



SADOWNICTWO EKOLOGICZNE



rolnictwo
ekologiczne

redakcja
Józef Tyburski
Beata Studzińska

15. Wykorzystanie pożytecznych mikroorganizmów w ekologicznej produkcji owoców

Lidia Sas Paszt,

Instytut Ogródnictwa w Skierniewicach

Wprowadzenie

W ostatnich latach wzrasta produkcja i konsumpcja owoców z sadów ekologicznych, co jest wyrazem wzrostu świadomości konsumentów oraz ochrony środowiska naturalnego i zdrowia człowieka. Badania nad rozwojem przyjaznych dla środowiska technik uprawy roślin obejmują wiele aspektów takich jak: hodowla nowych odmian, o podwyższonej odporności na niekorzystne czynniki środowiska, optymalizacja metod nawadniania i nawożenia upraw, wykorzystanie płodozmianu w celu ograniczenia występowania organizmów patogenicznych w glebie, ściółkowania gleby oraz stosowania nawozów pochodzenia naturalnego z aplikacją mikroorganizmów glebowych dla zwiększenia żyzności i różnorodności biologicznej gleby, a także podniesienia odporności roślin na patogeny i szkodniki.

Jednym z bardzo ważnych celów rolnictwa ekologicznego jest utrzymanie gleb w kulturze, w tym odpowiedni sposób nawożenia gleby i roślin. W konwencjonalnej produkcji owoców powszechnie stosuje się mineralne nawozy azotowe. W sadach ekologicznych dla zabezpieczenia zapotrzebowania roślin na N dopuszczalne jest stosowanie naturalnych nawozów oraz środków poprawiających właściwości gleby. Ważną alternatywą mogą być naturalne bionawozy czy stymulatory wzrostu i rozwoju roślin nazywane biostymulatorami. Są to preparaty pochodzenia organicznego (roślinnego lub zwierzęcego), przyjazne dla ludzi i środowiska. Produkowane są na bazie naturalnych ekstraktów z roślin lądowych i wodnych, kompostów, mikroorganizmów (pożyteczne bakterie i grzyby mikoryzowe).

Na rynku europejskim występują nawozy organiczne i środki poprawiające właściwości gleby produkowane na bazie naturalnych ekstraktów z roślin lądowych i wodnych oraz kompostów. Biopreparaty obejmujące ekstrakty z roślin zawierające pożyteczne mikroorganizmy glebowe są także stosowane do zwalczania chorób i szkodników.

Obecnie w Polsce niewiele jest nawozów pochodzenia naturalnego wzbogaconych mikrobiologicznie, odpowiednich dla ekologicznej uprawy i nawożenia roślin sadowniczych. Przegląd tego typu bioproduktów, ich wpływ na wzrost roślin i jakość owoców są przedmiotem niniejszego rozdziału.

Charakterystyka biopreparatów wzbogaconych mikrobiologicznie

Bionawozy zawierają substancję organiczną oraz jeden lub kilka biologicznie aktywnych związków organicznych (aminokwasy, witaminy, enzymy, hormony roślinne), jak również makro i mikroelementy stymulujące wzrost i rozwój roślin uprawnych. Dostarczają roślinom niezbędnych substancji, które są naturalnie syntetyzowane w wielu skomplikowanych procesach biochemicznych powodując oszczędności energii, która

może być wykorzystana do innych przemian w roślinie. Dużą grupę związków stanowią bioregulatory pochodzenia syntetycznego będące przedmiotem badań wielu autorów.

Dotychczasowe badania nad wpływem biopreparatów na wzrost i plonowanie roślin sadowniczych prowadzono głównie na drzewach owocowych i roślinach jagodowych. Badania nad stosowaniem substancji wzrostowych i innych regulatorów wzrostu prowadzone są od kilkudziesięciu lat, jednakże nie jest w pełni poznany wpływ biostymulatorów na procesy fizjologiczne i pobieranie jonów przez rośliny. Na rynku europejskim istnieją tego typu produkty, m.in.: bionawozy organiczno-mineralne, inokula mikoryzowe i bakteryjne, biopreparaty do zwalczania chorób i szkodników. Coraz powszechniej stosowane są w praktyce rolniczej środki pochodzenia naturalnego, m.in. przekompostowane odpady roślinne i/lub zwierzęce. Stosowane są także biopreparaty do zwalczania chorób i szkodników, jak biopestycydy, ekstrakty z tkanek roślin i grzybów, będące szczepionkami zawierającymi żywe mikroorganizmy pasożytnicze, drapieżne lub antagonistyczne w stosunku do patogenów roślinnych.

Odrębną grupę środków stanowią bionawozy wyprodukowane z wykorzystaniem żywych mikroorganizmów, dzięki którym można nawozić rośliny i dodatkowo zabezpieczyć system korzeniowy przed infekcjami. W tej grupie związków znajdują się preparaty, których mechanizm działania można porównać do działania fungicydalnego, w tym preparaty wytwarzane ze specjalnie wyselekcjonowanych bakterii i enzymów. Środki te działają najskuteczniej, jeśli są aplikowane profilaktycznie, tj. od początku uprawy. Stymulują one wzrost i rozwój systemu korzeniowego, który jest zdrowy, silny, o kilkakrotnie większej objętości niż w uprawach konwencjonalnych. Dzięki temu rośliny rozwijają się i rosną lepiej, co zapewnia lepsze plonowanie. Preparaty o działaniu fungicydalnym są zalecane głównie dla upraw sadowniczych, warzywnych i na plantacje szkółkarskie.

Bionawozy o właściwościach nawozowo-ochronnych oparte są głównie na bazie substancji organicznej i olejów parafinowych, a ich stosowanie jest ograniczone do wczesnych faz rozwojowych określonych gatunków drzew owocowych i roślin jagodowych. Dopuszczane są również preparaty oparte na wyciągach roślinnych, np. z czosnku.

Dodanie biopreparatów mikrobiologicznych do roztworów olejowych lub do wyciągów roślinnych umożliwia obniżenie ich koncentracji, a tym samym stosowania ich w późniejszych fazach rozwojowych drzew i krzewów owocowych. Wobec tego w opryskach wykorzystywana będzie mniejsza ilość wywarów oraz ograniczona zostanie liczba zabiegów, co również wiąże się ze zmniejszeniem pracochłonności. Łączne aplikowanie bionawozów czy substancji ochronnych z mikroorganizmami przyczyni się do opracowania innowacyjnych metod stosowania tych biopreparatów.

Badania ryzosfery roślin sadowniczych

Dla prawidłowego rozwoju roślin we wszystkich zbiorowiskach naturalnych, jak również w sadach i uprawach roślin jagodowych, ważny jest prawidłowy rozwój systemu korzeniowego oraz aktywność procesów zachodzących w ryzosferze, włączając korzystne działanie symbiotycznych grzybów mikoryzowych i bakterii ryzosferowych. Arbuskularne grzyby mikoryzowe są ważnym komponentem ryzosfery roślin sadowniczych. Grzybnia mikoryzowa zwiększa powierzchnię chłonną korzeni i dostępność fosforu, natomiast bakterie ryzosferowe (PGPR – plant growth promoting rhizobacteria)

i symbiotyczne grzyby mikoryzowe wspomagają wzrost i rozwój roślin. Bakterie rizosferowe często działają synergistycznie z grzybami mikoryzowymi jako bioprotektanty przeciwko patogenom roślinnym lub produkują związki stymulujące wzrost roślin (witaminy, hormony roślinne).

Korzenie roślin sadowniczych, ich wydzieliny oraz obumierające tkanki, tworzą w rizosferze środowisko życia dla wielu grup mikroorganizmów. Wśród tych mikroorganizmów wyróżniamy: mikroorganizmy **rizoplanowe** (żyjące na powierzchni korzenia) i **endofityczne** (żyjące wewnątrz korzenia) oraz żyjące w przestworach międzykomórkowych korzeni. Są to bakterie i grzyby rizosferowe oraz inne mikroorganizmy glebowe. Liczne spośród tych mikroorganizmów, np. pożyteczne grzyby i bakterie, tworzą symbiozy z roślinami, ale niektóre z nich są groźnymi patogenami roślin uprawnych. Pożyteczne mikroorganizmy zasiedlające korzenie oddziałują w różny sposób na poprawę zdrowotności roślin: jedne utrudniają kolonizację korzeni przez mikroorganizmy patogeniczne, inne zaś stanowią konkurencję pokarmową dla organizmów patogenicznych, a także wydzielają do gleby antybiotyki i inne substancje hamujące rozwój patogenów glebowych. Zaobserwowano, że niektóre niepatogeniczne bakterie rizosferowe potrafią indukować nabytą odporność systemiczną, podobną do indukowanej przez mikroorganizmy patogeniczne (SAR – ang. *systemie acquired resistance*) o mechanizmie działania nieco odmiennym niż SAR. Rozwój i zachowanie tych mikroorganizmów są regulowane poprzez wydzielanie do gleby przez korzenie różnych substancji organicznych, które stanowią dla tych organizmów głównie źródło energii.

Żyjące w glebie mikroorganizmy odpowiadają także za występowanie takich zjawisk niekorzystnych dla rozwoju roślin, jak **choroba replantacyjna roślin**. Stwierdzono istotny wpływ różnych genotypów podkładek jabłoni na wrażliwość drzew jabłoni na chorobę replantacyjną (ARD, ang. *apple replant disease*). Podkładki G30 i CG6210 były bardziej odporne na chorobę replantacyjną niż podkładki M9, M26 i G65. Wrażliwość ta zależy też od rodzaju mikroorganizmów i ich mechanizmów działania. Wykazano, iż drzewa rosnące przed posadzeniem nowego sadu mają wpływ na skład gatunkowy i liczebność bakterii w rizosferze nowych nasadzeń drzew, natomiast na skład populacji grzybów większy wpływ mają nowo posadzone drzewa. Inokulacja korzeni jabłoni grzybem mikoryzowym *Glomus fasciculatum* na „glebie zmęczonej” wpłynęła na poprawę wzrostu drzew i ograniczenie populacji grzybów pasożytniczych (*Micromycetes*) oraz na zwiększenie populacji bakterii diazotroficznych.

Arbuskularne **grzyby mikoryzowe** występują powszechnie w korzeniach drzew i krzewów z rodziny *Rosaceae*: jabłoni, gruszy, wiśni, maliny, jeżyny oraz winorośli i tworzą wewnątrz komórek korzeni arbuskule, czyli rozgałęzienia grzybni (miejsce wymiany składników pokarmowych). Niektóre gatunki roślin sadowniczych z rodziny wrzosowatych, np. borówka wysoka, borówka średnia, borówka czarna, borówka brusznica, żurawina, tworzą mikoryzę erykoidalną, w której strzępki grzyba mikoryzowego wnikają zarówno w przestwory międzykomórkowe jak i do wnętrza komórek korzeni, tworząc struktury w formie zwojów. Mikoryzy arbuskularne wykształcają się na korzeniach drobnych, szczególnie w przypadku dostatku wody. Gdy wody brakuje, mikoryza zanika, ale pojawia się znowu po opadach. Znany jest fakt, że mikoryza silniej występuje na glebach uboższych w składniki mineralne i sprzyja jej słabo kwaśny i kwaśny odczyn gleby.

Grzyby mikoryzowe mają bardzo korzystny wpływ na właściwości adaptacyjne, wzrost i plonowanie roślin sadowniczych. Grzyby te zwiększają efektywność pobierania z gleby składników mineralnych, jak fosfor, azot cynk, miedź, żelazo, bor, a także chronią korzenie roślin uprawnych przed patogenami i szkodnikami.

Bardzo korzystny wpływ na wzrost i rozwój roślin mają też inne grzyby glebowe, m.in. stosowane w komercyjnych **inokulach** gatunki z rodzaju *Trichoderma*. Stanowią one konkurencję dla patogenów glebowych o zasoby dostępne w glebie, ale także niektóre z nich wydzielają do gleby substancje o działaniu zabójczym dla innych grzybów lub wykazują mikopasożytnictwo w stosunku do patogenów roślin uprawnych. Zastosowanie tych grzybów w połączeniu z innymi zabiegami, np. ściółkowaniem, pozwala zredukować zabiegi chemiczne w uprawach sadowniczych. Grzyby te mają również korzystny wpływ na wzrost i plonowanie roślin oraz na kiełkowanie nasion, zwłaszcza poddanych różnorodnym stresom. Wykazano m.in., iż siewki jabłoni rosnące na glebie zakażonej *Phytophthora cactorum*, których korzenie inokulowano grzybem z rodzaju *Trichoderma* lub *Gliocladium*, miały zwiększoną masę oraz mniejsze uszkodzenia korzeni w porównaniu z roślinami kontrolnymi. Podobnie inokulacja korzeni truskawki grzybami *Trichoderma* ograniczając infekcję przez grzyby patogeniczne, spowodowała zwiększenie jej plonowania. Wykazano też korzystny wpływ mikoryzacji i ściółkowania na wzrost wegetatywny i plonowanie oraz poprawę stanu odżywienia roślin sadowniczych składnikami mineralnymi (P, K, Ca, B, F, Mn i Zn).

Substrat mikoryzowy, torfowy, obornik, kompost i trociny w największym stopniu zwiększały wzrost roślin, żyzność gleby i rozwój systemu korzeniowego truskawki, porzeczki czarnej i jabłoni. Stwierdzono m.in., że zastosowanie obornika i trocin wpłynęło na istotne zwiększenie plonu owoców u odmiany 'Gold Milenium', w porównaniu do drzew nawożonych nawozami mineralnymi NPK. Ściółkowanie krzewów porzeczki czarnej trocinami, substratem torfowym i korą zwiększyło plon owoców z poletka (odpowiednio o 50%, 34% i 20%), w porównaniu do krzewów nawożonych NPK. W korzeniach truskawki i porzeczki czarnej największą frekwencję mikoryzową odnotowano po zastosowaniu substratu mikoryzowego (średnio 47%), mniejszą w kombinacji z trocinami (18%), kompostem i słomą (13%), torfem (10%), obornikiem (8%) i korą (5%), a najmniejszą w kontroli NPK (2%). U jabłoni największą frekwencję mikoryzową uzyskano w korzeniach mikoryzowanych (45%), mniejszą w kombinacji z kompostem (19%), trocinami (17%), obornikiem (16%), korą (14%), słomą (13%), torfem (11%), a najmniejszą w korzeniach roślin kontrolnych NPK (5%). Uzyskane wyniki wskazują na istotne zwiększenie wzrostu roślin i stopnia frekwencji mikoryzowej w korzeniach roślin mikoryzowanych i w korzeniach roślin traktowanych ściółkami, w porównaniu do nawożonych NPK. Nawożenie NPK istotnie ogranicza formowanie się asocjacji mikoryzowych w korzeniach roślin sadowniczych.

Pożyteczne mikroorganizmy glebowe, m.in. *Pseudomonas fluorescens*, *Penicillium steckii*, *Paecilomyces marquandii*, *Bacillus subtilis*, stanowią system obrony roślin przed patogenami. Ich mechanizmy działania są bardzo różne. Pożyteczne mikroorganizmy glebowe są otoczkowane alginianem wapnia lub innymi krioprotektantami i w formie kuleczek aplikowane bezpośrednio w strefę systemu korzeniowego w uprawach sadowniczych lub służą jako mikrobiologiczne komponenty nawozów organicznych, biostymulatorów, środków ochrony roślin, kompostów i ulepszczy glebowych.

Badania procesów zachodzących w rizosferze roślin sadowniczych mają istotne znaczenie i obejmują doświadczenia nad określeniem roli naturalnych komponentów biosfery gleby (bakterii i grzybów mikoryzowych) w odżywianiu roślin, ich wzroście i plonowaniu. W tym celu izolowane, identyfikowane i aplikowane są szczepy grzybów mikoryzowych i bakterii o najlepszych właściwościach uprawowych, m.in.:

- stymulujących wzrost i plonowanie roślin,
- wspomagających pobieranie związków mineralnych i wody przez rośliny,
- zwiększających odporność roślin na stresy środowiskowe m.in. o działaniu antagonistycznym w stosunku do patogenów glebowych (tzw. biopestycydy).

Wobec korzystnych oddziaływań pożytecznych mikroorganizmów na wzrost i plonowanie roślin, mikoryzacja jest w coraz większym stopniu praktycznie stosowana w nowoczesnej uprawie roślin. Zwiększenie efektywności pobierania i przyswajania składników odżywczych z biostymulatorów wzbogaconych mikrobiologicznie przyczyni się do ograniczenia stosowania nawozów mineralnych i innych środków produkcji roślin. Ponadto, zanieczyszczenia gleby związane są w strefie rizosfery i w tej części ulegają rizeodegradacji przy udziale mikroorganizmów glebowych.

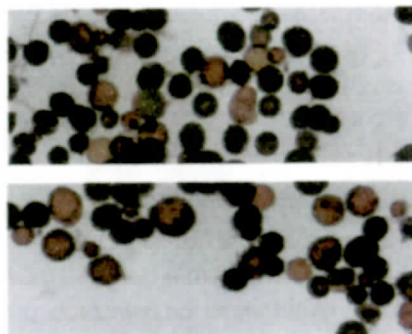
Poznanie bio-fizyko-chemicznych procesów zachodzących w rizosferze oraz roli symbiotycznych mikroorganizmów, mających największy wpływ na dostępność i pobieranie składników odżywczych przyczyni się do rozwoju ekologicznych metod uprawy roślin sadowniczych. W celu lepszego zrozumienia mechanizmu działania mikroorganizmów rizosferowych niezbędna jest ich identyfikacja oraz ocena efektywności ich działania. Identyfikację mikroorganizmów oraz ocenę aktywności mikrobiologicznej gleby prowadzi się w celu określenia bioróżnorodności mikroorganizmów glebowych oraz wpływu warunków środowiska i działalności człowieka na wielkość ich populacji w glebie. Do identyfikacji bakterii i grzybów mikoryzowych wykorzystywane są konwencjonalne techniki mikroskopowe oraz techniki biologii molekularnej, oparte na analizie DNA, który stanowi stabilny składnik genomu każdego organizmu i jest niezależny od warunków środowiska. Analiza RNA pozwala ocenić aktywność mikrobiologiczną gleby. Techniki stosowane do identyfikacji szczepów bakterii i grzybów mikoryzowych wykorzystują zróżnicowanie mikroorganizmów w obrębie rybosomalnego DNA (rDNA), składającego się z konserwatywnych domen przedzielonych zmiennymi regionami. W ostatnich latach stosuje się technikę PCR w czasie rzeczywistym, która pozwala zidentyfikować mikroorganizmy oraz określić ilościowo matrycę DNA testowanego genotypu.

Metody aplikacji biopreparatów w uprawach polowych

Właściwy sposób aplikacji środków ochrony roślin i nawozów w ekologicznej produkcji roślin jest jednym z kluczowych elementów skuteczności ich działania. Wymogi ochrony środowiska naturalnego i zdrowia człowieka ukierunkowują produkcję rolniczą na system ekologiczny. Prowadzi to do coraz szerszego stosowania omawianych w tej pracy bionawozów, środków ochrony roślin i ulepszaczy glebowych. Nowe rodzaje preparatów wymagają jednak opracowania nowych środków technicznych i zasad ich stosowania, pozwalających na skuteczną ich aplikację w warunkach produkcji towarowej. Stąd tak ważnym jest rozwój nowych metod aplikacji biopreparatów, m.in. zapewnienie

odpowiednich parametrów ich stosowania, tak by nie zmniejszyć wielkości populacji/ efektywności działania żywych mikroorganizmów obecnych w biopreparatach (bakterie, grzyby mikoryzowe).

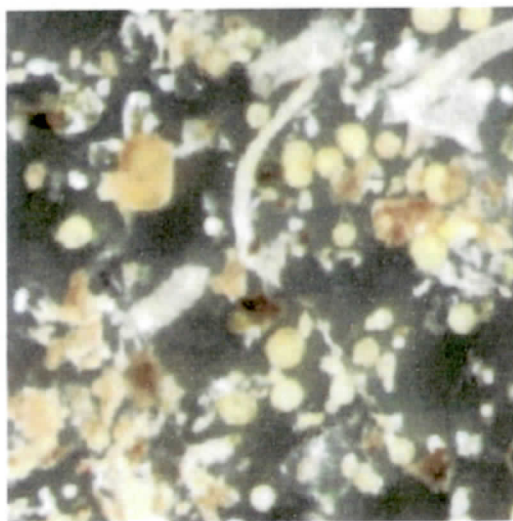
Nowe preparaty pochodzenia organicznego stosowane w rolnictwie ekologicznym w znacznym stopniu różnią się właściwościami fizycznymi od syntetycznych środków chemicznych, używanych w rolnictwie konwencjonalnym. Poważny problem techniczny stanowi precyzyjne rozkładanie preparatów z grupy substratów organicznych. Nowoczesne opryskiwacze i rozsiewacze nawozów z automatyką regulacji parametrów roboczych (komputery pokładowe) umożliwiają odpowiednią aplikację preparatów w produkcji ekologicznej. W celu ulepszenia rozwiązań technicznych dostosowywane są parametry pracy rozrzutników obornika oraz aplikatorów preparatów doglebowych.



Fotografia 15.1.

Od lewej zamrażanie wyizolowanych spor grzybów mikoryzowych oraz spory tych grzybów w krioprotektancie. Fot. Pracownia Rizosfery

Obecnie opracowywane są bionawozy i biostymulatory oraz środki ochrony roślin wzbogacone mikrobiologicznie poprzez włączenie pożytecznych mikroorganizmów gle-



Fotografia 15.2. Spory grzybów mikoryzowych (AMF) podczas izolacji. Fot. Pracownia Rizosfery

bowych do istniejących bioproduktów. W tym celu spory symbiotycznych grzybów mikoryzowych i pożyteczne bakterie rizoferowe gromadzi się i przechowuje w roztworach krioprotektantów się w SymbioBanku w temperaturze -80°C (fot. 15.1 i 15.2). Symbio-Bank jest kolekcją pożytecznych mikroorganizmów glebowych, które zostały wyizolowane ze strefy korzeni, z ekologicznych sadów i plantacji roślin jagodowych oraz z dziko rosnących odmian roślin sadowniczych, (rosnących m.in. na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego). Najbardziej wartościowe szczepy i gatunki tych mikroorganizmów są składnikami inokulów bakteryjno-mikoryzowych, a także komponentami bionawozów i biostymulatorów (fot. 15.2). Dzięki temu bioprodukty wzbogacone mikrobiologicznie są bardziej skuteczne w stymulacji wzrostu i plonowania roślin sadowniczych, a także w ochronie roślin przed patogenami i szkodliwymi nicieniami glebowymi.

Ekologiczne metody nawożenia w szkółkach i sadach

Młode rośliny w szkółce ekologicznej będące na etapie podkładek przeznaczonych do okulizacji, czy okulantów wybranych odmian roślin sadowniczych, często cierpią na niedostatek składników mineralnych, niezbędnych do ich normalnego wzrostu i rozwoju. Objawia się to przeważnie zielono-żółtym kolorem liści lub słabym przyrostem pędów. Niedożywione podkładki słabo zrastają się z założonymi na nie oczkami szlachetnych odmian drzew owocowych, a wyrastające z nich okulanty przeważnie nie osiągają wymaganych rozmiarów. Nieprawidłowo odżywione rośliny w szkółce ekologicznej są znacznie mniejsze od tych, jakie uzyskuje się w szkółkach konwencjonalnych, gdzie dozwolone jest stosowanie mineralnego N. W tym przypadku oprócz obornika, kompostów, handlowych nawozów organicznych bogatych w N, możliwe jest również nawożenie roślin preparatami organicznymi, jednak ich skład i sposób aplikacji w szkółce nie są jeszcze dostatecznie opracowane, uwzględniając wymagania pokarmowe roślin.

Wiadomym jest, że inokulacja korzeni roślin symbiotycznymi mikroorganizmami sprzyja ich lepszemu wzrostowi, szczególnie we wczesnych stadiach ich rozwoju i jest skuteczna przy niskim poziomie nawożenia fosforem. W przypadku roślin rozmnażanych *in vitro* technika ta poprawia aklimatyzację roślin w szklarni oraz stymuluje rozwój i produktywność roślin po ich wysadzeniu w polu.

Młode drzewka w dwóch pierwszych latach wzrostu w sadzie ekologicznym mogą rosnąć i rozwijać się prawidłowo. Problem z odżywianiem tych drzewek zaczyna się z chwilą ich wejścia w okres owocowania. Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że u drzew owocujących z roku na rok w coraz większym stopniu może występować deficyt składników mineralnych. Odbija się to niekorzystnie na jakości plonów i przyspiesza proces starzenia się drzew. Dolistna aplikacja wyciągów z różnych roślin czy dogłębne stosowanie związków próchnicznych są zabiegami poprawiającymi stan odżywienia roślin w składniki mineralne.

Podsumowanie

W praktyce sadowniczej można zauważyć tendencję zwiększonego zainteresowania ekologicznymi metodami produkcji owoców. Istnieje ku temu wiele powodów, wśród których wymienić można: obawy konsumentów o pozostałości szkodliwych substancji w owocach, obecne trendy w ustawodawstwie i zmniejszanie ilości dopuszczo-

nych do użytku pestycydów, pojawianie się nowych odpornych ras szkodników oraz niszczenie pożytecznej fauny, w tym owadów zapylających oraz wzrost świadomości o wpływie konsumpcji owoców na zdrowie.

Pozostało jednak jeszcze kilka technicznych aspektów, które nadal wymagają zbadania, aby móc zoptymalizować naturalne metody produkcji owoców, a w szczególności:

- opracowanie bioproduktów do żywienia i ochrony roślin z wykorzystaniem korzystnych interakcji pomiędzy roślinami a mikroorganizmami glebowymi,
- optymalizacja zabiegów agrotechnicznych, które mogą zwiększyć produkcję i dochód z produkcji sadowniczej,
- opracowanie nowych maszyn do aplikacji bioproduktów, które mogłyby zwiększyć skuteczność stosowanych środków w rolnictwie ekologicznym.

Publikacja powstała w ramach projektu "Opracowanie Innowacyjnych Produktów i Technologii dla Ekologicznej Uprawy Roślin Sadowniczych", akronim EkoTechProdukt, współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Regionalnego, Program Innowacyjna Gospodarka 2007–2013, Poddziałanie 1.3.1 PO IG.

PIŚMIENNICTWO

- AZCÓN-AGUILAR C., JAIZME-VEGA M.C., CALVET C. 2002. The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to the control of soil-borne plant pathogens. In: Gianinazzi S., Schuepp H., Barea J.M., Haselwandter K. (eds.). Mycorrhizal technology in agriculture. Birkhauser Verlag, Switzerland, pp. 187–197.
- ČATSKÁ V. 1994. Interrelationships between vesicular-arbuscular mycorrhiza and rhizosphere microflora in apple replant disease. *Biologia Plantarum* 36(1): 99–104.
- EL-HASAN A., WALKER F., SCHÖNE J., BUCHENAUER H. 2009. Detection of Viridiofungin A and other antifungal metabolites excreted by *Trichoderma harzianum* active against different plant pathogens. *Eur. J. Plant Pathol.* 124: 457–470.
- GLUSZEK S., SAS-PASZT L., SUMOROK B., DERKOWSKA E. 2008. Wpływ mikoryzy na wzrost i plonowanie roślin ogrodnich. *Post. Nauk Rol.* 6: 11–22.
- HOŁOWNICKI R. 2006. Miejsce agroinżynierii w rozwoju produkcji ogrodnich w Polsce. *Inżynieria Rolnicza* Vol. 11(86): 135–146.
- LOVATO P., SCHUEPP H., TROUVELOT A., GIANINAZZI S. 1995. Application of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in orchard and ornamental plants. In: Varma A., Hock B. (eds.). *Mycorrhiza: structure, function, molecular biology and biotechnology*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 443–467.
- MALUSÁ E., SAS PASZT L., POPIŃSKA V., ŽURAWICZ E. 2006. The effect of a substrate containing arbuscular mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms and foliar fertilization on growth response and rhizosphere pH of three strawberry cultivars. *Int. J. Fruit Sci.* 6: 25–41.

- READ D.J. 1996. The structure and function of the ericoid mycorrhizal root. *Ann. Bot.* 77: 365–374.
- SAS L., MERCIK S., MATYSIAK B. 1999. Rola rizosfery w mineralnym odżywianiu się roślin. *Postępy Nauk Rolniczych* 1999, 6: 27–36.
- SAS PASZT L., DERKOWSKA E., GŁUSZEK S., SUMOROK B., FRĄC M., ŻURAWICZ E. 2010. Zastosowanie mikoryzacji i ściółkowania w uprawie porzeczki czarnej i jabłoni. Instrukcja wdrożeniowa.
- SAS PASZT L., GŁUSZEK S. 2007. Nowoczesne metody w badaniach rizosfery roślin sadowniczych. *Postępy Nauk Rolniczych*. 5/2007: 51–63.
- SAS PASZT L., ŻURAWICZ E., PLUTA S., LEWANDOWSKI M. 2006. Zastosowanie mikoryzacji i ściółkowania w uprawie roślin truskawki. Instrukcja wdrożeniowa.
- TERMORSHUIZEN A.J., MOOLENAAR S.W., VEEKEN A.H.M., BLOK W.J. 2004. The value of compost. *Rev Environ. Sci. Biotechnol.* 3: 343–347.
- VAN LOON L.C., BAKKER P.A.H.M. 2006. Root-associated bacteria inducing systemic resistance In: Gnanamanickam S.S. "Plant Associated Bacteria" Springer, The Netherlands: 269–316.
- VESSEY J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil* 255: 571–586.
- WHIPPS J.M. 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 52, 487–511.