



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Dobór odmian a efektywność mikroorganizmów i stymulatorów

Opracowanie dotyczy kursu:

“Niewidoczne zielone stymulatory stosowane w rolnictwie,”



Opracowanie: Artur Paszkowski, Polska Izba Nasienna w Poznaniu

Opracowanie przygotowane w związku z realizacją projektu:

Najlepsi z natury! Podnoszenie kompetencji osób dorosłych przez UPP,
nr umowy o dofinansowanie FERS.01.05-IP.08-0469/23



Wstęp Polska Izba Nasienna

[Polska Izba Nasienna \(PIN\)](#) jest izbą gospodarczą branży hodowlano-nasiennej w Polsce.

Początki powstawania Izby sięgają lat 90-tych XX wieku, a tradycja samorządu branżowego związana jest z przedwojennymi tradycjami Związku Hodowców Roślin i Wytwórców Nasion (i Kupców Nasiennych). W chwili obecnej zrzeszonych jest około 90 firm krajowych oraz zagranicznych razem stanowiąc większościowy udział obrotów rynku nasion rolniczych, warzywnych oraz ozdobnych. Członkami PIN są firmy hodowlane i nasienne oraz dystrybutorzy materiału siewnego. Podmioty te wspólnie działają na rzecz rozwoju hodowli i nasiennictwa, wspólnie są odpowiedzialne za wdrożenie postępu biologicznego do praktyki rolnej. PIN poprzez członkostwo w [Światowej Federacji Nasiennnej \(ISF\)](#) oraz [Europejskim Stowarzyszeniu Nasiennym - Euroseeds](#) jest łącznikiem krajowego sektora z rynkami Europy i Świata.

Priorytetem działania Polskiej Izby Nasiennnej jest:

„Zwiększenie efektywności produkcji rolnej przez wykorzystanie potencjału biologicznego dzięki zwiększeniu użycia kwalifikowanego materiału siewnego”.



Dobór odmian

Współczesne rolnictwo stoi przed wieloma wyzwaniami, które wymagają precyzyjnego planowania i wykorzystania nowoczesnych rozwiązań. Jednym z kluczowych elementów decydujących o sukcesie upraw jest odpowiedni dobór odmian roślin. Wybór ten ma bezpośredni wpływ na plonowanie, odporność na czynniki stresowe biotyczne i abiotyczne oraz dostosowanie do lokalnych warunków glebowo-klimatycznych.

Wyzwania stojące przed rolnikami:

1. **Zmienność klimatu** – Ekstremalne zjawiska pogodowe, takie jak susze, nawałne deszcze, wiatr czy przymrozki, wymagają stosowania odmian odpornych na stres abiotyczny.
2. **Choroby i szkodniki** – Presja ze strony patogenów i agrofagów zmusza do wyboru odmian o podwyższonej odporności lub tolerancji na agrofagi.
3. **Wymagania rynkowe** – Konsumenci i przetwórcy oczekują produktów o określonych parametrach jakościowych, co wpływa na decyzje odmianowe.

Współczesne rolnictwo mierzy się z coraz większą presją ze strony chorób i szkodników, co stanowi poważne wyzwanie dla stabilności i opłacalności produkcji roślinnej. Zmiany klimatu, intensyfikacja upraw, globalny handel materiałem roślinnym oraz ograniczenia w stosowaniu środków ochrony roślin przyczyniają się do wzrostu zagrożeń fitosanitarnych.

Dobór odmian a efektywność mikroorganizmów i stymulatorów

Dobór odpowiedniej odmiany rośliny uprawnej może być ważnym czynnikiem wpływającym na skuteczność stosowanych mikroorganizmów oraz stymulatorów wzrostu. Współczesne badania potwierdzają, że reakcja roślin na inokulację mikrobiologiczną oraz aplikację biostymulatorów nie jest jednakowa w przypadku różnych genotypów, nawet w obrębie jednego gatunku. Oznacza to, że nie każda odmiana wykazuje taki sam potencjał do współpracy z określonym mikroorganizmem czy do wykorzystania określonego biopreparatu. Zjawisko to wynika z różnic genetycznych, fizjologicznych oraz biochemicznych poszczególnych odmian, które determinują ich zdolność do nawiązywania korzystnych relacji z mikroorganizmami i reagowania na związki stymulujące wzrost.



Interakcje genotyp – mikroorganizm

Rośliny różnią się pod względem zdolności do kolonizacji przez bakterie i grzyby symbiotyczne. Niektóre odmiany charakteryzują się większym potencjałem do tworzenia efektywnej mikoryzy czy do wiązania azotu dzięki współpracy z bakteriami brodawkowymi. Dzieje się tak dlatego, że u różnych odmian ekspresja genów odpowiedzialnych za rozpoznawanie mikroorganizmów może się znacząco różnić. Na przykład, tylko niektóre odmiany soi skutecznie współpracują z konkretnymi szczepami bakterii z rodzaju *Bradyrhizobium*, tworząc liczne i aktywne brodawki korzeniowe. Podobnie w przypadku kukurydzy – różnice między odmianami mogą warunkować zdolność do interakcji z bakteriami z rodzaju *Azospirillum*, wpływając bezpośrednio na wzrost systemu korzeniowego i pobieranie składników pokarmowych.

Analogicznie, skuteczność preparatów mikoryzowych zależy od podatności odmiany na kolonizację przez grzyby. Niektóre odmiany pszenicy czy cebuli wykazują wyraźnie wyższy poziom zasiedlenia korzeni przez mikoryzę niż inne, co przekłada się na lepsze wykorzystanie fosforu z gleby i poprawę kondycji roślin w okresach stresowych (np. suszy).

Różnice odmianowe w odpowiedzi na stymulatory

Stymulatory wzrostu, zarówno pochodzenia naturalnego (np. kwasy humusowe, alginaty), jak i syntetyczne (np. auksyny, cytokiny), wywołują różne reakcje u różnych odmian. Wynika to z faktu, że każda odmiana posiada unikalny profil metaboliczny oraz różną wrażliwość tkanek na związki bioaktywne. W badaniach nad pszenicą jarą wykazano, że niektóre odmiany znacznie lepiej reagują na stosowanie biostymulatorów na bazie aminokwasów czy wyciągów z alg morskich – szybciej się regenerują po stresie, wykazują silniejsze krzewienie oraz wyższy plon ziarna. Inne odmiany, mimo zastosowania tych samych preparatów, nie wykazują istotnych różnic w porównaniu z kontrolą.

Efektywność działania stymulatorów zależy również od etapu fenologicznego, w którym są one aplikowane, a poszczególne odmiany mogą w różnym tempie przechodzić fazy rozwojowe. To dodatkowo komplikuje dobór optymalnego terminu zabiegu i wymaga indywidualnego podejścia w gospodarstwie.



Praktyczne znaczenie doboru odmian i mikroorganizmów

W praktyce rolniczej oznacza to, że dla osiągnięcia maksymalnych korzyści ze stosowania mikroorganizmów i stymulatorów konieczne jest prowadzenie prób doświadczalnych lub korzystanie z lokalnych zaleceń agrotechnicznych. Hodowcy i doradcy rolniczy coraz częściej zwracają uwagę na to, aby selekcjonować odmiany nie tylko pod kątem plonowania, odporności na choroby czy warunki glebowe, ale również pod kątem ich reakcji na biopreparaty i środki biologiczne. Taka strategia pozwala na lepsze wykorzystanie potencjału biologicznego roślin, zwiększenie efektywności nawożenia oraz ograniczenie stosowania środków ochrony roślin.

Ostatecznie, synergia pomiędzy odpowiednio dobraną odmianą a konkretnym mikroorganizmem lub stymulatorem wzrostu może prowadzić do znacznego zwiększenia produktywności roślin, poprawy ich odporności na stresy środowiskowe oraz zwiększenia zyskowności upraw przy jednoczesnym zmniejszeniu presji środowiskowej.

Zastosowanie w praktyce rolniczej

Wdrożenie mikroorganizmów oraz stymulatorów wzrostu roślin do praktyki rolniczej staje się coraz powszechniejsze, szczególnie w kontekście rosnących wymagań dotyczących zrównoważonej produkcji i ograniczenia stosowania nawozów mineralnych oraz chemicznych środków ochrony roślin. Biopreparaty mikrobiologiczne oraz biostymulatory stanowią istotny element nowoczesnych technologii uprawy, pod warunkiem ich prawidłowego zastosowania, zgodnego z wymaganiami biologicznymi i agrotechnicznymi.

Technologie aplikacji

Mikroorganizmy i stymulatory wzrostu mogą być aplikowane na kilka sposobów, w zależności od ich formy, przeznaczenia oraz rodzaju uprawy.

a) Inokulacja nasion

To jedna z najczęściej stosowanych metod aplikacji bakterii brodawkowych (np. *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*) w uprawie roślin strączkowych. Inokulacja polega na pokryciu nasion przed siewem zawiesiną mikroorganizmów, co pozwala na szybkie zasiedlenie systemu korzeniowego i efektywne tworzenie brodawek. Inokulację stosuje się także w przypadku



niektórych bakterii PGPR (*Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*), takich jak *Azospirillum* czy *Bacillus* spp.

b) Aplikacja doglebowa

Doglebowe wprowadzenie mikroorganizmów – zarówno w postaci płynnej, jak i granulatów – pozwala na bezpośredni kontakt z ryzosferą roślin. Tę metodę stosuje się np. przy aplikacji mikoryzy arbuskularnej (AMF), bakterii solubilizujących fosfor, a także przy stosowaniu biostymulatorów zawierających kwasy humusowe, ekstrakty z alg czy aminokwasy. Zabiegi tego typu wykonuje się często przed siewem lub podczas sadzenia roślin (np. rozsady warzyw).

c) Opryski nalistne

Biostymulatory, szczególnie te zawierające fitohormony, mikroelementy, czy aminokwasy, często stosuje się w formie oprysków dolistnych. Pozwalają one na szybkie dostarczenie substancji aktywnych bezpośrednio do tkanek rośliny, co może być szczególnie istotne w okresach stresu (np. suszy, niskich temperatur, niedoborów). Zabiegi nalistne są też wygodne do łączenia z innymi operacjami agrotechnicznymi, np. ochroną fungicydową.

d) Aplikacja fertygacyjna

W uprawach pod osłonami oraz w intensywnych uprawach polowych (np. truskawka, warzywa), coraz częściej wykorzystuje się fertygację – podawanie biopreparatów razem z wodą przez systemy nawadniające. Pozwala to na precyzyjne i regularne dozowanie mikroorganizmów i stymulatorów bezpośrednio do strefy korzeniowej.

Czynniki wpływające na skuteczność

Skuteczność stosowania mikroorganizmów i stymulatorów zależy od wielu czynników, które należy uwzględnić przy planowaniu zabiegów.

a) Warunki glebowe i klimatyczne

Efektywność biopreparatów mikrobiologicznych jest ściśle powiązana z warunkami środowiskowymi. Gleby silnie kwaśne, zasolone lub bardzo suche mogą ograniczać



aktywność mikroorganizmów. Podobnie niskie temperatury gleby spowalniają ich namnażanie i kolonizację ryzosfery. W przypadku preparatów mikoryzowych należy unikać stosowania fungicydów w okresie kolonizacji, ponieważ mogą one ograniczyć rozwój symbiozy.

b) Termin i technika aplikacji

Optymalny termin stosowania zależy od rodzaju preparatu i jego działania. Inokulację nasion należy wykonać bezpośrednio przed siewem, aby zapobiec utracie żywotności mikroorganizmów. Biostymulatory dolistne stosuje się zwykle w określonych fazach rozwojowych (np. faza krzewienia, strzelania w źdźbło), zgodnie z zaleceniami producenta. Ważne jest także dostosowanie dawki i techniki zabiegu (ciśnienie oprysku, pH cieczy roboczej, stosowanie adiuwantów).

c) Dobór odmian i rotacja upraw

Jak opisano wcześniej, odpowiedni dobór odmiany ma kluczowe znaczenie dla efektywności działania mikroorganizmów. Ponadto rotacja upraw ma wpływ na mikrobiom glebowy i może wspomagać naturalne namnażanie się pożytecznych drobnoustrojów. Monokultury i częste stosowanie herbicydów mogą zubożać mikroflorę gleby, co ogranicza efektywność biopreparatów.

d) Integracja z innymi praktykami agrotechnicznymi

Biopreparaty i stymulatory powinny być stosowane jako element strategii integrowanej ochrony roślin (IP). Ich działanie wspomaga naturalne mechanizmy obronne i może zmniejszać potrzebę stosowania chemicznych środków ochrony. Warto jednak pamiętać, że nie zastępują one całkowicie nawozów czy pestycydów, ale raczej je uzupełniają i wspierają funkcjonowanie roślin w stresie.

Praktyczne zastosowanie mikroorganizmów i stymulatorów wzrostu w rolnictwie wymaga wiedzy, planowania i precyzji, ale przy prawidłowej aplikacji może znacząco poprawić efektywność produkcji, zwiększyć odporność roślin na stresy i ograniczyć negatywny wpływ rolnictwa na środowisko. Coraz większa dostępność różnorodnych biopreparatów na rynku, wraz z rozwojem technologii aplikacji, umożliwia wdrażanie tych rozwiązań w różnych



systemach upraw – od rolnictwa ekologicznego po intensywną produkcję towarową.

Korzyści i ograniczenia stosowania mikroorganizmów i stymulatorów w rolnictwie

Zastosowanie mikroorganizmów glebowych oraz stymulatorów wzrostu w rolnictwie wpisuje się w aktualne dążenia do ograniczenia chemizacji produkcji roślinnej oraz poprawy jej efektywności biologicznej i środowiskowej. Choć korzyści wynikające z tych technologii są wielowymiarowe, ich skuteczność w praktyce zależy od szeregu czynników. Dlatego tak ważne jest zrozumienie zarówno potencjalnych zalet, jak i ograniczeń związanych z ich stosowaniem.

Korzyści

a) Zwiększenie efektywności odżywiania roślin

Mikroorganizmy takie jak *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Bacillus* spp. czy grzyby mikoryzowe wspomagają procesy przyswajania składników pokarmowych z gleby, m.in. azotu, fosforu i mikroelementów. Dzięki ich aktywności dochodzi do mobilizacji trudno dostępnych form składników mineralnych, co pozwala na zmniejszenie dawek nawozów mineralnych, a tym samym ograniczenie kosztów produkcji i obciążenia środowiska.

b) Poprawa zdrowotności i odporności roślin

Wiele mikroorganizmów glebowych działa antagonistycznie wobec patogenów, ograniczając ich rozwój poprzez konkurencję o przestrzeń i składniki odżywcze lub poprzez produkcję substancji hamujących ich wzrost (np. antybiotyków). Ponadto, mikroorganizmy oraz niektóre biostymulatory indukują naturalne mechanizmy odporności roślin (tzw. odporność indukowana), co pozwala ograniczyć konieczność stosowania chemicznych środków ochrony roślin.

c) Lepszy rozwój systemu korzeniowego

Dzięki zastosowaniu mikroorganizmów i stymulatorów wzrostu (np. kwasów humusowych, fitohormonów), system korzeniowy rozwija się szybciej i intensywniej. To z kolei zwiększa powierzchnię chłonną rośliny, poprawia pobieranie wody i składników pokarmowych, co przekłada się na większą tolerancję na stres abiotyczny, np. suszę czy zasolenie gleby.



d) Poprawa plonowania i jakości produktów

W warunkach prawidłowego doboru preparatu, terminu i metody aplikacji, można zaobserwować wzrost plonu (zarówno ilościowy, jak i jakościowy), np. poprawę masy tysiąca nasion, zawartości białka, cukrów czy składników mineralnych. Jest to szczególnie istotne w produkcji warzyw, owoców i roślin przemysłowych.

e) Zrównoważenie i bioróżnorodność agroekosystemu

Stosowanie biologicznych preparatów przyczynia się do odbudowy mikrobiomu glebowego, poprawy struktury gleby i jej aktywności biologicznej. Długofalowo może to wspierać stabilność agroekosystemu oraz zmniejsza jego zależność od zewnętrznych nakładów.

Ograniczenia

a) Zmienna skuteczność działania

Jednym z głównych ograniczeń jest niestabilność efektów działania mikroorganizmów i stymulatorów. Ich skuteczność zależy od wielu czynników: temperatury, wilgotności gleby, pH, obecności konkurencyjnych mikroorganizmów oraz jakości materiału biologicznego. Niekorzystne warunki mogą spowodować, że działanie preparatu będzie słabe lub niezauważalne.

b) Krótki okres działania i brak natychmiastowych efektów

Biopreparaty, w przeciwieństwie do nawozów mineralnych czy pestycydów chemicznych, często działają wolniej i wymagają czasu, aby ich efekty się ujawniły. Dlatego ich stosowanie powinno być elementem strategii długofalowej, a nie „interwencyjnym” rozwiązaniem problemów agrotechnicznych.

c) Wysokie wymagania aplikacyjne

Prawidłowa aplikacja mikroorganizmów i biostymulatorów wymaga precyzji i znajomości technologii. Nieprawidłowe przygotowanie cieczy roboczej, stosowanie nieodpowiednich dawek, błędy w przechowywaniu lub aplikacji mogą znacząco obniżyć skuteczność działania. Dodatkowo niektóre preparaty mają ograniczoną trwałość i wrażliwość na



czynniki zewnętrzne.

d) Koszty początkowe i niepewność efektu

Chociaż w dłuższej perspektywie stosowanie mikroorganizmów może ograniczać koszty nawożenia i ochrony roślin, to początkowe koszty zakupu biopreparatów są często wyższe niż konwencjonalnych rozwiązań. Dla wielu gospodarstw, zwłaszcza mniejszych, może to stanowić barierę ekonomiczną. Brak natychmiastowych i jednoznacznych efektów dodatkowo budzi wątpliwości co do opłacalności inwestycji.

e) Ograniczona dostępność lokalnych szczepów i preparatów

Na rynku dominują preparaty oparte na mikroorganizmach o uniwersalnym zastosowaniu. Tymczasem efektywność mikroorganizmów często zależy od ich przystosowania do lokalnych warunków środowiskowych i konkretnego typu gleby. Brakuje natomiast łatwego dostępu do szczepów endemicznych czy dopasowanych do danego rejonu, co ogranicza ich skuteczność.

Zastosowanie mikroorganizmów i stymulatorów wzrostu w rolnictwie niesie za sobą wiele korzyści – od poprawy żyzności gleby, przez zwiększenie plonowania, po wsparcie odporności roślin. Jednak pełne wykorzystanie ich potencjału wymaga wiedzy, precyzji i długofalowego podejścia. Znajomość ograniczeń pozwala na ich świadome i skuteczne wdrażanie w praktyce rolniczej. Integracja tych narzędzi z nowoczesnymi technikami uprawy może stać się kluczowym elementem rolnictwa przyszłości – efektywnego, bezpiecznego i przyjaznego środowisku.

Podsumowanie i wnioski

Współczesne rolnictwo staje w obliczu licznych wyzwań związanych z degradacją środowiska, ograniczoną żyznością gleb, rosnącym zapotrzebowaniem na żywność oraz koniecznością ograniczenia chemicznych środków produkcji. W tym kontekście coraz większą rolę zaczynają odgrywać alternatywne i wspierające metody produkcji roślinnej, takie jak stosowanie mikroorganizmów i biostymulatorów. Ich wykorzystanie w praktyce rolniczej wiąże się z koncepcją rolnictwa zrównoważonego i biologicznego, gdzie kluczową rolę odgrywa nie tylko zwiększanie plonów, ale również dbałość o środowisko, strukturę gleby i bioróżnorodność.



Wyniki badań naukowych oraz obserwacje z praktyki rolniczej potwierdzają, że mikroorganizmy, takie jak bakterie promujące wzrost roślin (PGPR), grzyby mikoryzowe, promieniowce czy drożdże, mają ogromny potencjał we wspieraniu rozwoju roślin. Ich działanie obejmuje między innymi ułatwienie przyswajania składników pokarmowych, poprawę struktury gleby, ochronę przed patogenami oraz wzmacnianie odporności roślin na stresy biotyczne i abiotyczne. Biostymulatory, zawierające naturalne substancje czynne, takie jak kwasy humusowe, ekstrakty roślinne, aminokwasy czy hormony roślinne, dodatkowo wspierają fizjologiczne procesy roślin, wpływając korzystnie na ich rozwój, kwitnienie i jakość plonu.

Jednak mimo dużego potencjału biologicznych technologii, ich skuteczność nie zawsze jest przewidywalna. Działanie mikroorganizmów i stymulatorów może być ograniczone przez wiele czynników, takich jak typ gleby, warunki pogodowe, stopień degradacji środowiska glebowego, a także nieodpowiedni dobór odmiany rośliny uprawnej. Różne genotypy mogą w odmienny sposób reagować na obecność mikroorganizmów, co wynika z różnic w wydzielinach korzeniowych, tempie wzrostu systemu korzeniowego czy zdolności do tworzenia symbioz. Właśnie dlatego rola doboru odpowiednich odmian – o potwierdzonej zdolności do współpracy z mikroorganizmami – staje się jednym z najważniejszych aspektów planowania uprawy w oparciu o technologie biologiczne.

Należy również podkreślić, że skuteczne wdrażanie biopreparatów wymaga nie tylko wiedzy agronomicznej, ale także dokładnego poznania lokalnych warunków środowiskowych i biologicznych. Nieodzowna jest współpraca nauki z praktyką – prowadzenie badań polowych, upowszechnianie wyników oraz tworzenie narzędzi doradczych dla rolników. Edukacja w zakresie biologizacji rolnictwa staje się coraz bardziej istotna, zwłaszcza w obliczu zmian klimatycznych, kurczących się zasobów naturalnych i rosnących kosztów nawozów oraz środków ochrony roślin.

Podsumowując, zastosowanie mikroorganizmów i stymulatorów w rolnictwie to rozwiązanie nie tylko możliwe, ale wręcz konieczne w perspektywie najbliższych lat. Choć nie zastąpią one całkowicie konwencjonalnych metod produkcji, mogą je znacząco wspierać, podnosząc efektywność plonowania, jakość żywności i zdrowotność gleby. Kluczem do sukcesu jest jednak ich odpowiednie wdrażanie, oparte na wiedzy,



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego

Dofinansowane przez
Unię Europejską



doświadczeniu oraz ciągłym dostosowywaniu technologii do zmieniających się warunków środowiskowych. Zrównoważone rolnictwo przyszłości będzie wymagać integracji wiedzy biologicznej z nowoczesną agrotechniką – i to właśnie w tym kierunku powinny zmierzać dalsze badania, innowacje i polityki rolnicze.



Literatura

Adamczyk, S., & Sas-Paszt, L. (2017). Rola mikroorganizmów w produkcji roślinnej i ochronie środowiska. *Postępy Nauk Rolniczych*, 4, 43–55. <https://doi.org/10.26114/pnr.2017.04.04>

Bulgarelli, D., Schlaeppi, K., Spaepen, S., van Themaat, E. V. L., & Schulze-Lefert, P. (2013). Structure and functions of the bacterial microbiota of plants. *Annual Review of Plant Biology*, 64, 807–838. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120106>

Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>

Domżał, H., & Kuś, J. (2021). Nowoczesne kierunki rozwoju rolnictwa zrównoważonego i ekologicznego. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 66(4), 27–43. <https://doi.org/10.26114/sir.iung.2021.66.04>

Kumar, A., Meena, V. S., Płaza, G. A., & Raklami, A. (2022). Plant growth-promoting rhizobacteria for sustainable agricultural practices. In V. S. Meena et al. (Eds.), *Rhizosphere biology: Interactions between microbes and plants* (pp. 129–150). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7651-5_6

Kozera, W., Głowacka, A., & Budzyński, W. (2018). Biostymulatory i ich znaczenie w rolnictwie zrównoważonym. *Fragmenta Agronomica*, 35(3), 38–51. <https://doi.org/10.26374/fa.2018.3.38>

Sas-Paszt, L., Trzciński, P., & Derkowska, E. (2015). Wpływ mikroorganizmów glebowych i biopreparatów na wzrost i plonowanie roślin. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 580, 71–81.

Ślusarczyk, S., & Walczak, R. (2020). Mikroorganizmy w rolnictwie – szansa czy ryzyko? *Nauka Przyroda Technologie*, 14(3), 1–12. <https://doi.org/10.17306/J.NPT.2020.00102>

Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255, 571–586. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>