprawie nie tworzą mykorhiz, lecz są czasem przerośnięte „mycelium mykorhizoidalnym“. W te same prace



w próbach hodowli ziemniaków z nasion na podłożu wysterylizowanym uzyskano rośliny nie tworzące ani stolonów ani bulw. Nie jest podany skład chemiczny podłoża, więc trudno wyciągać jakiegokolwiek wnioski.

Z wszystkich badań nad mykotrofizmem ziemniaków można wyciągnąć zgodne wnioski, że ziemniaki dzikie są mykotroficzne, a ziemniaki uprawiane — autotroficzne (przynajmniej w stosunku do grzybów). Życie samodzielne ułatwia ziemniakom rolnik, nawożąc glebę i utrzymując odpowiednio wysokie ciśnienie roztworu glebowego. Tego rodzaju stan pozwala na dość łatwe wpływianie nawozami na jakość i ilość plonów.

Sumując wszystkie dotychczasowe wyniki badań nad mykotrofizmem ziemniaków można ustalić następujące dane:

1. Gatunki trwałe rodzaju *Solanum* tworzą mykorhizy endotroficzne typu thamniskofagicznego.
2. Mykotrofizm rodzaju *Solanum* jest ściśle związany z glebami nie uprawianymi.
3. Wśród rodzimych gatunków z rodzaju *Solanum*, występujących dziko, jedynie *Solanum dulcamara* tworzy regularne mykorhizy.
4. Symbionty grzybowe *Solanum dulcamara* mogą infekować i tworzyć mykorhizy z ziemniakiem uprawianym.
5. Nie tylko symbionty *Solanum dulcamara* mogą infekować korzenie ziemniaków, lecz i inne grzyby, rozwijające się w glebach nie uprawianych.
6. Liczni autorzy zgadzają się, że infekcja mykorhizowa u ziemniaków dzikich wpływa dodatnio na rozwój i pojawianie się bulw.
7. Rolę fizjologiczną infekcji mykorhizowej (czy wszechstronnie?) w uprawie zastępuje nawożenie, zwiększające ciśnienie soku komórkowego w ziemniakach.
8. Z powyższego wynika, że ziemniaki są mykotroficzne fakultatywnie. Tego rodzaju współżycie daje ziemniakom szersze możliwości przystosowywania się do warunków ekologicznych.
9. Ziemniak nie posiada wyspecjalizowanych gatunków czy odmian symbiontów grzybowych.
10. Grzyby symbiotyczne występują na wszystkich glebach nie uprawianych (nieużytkach, pastwiskach, ugorach itp.).
11. Zjawiska towarzyszące mykorhizie wskazują, że grzyby tworzące ją u ziemniaków należą do klasy *Phycomycetes*.

Składam podziękowanie prof. dr inż. Tadeuszowi Dominikowi za opiekowanie się i kierowanie moimi pracami naukowymi na tematy mykotrofizmu.

#### LITERATURA

1. B e r n a r d N.: Sur la tuberisation de la Pomme de terre. Compt. Rend. d. l'Acad. Sci. 1901. Tom 132, str. 355-57.
2. B e r n a r d N.: Les mycorrhizes des *Solanum*. Annales Sci. Natur. 1911. Serie 9. Botanique. Tom XIV, str. 235-258.
3. B u r g e f f H.: Problematik der Mykorhiza. Die Naturwissenschaften. 1943. Jahrg. 31.

4. C o s t a n t i n, M a g r o u, B o u g e t i J a n d e l: Production expérimentale des mycorrhizes chez la Pomme de terre. *Compt. Rend. d. l'Acad. Sci.* 1934. Tom. 198, str. 1195-97.
5. C o o p e r, R i e m a n, H o u g a s, S t o k e s i G ą s i o r k i e w i c z: Mycorrhizalike mycelium in Potato tubers. *Abs. in Phythopathology.* 1952. Tom 42, str. 42.
6. D o m i n i k T.: Zagadnienie mykorhizy w świetle historii badań. *Kosmos B.* 1935. Tom. 60.
7. D o m i n i k T.: Badanie mykotrofizmu roślinności wydm nadmorskich i śródłądowych. *Acta Soc. Bot. Pol.* 1951. Vol. XXI., str. 125-164.
8. D o m i n i k T. i P a c h l e w s k i R.: Badanie mykotrofizmu zespołów sosnowych nad Bałtykiem (maszynopis). 1953.
9. D o m i n i k T. i N e s p i a k A.: Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych krainy kosodrzewu w granitowych Tatrach. *Acta Soc. Bot. Pol.* 1953. Vol. XXIII.
10. D o m i n i k T.: Próby przeszczepiania mikrobocenozy glebowej drzewostanów sosnowych na tereny rolne. (maszynopis). 1952.
11. D o m i n i k T.: Badania nad mykorhizą niektórych drzew owocowych w ogrodach kórnickich. *Pam. Zakł. Bad. Drzew i Lasu.* 1946. Tom I, str. 5-30.
12. D o m i n i k T.: Występowanie mykorhizy u dzikich drzew owocowych rosnących w lesie. *Acta Soc. Bot. Pol.* 1948. Vol. XIX, str. 169-187.
13. M a g r o u J.: Symbiose et tuberisation chez la Pomme de terre. *Compt. Rend. d. l'Acad. d. Sci.* 1914. Tom. 158, str. 50-53.
14. M a g r o u J.: Symbiose et tuberisation. *Annales Sci. Nat. Bot.* 1921. Serie X. Tom III, str. 181-296.
15. M a g r o u J. i B o u g e t J.: Présence de mycorrhizes chez une pomme de terre retournée à l'état sauvage. *Compt. Rend. d. l'Acad. Sci.* 1938. Tom 207.
16. M a g r o u J. i M a g r o u M.: Essai de culture du champignon symbiotique de la Pomme de terre. *Compt. Rend. d. l'Acad. Sci.* 1940. Tom. 211, str. 234-6.
17. M a g r o u J.: Sur la culture de quelques champignons de mycorrhizes a arbuscules et a vésicules. *Revue générale de Botanique.* 1940. (odbitka autorska, 1-29 str. bez podania tomu).
18. M a g r o u, B o u g e t i D o u c h e z: Sur l'origine des mycorrhizes des Pomme de terre cultivées en montagne. *Compt. rend. de la Soc. de biologie.* 1941. Tom CXXXV, str. 226-7.
19. M a g r o u, B o u g e t i S e g r e t a i n: Semi symbiotiques de Pomme de terre dans les Pyrénées (odbitka autorska). 1943.
20. M a g r o u, D o u c h e z i S e g r e t a i n: Symbiose de la Pomme de terre avec les endophytes de diverses plantes. *Annal. de l'Institut Pasteur.* 1943. Tom 69, str. 246.
21. M a g r o u J.: Facteurs biologiques et physico-chimiques de la tuberisation chez la Pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) *Annal. d. Sci. Natur. Serie Botanique et Zool. Serie 11, Tom IV, str. 97-102* (odbitka autorska bez daty).
22. J a n s e: Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises. *Annal. Jard. bot. de Buitenzorg,* 1897. Tom XIV (według Magrou, 1921).
23. S i e v e r s E.: Untersuchungen über die Mycorrhizen von *Allium* und *Solanum*-Arten. *Archiv für Mikrobiologie.* 1953. Bd. 18. Heft 3, str. 289-321.
24. W i l i a m s W. R.: Sobranie soczinienij w dwienadczeni tomach. 1949.