



Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Mikrobiologii
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy



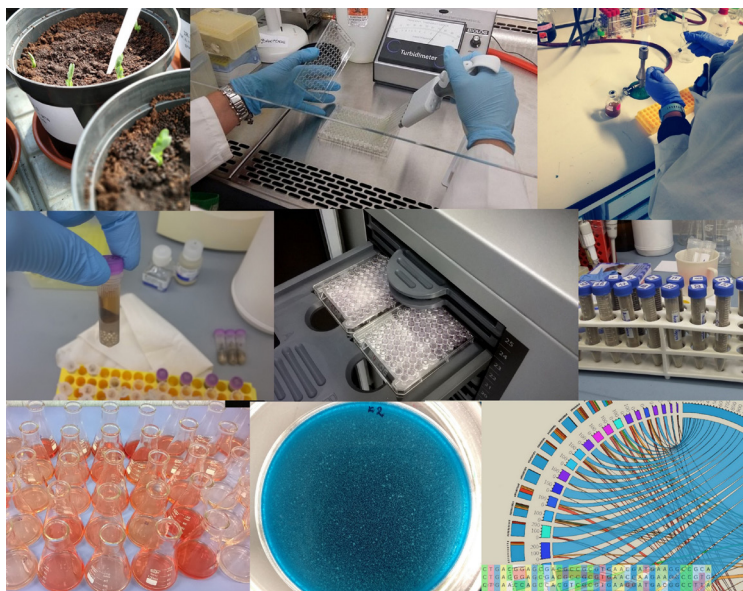
HR EXCELLENCE IN RESEARCH

KONFERENCJA

„Preparaty mikrobiologiczne w rolnictwie i ochronie środowiska”

Puławy, 27–28 maja 2025 roku

MATERIAŁY KONFERENCYJNE



**Konferencja jest organizowana w ramach realizacji zadania 1.7 dotacji celowej MRiRW
w 2025 r. pt. „Preparaty mikrobiologiczne”**

Patronat honorowy nad wydarzeniem objął
Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi Czesław Siekierski



**Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi**

Patronat honorowy
Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Czesława Siekierskiego

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. (81) 4786 700
e-mail: iung@iung.pulawy.pl; www.iung.pl
Dyrektor: *prof. dr hab. Mariusz Matyka*

Zakład Mikrobiologii
Kierownik: *prof. dr hab. Anna Gałązka*
tel. (81) 4786 951; www.mikro-iung.pl

Komitety Organizacyjny:

Przewodnicząca:

prof. dr hab. Anna Gałązka (IUNG-PIB, Puławy) – kierownik zadania 1.7 DC

Sekretariat konferencji:

**dr Małgorzata Woźniak
dr Monika Koziel**

Zakład Mikrobiologii
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
tel. 81 4786 952
e-mail: preparaty@iung.pulawy.pl

Materiały konferencyjne zawierają streszczenia prezentacji i posterów.
Materiały nie są recenzowane. Streszczenia zostały zamieszczone w wersji przesłanej przez Autorów. Organizatorzy oraz redakcja nie ponoszą odpowiedzialności za ich treść.

PATRONI MEDIALNI WYDARZENIA



Tygodnik Poradnik
ROLNICZY

nowoczesna
uprawa
MIESIĘCZNIK PRODUKCJI ROŚLINNEJ

Skład komputerowy: mgr Katarzyna Mikulska

ISBN 978-83-7562-428-1

Produkcja preparatów mikrobiologicznych jest obecnie jednym z najszybciej rozwijających się segmentów rynku rolno-spożywczego. Wzrastająca świadomość konieczności ograniczenia nadmiernej chemizacji rolnictwa, a jednocześnie utrzymania wysokiej bioróżnorodności i aktywności biologicznej gleb spowodowała, że znacząco zwiększyło się zainteresowanie naturalnymi środkami stosowanymi w rolnictwie. Jedną z takich koncepcji jest wykorzystanie biotechnologicznych cech i właściwości metabolicznych mikroorganizmów do opracowania i produkcji preparatów mikrobiologicznych, biostymulatorów lub biologicznych środków ochrony roślin, których czynnikiem aktywnym są mikroorganizmy. Stosowanie preparatów mikrobiologicznych w rolnictwie stanowi efektywne i bezpieczne rozwiązanie, które może okazać się niezbędne w obliczu zarówno intensyfikacji produkcji rolnej, jak i zmian klimatu. Jest to nie tylko ważne w celu utrzymania wysokiej aktywności biologicznej gleb, ale także w kontekście biostymulacji i ochrony roślin. W przypadku ograniczenia negatywnego oddziaływania czynników zewnętrznych stosowana biostymulacja roślin obejmuje przede wszystkim: przyspieszanie procesów życiowych roślin, zwiększanie odporności roślin na warunki stresowe oraz stymulację rozwoju części nadziemnych i podziemnych roślin. Ze stymulacją wzrostu i rozwoju roślin związane jest stosowanie preparatów mikrobiologicznych, które skutecznie uzupełniają nawożenie upraw i ochronę roślin, wpływając tym samym na optymalizację kosztów związanych z produkcją roślinną. Obecnie na liści nawozowych produktów mikrobiologicznych znajduje się ponad 300 produktów, których komponent mikrobiologiczny stanowi zarówno jedno-, dwu-, jak i wieloskładnikowe konsorcja mikrobiologiczne. Są to produkty bakteryjne, grzybowe lub mieszane. Stąd też pomimo dostępności wyników badań naukowych prowadzonych z wykorzystaniem produktów mikrobiologicznych, należy podjąć działania pozwalające na podniesienie kwalifikacji w zakresie stosowania produktów mikrobiologicznych, ich zasadności i korzyści wpływających na środowisko glebowe i roślinę, jak również oceny ich komponentu mikrobiologicznego. Ponadto wciąż istnieje potrzeba prowadzenia działań edukacyjnych dla praktyki w celu podniesienia wiedzy w zakresie stosowania produktów mikrobiologicznych, ich zasadności i korzyści wpływających na środowisko glebowe i roślinę, w tym na zwiększenie bioróżnorodności.

Serdecznie dziękujemy za tak duże zainteresowanie konferencją pt. „Preparaty mikrobiologiczne w rolnictwie i ochronie środowiska”. Do udziału w wydarzeniu zgłosiło się ponad 150 uczestników: pracowników naukowych i doktorantów, przedstawicieli ośrodków doradztwa rolniczego, urzędników administracji państwowej, pracowników sektora rolnego, rolników, przedstawicieli firm agrochemicznych oraz specjalistów reprezentujących różne dyscypliny i specjalności wiążące się z problematyką obrad.

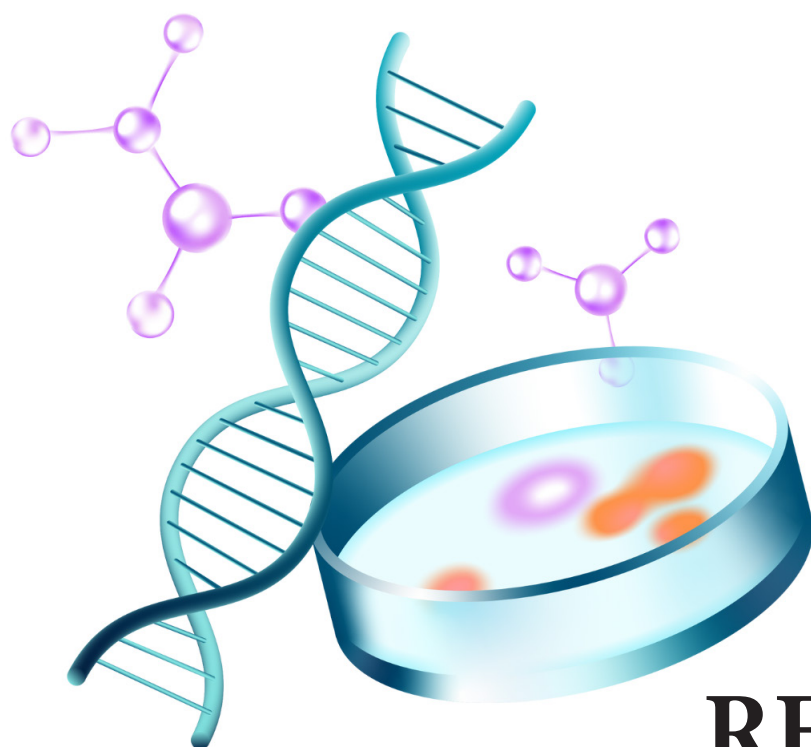
Jako organizatorzy mamy nadzieję, że niniejsze wydarzenie będzie stanowić doskonałą okazję do spotkania naukowców i praktyków zajmujących się zagadnieniami dotyczącymi zastosowania w praktyce preparatów mikrobiologicznych, a także badaniami z obszarów związanych z ekologią mikroorganizmów, ochroną środowiska oraz rolnictwem i ogrodnictwem.

prof. dr hab. Anna Gałązka

PROGRAM KONFERENCJI

27.05.2025 r.	
9:00–09:30	Rejestracja uczestników konferencji
9:30–10:00	Otwarcie konferencji – przywitanie gości przez organizatorów i przedstawicieli Dyrekcji Instytutu
SESJA I <i>(prof. dr hab. Jadwiga Wyszowska, prof. dr hab. Jadwiga Stanek-Tarkowska)</i>	
REFERATY	
10:00–10:30	<u>Anna Gałązka</u> (IUNG-PIB) <i>Preparaty mikrobiologiczne i ich ujęcie w ekoschemacie – biologiczna uprawa roślin</i>
10:30–11:00	<u>Małgorzata Szczepanek</u> , <u>Karolina Błaszczyk</u> (Politechnika Bydgoska) <i>Produkcyjność jęczmienia uprawianego w technologii ekologicznej w zależności od sposobu uprawy roli i aplikacji preparatu mikrobiologicznego</i>
11:00–11:30	<u>Karolina Błaszczyk</u> , <u>Małgorzata Szczepanek</u> (Politechnika Bydgoska) <i>Wpływ preparatu mikrobiologicznego na stan odżywienia jęczmienia w warunkach uproszczeń w uprawie roli</i>
11:30–12:00	Przerwa kawowa
SESJA II <i>(prof. dr hab. Agnieszka Jamiołkowska, prof. dr hab. Jan Kucharski)</i>	
REFERATY	
12:00–12:30	<u>Lidia Sas-Paszt</u> , <u>Paweł Trzcíński</u> , <u>Anna Lisek</u> , <u>Edyta Derkowska</u> , <u>Krzysztof Górnik</u> , <u>Sławomir Głuszek</u> , <u>Mateusz Frąc</u> , <u>Beata Sumorok</u> , <u>Michał Oskiera</u> , <u>Michał Przybył</u> (IOR-PIB) <i>Innowacyjne technologie mikrobiologiczne dla upraw roślin ogrodniczych i poprawy żyzności gleb – wyniki projektów EcoNutri, ResBerry, Excalibur, EcoFruits, BioFertil, Akwaponika</i>
12:30–13:00	<u>Julia Rydz</u> , <u>Łukasz Drewniak</u> , <u>Namrata Joshi</u> (UW) <i>Zwiększenie wydajności kompostowania osadów ściekowych poprzez zastosowanie konsorcjum grzybów hydrolizujących słomę pszenną</i>
13:00–13:30	<u>Sylwia Siebielec</u> , <u>Małgorzata Woźniak</u> , <u>Aleksandra Ukalska-Jaruga</u> , <u>Andrzej Lewicki</u> , <u>Jakub Pulka</u> , <u>Szymon Szufa</u> , <u>Łukasz Adrian</u> , <u>Piotr Piersa</u> , <u>Grzegorz Siebielec</u> (IUNG-PIB) <i>Wykorzystanie potencjału bakterii wspomagających rozwój i odporność roślin w badaniach rolniczych i remediacyjnych – projekt INNO-MIK, LIDER XII</i>
13:30–15:00	Przerwa obiadowa (sesja posterowa)
SESJA III <i>(prof. dr hab. Lidia Sas-Paszt, dr hab. Magdalena Zaborowska)</i>	
15:00–15:30	<u>Robert Cysewski</u> , <u>Monika Urbaniak</u> (Gospodarstwo Badawczo-Rozwojowe) <i>Zastosowanie biopreparatów na bazie grzybów w ograniczaniu strat przechowalniczych owoców i warzyw: Wyzwania i perspektywy badawcze</i>
15:30–16:00	<u>Marlena Mańkowska</u> , <u>Magdalena Ostapiak</u> , BIO-GEN sp. z o.o. <i>Biotechnologia w odżywianiu roślin i zwierząt</i>
16:00–16:30	<u>Agnieszka Biniszewska</u> , Corteva Agriscience Polska Sp. z o.o. <i>Glomus iranicum var. Tenuihypharum (Resid MG) – kluczowa rola produktów mikoryzowych w rolnictwie regeneratywnym</i>
16:30–17:00	<u>Przemysław Karwowski</u> , ACS Poland Holding Sp. z o.o. <i>Potencjał stosowania biologicznego oczyszczania zbiorników wodnych</i>
17:00–18:00	Spacer po Parku Czartoryskich z przewodnikiem
18:00–19:00	Kolacja

28.05.2025 r.	
SESJA IV <i>(prof. dr hab. Małgorzata Szczepanek, prof. dr hab. Maciej Walczak)</i>	
REFERATY	
10:00–10:30	<u>Katarzyna Kagan</u> , Anna Kruczyńska, Agnieszka Kuźniar, Sara Jurczyk, Andrzej Słomczewski, Jacek Podlewski, Agnieszka Wolińska (KUL) <i>Redukcja nawożenia azotowego a zdrowie gleby – wpływ na mikrobiom glebowy w uprawach rzepaku</i>
10:30–11:00	<u>Małgorzata Nakielska</u> , Beata Feledyn-Szewczyk, Adam Berbeć, Andrzej Madej, Magdalena Frąc (IUNG-PIB) <i>Oplacalność ekonomiczna stosowania preparatów wzbogaconych mikrobiologicznie w ekologicznej uprawie truskawek</i>
11:00–11:30	<u>Sebastian Blum/ Melanie Morschett</u> (Beckman Coulter) <i>BIOLECTOR XT – zastosowanie w badaniach nad mikroorganizmami wykorzystywanymi w biopreparatach rolniczych i środowiskowych</i>
11:30–12:30	Przerwa kawowa (sesja posterowa)
SESJA V <i>(dr hab. Agata Borowik, prof. UWM, dr Karolina Furtak)</i>	
REFERATY	
12:30–13:00	<u>Wawrzyniec Pestka</u> (ITS Science) <i>ITS – autoryzowany dystrybutor systemów pomiarowych oraz urządzeń laboratoryjnych dla przemysłu i nauki</i>
13:00–13:30	<u>Monika Kozieł</u> (IUNG-PIB) <i>Wykorzystanie bakterii z rodzaju Rhizobium i Bradyrhizobium jako komponentów produktów mikrobiologicznych</i>
13:30–14:00	<u>Małgorzata Woźniak</u> (IUNG-PIB) <i>Biofortyfikacja wspomagana mikrobiologicznie – zrównoważona droga do łagodzenia niedoboru mikroelementów</i>
14:00–14:30	<u>Karolina Furtak</u> (IUNG-PIB) <i>Potencjał preparatów mikrobiologicznych w regeneracji gleb po powodzi</i>
14:30–14:45	Podsumowanie i zakończenie konferencji
14:45–16:00	Obiad



REFERATY

SPIS TREŚCI

BINISZEWSKA A.

Glomus iranicum var. *Tenuihypharum* (Resid MG) – kluczowa rola produktów mikoryzowych w rolnictwie regeneratywnym 8

BŁASZCZYK K., SZCZEPANEK M.

Wpływ preparatu mikrobiologicznego na stan odżywienia jęczmienia w warunkach uproszczeń w uprawie roli 9

CYSEWSKI R., URBANIAK M.

Zastosowanie biopreparatów na bazie grzybów w ograniczaniu strat przechowalniczych owoców i warzyw: wyzwania i perspektywy badawcze 10

FURTA K.

Potencjał preparatów mikrobiologicznych w regeneracji gleb po powodzi 11

GALAŹKA A.

Preparaty mikrobiologiczne i ich ujęcie w ekoschemacie – biologiczna uprawa roślin 12

KAGAN K., KRUCZYŃSKA A., KUŹNIAR A., JURCZYK S., SŁOMCZEWSKI A., PODLEWSKI J., WOLIŃSKA A.

Redukcja nawożenia azotowego a zdrowie gleby – wpływ na mikrobiom glebowy w uprawach rzepaku 13

KARWOWSKI P.

ACS Poland Holding „Potencjał stosowania biologicznego oczyszczania zbiorników wodnych” 14

KOZIEŁ M.

Wykorzystania bakterii z rodzaju *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* jako komponentów produktów mikrobiologicznych 15

MAŃKOWSKA M., OSTAPIAK M.

Biotechnologia w odżywianiu roślin i zwierząt 16

NAKIELSKA M., FELEDYN-SZEWczyk B., BERBEĆ A., MADEJ A., FRĄC M.

Opłacalność ekonomiczna stosowania preparatów wzbogaconych mikrobiologicznie w ekologicznej uprawie truskawek 17

RYDZ J., DREWNIAK Ł., JOSHI N.

Zwiększenie wydajności kompostowania osadów ściekowych poprzez zastosowanie konsorcjum grzybów hydrolizujących słomę pszenną 18

SAS-PASZT L., TRZCIŃSKI P., LISEK A., DERKOWSKA E., GÓRNIK K., GŁUSZEK S., FRĄC M., SUMOROK B., OSKIERA M., PRZYBYŁ M.

Innowacyjne technologie mikrobiologiczne dla upraw roślin ogrodniczych i poprawy żyzności gleb – wyniki projektów EcoNutri, ResBerry, Excalibur, EcoFruits, BioFertil, Akwaponika 19

SIEBIELEC S., WOŹNIAK M., UKALSKA-JARUGA A., LEWICKI A., PULKA J., SZUFA S., ADRIAN Ł., PIERA P., SIEBIELEC G.

Wykorzystanie potencjału bakterii wspomagających rozwój i odporność roślin w badaniach rolniczych i remediacyjnych – projekt INNO-MIK, LIDER XII 20

SZCZEPANEK M., BŁASZCZYK K.

Produkcyjność jęczmienia uprawianego w technologii ekologicznej w zależności od sposobu uprawy roli i aplikacji preparatu mikrobiologicznego 21

WOŹNIAK M.

Biofortyfikacja wspomagana mikrobiologicznie – zrównoważona droga do łagodzenia niedoboru mikroelementów 22

GLOMUS IRANICUM VAR. TENUIHYPHARUM (RESID MG) – KLUCZOWA ROLA PRODUKTÓW MIKORYZOWYCH W ROLNICTWIE REGENERATYWNYM

AGNIESZKA BINISZEWSKA

Corteva Agriscience Polska Sp. z o.o.

Współczesne rolnictwo zмага się z wieloma problemami negatywnie oddziałującymi na uzyskanie wysokich i dobrych jakościowo plonów. Wpływ na to mają nie tylko regulacje prawne Unii Europejskiej, zmniejszające wachlarz dostępnych na rynku substancji aktywnych do walki z chorobami i szkodnikami atakującymi uprawy, ale również zmiany klimatyczne z jakimi borykamy się od kilku lat. Susza może spowodować utratę do 15% plonów. Wzrost temperatury o 1°C powoduje spadek produktywności upraw o 4–10%. W przypadku upraw o dużych wymaganiach wodnych zasolenie gleby może doprowadzić nawet do 50% spadków plonu. Dodatkowo rosną też koszty środków ochrony roślin i nawozów. Odpowiedzią na pojawiające się problemy w uprawie może być rolnictwo regeneratywne. Stawiające na tworzenie systemów uprawowych harmonijnych z naturą. Firma Corteva w swoim portfolio ma wiele produktów wpływających pozytywnie na wzrost i rozwój roślin. Jednym z nich, szczególnie wyróżniającym się na tle tych konkurencyjnych, dostępnych na rynku jest Resid MG. Jest to produkt mikoryzowy, zawierający w swym składzie *Glomus iranicum var. Tenuihypharum*. To pierwszy i jedyny gatunek grzyba mikoryzowego zgłoszony do patentu na jego zastosowanie jako biostymulator na mocy Traktatu budapesztańskiego. *Glomus iranicum var. Tenuihypharum* to wyjątkowy grzyb, który produkuje do 4 razy więcej grzybni w porównaniu do innych gatunków grzybów mikoryzowych. Toleruje wysokie zasolenie gleby i dużą koncentrację nawozów.

Dzięki nawiązanej współpracy (mikoryza arbuskularna) pomiędzy systemem korzeniowym rośliny uprawnej a *Glomus iranicum var. Tenuihypharum* wzrasta liczba i długość korzeni (na każdy metr korzeni rozwija się od 7 do 250 metrów grzybni). Dzięki temu wzrasta zdolność penetracji gleby, co przekłada się na lepsze pobieranie wody i składników odżywczych. Grzyb może regulować stężenie auksyn w korzeniach. Resid MG przyczynia się do wzrostu intensywności fotosyntezy. Rośliny produkują więcej fotoasymilatów co przekłada się na większe pobieranie CO₂. Każdy hektar pszenicy traktowanej Resid MG spowodowałby spadek emisji CO₂ równoważnej rocznej emisji generowanej przez 450 aut. Dzięki Resid MG lepiej wykorzystywana jest każda kropla wody i każdy gram nawozu. Ilość wyprodukowanej biomasy na jednostkę zużytej wody może wzrosnąć nawet o 25%, a o 30% wzrasta pobieranie składników odżywczych. Reasumując, stosując Resid MG intensyfikujemy pobieranie przez rośliny atmosferycznego CO₂, zwiększamy sekwestrację CO₂ w glebie w wyniku aktywności *Glomus iranicum var. Tenuihypharum* i towarzyszących mu bakterii związanych z jego grzybnią. Dzięki temu przyczyniamy się do redukcji emisji CO₂, a intensyfikujemy procesy przekształcenia CO₂ w biomasę. Resid MG poprawia efektywność wykorzystania wody i składników odżywczych. Jest to produkt, który pomaga nam tworzyć `inteligentne` uprawy, radzące sobie z niekorzystnymi czynnikami środowiskowymi.

WPŁYW PREPARATU MIKROBIOLOGICZNEGO NA STAN ODŻYWIENIA JĘCZMIENIA W WARUNKACH UPROSZCZEŃ W UPRAWIE ROLI

KAROLINA BŁASZCZYK, MAŁGORZATA SZCZEPANEK

*Politechnika Bydgoska im. J. J. Śniadeckich, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii,
Katedra Agronomii i Przetwórstwa Żywności;
al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz*

W celu maksymalizacji plonów, współczesne rolnictwo polega na intensywnym nawożeniu azotowym, co wiąże się z ryzykiem negatywnego oddziaływania nadmiaru tego składnika na środowisko (eutrofizacja, wzrost stężenia gazów cieplarnianych itd.). Jednym ze sposobów minimalizacji takiego wpływu jest zastępowanie tradycyjnych nawozów mineralnych nowoczesnymi preparatami zawierającymi mikroorganizmy. Wśród nich wyróżnić można bakterie wspomagające wzrost roślin (PGPB), do których należy *Methylobacterium symbioticum*. Bakteria ta wnika do wnętrza liści, gdzie przekształca wolny azot atmosferyczny (N_2) w formę azotu dostępną dla roślin. Warto również podkreślić, iż większość preparatów mikrobiologicznych jest dozwolona w rolnictwie ekologicznym, co jest szczególnie istotne ze względu na występujące tam ograniczenia w nawożeniu roślin azotem. W systemie ekologicznym dostępność składników w glebie zależy m.in. od sposobu wprowadzenia do profilu glebowego nawozów organicznych. Jednakże coraz częściej mówi się o negatywnym oddziaływaniu tradycyjnej uprawy gleby z zastosowaniem pługa na jej strukturę, życie biologiczne, zasoby wody w glebie czy straty składników pokarmowych. Minimalizowaniu tych skutków sprzyja zredukowana uprawa roli, jednak może ona negatywnie wpływać na dostępność N mineralnego dla roślin.

Celem badań była analiza wpływu nalistnego stosowania preparatu mikrobiologicznego opartego na *M. symbioticum* na stan odżywienia azotem jęczmienia kapturkowego (*Hordeum vulgare* var. *rimpaui*), uprawianego w gospodarstwie ekologicznym, w warunkach uproszczeń w uprawie roli.

Badania wykazały, iż zawartość N w liściu flagowym i podflagowym, a także w całej biomase była wyższa po zastosowaniu preparatu mikrobiologicznego niż w obiekcie kontrolnym. Koncentracja azotu w roślinach była zróżnicowana w latach badań, z jego wyższą zawartością w sezonie o bardziej sprzyjających warunkach opadowo-termicznych. Nie zaobserwowano natomiast istotnego wpływu sposobu uprawy roli na koncentrację N w liściach ani w biomase. Powyższe wskazuje na możliwość stosowania uproszczeń w uprawie roli oraz wykorzystania nalistnych preparatów mikrobiologicznych w ekologicznej uprawie zbóż pierwotnych, w celu stymulacji ich odżywienia i potencjalnego plonu.

*„Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
Instytucja Zarządzająca PROW 2014-2020 – Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach działania „Współpraca” Programu
Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020
Materiał opracowany przez Grupę Operacyjną „GRIST”*

ZASTOSOWANIE BIOPREPARATÓW NA BAZIE GRZYBÓW W OGRANICZANIU STRAT PRZECHOWALNICZYCH OWOCÓW I WARZYW: WYZWANIA I PERSPEKTYWY BADAWCZE

ROBERT CYSEWSKI¹, MONIKA URBANIAK²

¹Gospodarstwo Badawczo-Rozwojowe, ul. Błażeja 78/4, 61-608 Poznań

²Instytut Genetyki Roślin PAN, ul. Strzeszyńska 34, 60-479 Poznań

Zapewnienie stabilności globalnej podaży owoców i warzyw oraz zachowanie ich jakości i wartości odżywczych podczas przechowywania i transportu stanowi kluczowe wyzwanie w dziedzinie bezpieczeństwa żywności. Po zbiorze, produkty te narażone są na działanie patogenów, wywołujących procesy rozkładu i starzenia się tkanek, co w konsekwencji prowadzi do strat ilościowych i jakościowych. Szacuje się, że szkodliwe działanie takich patogenów jak grzyby z rodzaju *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Gloeosporium*, *Monilinia*, *Colletotrichum*, *Penicillium*, *Mucor*, czy *Rhizopus*, mogą odpowiadać za nawet 25% strat po zbiorach.

Syntetyczne, chemiczne fungicydy, aktualnie stosowane jako podstawowa metoda zwalczania chorób grzybowych w uprawie owoców i warzyw mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia i są przedmiotem znacznych regulacji rządowych. W ostatnich latach intensywnie badano alternatywne metody biologicznej ochrony, które są coraz częściej oceniane jako wysoce bezpieczne i bardziej ekologiczne w porównaniu do syntetycznych fungicydów. Szczególnie zainteresowano się zastosowaniem gatunków z rodzaju *Trichoderma*, które wykazują wysoki potencjał w ochronie owoców i warzyw po zbiorze. Grzyby te antagonizują z patogenami poprzez mechanizmy konkurencji, wytwarzania substancji antybakteryjnych i indukcji odporności tkanek roślinnych. Ich stosowanie w ochronie produktów po zbiorze jest obiecujące, ponieważ wykazano, że niektóre grzyby z rodzaju *Trichoderma* są nietoksyczne i nieszkodliwe dla ludzi oraz środowiska. W niniejszym opracowaniu dokonano analizy postępów w wykorzystaniu izolatów grzybów z rodzaju *Trichoderma* oraz innych do zwalczania chorób owoców i warzyw w fazie przechowalniczej. Opisano mechanizmy ich działania, a także omówiono wyzwania i możliwości związane z ich komercyjnym zastosowaniem w środowisku po zbiorze. Dodatkowo, wskazano kierunki przyszłych badań, które mogą przyczynić się do optymalizacji i rozszerzenia zastosowania grzybów z rodzaju *Trichoderma* w biologicznej ochronie przechowalniczej owoców i warzyw.

POTENCJAŁ PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH W REGENERACJI GLEB PO POWODZI

KAROLINA FURTAK

Zakład Mikrobiologii, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

Występowanie powodzi na terenach rolniczych wiąże się z ryzykiem zanieczyszczenia sanitarnego gleb oraz utraty żyzności gleby, w tym pożytecznych mikroorganizmów. W zależności od sytuacji na polu warto rozważyć zastosowanie preparatów mikrobiologicznych w celu wsparcia regeneracji gleby.

W sytuacji gdy podejrzewa się skażenie gleby w pierwszej kolejności należy wykonać badania wykuczające obecność patogenów, pasożytów, metali ciężkich i innych zanieczyszczeń. Zwiększona wilgotność gleby sprzyja namnażaniu się patogenów, w tym grzybowych, które stanowią zagrożenie dla kolejnych upraw. Na rynku są dostępne preparaty mikrobiologiczne zawierające bakterie kwasu mlekowego oraz bakterie z rodzaju *Bacillus*, które produkują związki o działaniu przeciwdrobnoustrojowym. Mikroorganizmy te wchodzą w skład biofungicydów i bioinsektycydów, więc warto rozważyć ich zastosowanie jako środka ochronnego. Ponadto, niektóre z preparatów mogą być zalecane do bioasekuracji pomieszczeń inwentarskich.

W przypadku gdy na terenie popowodziowym planowano uprawę roślin bobowatych, a w szczególności soi, należy zastosować preparaty mikrobiologiczne zawierające bakterie symbiotyczne roślin bobowatych.

Również podczas przygotowywania gleby pod zasiew oraz już w trakcie uprawy warto rozważyć zastosowanie preparatów mikrobiologicznych w celu wsparcia regeneracji gleby oraz odbudowy społeczności mikroorganizmów glebowych. Wśród mikroorganizmów pożytecznych dla roślin należy wyróżnić bakterie z rodzajów *Pseudomonas*, *Bacillus* i *Azotobacter*, a także grzyby mykoryzowe, i z rodzaju *Trichoderma*. Obecność tych mikroorganizmów zwiększa dostępność fosforu i żelaza dla roślin, pobudza rozwój korzeni oraz pobieranie składników pokarmowych.

Opracowanie powstało w ramach realizacji zadania 1.9 pt. „Monitoring mikrobiologiczny gleb uprawnych z terenów popowodziowych – bezpieczeństwo, żyzność, bioróżnorodność” finansowanego z Dotacji celowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi w 2025.

PREPARATY MIKROBIOLOGICZNE I ICH UJĘCIE W EKOSCHEMACIE – BIOLOGICZNA UPRAWA ROŚLIN

ANNA GAŁĄZKA

*Zakład Mikrobiologii
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
agalazka@iung.pulawy.pl*

Produkcja preparatów mikrobiologicznych jest obecnie jednym z najszybciej rozwijających się segmentów rynku rolno-spożywczego. Wzrastająca świadomość konieczności ograniczania nadmiernej chemizacji rolnictwa, a jednocześnie utrzymania wysokiej bioróżnorodności i aktywności biologicznej gleb spowodowała, że znacząco zwiększyło się zainteresowanie naturalnymi środkami stosowanymi w rolnictwie. Jedną z takich koncepcji jest wykorzystanie biotechnologicznych cech i właściwości metabolicznych mikroorganizmów do opracowania i produkcji preparatów mikrobiologicznych, biostymulatorów lub biologicznych środków ochrony roślin, których czynnikiem aktywnym są mikroorganizmy. Stosowanie preparatów mikrobiologicznych w rolnictwie stanowi efektywne i bezpieczne rozwiązanie, które może okazać się niezbędne w obliczu zarówno intensyfikacji produkcji rolnej jak i zmian klimatu. Jest to nie tylko ważne w celu utrzymania wysokiej aktywności biologicznej gleb, ale także w kontekście biostymulacji i ochrony roślin. W przypadku ograniczenia negatywnego oddziaływania czynników zewnętrznych stosowana biostymulacja roślin obejmuje przede wszystkim: przyspieszanie procesów życiowych roślin, zwiększanie odporności roślin na warunki stresowe oraz stymulację rozwoju części nadziemnych i podziemnych roślin. Preparaty mikrobiologiczne dostępne na rynku zawierają w swoim składzie mikroorganizmy antagonistyczne lub pasożytnicze w stosunku do patogenów i szkodników roślin oraz stymulujące aktywność mikrobiologiczną gleb lub korzystnie oddziałujące na wzrost i plonowanie roślin. Obecnie na liści nawozowych produktów mikrobiologicznych (NPM) znajduje się ponad 300 produktów, których komponent mikrobiologiczny stanowi zarówno jedno, dwu jak i wieloskładnikowe konsorcja mikrobiologiczne. Są to produkty bakteryjne, grzybowe lub mieszane. Stąd też pomimo dostępności wyników badań naukowych prowadzonych z wykorzystaniem produktów mikrobiologicznych, należy podjąć działania pozwalające na podniesienie kwalifikacji w zakresie stosowania produktów mikrobiologicznych, ich zasadności i korzyści wpływających na środowisko glebowe i roślinę, jak również oceny ich komponentu mikrobiologicznego. Od 15 marca 2025 r. nawozowe produkty mikrobiologiczne ujęte są także w ekoschemacie biologiczna uprawa roślin. Stosując produkty z listy NPM rolnicy mogą ubiegać się o dopłatę w wysokości 22,47 Euro/ha.

Badania wykonano w ramach zadania 1.7 Dotacji Celowej na rok 2025 pt. „Preparaty mikrobiologiczne”

REDUKCJA NAWOŻENIA AZOTOWEGO A ZDROWIE GLEBY – WPŁYW NA MIKROBIOM GLEBOWY W UPRAWACH RZEPAKU

KATARZYNA KAGAN¹, ANNA KRUCZYŃSKA¹, AGNIESZKA KUŹNIAR², SARA JURCZYK³,
ANDRZEJ SŁOMCZEWSKI⁴, JACEK PODLEWSKI⁴, AGNIESZKA WOLIŃSKA¹

¹*Katedra Mikrobiologii i Medycyny Translacyjnej, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II,
ul. Konstantynów 1 I, 20-708 Lublin*

²*Pracownia Genomiki i Genetyki Laboratoryjnej, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II
ul. Konstantynów 1 I, 20-708 Lublin*

³*Katedra Sztucznej Inteligencji, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II
ul. Konstantynów 1H, 20-708 Lublin*

⁴*CGFP Sp. z o.o. Grupa Fundacja Potulicka, Wojnowo 5, 86-014 Sicienko*

W ramach zrealizowanego projektu badawczego przeprowadzono analizy mające na celu usystematyzowanie wiedzy na temat różnorodności mikroorganizmów glebowych w uprawie rzepaku w warunkach zredukowanej o 20% dawki nawożenia azotowego (N). Prace te miały kluczowe znaczenie w kontekście promowania zasad zrównoważonego rolnictwa oraz realizacji celów środowiskowych, w tym rekomendowanej przez Komisję Europejską redukcji nawożenia N o 20% (Strategia F2F).

Eksperyment polowy został przeprowadzony w latach 2023 i 2024 na gruntach rolnych zlokalizowanych w Sicienku, należących do CGFP – pola były uprawiane w technologii *strip-till*. Gleby do analiz pobierano dwukrotnie – przed rozpoczęciem siewu oraz po zbiorze roślin, co pozwoliło na uchwycenie zmian zachodzących w strukturze mikro- i mykobiomu w trakcie cyklu uprawowego. Uwzględniono cztery warianty nawożenia: pełną dawkę azotu (100%), redukcję o 20% i 40% oraz wariant kontrolny bez nawożenia (0%).

W badaniach zastosowano technikę sekwencjonowania następnej generacji (NGS) na platformie Illumina MiSeq, umożliwiającą kompleksową identyfikację bakterii i grzybów glebowych. Uzyskane sekwencje poddano analizie bioinformatycznej przy użyciu oprogramowania MiSeq Reporter (MSR) v2.6. Analizę taksonomiczną przeprowadzono na podstawie baz SILVA 138 (bakterie) i UNITE v8 (grzyby). Wykorzystano QIIME2 do oczyszczenia odczytów, identyfikacji unikalnych sekwencji (ASVs) oraz opracowania analizy funkcjonalnej mikro- i mykobiomu.

Wyniki wykazały, że 20% redukcja nawożenia N wpłynęła na strukturę mikro- i mykobiomu gleby, ale nie destabilizowała mikrobiologicznego ekosystemu glebowego. Analiza funkcjonalna wskazuje, iż redukcja nawożenia N o 20% sprzyja aktywacji mikrobiomu zaangażowanego w naturalne obiegi azotu, rozkład prostych związków organicznych oraz ogranicza presję patogenów i pasożytów w glebie spod uprawy rzepaku. Zredukowana dawka nawożenia N poprawiła również równowagę funkcjonalną mykobiomu, zwiększając liczebność grzybów korzystnych, w tym związanych z symbiozą i rozkładem materii organicznej (fungal saprotrophs).

*Realizacja projektu w ramach Europejskiego Funduszu Rolnego
na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich PROW 2014-2020 Działanie 16 „Współpraca”
(nr 00019.DDD.6512.00016.2022.02 z dnia 20.03.2023)*

ACS POLAND HOLDING „POTENCJAŁ STOSOWANIA BIOLOGICZNEGO OCZYSZCZANIA ZBIORNIKÓW WODNYCH”

PRZEMYSŁAW KARWOWSKI

ACS Poland Holding Sp. z o.o.

ACS Poland Holding Sp. z o.o. jest liderem w bioremediacji zbiorników wodnych.

Jako jedyna firma w branży **oczyszczamy zbiorniki wodne w 100% naturalnie** – bez użycia jakichkolwiek środków chemicznych. Stawiamy na **biologiczne, bezpieczne i skuteczne rozwiązania** dla środowiska.

ACS_AQUA_MUNDA to przełomowa technologia oczyszczania wody, która wykorzystuje wyłącznie naturalne procesy bioremediacji oraz unikalne specjalistyczne preparaty mikrobiologiczne o precyzyjnym, kierunkowym działaniu. Współpracujemy ściśle z naukowcami z krajowych i zagranicznych uczelni.

Technologia ACS_AQUA_MUNDA – efekty

- redukcja osadów dennych o charakterze organicznym minimum 30% w ciągu 12 miesięcy prace wykonywane:
 - bez potrzeby użycia ciężkich urządzeń mechanicznych
 - bez konieczności spuszczenia wody
 - bez okresu karencji
 - bez kosztów transportu i utylizacji wydobytych osadów
 - bez uszkodzeń linii brzegowej;
- poprawa warunków tlenowych w strefie przydennej o min. 20% – lepsze warunki bytowe dla ichtiofauny oraz zapobieganie zjawisku przyduchy;
- poprawa przejrzystości wody;
- ograniczenie intensywności zakwitów glonów i sinic (cyjanobakterii) poprzez zmniejszenie dostępności biogenów (azotu i fosforu);
- ograniczenie emisji siarkowodoru (H₂S), powstającego w wyniku beztlenowego rozkładu substancji organicznej w osadach dennych;
- większe bezpieczeństwo użytkowników kąpielisk – ograniczenie liczebności bakterii wskaźnikowych (np. *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*);
- skuteczna aktywacja naturalnych procesów samooczyszczania wód;
- zwiększenie retencji użytkowej zbiornika wodnego poprzez ograniczenie zamulenia.

WYKORZYSTANIA BAKTERII Z RODZAJU *RHIZOBIUM* I *BRADYRHIZOBIUM* JAKO KOMPONENTÓW PRODUKTÓW MIKROBIOLOGICZNYCH

MONIKA KOZIEŁ

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Mikrobiologii*

Azot jest niezbędnym i niezastąpionym składnikiem pokarmowym roślin umożliwiającym uzyskanie zadowalających plonów o wysokiej jakości. Obieg azotu w przyrodzie oraz jego dostępność dla roślin są w bardzo dużej mierze uzależnione od drobnoustrojów, które stanowią integralną część środowiska glebowego i odgrywają kluczową rolę w mineralizacji składników odżywczych. Spośród różnych systemów symbiotycznych największe znaczenie, zwłaszcza w agroekosystemach, ma symbioza roślin bobowatych z bakteriami brodawkowymi. W rolnictwie około 80% biologicznie związanego azotu pochodzi z symbiozy roślin bobowatych i bakterii z rodziny *Rhizobiaceae*. Szacuje się, że około 90% roślin bobowatych wiąże azot atmosfery w symbiozie z bakteriami należącymi do rodziny *Rhizobiaceae*, a proces ten dostarcza średnio 50–400 kg N/ha/rok.

Efektywność wiązania azotu w dużej mierze zależy od właściwości biochemicznych i genetycznych symbiontów, czyli bakterii brodawkowych. W praktyce rolniczej stosowane są preparaty mikrobiologiczne na bazie bakterii z rodziny *Rhizobiaceae* dedykowane odpowiednim rodzajom roślin bobowatych. Stosowanie szczepionek bakteryjnych dla roślin bobowatych stało się ważną praktyką agronomiczną, która oprócz zwiększania plonu pozwala prowadzić zrównoważone i ekologiczne rolnictwo, niewymagające sztucznego nawożenia azotem.

Kluczowym etapem w produkcji szczepionek zawierających bakterie brodawkowe jest stosowanie wydajnych i efektywnych szczepów rizobiów. Należy pamiętać, że istnieje zmienność w skuteczności wiązania azotu atmosferycznego i populacji bakterii z rodzajów *Rhizobium* i *Bradyrhizobium*. Bytujące w glebie bakterie z rodziny *Rhizobiaceae*, które wykazują zdolność do nawiązania symbiozy z rośliną gospodarza są mniej liczne, ale bardziej skuteczne pod względem biologicznego wiązania azotu niż te, które występują w dostępnych na rynku preparatach mikrobiologicznych. Istnieje zatem potrzeba poszukiwania izolatów bakterii brodawkowych spośród rodzimych populacji występujących w glebie posiadających wszystkie pożądane cechy wymagane do przygotowania preparatów mikrobiologicznych, które mogłyby być wykorzystywane w praktyce rolniczej. Zastosowanie w biopreparatach rodzimych szczepów izolowanych z brodawek korzeniowych roślin bobowatych jest preferowane przede wszystkim ze względu na ich szybszą i łatwiejszą adaptację do naturalnych warunków środowiskowych i możliwość nawiązania skutecznej symbiozy w roślinę gospodarza.

*Opracowanie przygotowane zostało w ramach tematu badawczego 1.18 „Ocena właściwości i praktycznego wykorzystania bakterii z rodzaju *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* jako komponentów produktów mikrobiologicznych”*

BIOTECHNOLOGIA W ODŻYWIANIU ROŚLIN I ZWIERZĄT

MARLENA MAŃKOWSKA, MAGDALENA OSTAPIAK

BIO-GEN sp. z o.o.
www.bio-gen.pl

BIO-GEN to spółka branży biotechnologicznej w obszarze rolnictwa i środowiska. Firma powstała w 1990 roku i w ciągu 35 lat działalności udało nam się osiągnąć pozycję jednego z wiodących producentów preparatów mikrobiologicznych. Już w 1992 roku uzyskaliśmy wymagane rejestracje i wprowadziliśmy na rynek pierwsze preparaty probiotyczne dla zwierząt hodowlanych, były to produkty z serii BIOGEN: Biogen Probiotyk, Biogen Dw oraz Biogen B. Produkty te, o udoskonalonym składzie, znajdują się w ofercie do dziś i są dostępne w sprzedaży w krajach Unii Europejskiej, Bliskiego Wschodu oraz Afryki Północnej. Obecnie w naszej ofercie znajduje się ponad 40 preparatów o różnym przeznaczeniu, od wspierania nawożenia i rewitalizacji gleby po stymulację roślin, zaprawy nasienne, probiotyki dla zwierząt, utylizatory nieczystości organicznych czy preparaty do rekultywacji zbiorników wodnych. Wiele z naszych produktów spełnia wymagania rolnictwa ekologicznego i może być stosowanych w tego typu uprawach. Wszystkie nasze produkty są bezpieczne dla zdrowia ludzi, zwierząt i środowiska. BIO-GEN to również badania i rozwój w zakresie rolnictwa i środowiska. Posiadamy własne zaplecze naukowe i technologiczne, w tym jedno z najnowocześniejszych w Europie laboratoriów, którego zadaniem jest szybko odpowiadać na zmieniającą się sytuację na rynku rolnym.

Naszymi wizytówkami są preparaty z kategorii nawozowych produktów mikrobiologicznych: AzotoPower, FosfoPower, SuperPower, seria produktów BaktoTARCZA, seria RHIZOBIUM i wiele innych, jak również probiotyki dla zwierząt hodowlanych i domowych. Preparaty BIO-GEN wspomagają gospodarowanie nawożeniem wszystkich gatunków roślin uprawnych. AzotoPower zawiera bakterie z rodzajów *Azotobacter* i *Arthrobacter*, które jako wolno żyjące i niesymbiotyczne mikroorganizmy, znajdujące zastosowanie w różnego rodzaju uprawach, asymilujące od 30 do 50 kg N/ha rocznie, pozwalają na zmniejszenie dawek nawozów azotowych. Seria preparatów Rhizobium to 9 mikrobiologicznych szczepionek dla roślin bobowatych. FosfoPower pozwala na przekształcanie nieprzyswajalnych form fosforu do form dostępnych dla roślin. Preparat zawiera wyselekcjonowane szczepy bakterii PSB (*Phosphorus Solubilizing Bacteria*) wytwarzające m.in. kwasy organiczne oraz enzymy, które efektywnie rozpuszczają trudno dostępne formy fosforu z glebowych zasobów nieorganicznych jak i organicznych. Produkty pod nazwą BaktoTARCZA to seria naturalnych probiotyków dla roślin. Preparaty posiadają szeroki skład pożytecznych mikroorganizmów korzystnie wpływających na kondycję i rozwój upraw polowych, pod osłonami, warzywniczych czy sadowniczych. Zawarte w preparatach bakterie kolonizują powierzchnię roślin oraz stymulują naturalną odporność roślin i wspomagają procesy regeneracyjne.

OPLACALNOŚĆ EKONOMICZNA STOSOWANIA PREPARATÓW WZBOGACONYCH MIKROBIOLOGICZNIE W EKOLOGICZNEJ UPRAWIE TRUSKAWEK

MAŁGORZATA NAKIELSKA¹, BEATA FELEDYN-SZEWczyk¹, ADAM BERBEĆ¹,
ANDRZEJ MADEJ¹, MAGDALENA FRĄC²

¹*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy*

²*Instytut Agrofizyki PAN, Lublin*

Na przestrzeni ostatnich lat zauważalny jest wzrost znaczenia rolnictwa ekologicznego. Jest to efektem przyjętych regulacji prawnych w krajach członkowskich Unii Europejskiej, takich jak Europejski Zielony Ład oraz Strategia „od pola od stołu”, a także wzrostu świadomości konsumentów co do wpływu spożywanej żywności na ich zdrowie oraz wpływu intensywnego rolnictwa na degradację środowiska. Przyczynia się do tego również lepszy przepływ informacji, realizowane kampanie edukacyjne oraz znacznie większa dostępność do informacji i wyników badań naukowych. Poprawie uległy również kwestie związane ze skupem, przetwórstwem i dostępnością produktów ekologicznych. Producenci ekologiczni dzięki wsparciu finansowemu oraz specjalnym programom i szkoleniom poszerzają kanały dystrybucji o sprzedaż internetową, nawiązują współpracę i dostarczają swoje produkty do sieci sklepów oraz eksportują za granicę. Przy prowadzeniu działalności rolniczej kluczową kwestią jest opłacalność ekonomiczna, która decyduje o tym, czy dane gospodarstwo przetrwa i będzie się rozwijać oraz sprosta wymaganiom rynku i konsumentów. Ponieważ w uprawie ekologicznej zabronione jest używanie syntetycznych nawozów i chemicznych środków ochrony roślin, rolnicy poszukują naturalnych preparatów dopuszczonych do stosowania w tym systemie.

Celem niniejszej pracy była ocena opłacalności ekonomicznej stosowania nowo opracowanych preparatów wzbogaconych mikrobiologicznie w uprawie truskawki w systemie ekologicznym.

Preparaty (K2-K6) testowano na ekologicznej plantacji truskawki zlokalizowanej w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB w Grabowie nad Wisłą (województwo mazowieckie). Czynnikiem doświadczenia było 5 kombinacji preparatów, 3 odmiany truskawki (‘Vibrant’, ‘Rumba’, ‘Honeoye’) oraz nawadnianie bądź jego brak. Przeprowadzono analizę ekonomiczną, w której obliczono przychody uzyskane po zastosowaniu poszczególnych biopreparatów, koszty bezpośrednie, nadwyżkę bezpośrednią oraz wskaźnik opłacalności ekonomicznej. Na obiekcie bez nawadniania koszty bezpośrednie mieściły się w zakresie od 54 783 zł·ha⁻¹ do 56 089 zł·ha⁻¹, natomiast na plantacji nawadnianej były wyższe i przyjmowały wartości od 60 271 zł·ha⁻¹ do 61 586 zł·ha⁻¹. Zastosowanie testowanych preparatów średnio dla wszystkich odmian spowodowało wzrost wskaźnika opłacalności na obiekcie nienawadnianym ze 129,5% (obiekt kontrolny) do 143,3–168,8% w zależności od zastosowanej kombinacji. Natomiast na obiekcie nawadnianym dla kontroli wskaźnik opłacalności wynosił 127,3%, a zastosowanie preparatów powodowało jego wzrost do 129,2–169,7%.

Badania przeprowadzono w ramach projektu EcoFruits finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, nr BIOSTRATEG3/344433/16/NCBR/2018

ZWIĘKSZENIE WYDAJNOŚCI KOMPOSTOWANIA OSADÓW ŚCIEKOWYCH POPRZECZ ZASTOSOWANIE KONSORCJUM GRZYBÓW HYDROLIZUJĄCYCH SŁOMĘ PSZENNĄ

JULIA RYDZ, ŁUKASZ DREWNIAK, NAMRATA JOSHI

Uniwersytet Warszawski

Zakład Mikrobiologii i Biotechnologii Środowiskowej, Instytut Mikrobiologii, Wydział Biologii

Wprowadzenie i cel

Kompostowanie osadów ściekowych odgrywa zasadniczą rolę w zrównoważonej gospodarce odpadami i ochronie środowiska. To badanie analizuje zintegrowane wykorzystanie konsorcjum grzybów *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. i *Trichoderma* sp., w formie bioformulacji, oraz konsorcjum bakterii, w skład którego wchodzi *Achromobacter* sp., *Bacillus* sp., *Spororacina* sp., *Pseudomonas* sp. i *Ochromobactrum* sp., zdolnych do rozkładu białek, tłuszczów i węglowodorów, w celu optymalizacji wydajności kompostowania. Głównym celem tego badania jest wykazanie, w jaki sposób bioaugmentacja przy użyciu grzybów i bakterii – zarówno osobno, jak i w połączeniu – zwiększa mineralizację materii organicznej oraz poprawia ogólną jakość kompostu z osadów ściekowych w porównaniu z próbami niepoddanymi obróbce.

Metody

W warunkach laboratoryjnych przeprowadzono doświadczenie skupiające się na produkcji enzymów hydrolitycznych przez grzyby, enzymatycznej hydrolizie biomasy lignocelulozowej, jaką jest słoma pszenna oraz optymalizacji procesu kompostowania z dodatkiem różnych biopreparatów. Po przeprowadzeniu badań wstępnych w kontrolowanych warunkach, przystąpiono do etapu w terenie w celu weryfikacji uzyskanych wyników. Wykorzystano osad ściekowy oraz słomę pszenną jako środek zwiększający objętość w proporcji 1:10 (słoma:osad). Kompostowanie prowadzono przez 8 tygodni w przyzmacach o objętości 10 m³. Zastosowano różne warianty, obejmujące odmienne kombinacje konsorcjów grzybowych i bakteryjnych oraz kontrolę bez bioaugmentacji.

Wyniki i wnioski

Zastosowanie słomy jako środka zwiększającego objętość poprawiło strukturę kompostu i przyspieszało efektywnemu rozkładowi materii organicznej. Największą mineralizację materii (do 22%) odnotowano w próbach z dodatkiem grzybowego konsorcjum, zwłaszcza w połączeniu z preparatem bakteryjnym. Parametry takie jak: zawartość materii organicznej, pojemność wymiany kationowej (CEC > 100 mol/kg s.m.) oraz aktywność dehydrogenaz, potwierdziły wysoką jakość dojrzałego kompostu. Wzrost liczebności promieniowców w późniejszych fazach kompostowania świadczył o prawidłowym przebiegu procesu. Wyniki uzyskane w warunkach terenowych potwierdzają, że stosowanie słomy w połączeniu z odpowiednimi biopreparatami znacząco przyspiesza dojrzewanie kompostu i poprawia jego właściwości nawozowe.

INNOWACYJNE TECHNOLOGIE MIKROBIOLOGICZNE DLA UPRAW ROŚLIN OGRODNICZYCH I POPRAWY ŻYZNOŚCI GLEB – WYNIKI PROJEKTÓW ECONUTRI, RESBERRY, EXCALIBUR, ECOFRUITS, BIOFERTIL, AKWAPONIKA

LIDIA SAS-PASZT, PAWEŁ TRZCIŃSKI, ANNA LISEK, EDYTA DERKOWSKA, KRZYSZTOF GÓRNIK,
SŁAWOMIR GŁUSZEK, MATEUSZ FRĄC, BEATA SUMOROK, MICHAŁ OSKIERA, MICHAŁ PRZYBYŁ

*Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice*

W ramach projektów badawczych realizowanych w Instytucie Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach opracowano i wdrożono innowacyjne biopreparaty i technologie uprawy roślin ogrodniczych w systemie glebowym lub akwaponicznym oraz metody ograniczania zanieczyszczeń gleby, wód i powietrza. Wyselekcjonowano szczepy mikroorganizmów wykazujące właściwości syntezy auksyn i kwasów organicznych, udostępniania jonów składników mineralnych roślinom, antagonizmu wobec patogenów roślinnych oraz biodegradacji pozostałości materii organicznej. W ramach projektu EcoFruits opracowano konsorcja bakteryjne (*Bacillus* sp., *Lysobacter* sp., *B. subtilis*, *Paenibacillus polymyxa*), o działaniu biostymulującym i ochronnym w ekologicznej uprawie roślin truskawki i maliny nawadnianych i roślin rosnących w warunkach niedoboru wody. W projekcie BioFertil opracowano po raz pierwszy nawozy mineralne wzbogacone mikrobiologicznie – Mocznik, SuperFosdar, Polifoska, będące bezpieczną, skuteczną i ekonomicznie opłacalną alternatywą dla mineralnego nawożenia NPK. W projekcie Akwaponika opracowano konsorcja mikrobiologiczne biostymulujące wzrost i plonowanie sałaty rzymskiej w uprawie akwaponicznej (*Klebsiella* spp., *Nocardia* spp., *Rhodococcus* spp., *Paenibacillus polymyxa*) oraz hamujących rozwój patogenu *Phytophthora cactorum*. W projekcie EcoNutri opracowano i wdrożono innowacyjne bionawozy i technologie uprawy roślin ogrodniczych, ograniczające zanieczyszczenia gleby, wód i powietrza oraz nowe biopreparaty do kompostowania odpadów rolniczych (bakterie z rodzajów: *Bacillus*, *Priestia*, *Klebsiella*, *Streptomyces* i *Pseudomonas*). W projekcie Excalibur opracowano konsorcja mikrobiologiczne stymulujące wzrost i plonowanie roślin ogrodniczych oraz o działaniu ochronnym (*Paenibacillus polymyxa*, *Trichoderma harzianum*), zwiększające skuteczność bionawożenia i biologicznej ochrony roślin. W projekcie ResBerry opracowano konsorcja mikrobiologiczne (*Paenibacillus* sp. i *Bacillus* sp.) do uprawy maliny i truskawki, ograniczające występowanie chorób wywoływanych przez patogeny *Botrytis cinerea*, *Verticillium* sp., *Phytophthora* sp. Realizacja projektów przyczyniła się do opracowania i wdrożenia technologii bionawożenia i biologicznej ochrony roślin w uprawach roślin ogrodniczych oraz do ograniczenia zanieczyszczeń gleby, wód i powietrza.

Praca wykonana w ramach projektów: EcoNutri (101081858), Excalibur (817946), dofinansowanych przez Komisję Europejską (Horyzont Europa 2020) oraz BioFertil (347464/5/NCBR/2017), ResBerry (CORE Organic/III/55/ResBerry/2022), EcoFruits (344433/16/NCBR/2018 i Akwaponika (POIR.01.01.01-00-0579/19) dofinansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

**WYKORZYSTANIE POTENCJAŁU BAKTERII WSPOMAGAJĄCYCH
ROZWÓJ I ODPORNOŚĆ ROŚLIN W BADANIACH ROLNICZYCH
I REMEDIACYJNYCH – PROJEKT INNO-MIK, LIDER XII**

SYLWIA SIEBIELEC, MAŁGORZATA WOŹNIAK, ALEKSANDRA UKALSKA-JARUGA, ANDRZEJ LEWICKI,
JAKUB PULKA, SZYMON SZUFA, ŁUKASZ ADRIAN, PIOTR PIERSA, GRZEGORZ SIEBIELEC

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

Wkład bakterii w promowanie wzrostu i rozwoju roślin dla różnych warunków glebowych został szeroko udokumentowany w literaturze. Bioinokulanty nie tylko wpływają na krążenie składników odżywczych, ale także chronią roślinę przed szkodnikami i chorobami, wspomagają system korzeniowy i inaktywują szkodliwe substancje chemiczne obecne w środowisku. Inne korzystne mechanizmy obejmują: rozkład materii organicznej, produkcję biofilmu, produkcję hormonów roślinnych, takich jak: kwas indolo-3-octowy (IAA), cytokininy (CK) i gibereliny (GA), rozpuszczanie mikroelementów, które mogą przyczyniać się do łagodzenia stresów abiotycznych i biotycznych. Co istotne, ten sam mikroorganizm może pełnić kilka z wyżej wymienionych funkcji, których synergistyczne połączenie przyspiesza korzystny wpływ na rośliny.

Egzogenna materia organiczna (EOM) to wszelki materiał organiczny pochodzenia biologicznego stosowany do gleby w celu przywrócenia jej żyzności i urodzajności. Ważne źródła egzogennej materii organicznej mogą pochodzić z różnych produktów ubocznych przemysłu rolniczego czy energetycznego, np. produkcji biowęgla, kompostu, pofermentu czy intensywnej hodowli zwierząt. Badania nad przydatnością pofermentu, biowęgla i kompostu do wykorzystania jako nawóz są stosunkowo nowe i skupiają się z jednej strony na rolniczych korzyściach, jakie przynoszą, a z drugiej strony na zagrożeniach dla środowiska przyrodniczego. Stosunkowo niewiele wiadomo na temat wpływu tych materiałów na właściwości biologiczne (zbioryska bakterii i grzybów), które są kluczowymi czynnikami w funkcjonowaniu gleby.

W projekcie INNO-MIK łączymy różne strategie przeciwdziałania suszy i wdrażania przyjaznego środowisku rolnictwa w jednej technologii: wykorzystanie potencjału bakterii wspomagających rozwój i odporność roślin oraz zwiększanie zdolności retencyjnych gleb poprzez wprowadzanie do niej materii organicznej. Tworzona technologia polega na otrzymaniu 3 rodzajów bionawozów na bazie: płynnego pofermentu oraz kompostu i toryfikatu w formie stałej, dla zapewnienia szerszego wykorzystania odpadów organicznych i zapewnienia szerszego wachlarza zastosowań tych innowacyjnych bionawozów. We wszystkich przypadkach bionawozy będą nośnikiem bakterii wspomagających rozwój roślin w warunkach suszy.

*Projekt finansowany w ramach konkursu Lider XII Narodowego Centrum Badań i Rozwoju;
Nr LIDER/36/0184/L-12/20/NCBR/2021*

PRODUKCYJNOŚĆ JĘCZMIENIA UPRAWIANEGO W TECHNOLOGII EKOLOGICZNEJ W ZALEŻNOŚCI OD SPOSOBU UPRAWY ROLI I APLIKACJI PREPARATU MIKROBIOLOGICZNEGO

MAŁGORZATA SZCZEPANEK, KAROLINA BŁASZCZYK

*Politechnika Bydgoska im. J.J. Śniadeckich, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii,
Katedra Agronomii i Przetwórstwa Żywności
al. Prof. S. Kaliskiego 7, 85-796 Bydgoszcz*

Rosnące oczekiwania konsumentów wobec żywności, przejawiające się zwiększeniem zapotrzebowania na produkty o wysokiej jakości i sprawdzonym pochodzeniu, w tym na żywność produkowaną metodami ekologicznymi, stwarzają potrzebę rozwoju tego sektora produkcji pierwotnej. Gatunki roślin dedykowane do uprawy ekologicznej powinny cechować się wysoką, genetycznie uwarunkowaną wartością odżywczą i prozdrowotną. Przykładem takiego gatunku jest jęczmień kapturkowy (*Hordeum vulgare* L. var. *rimpaui* Wittm.), należący do zbóż pierwotnych, charakteryzujący się czarną barwą ziarna i wysoką zawartością polifenoli oraz fitomelaniny. Wprowadzenie tego wartościowego gatunku do uprawy wymaga jednak opracowania ekologicznej technologii uprawy uwzględniającej zaopatrzenie roślin w podstawowy składnik niezbędny dla wzrostu roślin, jakim jest azot. Celem badań była ocena efektywności mikrobiologicznej stymulacji odżywienia roślin azotem poprzez nalistną aplikację preparatu BlueN, zawierającego *Methylobacterium symbioticum*, na produkcyjność jęczmienia kapturkowego uprawianego ekologicznie, w warunkach płuźnej i bezpłuźnej uprawy roli oraz zróżnicowanych gęstości siewu (350 i 450 szt./m²). Ścisły eksperyment polowy prowadzono w latach 2023 i 2024, w warunkach certyfikowanej produkcji ekologicznej. Badania wykazały, że jednorazowa aplikacja preparatu mikrobiologicznego BlueN w każdym systemie uprawy roli oraz w obu gęstościach siewu zwiększała produkcyjność jęczmienia w stosunku do kontroli. Przyrost plonu średnio dla pozostałych czynników doświadczenia wynosił 14,9%. Odnotowano również korzystny wpływ aplikacji preparatu na masę części nad- i podziemnych roślin, a przede wszystkim na liczbę pędów generatywnych, które są podstawowym elementem struktury plonu. Wpływ porównywanych gęstości siewu, a także sposobów uprawy roli był niewielki, z tendencją do większego plonowania jęczmienia w uprawie płuźnej, zwłaszcza w warunkach niedoboru opadów w sezonie wegetacyjnym. Powyższe wskazuje na możliwość stosowania uproszczeń w uprawie roli, mniejszej gęstości siewu (350 szt./m²), a przede wszystkim na zasadność wykorzystania nalistnych preparatów mikrobiologicznych w ekologicznej uprawie jęczmienia kapturkowego. Są to elementy technologii odpowiadające na wyzwania przyszłości, zmierzające do ograniczenia wpływu rolnictwa na środowisko.

*„Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”
Instytucja Zarządzająca PROW 2014–2020 – Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Publikacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach działania „Współpraca”
Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020
Materiał opracowany przez Grupę Operacyjną „GRIST”*

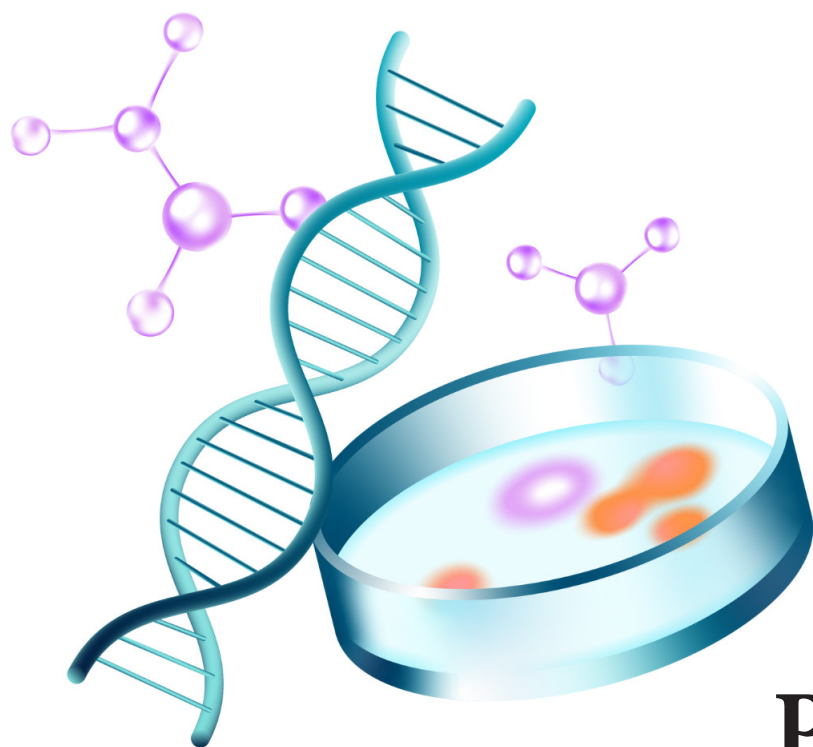
BIOFORTYFIKACJA WSPOMAGANA MIKROBIOLOGICZNIE – ZRÓWNOWAŻONA DROGA DO ŁAGODZENIA NIEDOBORU MIKROELEMENTÓW

MAŁGORZATA WOŹNIAK

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Mikrobiologii, I
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy,
e-mail: m.wozniak@iung.pulawy.pl*

Mikroelementy są niezbędnymi czynnikami dla zdrowia człowieka oraz stanowią integralną część wzrostu i rozwoju roślin. Spośród mikroelementów, niedobór cynku (Zn) i żelaza (Fe) w pożywieniu wiąże się z objawami niedożywienia populacji ludzkiej i występowaniem zjawiska tzw. ukrytego głodu (ang. *hidden hunger*). Ponadto wobec pogłębiających się kryzysów: ekologicznego i klimatycznego, wzrastającego zapotrzebowania na zdrową żywność oraz zachowania różnorodności biologicznej należy zaznaczyć, że rolnictwo powinno przejść transformację w kierunku utrzymania równowagi przyrodniczej oraz produkcji zdrowej żywności. Dlatego też, aby przeciwdziałać wyżej wymienionym problemom dotyczącym zarówno niedożywienia ludzi, jak i roślin, można przeprowadzić proces biofortyfikacji wspomaganej mikrobiologicznie. Biofortyfikacja za pośrednictwem drobnoustrojów jest jednym z najszybszych i najłatwiejszych sposobów zwiększenia ilości składników odżywczych w uprawach i produktach spożywczych. Mikroorganizmy określane mianem PGPM (ang. *Plant Growth Promoting Microorganism*) mogą zwiększyć pobieranie i biofortyfikację mikroelementów (Fe i Zn), m.in. poprzez rozpuszczanie składników odżywczych, syntezę sideroforów i produkcję egzopolisacharydów. Mikroorganizmy w połączeniu z nawozami mineralnymi i organicznymi zwiększają pobieranie mikroelementów, co skutkuje wyższym stężeniem mikroelementów i poprawą jakości odżywczej zbóż. Dlatego też celem pracy jest podkreślenie potencjalnej roli mikroorganizmów w biofortyfikacji i poprawie globalnego zapotrzebowania na składniki odżywcze.

Opracowanie wykonano w ramach tematu badawczego 1.17 pt. Biofortyfikacja mikrobiologiczna jako zrównoważona metoda wspomagająca uprawę pszenicy w obliczu zjawiska „ukrytego głodu” – potencjał i perspektywy zastosowania realizowanego w ramach podprogramu 1 działalności statutowej IUNG-PIB



POSTERY

SPIS TREŚCI

ABRAMCZYK B., KRÓL E., MIELNICZUK E.

Wpływ endofitycznych szczepów *Diaporthe* sp. izolowanych z pigwowca japońskiego (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex. Spach.) na wybrane fitopatogeny27

ADAMCZYK P., JANCZAREK M., WÓJTOWICZ J., DZIEDZIC J.

Analiza filogenetyczna szczepów *Rhizobium leguminosarum* sv. *viciae* wyizolowanych z brodawek korzeniowych bobu (*Vicia faba*) techniką ERIC-PCR28

BERBEĆ A.K., GAŁĄZKA A.

Dywersyfikacja praktyk w ramach rolnictwa ekologicznego i jej wpływ na różnorodność i aktywność mikroorganizmów glebowych29

BIELAWSKA I., GAŁĄZKA A.

Mikroorganizmy rozkładające substancje ropopochodne i ich potencjał w procesach bioremediacji gleb.....30

BIK-MAŁODZIŃSKA M., ŻUKOWSKA G., MYSZURA-DYMEK M.

Kształtowanie właściwości enzymatycznych w glebach zdegradowanych.....31

BOJARSZCZUK J.

Wpływ preparatów zawierających związki humusowe na właściwości mikrobiologiczne gleby w uprawie roślin bobowatych32

BOROWIK A., ZABOROWSKA M., WYSZKOWSKA J., KUCHARSKI J.

Znaczenie sorbentów w kształtowaniu aktywności biochemicznej gleby zanieczyszczonej olejem napędowym i benzyną.....33

BREZA-BORUTA B., MACIUSZEK A., PIOTROWSKA-DŁUGOSZ A.

Badanie skuteczności działania biopreparatu aplikowanego do gleby pod uprawą wybranych roślin.....34

BURKOWSKA-BUT A., WALCZAK M.

Mikrobiologiczne wspomaganie nawożenia siarką elementarną.....35

CIEPIEL J.

Klasyfikacja produktów mikrobiologicznych stosowanych w rolnictwie36

CYBULSKA K., MURAWSKA N., KOŁODYŃSKA J.

Wpływ olejków eterycznych na ograniczenie wzrostu bakterii *E. coli*37

DZIOSA K., MAKOWSKA M., RADULSKI P.

Zastosowanie biowęgla w rolnictwie: potencjał w poprawie jakości gleby i wzrostu roślin38

FARUGA M., JOPEK M., GÓRALSKA K., GIERUT-KOT A., WALCZAK W., AMBROZIAK K.

Biostymulatory mikrobiologiczne a transformacja rolnictwa: ku uprawom beztorfowym dzięki współpracy nauki z przemysłem39

FURTAK K., KOWALSKA B.

Wpływ wybranych szczepów bakterii glebowych na wzrost patogena grzybowego *Verticillium dahliae*40

FURTAK K., GAWRYJOLEK K., WYZIŃSKA M.

Wpływ dodatku egzogennej betainy na aktywność enzymatyczną gleby i wzrost pszenicy jarej w różnych warunkach wilgotności41

GALĄZKA A., MARZEC-GRZĄDZIEL A., ABRAMCZYK B. Mycobiom i profil metaboliczny wybranych odmian pszenicy jarej.....	42
GAWRYJOLEK K. Bakterie LAB i ich znaczenie dla rolnictwa	43
GAWRYJOLEK K., FURTAK K. Bakterie z rodzaju <i>Bacillus</i> oraz ich zastosowanie w produkcji roślinnej i zwierzęcej	44
GRZĘDA E., SIEBIELEC S. Sałata masłowa poddana zabiegom inokulacyjnym z wykorzystaniem bakterii promujących wzrost i rozwój roślin uprawnych.....	45
GRZĘDA E., SIEBIELEC S. Bioróżnorodność bakterii w środowisku narażonym na stres związany z obniżonym poziomem wilgotności.....	46
HAŁAT-ŁAŚ M., AMBROSZCZYK A. Synergistyczny wpływ preparatu opartego o aktywne kwasy humusowe na nawozowe produkty mikrobiologiczne.....	47
KIDAJ D., ZAMLYŃSKA K., SWATEK A., KOMANIECKA I. Bradyrizobiowe lipochitoooligosacharydy jako biostymulator syntezy flawonoidów w uprawie gryki zwyczajnej (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench).....	48
KURSA W., JAMIOŁKOWSKA A., SKWARYŁO-BEDNARZ B., PATKOWSKA E., GOL K. Grzyby mykoryzowe jako czynnik mikrobiologiczny wpływający na wzrost pomidora zwyczajnego (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) i mikrobiom ryzosfery	49
LISEK A., SAS-PASZT L., SUMOROK B., TRZCIŃSKI P., PAŁECZKA A. PCR-DGGE skuteczną techniką identyfikacji arbuskularnych grzybów mykoryzowych w nawozowych produktach mikrobiologicznych	50
MARZEC-GRZĄDZIEL A., KORBECKA-GLINKA G. Poszukiwanie bakterii o potencjalnym znaczeniu aplikacyjnym w uprawie roślin miododajnych....	51
MIKOS-SZYMAŃSKA M., KOBIAŁKA M., KUCHARSKA J., SZYMCAK T., PODLEŚNY M., KORBAS M., HOROSZKIEWICZ J., JAJOR E., DANIELEWICZ J., BOCIANOWSKI J., KARSZNIA M. Wykorzystanie bakterii z rodzaju <i>Paenibacillus</i> w inżynierii metabolicznej do zastosowań przemysłowych w rolnictwie	52
NOWAKOWICZ-DĘBEK B., WLAZŁO Ł., LIPÍŃSKA H., KARPÍŃSKA K., ADAMCZYK-MUCHA K., MARTYNA J. Monitoring mikrobiologiczny gleby suplementowanej gnojowicą z udziałem biowęgla	53
NYZHNYK T., KOTS S., KIEDRZYŃSKI M., KIEDRZYŃSKA E. Poprawa odporności rolniczej poprzez interakcje soi z <i>Bradyrhizobium</i> w warunkach stresu wodnego.....	54
OLEŃSKA E., MAŁEK W., SWIECICKA I., WÓJCIK M., THIJS S., VANGRONSVELD J. Bakterie wspomagające wzrost bobowatych w obecności metali	55
SIEBIELEC S., WOŹNIAK M., UKALSKA-JARUGA A., LEWICKI A., PULKA J., SZUFA S., ADRIAN Ł., PIERSA P., SIEBIELEC G. Potencjał stosowania kompostu i biowęgla do regeneracji gleb.....	56

SIEBIELEC S., WOŹNIAK M., UKALSKA-JARUGA A., LEWICKI A., PULKA J., SZUFA S., ADRIAN Ł., PIERSA P., SIEBIELEC G.	
Efektywność prototypów bionawozów na bazie bakterii i egzogennej materii organicznej w badaniach doniczkowych, poletkowych i polowych	57
SIEBIELEC S., SIEBIELEC G.	
Inokulacja bakteriami rozpuszczającymi fosforany jako obiecująca strategia poprawiająca wzrost i rozwój roślin uprawnych i remediacyjnych	58
SIEBIELEC S., SIEBIELEC G.	
Mikrobiom gleb miejskich.....	59
SUCHODOLSKA I., BERNATOWICZ A., MUSIAŁOWSKI M., KOWALEWSKA Ł., BYKOWSKI M., WÓJTOWICZ J., KOZIOL-LIPIŃSKA J., MIERZWA-HERSZTEK M., GONDEK K., DĘBIEC-ANDRZEJEWSKA K.	
Biotymulacja gleby i redukcja nawożenia mineralnego za pomocą sideroforów bakteryjnych i metabolitów towarzyszących (SSAM) w uprawie <i>Raphanus sativus</i>	60
WALCZAK W., GÓRALSKA K., AMBROZIAK K., PUŁAWSKA J., MIKICIŃSKI A., GŁOS H., MICHAŁECKA M., PONIATOWSKA A., JARECKA-BONCELA A., PTASZEK M.	
Wspieranie mikrobiomu upraw wyzwaniem w procesie formułowania bioproduktów	61
WIEJAK K., BIELAWSKA I., GAŁĄZKA A.	
Grzyby mykoryzowe i ich potencjał w procesach bioremediacji gleb	62
WYZIŃSKA M., BERBEĆ A.K.	
Naturalne sorbenty i ich wpływ na mikroorganizmy w glebie	63
WYZIŃSKA M., BERBEĆ A.K.	
Rola materii organicznej w postaci resztek poźniwnych w kształtowaniu aktywności mikroorganizmów glebowych	64
WYZIŃSKA M., BERBEĆ A.K.	
Substancje podstawowe i ich wpływ na glebę.....	65
WYZIŃSKA M., BERBEĆ A.K.	
Wpływ biowęgla na poprawę właściwości gleby oraz produktywność roślin	66
ZABOROWSKA M., BOROWIK A., WYSZKOWSKA J., KUCHARSKI J.	
Rola Ramnolipidu 90 w biostymulacji gleb zanieczyszczonych bisfenolem A	67

WPŁYW ENDOFITYCZNYCH SZCZEPÓW *DIAPORTHE* SP. IZOLOWANYCH Z PIGWOWCA JAPOŃSKIEGO (*CHAENOMELES JAPONICA* (THUNB.) LINDL. EX. SPACH.) NA WYBRANE FITOPATOGENY

BARBARA ABRAMCZYK, EWA KRÓL, ELŻBIETA MIELNICZUK

*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
Katedra Ochrony Roślin, Zakład Fitopatologii i Mykologii*

Grzyby z rodzaju *Diaporthe* zasiedlają wiele gatunków roślin jako patogeny, saprotrofy i endofity. W przedstawionej pracy określono wpływ endofitycznych szczepów *Diaporthe* sp. wyizolowanych po raz pierwszy z pędów (szczep nr 63) i owoców (szczep nr 45) pigwowca japońskiego w Polsce, na wybrane gatunki grzybów towarzyszących zasiedlających te same organy: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Chaetomium globosum*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Epicoccum nigrum*, *Fusarium sporotrichioides*, *Trichothecium roseum* i *Trichoderma koningii*. Doświadczenie przeprowadzono w warunkach *in vitro*, w hodowlach dwuorganizmowych, stosując metodę szeregów biotycznych. Po 10 dniach hodowli w temperaturze 22°C oceniano każdą kombinację, przyznając endofitom punkty dodatnie bądź ujemne za zarastanie kolonii grzyba towarzyszącego, strefę inhibicji i zmniejszenie kolonii w stosunku do kontroli. Wyniki badań wykazały, że oba badane szczepy *Diaporthe* sp. mogą nieznacznie ograniczać wzrost *F. sporotrichioides* i *T. roseum*, o czym świadczą dodatnie indywidualne efekty biotyczne.

*Przedstawione badania zostały sfinansowane ze środków na naukę przyznanych na działalność służącą rozwojowi młodych naukowców w dyscyplinie: rolnictwo i ogrodnictwo i stanowią wstęp do realizacji projektu badawczego nr SUBM.WOK.25.087 pt. „Charakterystyka morfologiczno-genetyczna endofitycznych szczepów z rodzaju *Diaporthe* pozyskanych z pigwowca japońskiego (*Chaenomeles japonica*) oraz określenie ich potencjału w promowaniu wzrostu roślin i ograniczaniu rozwoju fitopatogenów”*

ANALIZA FILOGENETYCZNA SZCZEPÓW *RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM* SV. *VICIAE* WYIZOLOWANYCH Z BRODAWEK KORZENIOWYCH BOBU (*VICIA FABA*) TECHNIKĄ ERIC-PCR

PAULINA ADAMCZYK, MONIKA JANCZAREK, JULIA WÓJTOWICZ, JUSTYNA DZIEDZIC

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej,
Instytut Nauk Biologicznych, Wydział Biologii i Biotechnologii,
paulina.adamczyk@mail.umcs.pl

Rhizobium leguminosarum należą do Gram-ujemnych bakterii glebowych, żyjących w symbiozie z roślinami motylkowatymi (*Fabaceae*). Bakterie te indukują tworzenie brodawek korzeniowych, w których zachodzi proces wiązania azotu cząsteczkowego (N_2) do formy przyswajalnej przez roślinę. Obecność bakterii symbiotycznych zaopatrujących rośliny w azot jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na wzrost i produktywność roślin bobowatych. Ponadto pozwalają zredukować zużycie nawozów mineralnych, wpływają korzystnie na strukturę i żyzność gleby oraz plonowanie roślin.

W ramach tej pracy zbadano populację szczepów *R. leguminosarum* zasiedlających brodawki korzeniowe bobu (*Vicia faba*). W celu określenia stopnia zróżnicowania genetycznego bakterii zastosowano technikę ERIC-PCR opartą na repetytywnych regionach ERIC. Technika ta jest powszechnie wykorzystywana do genotypowania w dochodzeniu pokrewieństwa badanych szczepów. W tym celu przeprowadzono izolację materiału genetycznego z 22 szczepów, następnie mieszaniny produktów PCR rozdzielono elektroforetycznie przy użyciu żelu agarozowego. Uzyskane profile prążków zostały przeanalizowane za pomocą programu BIO1D+ w celu skonstruowania dendrogramu obrazującego podobieństwo genetyczne badanych szczepów. Analizując otrzymane wyniki, zaobserwowano dużą różnorodność pod względem liczby i wielkości fragmentów DNA w profilach, wynoszącą od 3 (szczepy 9 i 15) do 8 fragmentów (szczepy 2, 3 i 6) o długości od 1080 do 25143 pz. Zdecydowana większość wzorów była unikalna i specyficzna dla poszczególnych szczepów. Ponadto zidentyfikowano 2 grupy o identycznym profilu prążków (szczepy 2, 3, 6; 11, 12, 14), co potwierdziło, że niektóre wzory ERIC-PCR były charakterystyczne dla więcej niż jednego szczepu. Najczęściej powtarzały się prążki o wielkości 1207 i 3325 pz. Przeważająca liczba badanych izolatów (17 szczepów) wykazała podobieństwo na poziomie 44%, co świadczy o genetycznej różnorodności badanej populacji bakterii.

Uzyskane wyniki wskazują, że *R. leguminosarum* sv. *viciae* stanowią bogatą i zróżnicowaną genetycznie populację bakterii. Dodatkowo przeprowadzone doświadczenie potwierdziło, że ERIC-PCR jest efektywną metodą oceny podobieństwa genetycznego izolatów bakterii endofitycznych.

DYWERSYFIKACJA PRAKTYK W RAMACH ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO I JEJ WPŁYW NA RÓŻNORODNOŚĆ I AKTYWNOŚĆ MIKROORGANIZMÓW GLEBOWYCH

ADAM KLEOFAS BERBEĆ, ANNA GAŁĄZKA

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Celem badania była ocena wpływu zróżnicowanych praktyk zarządzania w rolnictwie ekologicznym na różnorodność i aktywność mikroorganizmów glebowych, ze szczególnym uwzględnieniem efektów wynikających z dywersyfikacji czasowej, przestrzennej i genetycznej. Badania przeprowadzono w ramach projektu międzynarodowego ALL-Organic (Agroecology Living Labs).

Analizy mikrobiologiczne obejmowały ocenę aktywności enzymatycznej (dehydrogenazy, fosfatazy kwaśnej i zasadowej), zawartości biomasy mikroorganizmów (Cmic, Nmic), a także metabolicznej różnorodności wspólnot mikroorganizmów glebowych z wykorzystaniem technologii Biolog EcoPlates. Wyniki wykazały, że testowane strategie dywersyfikacji mogą mieć pozytywny wpływ na wskaźniki zdrowia gleby i funkcjonalną bioróżnorodność mikroflory. Szczególnie istotne efekty zaobserwowano w systemach upraw wykorzystujących tzw. „stare” odmiany zbóż (np. *Triticum dicoccum*, *Triticum monococcum*), które wykazały istotnie wyższą aktywność biologiczną i różnorodność metaboliczną mikroorganizmów w porównaniu z odmianami współczesnymi. W kontekście strategii czasowych, rotacje z udziałem roślin motylkowatych (zwłaszcza koniczyny czerwonej) wykazywały się wyższym poziomem aktywności enzymatycznej oraz biomasy mikroorganizmów.

Uzyskane wyniki potwierdzają hipotezę, że integracja praktyk agroekologicznych stanowi efektywny sposób wspierania funkcjonalności gleb.

Badania przeprowadzono w ramach projektu ALL-ORGANIC (Agroecology Living Labs to promote robust and resilient Organic production systems), finansowanego ze środków NCBR, numer umowy: CORE ORGANIC/III/97/ALL-ORGANIC/2022.

MIKROORGANIZMY ROZKŁADAJĄCE SUBSTANCJE ROPOPOCHODNE I ICH POTENCJAŁ W PROCESACH BIOREMEDIACJI GLEB

IZABELA BIELAWSKA, ANNA GAŁĄZKA

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Mikrobiologii
agalazka@iung.pulawy.pl*

Rozkład zanieczyszczeń ropopochodnych następuje zazwyczaj przy udziale grupy różnych gatunków mikroorganizmów tworzących konsorcja. Wprowadzane są do środowiska glebowego jako inkulum, powstałe w wyniku wyizolowania odpowiednich szczepów mikroorganizmów zasiedlających obszary zanieczyszczone daną substancją.

Najmniej inwazyjną i zarazem najbardziej opłacalną ekonomicznie metodą jest metoda biologiczna stosowana *in situ*, czyli w miejscu wystąpienia zanieczyszczenia. W procesie tym biorą udział zarówno rośliny (fitoremediacja), jak i mikroorganizmy (bioaugmentacja) posiadające zdolność do adaptacji w warunkach stresowych, wykazujące szybki przyrost (liczebności bądź biomasy), a także wydzielające substancje (enzymy) biorące udział w biologicznym rozkładzie zanieczyszczeń. Potencjał remediacyjny danego organizmu zależy od jego właściwości i cech gatunkowych, ale także od warunków panujących na danym terenie. Niektóre z substancji zanieczyszczających wykazują szybsze tempo rozkładu, jednak takie jak związki organiczne (zwłaszcza te występujące w ropie naftowej i jej pochodnych) często zaliczane są do trwałych zanieczyszczeń organicznych. Poszczególne gatunki wykorzystywać mogą różnego rodzaju związki powstające w wyniku stopniowej degradacji zanieczyszczeń. Proces taki nazywa się degradacją ko-metaboliczną, związek zanieczyszczający nie stanowi bowiem jedynie źródła węgla i energii. Mikroorganizmy niewpływające znacząco na sam proces biodegradacji mogą także być pożyteczne pośrednio, poprzez ułatwienie aktywności enzymatycznej innym gatunkom. Zdolności rozkładania zanieczyszczeń organicznych, takich jak substancje ropopochodne, wykazują liczne rodzaje bakterii, grzybów i drożdży. Do rodzaju bakterii wykorzystujących węglowodory i je biodegradujących należą m.in. *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Vibrio*, *Acinetobacter*, *Mycobacterium*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Phormidium*, drożdży, m.in. *Candida*. W glebach zanieczyszczonych pochodnymi tych związków stwierdzono obecność bakterii z rodzajów *Alcaligenes* oraz *Pseudomonas*, m.in. *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, *P. stutzeri*, *P. paucimobilis*. Do celów bioremediacji wykorzystywane są jednak głównie bakterie charakteryzujące się wysokim potencjałem bioremediacyjnym oraz szybkim wzrostem.

Badania były finansowane z projektu: NCN 2022/45/B/NZ8/02398 „Oddziaływanie między mikrobiomem, mykobiomem i metawiriomem ryzosfery i endoryzosfery roślin ruderalnych oraz ich rola w biernej i czynnej remediacji gleb silnie zdegradowanych i długotrwale zanieczyszczonych ropą naftową” (2023–2027)

KSZTAŁTOWANIE WŁAŚCIWOŚCI ENZYMATYCZNYCH W GLEBACH ZDEGRADOWANYCH

MARTA BIK-MAŁODZIŃSKA, GRAŻYNA ŻUKOWSKA, MAGDALENA MYSZURA-DYMEK

*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
Instytut Gleboznawstwa, Inżynierii i Kształtowania Środowiska*

Ważną rolę w kształtowaniu właściwości gleb odgrywa jej aktywność biologiczna, która jest wyrazem intensywności przebiegu procesów przemian substancji organicznej, katalizowanych przez mikroorganizmy. Jednym z jej wskaźników jest aktywność enzymatyczna gleb, która zależy od zawartości mineralnych i organicznych koloidów, temperatury, właściwości wodno-powietrznych, pH gleby, zawartości pierwiastków biogennych, liczebności oraz składu gatunkowego mikroorganizmów. W środowisku glebowym najważniejszą rolę odgrywają: dehydrogenaza, fosfataza i ureaza. Celem pracy była ocena wpływu odpadów na kształtowanie aktywności enzymatycznej w glebie zdegradowanej przez przemysł siarkowy w Jeziórku. Kopalnia Siarki „Jeziórko” znajduje się w powiecie tarnobrzskim, w gminie Grębów. Doświadczenie poletkowe (poletka o powierzchni 5 ara każde) prowadzone było na zdewastowanym terenie w obszarze wpływu Kopalni Siarki „Jeziórko”. Do odkwaszenia zdewastowanego gruntu (piasek słabogliniasty) zastosowano wapno poflotacyjne ($100 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$), a do użyczenia, w różnych dawkach ($200, 400, 600 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) poużytkową wełnę mineralną (Grodan) z Przedsiębiorstwa Ogrodniczego w Nisku, na tle melioracyjnej ($100 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) dawki osadu ściekowego z komunalnej oczyszczalni ścieków ze Stalowej Woli. Z przeprowadzonych badań wynika, że gleba zdegradowana przez przemysł charakteryzowała się bardzo słabymi właściwościami, natomiast zastosowane obydwie te odpady (wełna i osady ściekowe) posiadały bardzo dobre właściwości, które korzystnie wpłynęły na glebę słabej jakości. Wpływ tych odpadów bardzo korzystnie przejawiał się w ocenie aktywności enzymatycznej. Największy wpływ na dehydrogenazę, ureazę i fosfatazy odnotowano w wariancie wapno + wełna + osad.

WPLYW PREPARATÓW ZAWIERAJĄCYCH ZWIĄZKI HUMUSOWE NA WŁAŚCIWOŚCI MIKROBIOLOGICZNE GLEBY W UPRAWIE ROŚLIN BOBOWATYCH

JOLANTA BOJARSZCZUK

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,
Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu,
Al. Królewska 17, 24-100 Puławy*

Obserwowane postępujące w ostatnim czasie ocieplenie klimatu i niekorzystny rozkład opadów atmosferycznych w ciągu sezonu wegetacyjnego, szczególnie występowanie długotrwałych susz ma istotny wpływ na produkcję roślinną. Jednocześnie często niekorzystne warunki siedliskowe wynikające z niskiej żyzności gleby, czy też jej degradacji również ograniczają plony roślin uprawnych.

Glebowa materia organiczna jest jednym z najważniejszych składników gleby. Jej cechy charakterystyczne zależą od wielu czynników, takich jak: klimat, tekstura gleby, skład mineralny czy ilość resztek organicznych. Substancje humusowe są głównym składnikiem materii organicznej, które decydują zarówno o jej właściwościach, jak i funkcjach. Związki humusowe wywierają istotny wpływ na fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby oraz odgrywają istotną rolę w utrzymaniu wzrostu roślin. Mają duży wpływ na modyfikację struktury korzenia, szczególnie na indukcję korzeni bocznych i włośników, mogą też towarzyszyć w przemianach biochemicznych.

Badania przeprowadzono na podstawie doświadczenia polowego, realizowanego w latach 2020–2022 w RZD Grabów [51°21'19"N 21°40'29"E] (woj. mazowieckie) (IUNG-PIB Puławy). Doświadczenie przeprowadzono na glebie płowej wytworzonej na glebie lekkiej, zaliczanej do kompleksu żyniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb. Przedplonem była pszenica jara (2019), pszenica ozima (2020), kukurydza na ziarno (2021). Zawartość przyswajalnych form makroskładników (mg/100 g gleby) wynosiła średnio: P – 22,2; K – 17,1; Mg – 4,5; Ca – 1,4. Zawartość Corg (%) – 0,88; Ca (g/kg gleby) – 1,4; próchnica (%) – 1,5; pH – 5,6. Zastosowano 4 preparaty zawierające związki humusowe. Dla porównania wpływu wybranych preparatów na właściwości mikrobiologiczne gleby założono obiekt kontrolny.

Dla określenia aktywności biologicznej gleby pod uprawą łubinu wąskolistnego pobrano próby gleby w 2 terminach: przed siewem i po zbiorze roślin. Przeprowadzone badania mikrobiologiczne obejmowały oznaczenie ogólnej liczebności grzybów, ogólnej liczebności bakterii amonifikacyjnych i bakterii z rodzaju *Azotobacter*, aktywności dehydrogenaz; aktywności fosfatazy zasadowej, aktywności fosfatazy kwaśnej, C biomasy, N biomasy.

Badania wykazały, że rodzaj preparatu różnicował aktywność mikrobiologiczną gleby. Najwyższą aktywność dehydrogenaz wykazała gleba po zastosowaniu preparatu zawierającego kwasy humusowe z leonardyów (78 ug TPF/g s.m. gleby/24 h) – wyższa o 68% niż na obiekcie kontrolnym. Jednakże po zastosowaniu tego preparatu stwierdzono najmniejszą ogólną liczebność bakterii i promieniowców (26 jtk średnia/g s.m gleby). Stwierdzono również różnice w aktywności fosfataz (zarówno kwaśnej, jak i zasadowej) w zależności od rodzaju zastosowanego preparatu. Najwyższy wskaźnik C i N biomasy (ug/g) stwierdzono również po zastosowaniu preparatu z kwasami humusowymi z leonardyów (odpowiednio: 299,7 i 40,3 ug/g).

ZNACZENIE SORBENTÓW W KSZTAŁTOWANIU AKTYWNOŚCI BIOCHEMICZNEJ GLEBY ZANIECZYSZCZONEJ OLEJEM NAPĘDOWYM I BENZYNĄ

AGATA BOROWIK, MAGDALENA ZABOROWSKA, JADWIGA WYSZKOWSKA, JAN KUCHARSKI

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
Katedra Gleboznawstwa i Mikrobiologii, Wydział Rolnictwa i Leśnictwa*

Jedną z technik separacji substancji ropopochodnych z gleby jest wykorzystanie sorbentów. Badania nad skuteczną, szybką i ekonomicznie uzasadnioną remediacją gleb zanieczyszczonych produktami ropopochodnymi są zatem wciąż zasadne i aktualne. Zastosowanie sorbentów w celu związania i stabilizacji zanieczyszczeń w glebie może nie tylko ograniczyć ich mobilność, ale również stworzyć bardziej sprzyjające warunki dla mikroorganizmów zdolnych do biodegradacji. Reakcja organizmów glebowych w obecności substancji ropopochodnych może prowadzić zarówno do immobilizacji, jak i uruchomienia szlaków metabolicznych odpowiedzialnych za degradację, zwłaszcza w warunkach sprzyjających tlenowej aktywności mikrobiologicznej. Połączenie fitostabilizacji i fitoekstrakcji, polegających na wykorzystaniu roślin zdolnych do akumulacji i stabilizacji zanieczyszczeń, może dodatkowo zwiększyć efektywność remediacji. Sito molekularne (M), keramzyt (E), sepiolit (S) i ikasorb (I) mogłyby dzięki swoim właściwościom wspomóc fitoremediację. W związku z tym, aby zweryfikować zmiany w odnowie biologicznej gleby zanieczyszczonej produktami ropopochodnymi przeprowadzono badania, których celem było określenie przydatności wyżej opisanych materiałów w zmniejszeniu negatywnego wpływu oleju napędowego i benzyny na wzrost i rozwój *Zea mays* oraz aktywność enzymów glebowych z klasy oksydoreduktaz i hydrolaz.

Badania wykonano na dwóch glebach. Według International Union of Soil Sciences gleby te należą do Eutric Cambisol. Piasek gliniasty (LS) i glina piaszczysta (SL) zostały pobrane z wierzchniej warstwy pola zlokalizowanego w Polsce północno-wschodniej (NE, Polska, 53,713° N, 20,432° E). Gleby zanieczyszczono olejem napędowym oraz benzyną VERA 98 w ilości 7 cm³·kg⁻¹ s.m. gleby. Sorbenty stosowano w ilości 10 g·kg⁻¹ s.m. gleby. Obiektami kontrolnymi były gleby niezanieczyszczone, bez sorbentów.

Substancje ropopochodne oddziaływały toksycznie na *Zea mas*. Olej napędowy (DO) silniej zakłócał wzrost i rozwój *Zea mays* niż benzyna (P). Sorbenty okazały się przydatne w łagodzeniu negatywnego oddziaływania tych substancji. Były one bardziej skuteczne w niwelowaniu toksycznego działania DO niż P. Pod tym względem najbardziej efektywne w uprawie *Zea mays* na LS było sito molekularne, a SL keramzyt i sepiolit. Sito molekularne stymulowało aktywność biochemiczną obydwu gleb niezanieczyszczonych. W LS zanieczyszczonym DO stwierdzono pozytywne oddziaływanie wszystkich sorbentów na aktywność enzymów, natomiast w SL takiego działania nie stwierdzono w przypadku sepiolitu. Efektywność sorbentów w glebach zanieczyszczonych DO była większa niż w zanieczyszczonych P. Niemniej jednak do remediacji gleb zanieczyszczonych produktami ropopochodnymi można polecić wszystkie testowane sorbenty. Szczególną ich przydatność można upatrywać w glebach o niższej wartości agronomicznej.

BADANIE SKUTECZNOŚCI DZIAŁANIA BIOPREPARATU APLIKOWANEGO DO GLEBY POD UPRAWĄ WYBRANYCH ROŚLIN

BARBARA BREZA-BORUTA¹, AGATA MACIUSZEK¹, ANNA PIOTROWSKA-DŁUGOSZ²

¹*Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii,
Katedra Mikrobiologii i Ekologii Roślin*

²*Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii,
Katedra Biogeochemii, Gleboznawstwa i Melioracji Wodnych*

Celem badań było określenie wpływu działania biopreparatu na skład mikrobiomu glebowego pod uprawą wyki oraz kukurydzy. Wpływ aplikowanego preparatu mikrobiologicznego został oceniony w oparciu o ogólną liczbę bakterii heterotroficznych, liczebność grzybów strzępkowych, promieniowców, drobnoustrojów celulolitycznych, bakterii kopiotroficznych oraz z rodzaju *Azotobacter*, a także o aktywność enzymatyczną (dehydrogenazy E.C.1.1.1, celulazy i b-glukozydazy). Ponadto określono podstawowe właściwości chemiczne gleby: całkowity węgiel organiczny (TOC) i rozpuszczalny (RWO) oraz azot ogółem (TN) i rozpuszczalny, kwasowość wymienną i czynną, które są istotne do oceny kierunku zachodzących przemian w środowisku glebowym.

W oparciu o przeprowadzone badania mikrobiologiczne i chemiczne próbek glebowych stwierdzono relatywnie bardziej korzystne warunki do rozwoju mikrobiomu w glebie na obiektach doświadczalnych po zastosowaniu badanego biopreparatu. Potwierdzeniem tego są uzyskane wartości liczebności większości badanych grup drobnoustrojów. Efekt działania preparatu mikrobiologicznego był zauważalny zwłaszcza po dłuższym czasie od jego aplikacji, czyli w drugim terminie analiz (po zbiorze roślin). W przypadku ogólnej liczby bakterii heterotroficznych odnotowano wyraźny wzrost ich liczebności zarówno w glebie pod uprawą wyki, jak i kukurydzy po aplikacji biopreparatu, w porównaniu do wartości otrzymanych dla obiektów kontrolnych. Podobne tendencje w dynamice rozwoju stwierdzono dla bakterii kopiotroficznych, gdzie obserwowano większy wzrost ich liczebności w glebie z dodatkiem biopreparatu, co dało się zauważyć zwłaszcza po zbiorze wyki i kukurydzy.

Wyniki z analiz biochemicznych i chemicznych wskazują, że w pierwszym terminie na obu badanych obiektach aktywność dehydrogenaz i b-glukozydazy oraz wskaźnik FDAH i zawartość MBC była wyższa w próbkach kontrolnych w porównaniu do ich wartości oznaczonych w próbkach gleby badanej po zastosowaniu preparatu. Natomiast w drugim terminie wykazano, że aktywność dehydrogenaz oraz zawartość MBC była wyższa na obiektach z aplikowanym biopreparatem niż w kontroli.

Przeprowadzone badania wykazały pozytywny wpływ badanego biopreparatu na skład mikrobiomu glebowego. Z uwagi na zróżnicowane wyniki aktywności enzymatycznej i właściwości chemicznych gleby monitorowanych obiektów doświadczalnych, efektu jednoznacznego działania biopreparatu nie można potwierdzić w oparciu o jednoroczne doświadczenie.

MIKROBIOLOGICZNE WSPOMAGANIE NAWOŻENIA SIARKĄ ELEMENTARNĄ

ALEKSANDRA BURKOWSKA-BUT, MACIEJ WALCZAK

Bacto-Tech sp. z o.o.

Siarka jest pierwiastkiem niezbędnym dla prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Spełnia ona dwie zasadnicze funkcje: strukturalną, stanowiąc składnik aminokwasów, białek i tłuszczów oraz funkcję metaboliczną – katalizując liczne procesy enzymatyczne i biorąc udział w procesach syntezy węglowodanów i tłuszczów, chlorofilu i ligniny. Ponadto siarka poprawia efektywność wykorzystania azotu i fosforu oraz licznych mikroelementów (Zn, Fe, Cu, Mn i B). Niedobór dostępnej dla roślin siarki powoduje, że azot nie może być przekształcony w białko, a także następuje zmniejszenie natężenia fotosyntezy. Dodatkowo rośliny dobrze odżywione siarką są odporniejsze na choroby, lepiej tolerują inne czynniki stresowe, takie jak niska i wysoka temperatura oraz susza.

Szczególnie dużym (40–80 kg S/ha) zapotrzebowaniem na siarkę cechują się rośliny kapustowate, takie jak rzepak, kapusta, gorczyca, rzodkiew, rzepa, chrzan, a z innych rodzin botanicznych także cebula i czosnek. Bezpośrednim źródłem przyswajalnej dla roślin formy siarki są wyłącznie siarczany nieorganiczne, które stanowią zaledwie 5% całkowitej puli siarki zgromadzonej w glebie i dodatkowo są łatwo wymywane z gleby. Z kolei siarka elementarna, aby mogła być pobrana i wykorzystana przez rośliny, najpierw musi być utleniona do formy siarczanowej. W glebie proces ten odbywa się dzięki bakteriom, które zredukowaną formę S^0 utleniają do siarczanów (S^{6+}). Wytworzony w tej reakcji kwas siarkowy jest produktem przejściowym, gdyż kationy zasadowe Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ i Na^+ oraz Fe^{2+} i Al^{3+} reagują z anionami SO_4^{2-} , tworząc odpowiednie siarczany.

W trakcie badań skринingowych pozyskano ze środowiska 11 szczepów bakterii zdolnych do efektywnego przekształcania siarki pierwiastkowej w formy siarki dostępne dla roślin (siarczany). Po sprawdzeniu potencjału pozyskanych szczepów do stymulowania wzrostu roślin, skonstruowano konsorcjum złożonego z 2 mikroorganizmów o optymalnych właściwościach. Następnie sprawdzono w doświadczeniach wazonowych efekty działania nawozu zawierającego siarkę elementarną i siarki wzbogaconych w utworzone konsorcjum.

Odnotowano pozytywny wpływ dodatku konsorcjum bakteryjnego do nawozów siarkowych, szczególnie na rozwój kukurydzy i rzepaku. Rośliny nawożone z dodatkiem konsorcjum miały zwykle większe części nadziemne, lepiej rozwinięty system korzeniowy i wyższą zawartość chlorofilu.

KLASYFIKACJA PRODUKTÓW MIKROBIOLOGICZNYCH STOSOWANYCH W ROLNICTWIE

JAROSŁAW CIEPIEL

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy (IUNG-PIB)
Zakład Mikrobiologii Rolniczej*

Produkty mikrobiologiczne stosowane w rolnictwie odgrywają istotną rolę w zwiększeniu efektywności upraw, poprawie żyzności gleby, a także redukują stosowanie chemicznych środków ochrony roślin. Klasyfikuje się je na podstawie składu, mechanizmu działania oraz obszaru zastosowania w różnych systemach produkcji rolniczej.

Podstawowy podział obejmuje: nawozy mikrobiologiczne, biopestycydy, biostymulatory oraz preparaty wspomagające rekultywację gleb. Nawozy mikrobiologiczne zawierają w swoim składzie mikroorganizmy pomagające roślinom przyswajać składniki odżywcze poprzez zwiększenie aktywności biologicznej gleby i poprawiając jej żyzność. Biopestycydy stanowią alternatywę dla syntetycznych środków ochrony roślin, działając na szkodniki i patogeny w sposób biologiczny, co pozwala na redukcję negatywnego wpływu na środowisko. Z kolei biostymulatory wpływają na intensywność wzrostu, procesy kwitnienia oraz zdolność do lepszego przyswajania składników odżywczych. Preparaty mikrobiologiczne stosowane w rekultywacji gleb odbudowują zdegradowane ekosystemy glebowe, poprawiają ich strukturę i wspomagają procesy biodegradacji substancji szkodliwych.

Produkty mikrobiologiczne można podzielić ze względu na ich skład, mogą zawierać bakterie, grzyby, wirusy oraz ich metabolity. W zależności od przeznaczenia mogą występować jako pojedyncze szczepy mikroorganizmów lub w postaci zespołów, co może zwiększyć ich skuteczność biologiczną.

Klasyfikacja produktów mikrobiologicznych wraz z postępem badań naukowych i odkrywaniem nowych gatunków mikroorganizmów stale ewoluuje. Rozwój technologii produkcji tych preparatów prowadzi do opracowywania coraz bardziej efektywnych i przyjaznych dla środowiska rozwiązań wspierających zrównoważoną gospodarkę rolną.

*Opracowanie przygotowane zostało w ramach zadania 1.7 dotacji celowej MRiRW w 2025 r.
pt. „Preparaty mikrobiologiczne”*

WPLYW OLEJKÓW ETERYCZNYCH NA OGRANICZENIE WZROSTU BAKTERII *E. COLI*

KRYSZYNA CYBULSKA, NADIA MURAWSKA*, JULIA KOŁODYŃSKA*

Pracownia Mikrobiologii i Biochemii Środowiska,

**SKN „Mikrokosmos”*

WKŚiR ZUT, 70-310 Szczecin

Wzrost lekooporności i antybiotykooporności drobnoustrojów wymusza konieczność poszukiwania alternatywnych metod oraz substancji bójczych i ograniczających ich wzrost. Takie działanie można przypisać różnorodnym związkom aktywnym pozyskiwanym z roślin. Do nich należą między innymi olejki eteryczne.

Celem pracy było określenie wpływu wybranych olejków eterycznych na ograniczenie wzrostu bakterii *E. coli*.

Do badań wykorzystano 12 różnych olejków eterycznych naturalnego pochodzenia dostępnych w handlu, takie jak: olejek goździkowy, tymiankowy, sosnowy, lawendowy, bazyliowy, szalwiowy, melisowy, herbaciany, rozmarynowy, miętowy, eukaliptusowy i olejek oregano. Szczepem testowym była bakteria *E. coli*. Zastosowano metodę dyfuzyjną-krażkową, na podłożu TSA (Trypton Soya Agar). Podłoże wylewano na szalki Petriego i dobrze zestalono. Następnie wprowadzano 0,1 ml 24 godzinnej hodowli bakteryjnej w płynnym podłożu tryptonowo-sojowym (TSB) i inokulum rozprowadzano równomiernie po powierzchni pożywki przy użyciu szklanej gładzeczki. Płytki z posianymi szczepami pozostawiano do całkowitego wchłonięcia płynu na około 30 minut a następnie наносzono na sterylne krażki bibułowe o średnicy 6 mm odpowiednią ilość wybranych olejków eterycznych. W pierwszym etapie po 10 µl nierozcieńczanych substancji poszczególnych preparatów. Dla porównania zastosowano dobrze działający antybiotyk, tj. nitrofurantion (F_{100}). Inhibujący wpływ badanych substancji oceniano na podstawie strefy zahamowania wzrostu hodowli bakterii *E. coli*.

Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że zastosowane olejki eteryczne hamowały i ograniczały wzrost bakterii *E. coli*. Ich wzrost był zależny od rodzaju olejku eterycznego. Do najlepiej działających substancji należały olejki oregano, tymiankowy i melisowy. Średnica hamowania wzrostu dochodziła nawet do 20 mm. Mniejsze działanie hamujące wywierały olejki takie jak herbaciany i goździkowy, a najmniejsze pozostałe. Zastosowany antybiotyk hamował rozwój bakterii *E. coli* na poziomie 15 mm. Wynika z tego, że substancje naturalne pochodzące z roślin oregano, tymianek czy melisa istotnie przekraczają działanie hamujące i ograniczające tych bakterii. Właściwość ta może być wykorzystana do zwalczania bakterii bez konieczności używania antybiotyków, a jednocześnie niesie za sobą mniej efektów ubocznych.

ZASTOSOWANIE BIEWĘGLA W ROLNICTWIE: POTENCJAŁ W POPRAWIE JAKOŚCI GLEBY I WZROSTU ROŚLIN

KAROLINA DZIOSA, MONIKA MAKOWSKA, PAWEŁ RADULSKI

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji, Centrum Biogospodarki i Ekoinnowacji,
26-600 Radom, ul. Pułaskiego 6/10,
e-mail karolina.dziosa@itee.lukasiewicz.gov.pl*

Biowęgiel to stała substancja węglowa powstająca w procesie pirolizy biomasy, czyli termicznego rozkładu materiałów organicznych (np. słomy, odpadów drzewnych, obornika oraz glonów) w warunkach beztlenowych, w temperaturze od 300 do 900°C. Coraz częściej znajduje on zastosowanie w rolnictwie jako innowacyjny dodatek do gleby, który znacząco wpływa na poprawę jej struktury, zwiększenie żyzności oraz efektywność gospodarowania wodą i składnikami odżywczymi.

Jednym z najważniejszych efektów stosowania biowęglu jest wzrost pojemności wodnej gleby. Dodatek biowęglu w ilości 10–20 t/ha może zwiększyć zdolność retencji wody o 15–30% w glebach lekkich. Ma to istotne znaczenie na obszarach narażonych na susze. Porowata struktura biowęglu, charakteryzująca się dużą powierzchnią właściwą (do 400–800 m²/g), umożliwia zatrzymywanie wody i składników mineralnych, zmniejszając ich wypłukiwanie.

Biowęgiel wpływa również na poprawę parametrów chemicznych gleby. W zależności od rodzaju surowca i warunków pirolizy jego pH może wynosić od 7 do 10, dzięki czemu może być stosowany w celu odkwaszenia gleby. W glebach kwaśnych (pH < 5,5) jego zastosowanie może podnieść pH nawet o 0,5–1 jednostkę.

Pod względem biologicznym, biowęgiel wspiera rozwój mikroorganizmów glebowych, takich jak bakterie brodawkowe, grzyby mikoryzowe czy promieniowce. Jego porowata struktura i trwałość zapewniają stabilne mikrosrodowisko.

Biowęgiel może również sekwestrować znaczne ilości dwutlenku węgla. Szacuje się, że każda tona biowęglu w glebie wiąże około 2,2–3,0 tony CO₂ z atmosfery, co czyni go istotnym narzędziem w walce ze zmianami klimatu. W skali globalnej potencjał biowęglu oceniany jest na ponad 1 miliard ton CO₂ rocznie, przy odpowiednim wdrożeniu technologii.

W zakresie wzrostu roślin, odpowiednio dobrane dawki biowęglu (np. 5–10 t/ha) mogą zwiększyć plony pszenicy o 10–25%, kukurydzy o 20%, a roślin warzywnych nawet do 30% w porównaniu z uprawą kontrolną. Efekty te są szczególnie widoczne w połączeniu z nawożeniem organicznym, np. kompostem.

Podsumowując, biowęgiel to obiecujący dodatek do gleby w kontekście rolnictwa zrównoważonego. Jego zastosowanie przynosi wielowymiarowe korzyści: poprawę struktury i żyzności gleb, zwiększenie efektywności nawożenia, retencji wody, wspieranie mikrobiomu glebowego oraz sekwestrację węgla. Wyzwania dotyczą głównie dostosowania dawek do rodzaju gleby, składu biowęglu oraz kosztów produkcji i aplikacji, jednak jego długofalowe korzyści przewyższają te ograniczenia.

BIOSTYMULATORY MIKROBIOLOGICZNE A TRANSFORMACJA ROLNICTWA: KU UPRAWOM BEZTORFOWYM DZIĘKI WSPÓŁPRACY NAUKI Z PRZEMYSŁEM

MONIKA FARUGA, MAGDALENA JOPEK, KATARZYNA GÓRALSKA, ANNA GIERUT-KOT,
WERONIKA WALCZAK, KRZYSZTOF AMBROZIAK

Intermag Sp. z o.o.

Biostymulatory mikrobiologiczne to innowacyjne środki biologiczne zawierające żywe mikroorganizmy, takie jak *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Bacillus* czy *Trichoderma*, które wspierają wzrost i zdrowie roślin poprzez naturalne mechanizmy. Działają pośrednio – poprawiają strukturę i aktywność biologiczną gleby, zwiększają przyswajalność składników pokarmowych oraz pomagają roślinom lepiej znosić stresy środowiskowe, takie jak susza, zasolenie czy niedobór składników pokarmowych. Ich działanie opiera się m.in. na produkcji fitohormonów, solubilizacji fosforu, wiązaniu azotu oraz stymulacji mikrobiomu ryzosfery.

W kontekście globalnych wyzwań środowiskowych rośnie potrzeba ograniczenia stosowania torfu w produkcji roślinnej. Torfowiska pełnią niezwykle ważną rolę jako magazyny węgla i siedliska cennych gatunków. Ich eksploatacja prowadzi do emisji gazów cieplarnianych, osuszania gleb i utraty bioróżnorodności. Wiele krajów, w tym państwa UE, dąży do całkowitego wycofania torfu z sektora ogrodniczego w perspektywie najbliższych lat.

Biostymulatory mikrobiologiczne mogą odegrać kluczową rolę w tej transformacji, wspomagając wzrost roślin w substratach beztorfowych, które często charakteryzują się gorszymi właściwościami fizykochemicznymi. Dzięki poprawie żyzności i aktywności mikrobiologicznej, umożliwiają one utrzymanie wysokiej jakości produkcji ogrodniczej, minimalizując wpływ na środowisko.

Skuteczne wdrożenie tej technologii wymaga jednak współpracy międzysektorowej. Jednostki naukowe oferują wiedzę podstawową i innowacje technologiczne, podczas gdy przemysł zapewnia testowanie, wdrażanie oraz komercjalizację produktów na szeroką skalę. Tylko dzięki tej synergii możliwy jest rozwój trwałych i skutecznych rozwiązań wspierających rolnictwo przyszłości

Badania realizowane w ramach projektu SPIN-FERT pt. „Innowacyjne praktyki, narzędzia i produkty zwiększające żyzność gleby i substytucję torfu w uprawach ogrodniczych”, ufundowane w ramach programu Unii Europejskiej w zakresie badań naukowych i innowacji „Horyzont 2020”, nr projektu 101157265.

WPLYW WYBRANYCH SZCZEPÓW BAKTERII GLEBOWYCH NA WZROST PATOGENA GRZYBOWEGO *VERTICILLIUM DAHLIAE*

KAROLINA FURTAK¹, BEATA KOWALSKA²

¹*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Mikrobiologii*

²*Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Mikrobiologii i Ryzosfery*

Verticillium dahliae to pasożyt i saprofit roślin powodujący wertyciliozę, m.in. ziemniaka, słonecznika, truskawki, maliny, chmielu, rzepaku, a także drzew liściastych czy krzewów owocowych. W glebie może przeżyć dłuższy czas w postaci mikrosklerocjów oraz w postaci strzępek w resztkach pouprawowych. Zarodniki *V. dahliae* mogą być przenoszone przez wiatr, ale do rozprzestrzeniania dochodzi również poprzez wodę, cząstki gleby, narzędzia i resztki roślinne.

Celem niniejszego badania była analiza wpływu trzech wybranych szczepów bakterii glebowych na wzrost *Verticillium dahliae* w pilotażowym doświadczeniu laboratoryjnym.

Przetestowano trzy szczepy bakterii z rodzajów: *Rhodococcus*, *Priestia* oraz *Staphylococcus*. Wybrane bakterie pochodzą z kolekcji Zakładu Mikrobiologii IUNG-PIB i zostały wyizolowane z gleby poddanej stresowi hydrologicznemu. Dla każdego szczepu analizę wykonano w 3 powtórzeniach. Hodowle prowadzono na pożywce ¼ PDA (Potato Dextrose Agar). Na szalce Petriego umieszczano krążek grzybni oraz eżę zaszczepiano izolaty bakteryjne. Kontrolę stanowiła szalka zaszczepiona samym grzybem. Po 48, 72, 96, 168 oraz 216 godzinach inkubacji dokonano pomiarów średnicy [mm] grzybni. Na podstawie danych z ostatniego pomiaru obliczono % zahamowania wzrostu grzybni.

Uzyskane wyniki wskazują, że wybrane szczepy wykazywały zdolność do hamowania wzrostu *V. dahliae* w zakresie 1,53–9,18% w porównaniu z kontrolą. Dodatkowo szczepy z rodzajów *Staphylococcus* i *Rhodococcus* spowalniały wyraźnie wzrost grzybni badanego patogenu w początkowym okresie inkubacji (do 96 h inkubacji).

Opracowanie powstało w ramach realizacji projektu nr LIDER14/0250/2023 pt. „Opracowanie innowacyjnego preparatu mikrobiologicznego o charakterze osmoprotekcyjnym do wspomagania oraz ochrony roślin uprawnych w warunkach stresu osmotycznego wywołanego zmienną wilgotnością gleby i zasoleniem” OSMO-PROTECT, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR)

WPLYW DODATKU EGZOGENNEJ BETAINY NA AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNĄ GLEBY I WZROST PSZENICY JAREJ W RÓŻNYCH WARUNKACH WILGOTNOŚCI

KAROLINA FURTAK¹, KAROLINA GAWRYJOŁEK¹, MARTA WYZIŃSKA²

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,

¹Zakład Mikrobiologii

²Zakład Uprawy i Jakości Plonu

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy

Betaina to powszechnie występujący w przyrodzie cukier o właściwościach osmotycznych. Dla roślin pełni funkcję antystresanta – poprawia odporność na niekorzystne warunki środowiskowe, w tym na stres wodny i temperaturowy.

Celem badania było określenie wpływu dodatku egzogennej betainy na biologiczną aktywność gleby i wzrost pszenicy jarej w różnych warunkach wilgotności.

Doświadczenie przeprowadzono w wazonach w hali wegetacyjnej IUNG-PIB. Rośliną testową była pszenica jara. Glebę utrzymywano na 3 poziomach polowej pojemności wodnej (PPW): 30% (stres suszy), 60% (optymalne), 90% (nadmierna wilgotność). Betaina została dodana 7 dni po wprowadzeniu warunków stresowych. Kontrolę stanowiły rośliny bez dodatku betainy. Próbkę glebowe pobrano po zbiorach pszenicy. Oznaczono aktywność dehydrogenaz oraz fosfatazy kwaśnej i zasadowej. Określono plon ziarna, rozkrzewienie produkcyjne oraz masę tysiąca ziaren pszenicy.

Dodatek betainy skutkował niższą aktywnością dehydrogenaz oraz fosfatazy kwaśnej w wariancie ze stresem suszy i warunkach optymalnych, w porównaniu z kontrolą bez dodatku. W warunkach nadmiernej wilgotności gleba z dodatkiem betainy wykazywała wyższe wartości aktywności dehydrogenaz oraz fosfatazy kwaśnej. Aktywność fosfatazy zasadowej była niższa w glebie z dodatkiem betainy w warunkach obu stresów hydrologicznych.

Liczba kłosów pszenicy oraz rozkrzewienie produkcyjne były wyższe w uprawie z dodatkiem betainy w porównaniu z kontrolą, we wszystkich wariantach wilgotności. Natomiast masa tysiąca ziaren pszenicy była wyższa w kontroli bez dodatku przy 30% PPW, zaś w warunkach 60% i 90% PPW wyższe wartości uzyskano w wariancie z betainą. Plon ziarna z kłosa i liczba ziaren z kłosa były wyższe po dodaniu betainy przy 30 PPW i 60% PPW, a niższe w 90% PPW w porównaniu z kontrolą bez dodatku.

Uzyskane wyniki wskazują, że dodatek betainy wpływa na aktywność enzymatyczną gleby oraz wzrost i plon pszenicy jarej, jednak to oddziaływanie nie jest jednakowe dla wszystkich oznaczanych parametrów.

Opracowanie powstało w ramach realizacji tematu 1.14 pt. „Ocena wpływu wybranych osmoprotektantów na środowisko glebowe i wzrost pszenicy jarej” finansowanego ze środków subwencji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2023–2025).

MYCOBIOM I PROFIL METABOLICZNY WYBRANYCH ODMIAN PSZENICY JAREJ

ANNA GAŁĄZKA, ANNA MARZEC-GRZĄDZIEL, BARBARA ABRAMCZYK

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Mikrobiologii
agalazka@iung.pulawy.pl*

W związku z działaniami podjętymi przez Unię Europejską w ramach Zielonego Ładu, które drastycznie ograniczają ilość dopuszczonych do stosowania chemicznych środków ochrony roślin i nawozów, a także kładą nacisk na rolnictwo ekologiczne, zaplanowano badania mające na celu wyizolowanie grzybów endofitycznych z wybranych odmian pszenicy jarej oraz wytypowanie najefektywniejszych szczepów wykazujących duży potencjał do wykorzystania w biologicznej ochronie roślin przed groźnymi fitopatogenami, jako przyjazne dla środowiska biologiczne stymulatory wzrostu lub czynniki wspomagające przystosowanie roślin do zmian środowiskowych.

Cele szczegółowe badania dotyczyły charakterystyki metataksonomicznej w celu określenia składu genetycznego zbiorowisk grzybów zasiedlających endosferę pszenicy oraz glebę ryzosferową, łącznie z grzybami niehodowlanymi oraz ocenę różnorodności funkcjonalnej zbiorowisk grzybów badanych odmian pszenicy z zastosowaniem systemu BIOLOG. Próbkę gleby zostały poddane badaniom metataksonomicznym (Next Generation Sequencing = sekwencjonowanie następnej generacji), w celu określenia składu genetycznego zbiorowisk grzybów zasiedlających glebę ryzosferową. Technika ta pozwoliła określić genetyczną różnorodność grzybów bez konieczności prowadzenia hodowli komórkowych oraz umożliwiła oznaczenie składu populacji grzybów w badanych próbkach, w tym także grzybów, których hodowla w kulturach *in vitro* nie jest możliwa. W tym celu z badanych próbek zostało wyizolowane genomowe DNA, które następnie wykorzystano do przygotowania bibliotek do sekwencjonowania następnej generacji, z zastosowaniem starterów specyficznych dla hiperzmiennych regionów ITS (Internal Transcribed Spacers = wewnętrzne regiony niekodujące). Uzyskane biblioteki sprawdzono pod względem jakości. Sekwencjonowanie przeprowadzono z wykorzystaniem zestawu odczynników chemicznych v3 (Illumina). Pobrane próbki gleby ryzosferowej 6 odmian pszenicy jarej zostały również poddane badaniom umożliwiającym ocenę różnorodności funkcjonalnej zasiedlających je zbiorowisk grzybów. W tym celu zastosowano system BIOLOG FF, który umożliwił ocenę aktywności metabolicznej mycobiomu gleby ryzosferowej na podstawie intensywności wykorzystania 95 różnych źródeł węgla dostępnych na płycie BIOLOG FF.

Badania wykonano w ramach projektu „Charakterystyka endofitów grzybowych wybranych odmian pszenicy jarej i określenie ich potencjału w promowaniu wzrostu roślin i ograniczeniu rozwoju patogenów” (1.18)

BAKTERIE LAB I ICH ZNACZENIE DLA ROLNICTWA

KAROLINA GAWRYJOŁEK

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Mikrobiologii*

Bakterie kwasu mlekowego (z ang. *Lactic Acid Bacteria* – LAB) to grupa drobnoustrojów zdolnych do beztlenowej fermentacji mlekowej, która od wieków jest wykorzystywana w procesie fermentacji żywności. Bakterie LAB powszechnie występują w środowisku naturalnym. Ich obecność można odnotować na powierzchni roślin, a także w układzie pokarmowym człowieka i zwierząt. Podstawowym produktem bakterii LAB jest kwas mlekowy, który powoduje obniżenie pH, co stwarza warunki niekorzystne dla rozwoju drobnoustrojów. Ze względu na swoje właściwości oraz bezpieczeństwo stosowania przez ludzi bakterie kwasu mlekowego wykorzystywane są w wielu dziedzinach gospodarki. Poza przemysłem spożywczym znajdują zastosowanie w medycynie, przemyśle chemicznym, a także w rolnictwie. Bakterie LAB wykorzystywane są do produkcji nawozowych preparatów mikrobiologicznych stymulujących wzrost roślin oraz mających działanie ochronne przeciw drobnoustrojom patogennym. W literaturze można znaleźć doniesienia na temat wykorzystywania tych bakterii jako stymulatorów wzrostu. Bakterie kwasu mlekowego swoje zastosowanie znajdują również w procesie kiszenia, które jest tradycyjną i szeroko rozpowszechnioną metodą konserwacji pasz. Proces ten zachodzi samoistnie w wyniku obecności tych bakterii w materiale roślinnym, ale może być również wspomagany poprzez dodawanie dostępnych preparatów mikrobiologicznych (tzw. zakiszaczy). Coraz bardziej powszechne staje się wykorzystywanie probiotyków jako dodatków do pasz dla zwierząt hodowlanych. Stosowane są jako zamienniki dla wycofanych w 2006 roku antybiotykowych stymulatorów wzrostu. Probiotyki mają korzystny wpływ na skład bakterii jelitowych, skutecznie wpływają na wzrost i rozwój zwierząt oraz zmniejszają podatność na infekcje. Bakterie kwasu mlekowego stosowane jako probiotyki to głównie bakterie z rodzajów *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus* oraz *Lactococcus*.

*Opracowanie przygotowane zostało w ramach zadania 1.7 dotacji celowej MRiRW w 2025 r.
pt. „Preparaty mikrobiologiczne”*

BAKTERIE Z RODZAJU *BACILLUS* ORAZ ICH ZASTOSOWANIE W PRODUKCJI ROŚLINNEJ I ZWIERZĘCEJ

KAROLINA GAWRYJOLEK, KAROLINA FURTAK

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa- Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Mikrobiologii*

Bakterie z rodzaju *Bacillus* powszechnie występują w środowisku naturalnym i stanowią obiekt badań ze względu na charakteryzujące je właściwości. Są to tlenowe lub fakultatywnie beztlenowe Gram-dodatnie bakterie w kształcie laseczek należących do typu Firmicutes. Wytwarzają formy przetrwalnikowe – endospory, dzięki czemu są odporne na niekorzystne warunki środowiska. Produkują szereg związków chemicznych, dzięki czemu znajdują zastosowanie w rolnictwie, między innymi do produkcji nawozowych produktów mikrobiologicznych. Znaczna ilość wtórnych metabolitów bakterii z rodzaju *Bacillus* ma działanie przeciwbakteryjne i przeciwgrzybicze, a ich szczepy stanowią komponenty zarejestrowanych biokontrolerów. Wśród produkowanych przez nie związków można wymienić peptydy przeciwdrobnoustrojowe (np. surfaktyna, bacylizyna), poliketydy oraz cyjanowodór. Poza potencjałem ochronnym bakterie mogą również wspomagać wzrost roślin i stanowić składniki biologicznych preparatów nawozowych, biostymulatorów oraz nawozów dolistnych. Liczne gatunki z rodzaju *Bacillus* są zaliczane do grupy tzw. PGPR, czyli ryzobakterii promujących wzrost roślin (ang. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Przedstawiciele rodzaju *Bacillus* mogą stanowić również składnik preparatów probiotycznych dodawanych do pasz dla zwierząt. Bakterie te znalazły także zastosowanie w akwakulturach, ponieważ wykazują zdolność do poprawy jakości wody w hodowlach ryb.

*Opracowanie przygotowane zostało w ramach zadania 1.7 dotacji celowej MRiRW w 2025 r.
pt. „Preparaty mikrobiologiczne”*

SALATA MASŁOWA PODDANA ZABIEGOM INOKULACYJNYM Z WYKORZYSTANIEM BAKTERII PROMUJĄCYCH WZROST I ROZWÓJ ROŚLIN UPRAWNYCH

EMILIA GRZĘDA, SYLWIA SIEBIELEC

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Mikrobiologii*

Salata należy do najchętniej uprawianych warzyw, szczególnie ze względu na walory smakowe, dekoracyjne, właściwości zdrowotne oraz szerokie zastosowanie kulinarne. Salata masłowa stanowi bogate źródło cennych pierwiastków, takich jak: wapń, potas, cynk czy miedź, witamin z grupy B (głównie B1, B2, B6) oraz C, E i A, a także błonnika pokarmowego. Jak informują dane literaturowe, warzywa te są dość wymagające w stosunku do obecności wody w podłożu oraz warunków glebowych. Salata preferuje gleby żyzne, próchniczne, przepuszczalne, o dobrej wilgotności. System korzeniowy sałaty jest dość słabo rozwinięty, dlatego roślina wymaga systematycznego nawadniania, gdyż niedobór wody powoduje twardnienie i gorzknienie liści oraz słabe ukształtowanie główki sałaty.

W związku z powyższym w projekcie INNO-MIK łączymy różne strategie przeciwdziałania suszy i wdrażania przyjaznego środowisku rolnictwa w jednej technologii: wykorzystanie potencjału bakterii wspomagających rozwój i odporność roślin oraz zwiększanie zdolności retencyjnych gleb poprzez wprowadzanie do niej materii organicznej. Powstałe prototypy produktów testujemy na czterech roślinach testowych, w tym sałacie masłowej. Za optymalne warunki wilgotnościowe uznajemy poziom zawartości wody równy 60–70% polowej pojemności wodnej. Stres wodny natomiast został wywołany poprzez utrzymywanie przez okres kilku tygodni zawartości wody na poziomie 40–50% polowej pojemności wodnej, jednak nie dopuszczając do uschnięcia roślin.

Inokulum bakteryjne tworzymy według procedur stosowanych w innych badaniach obejmujących szczepienia roślin zawiesinami bakteryjnymi oraz na podstawie badań własnych prowadzonych w ramach realizacji zakończonego już projektu Preludium 9 NCN. Testujemy warianty z nośnikami (egzogenna materia organiczna), jak również izolaty bakteryjne wprowadzone bezpośrednio do gleby na pożywkach płynnych lub w zawiesinach $MgSO_4$. Badane cechy roślin obejmują wielkość plonu. Próbkę roślin po wysuszeniu poddajemy analizie zawartości pierwiastków pod kątem oceny ewentualnych deficytów składników nawozowych oraz obecności kluczowych mikroelementów.

*Projekt finansowany w ramach konkursu Lider XII Narodowego Centrum Badań i Rozwoju;
Nr LIDER/36/0184/L-12/20/NCBR/2021*

BIORÓŻNORODNOŚĆ BAKTERII W ŚRODOWISKU NARAŻONYM NA STRES ZWIĄZANY Z OBNIŻONYM POZIOMEM WILGOTNOŚCI

EMILIA GRZĘDA, SYLWIA SIEBIELEC

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Mikrobiologii*

Celem projektu INNO-MIK jest wybór najbardziej efektywnych bionawozów na bazie odpadów organicznych i bakterii o potencjale promowania wzrostu roślin uprawnych we wspieraniu odporności roślin na suszę. W ramach realizowanych prac przeprowadzono doświadczenia doniczkowe w hali wegetacyjnej IUNG-PIB z precyzyjnie określonymi warunkami stresu abiotycznego (niedobór wody).

W wyniku realizacji projektu w próbkach glebowych pochodzących z doświadczeń oceniono wpływ stosowania biowęgla, kompostu i pofermentu oraz bakterii na różnorodność i występowanie określonych grup bakterii. Próbk glebowe uzyskane z doświadczeń przetransportowano do laboratorium i przeznaczono do analiz mikrobiologicznych. Pierwszym etapem było przesianie uzyskanego materiału przez sito o średnicy 2 mm oraz dokładne wymieszanie w celu uzyskania pełnej homogenizacji próbki. Tak przygotowany materiał badawczy przechowywano w zamkniętych woreczkach foliowych w temperaturze $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ do czasu wykonania analiz mikrobiologicznych.

W próbkach glebowych wykonano oznaczenia ogólnej liczebności wybranych grup bakterii i grzybów: bakterii z rodzaju *Azotobacter* (Fenglerowa, 1965), bakterii właściwych i promieniowców (Wallace i Lochhead, 1950), bakterii amonifikacyjnych (Rodina, 1968), drobnoustrojów rozpuszczających fosforany (Pikovskaya, 1948), bakterii kopiotroficznych i oligotroficznych (Hattori R., Hattori T., 1980) oraz grzybów (Martin, 1950). Wszystkie oznaczenia ogólnej liczebności drobnoustrojów glebowych były wykonywane metodą rozcieńczeń glebowych. Płytki inkubowano w odpowiedniej temperaturze według odpowiednich procedur, a rosnące kolonie drobnoustrojów hodowanych na poszczególnych pożywkach liczono przy użyciu licznika kolonii po okresie od 3 do 7 dni. Liczebność komórek bakteryjnych przeliczono na 1 gram powietrznie suchej masy gleby. Wszystkie pomiary wykonano w trzech powtórzeniach w celu zapewnienia dokładności pomiarów. Dodatkowo skorelowano parametry mikrobiologiczne, takie jak liczebności poszczególnych grup bakterii z parametrami chemicznymi, takimi jak odczyn gleby oraz zawartość składników nawozowych.

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki badań, można stwierdzić, że gleba z dodatkiem egzogennej materii organicznej i bakterii tworzyła warunki sprzyjające dla rozwoju badanych grup drobnoustrojów glebowych.

*Projekt finansowany w ramach konkursu Lider XII Narodowego Centrum Badań i Rozwoju;
Nr LIDER/36/0184/L-12/20/NCBR/2021*

SYNERGISTYCZNY WPŁYW PREPARATU OPARTEGO O AKTYWNE KWASY HUMUSOWE NA NAWOZOWE PRODUKTY MIKROBIOLOGICZNE

MAŁGORZATA HAŁAT-ŁAŚ, ANNA AMBROSZCZYK

*ORGANIKA-AGRARIUS sp. z o. o.,
Prądkowce 177/1, 37-700 Przemyśl*

W obliczu intensyfikacji produkcji rolnej oraz rosnących wymagań wobec zrównoważonych praktyk agrotechnicznych coraz większego znaczenia nabiera wdrażanie nowoczesnych rozwiązań biologicznych i organicznych. Tradycyjne modele nawożenia, oparte w dużej mierze na chemicznych środkach ochrony roślin i nawozach mineralnych, coraz częściej zastępowane są technologiami przyjaznymi środowisku, które jednocześnie wspierają zdrowie gleby i zwiększają odporność roślin.

Jednym z kierunków, który zyskuje szczególną uwagę, jest wykorzystanie kwasów humusowych nowej generacji, otrzymywanych z ligniny pochodzącej z przemysłu drzewnego. Dzięki zaawansowanej obróbce termicznej i chemicznej możliwe jest przekształcenie ligniny w wartościowe substancje organiczne o wysokiej aktywności biologicznej. Kwasy humusowe pozyskane w ten sposób wykazują zdolność do poprawy struktury gleby, zwiększenia retencji wody, aktywacji mikroflory glebowej oraz ułatwiania dostępności składników pokarmowych dla roślin.

Celem niniejszego badania była ocena efektu synergistycznego wynikającego ze wspólnego zastosowania kwasów humusowych nowej generacji oraz nawozowego preparatu mikrobiologicznego bi seed. Założeniem był fakt, że połączenie tych dwóch technologii może prowadzić do znacznego zwiększenia efektywności biologicznej gleby, poprawy wschodów oraz wzmocnienia ogólnej kondycji roślin na wczesnych etapach rozwoju. W ramach doświadczenia analizowano wpływ tych preparatów na parametry wzrostu i zdrowotności roślin oraz właściwości fizykochemiczne gleby.

Zarówno badania laboratoryjne jak i polowe wykazały poprawę parametrów kiełkowania i plonowania roślin oraz poprawę struktury gleby. Synergia między produktami firmy Agrarius, pozwala nie tylko ograniczyć zużycie tradycyjnych nawozów mineralnych, ale także sprzyja odbudowie potencjału biologicznego gleb zdegradowanych.

Wnioski płynące z analizy wskazują, że łączenie aktywnych kwasów humusowych z nawozami mikrobiologicznymi to skuteczna strategia w zrównoważonych systemach upraw, odpowiadająca na potrzeby nowoczesnego i odpowiedzialnego rolnictwa.

**BRADYRIZOBIOWE LIPOCHITOOLIGOSACHARYDY
JAKO BIOSTYMULATOR SYNTEZY FLAWONOIDÓW W UPRAWIE
GRYKI ZWYCZAJNEJ (*FAGOPYRUM ESCULENTUM* MOENCH)**

DOMINIKA KIDAJ, KATARZYNA ZAMŁYŃSKA, ANITA SWATEK, IWONA KOMANIECKA

*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Instytut Nauk Biologicznych, Katedra Genetyki i Mikrobiologii,
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin*

Gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum* Moench) to roślina uprawna i lecznicza, należąca do rodziny rdestowatych, będąca źródłem flawonoidów stosowanych m.in. do wzmocnienia naczyń włosowatych oraz w terapii choroby krwotocznej i nadciśnienia u ludzi. Do celów medycznych z gryki pozyskiwana jest głównie rutyna i kwercetyna, ale również witeksyna i luteolina. Skład ilościowy i jakościowy flawonoidów w gryce różni się w zależności od jej odmiany, organu (kwiat, liść, łodyga, korzeń, nasiona), a także fazy i warunków wzrostu.

Rizobiowe i bradyrizobiowe lipochitooligosacharydy (tzw. czynniki Nod) to mitogeny stymulujące podziały komórkowe w merystemach roślinnych. Działają w ten sposób również na niespecyficzne rośliny niebobowate. Wykazano, że zastosowanie izolowanych czynników Nod powoduje wzrost powierzchni blaszki liściowej i wzrost intensywności fotosyntezy u soi i grochu (rośliny bobowate), ale również u kukurydzy (roślina niebobowata), a także zwiększa kwitnienie i zawiązywanie większej liczby owoców u pomidora. Dodatkowo zwiększenie liczby aktywnych merystemów w korzeniach skutkuje rozrostem korzeni bocznych, a silnie rozbudowany system korzeniowy sprzyja m.in. lepszemu pobieraniu wody i soli mineralnych z podłoża, co ma ogromne znaczenie dla szybszego wzrostu całej rośliny. A zatem, aplikacja izolowanych czynników Nod na nasiona lub siewki może wydajnie zwiększać plonowanie roślin niebobowatych. Na podstawie wyników badań nad dystrybucją flawonoidów, a dokładnie hespertyny, w grochu siewnym po zastosowaniu preparatu czynników Nod stwierdzono, że metabolity te mogą powodować wzrost zawartości flawonoidów w roślinie nie tylko poprzez zwiększenie jej biomasy, ale prawdopodobnie zwiększają też poziom syntezy tych związków w określonych tkankach roślinnych.

Celem pracy było sprawdzenie, czy bradyrizobiowe czynniki Nod indukują syntezę flawonoidów w gryce zwyczajnej. Badania prowadzono z zastosowaniem technik ekstrakcji, TLC i UPLC-ESI-MS. Wykazano, że bradyrizobiowe lipochitooligosacharydy spowodowały zmiany ilościowe i jakościowe produkowanych związków flawonoidowych w poszczególnych częściach roślin.

Badania realizowane w ramach projektu wewnętrznego INB UMCS (ZB/2022/1)

GRZYBY MYKORYZOWE JAKO CZYNNIK MIKROBIOLOGICZNY WPŁYWAJĄCY NA WZROST POMIDORA ZWYCZAJNEGO (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) I MIKROBIOM RYZOSFERY

WERONIKA KURSA, AGNIESZKA JAMIOŁKOWSKA, BARBARA SKWARYŁO-BEDNARZ,
ELŻBIETA PATKOWSKA, KRZYSZTOF GOL

*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
Katedra Ochrony Roślin*

Mykoryza jest związkiem symbiotycznym grzyba z rośliną. Grzyby mykoryzowe zwiększają odporność roślin na czynniki stresowe, takie jak: susza, wysoka lub niska temperatura, zasolenie, zakwaszenie, zanieczyszczenie gleby metalami ciężkimi czy obecność patogenów glebowych. Celem badań było określenie wpływu szczepionki mykoryzowej na wzrost roślin i mikrobiom gleby ryzosferowej pomidora zwyczajnego uprawianego w szklarni na podłożu organicznym.

Doświadczenie zostało założone w obiektach szklarniowych zlokalizowanych na terenie gospodarstwa doświadczalnego Felin, Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Materiał badawczy stanowiły rośliny pomidora zwyczajnego (*Solanum lycopersicum* L.) odmiany ‘Lubań’ (PlantiCo – Hodowla i Nasiennictwo Ogrodnicze Zielonki sp. z o.o.). Do mykoryzacji sadzonek zastosowano szczepionkę mykoryzową Endo-VAM (MF) firmy MYKOFLOLOR zawierającą spory i żywą grzybnię mykoryzową gatunków: *Glomus intraradices*, *G. mosseae*, *G. claroideum*, *G. etunicatum*, *Gigaspora margarita*, *Entrophospora* spp. W celu mykoryzacji sadzonek aplikowano w obręb ryzosfery każdej rośliny (doniczka 1 l) 0,5 g mieszanki mykoryzowej zawieszonej w półpłynnej pożywce agarowo-ziemniaczanej (PDA, Difco) (30 ml). Kontrolę (K) stanowiły niemykoryzowane sadzonki pomidora. Badania obejmujące analizę mykologiczną korzeni, ocenę ogólnej liczby grzybów i bakterii w glebie ryzosferowej, pomiar wysokości roślin oraz średnicy podstawy pędu, pomiar świeżej i suchej masy korzeni, przeprowadzono po 4 tygodniach od momentu aplikacji szczepionki mykoryzowej.

W wyniku analizy mykologicznej korzeni otrzymano łącznie 158 izolatów grzybów reprezentowanych przez 17 gatunków. Korzenie roślin mykoryzowanych były liczniej zasiedlone przez grzyby, w tym gatunki antagonistyczne (jak *Penicillium* spp. oraz *Trichoderma harzianum*) niż korzenie kontrolne. Ogólna liczba bakterii oraz liczba bakterii z rodzajów *Pseudomonas* i *Bacillus*, jak również ogólna liczba grzybów izolowanych z gleby była istotnie niższa w kombinacji MF niż w kontroli. Analiza parametrów morfologicznych rośliny wykazała korzystny wpływ szczepionki mykoryzowej na wzrost świeżej i suchej masy korzeni, natomiast nie wykazała istotnego wpływu mykoryzy na wysokość roślin i średnicę podstawy pędu pomidora.

Badania zostały przeprowadzone we współpracy z firmą MYKOFLOLOR

PCR-DGGE SKUTECZNĄ TECHNIKĄ IDENTYFIKACJI ARBUSKULARNYCH GRZYBÓW MYKORYZOWYCH W NAWOZOWYCH PRODUKTACH MIKROBIOLOGICZNYCH

ANNA LISEK, LIDIA SAS-PASZT, BEATA SUMOROK, PAWEŁ TRZCIŃSKI, ANNA PAŁECZKA

*Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice*

Na mocy rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 9 sierpnia 2024 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów Ustawy o Nawozach i Nawożeniu (Dz.U. 2024 r., poz.1261), jedną z instytucji upoważnionych do przeprowadzenia badań składu środków wspomagających uprawę roślin jest Instytut Ogrodnictwa – PIB w Skierniewicach, prowadzący identyfikację pożytecznych mikroorganizmów wchodzących w skład nawozowych produktów mikrobiologicznych.

Arbuskularne Grzyby Mykoryzowe (AGM) są stosowane jako mikrobiologiczny komponent nawozowych produktów mikrobiologicznych, o dużej skuteczności promowania wzrostu i plonowania roślin. AGM formują symbiozy z roślinami, korzystając z węglowodanów rośliny gospodarza, dostarczając roślinie wodę i składniki mineralne, głównie P, N, K i mikroelementy. Grzyby te kolonizują korzenie roślin i tworzą rozległą sieć strzępek w glebie, co umożliwia pobieranie wody i składników mineralnych. Wewnątrz korzeni roślin grzyby te wytwarzają strzępki i formują wyspecjalizowane struktury zwane arbuskulami, aby dostarczyć roślinom składników mineralnych. Ponadto AGM zwiększają tolerancję roślin na stresy biotyczne i abiotyczne, tj. susza, zasolenie, toksyczność metali ciężkich i zanieczyszczenia organiczne.

W Instytucie Ogrodnictwa – PIB, identyfikacja AGM w nawozowych produktach mikrobiologicznych prowadzona jest przy użyciu techniki PCR-DGGE (elektroforeza w żelu gradientowym denaturującym), która umożliwia rozdzielanie w żelu produktów PCR o różnych sekwencjach. W ramach badań przeprowadzono identyfikację AGM w nawozowym produkcie mikrobiologicznym ‘Hetman’ firmy AGROSCOPE. Fragmenty genu 18S rDNA zamplifikowano w reakcjach zagnieżdżonego PCR, a produkty reakcji rozdzielono w żelu DGGE. Uzyskane prążki zsekwencjonowano i zidentyfikowano poprzez porównanie sekwencji z danymi zgromadzonymi w bazie NCBI (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PAGE_TYPE=BlastSearch). W nawozowym produkcie mikrobiologicznym ‘Hetman’ zidentyfikowano arbuskularne grzyby mykoryzowe należące do gatunku *Rhizophagus intraradices* i do rodzaju *Diversispora*. Uzyskane wyniki potwierdzają przydatność techniki PCR-DGGE jako precyzyjnej metody identyfikacji arbuskularnych grzybów mykoryzowych w nawozowych produktach mikrobiologicznych.

POSZUKIWANIE BAKTERII O POTENCJALNYM ZNACZENIU APLIKACYJNYM W UPRAWIE ROŚLIN MIODODAJNYCH

ANNA MARZEC-GRZĄDZIEL¹, GRAŻYNA KORBECKA-GLINKA²

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

¹Zakład Mikrobiologii

agrzadzziel@iung.pulawy.pl

²Zakład Biotechnologii i Hodowli Roślin

W obliczu wyzwań związanych z rosnącym zapotrzebowaniem na zrównoważone rolnictwo coraz większe znaczenie zyskują mikroorganizmy wspomagające wzrost roślin (PGPR – *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria*). Szczególnie interesującą grupą są endofityczne bakterie występujące naturalnie w tkankach roślin, które mogą poprawiać ich kondycję, zwiększać dostępność składników odżywczych oraz wspierać odporność na stresy środowiskowe. Rośliny miododajne, oprócz walorów ekologicznych i rolniczych, mogą być źródłem takich mikroorganizmów.

W ramach prowadzonych badań wyizolowano bakterie z różnych organów (korzeni, łodyg i liści) czterech gatunków roślin: facelii (*Phacelia tanacetifolia*), dziurawca (*Hypericum perforatum*), żmijowca (*Echium vulgare*) oraz rzepaku (*Brassica napus*). Izolaty zostały wstępnie scharakteryzowane genetycznie przy użyciu technik BOX-PCR oraz sekwencjonowania genu *16S rDNA* metodą Sanger. Przeprowadzono również wstępną ocenę potencjału metabolicznego, obejmującą zdolność do rozkładu nieorganicznych fosforanów oraz produkcji auksyny (IAA). Dla wybranych siedmiu szczepów wykonano sekwencjonowanie pełnego genomu w celu dokładniejszej identyfikacji oraz przewidywania ich funkcjonalnych możliwości.

W kolejnych etapach planowane są badania dotyczące produkcji sideroforów oraz analizy metabolicznej z wykorzystaniem systemu BIOLOG GENIII. Uzupełnieniem prac będą testy doniczkowe mające na celu ocenę wpływu wybranych szczepów na wzrost i rozwój roślin modelowych. Otrzymane wyniki pozwolą na identyfikację potencjalnych kandydatów do zastosowań biotechnologicznych w rolnictwie, szczególnie w kontekście wspierania upraw przyjaznych zapylaczom.

Badania wykonano w ramach tematu statutowego 1.04 IUNG-PIB „Charakterystyka endofitów bakteryjnych wyizolowanych z wybranych roślin miododajnych oraz określenie ich potencjału biotechnologicznego”

WYKORZYSTANIE BAKTERII Z RODZAJU *PAENIBACILLUS* W INŻYNIERII METABOLICZNEJ DO ZASTOSOWAŃ PRZEMYSŁOWYCH W ROLNICTWIE

MARZENA MIKOS-SZYMAŃSKA¹, MONIKA KOBIAŁKA¹, JAGODA KUCHARSKA¹, TOMASZ SZYMCZAK¹,
MARCIN PODLEŚNY^{1,4}, MAREK KORBAS², JOANNA HOROSZKIEWICZ², EWA JAJOR², JAKUB DANIELEWICZ²,
JAN BOCIANOWSKI³, MONIKA KARSZNIA^{1,5}

¹Grupa Azoty Zakłady Azotowe „Puławy” S.A., Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13, 24-110 Puławy;

²Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Poznań;

³Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań,

⁴Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa,

⁵Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Puławy

Bakterie z rodzaju *Paenibacillus* stanowią cenny zasób w biotechnologii ze względu na zdolność do syntezy szerokiego spektrum substancji biologicznie aktywnych, takich jak antybiotyki (np. paenibacylina, polimysksyny), enzymy (celulazy, proteazy, chitynazy, amylazy), biosurfaktanty (np. ramnolipidy), fitohormony (np. auksyny) oraz metabolity wtórne o działaniu przeciwdrobnoustrojowym wykazujące skuteczność wobec bakterii chorobotwórczych. Dzięki hodowli w warunkach kontrolowanych w bioreaktorach możliwe jest zwiększenie wydajności oraz optymalizacja procesów biosyntezy tych związków. Właściwości metaboliczne *Paenibacillus*, w połączeniu z odpowiednio dobranymi parametrami procesu fermentacyjnego (pH, temperatura, stopień natlenienia, źródła węgla i azotu) pozwalają na ich przemysłowe wykorzystanie. Zastosowanie bioreaktorów umożliwia wdrażanie nowoczesnych rozwiązań, takich jak inżynieria metaboliczna czy fermentacja ciągła, co czyni *Paenibacillus* obiecującym mikroorganizmem w produkcji zrównoważonych bioproduktów. Jako przykład przemysłowych zastosowań w rolnictwie można wskazać biopreparaty i biostymulatory wzrostu roślin (np. *Paenibacillus polymyxa*).

W ramach projektu prowadzono hodowle bioreaktorowe z wykorzystaniem bakterii z rodzaju *Paenibacillus*, ocenie skuteczności bioproduktu na kiełkowanie nasion oraz doświadczenia polowe. Określono wpływ działania bioproduktu na wzrost i rozwój pszenicy ozimej, rzepaku ozimego i kukurydzy.

W testach laboratoryjnych wytypowano szczep bakterii *Paenibacillus* oraz finalną formułę biopreparatu do badań polowych w warunkach rzeczywistych. Zastosowanie preparatu mikrobiologicznego wykazywało skuteczność ograniczania występowania m.in. sprawców suchej zgnilizny kapustnych na liściach rzepaku, sprawców plamistości liści kukurydzy (*Helminthosporium* spp.), porażenia kolb kukurydzy przez *Fusarium*, sprawców septoriozy liści (*Septoria* spp.) oraz brunatnej plamistości liści pszenicy ozimej (*Drechslera tritici-repentis*). Po zastosowaniu bioproduktu uzyskano wzrost plonu nasion w porównaniu do kontroli. W przeprowadzonych doświadczeniach nie stwierdzono fitotoksycznego działania zastosowanego produktu.

Prace realizowano w ramach projektu pt. „Wspomaganie rozwoju i odporności roślin przy zastosowaniu nawozów płynnych wzbogaconych o związki bioaktywne”, nr POIR.01.01.01-00-1265/20, dofinansowanego z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, Program Operacyjny – Inteligentny Rozwój 2014–2020

MONITORING MIKROBIOLOGICZNY GLEBY SUPLEMENTOWANEJ GNOJOWICĄ Z UDZIAŁEM BIEWĘGLA

BOŻENA NOWAKOWICZ-DĘBEK¹, ŁUKASZ WŁAZŁO¹, HALINA LIPIŃSKA², KATARZYNA KARPIŃSKA¹,
KAMILA ADAMCZYK-MUCHA², JUSTYNA MARTYNA¹

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Higieny Zwierząt i Zagrożeń Środowiska,

²Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Łękarstwa i Kształtowania Krajobrazu

Ze względu na postępujące zmiany klimatyczne zwraca się dużą uwagę na redukcję zanieczyszczeń w produkcji rolniczej. Wśród tych zanieczyszczeń znaczący udział mają emisje gazów cieplarnianych, w tym CO₂. Stąd promuje się tzw. „rolnictwo regeneracyjne”, które ogranicza emisję CO₂ i zwiększa stopień zatrzymania węgla w glebie. Wprowadzenie takiej praktyki do rolnictwa niesie szereg korzyści w postaci przywracania odpowiedniej kondycji glebom, zmniejszania rozprzestrzeniania zanieczyszczeń poprzez ograniczenie spływów, zwiększenia tempa dekompozycji materii organicznej, jak też zwiększania aktywności i różnorodności mikrobiologicznej gleby. Opierając się na powyższym, przeprowadzono monitoring mikrobiologiczny gleby pobranej spod runi czterech mieszanek traw i bobowatych w celu oceny aktywności mikrobiologicznej gleby. Próbkę gleby suplementowano gnojowicą z różnymi dawkami biowęgla (K1 – grupa kontrolna gleba bez dodatków; D1 – gleba z udziałem gnojowicy; D2 – gnojowica i biowęgla (2,5 g węgla); D3 – gnojowica i biowęgla (5 g biowęgla), na aktywność mikrobiologiczną gleby. Próbkę materiału glebowego wysiewano na podłoża i inkubowano zgodnie z procedurami. Wykazano, że suplementacja gleby gnojowicą z dodatkiem biowęgla wpływa na skład mikrobiologiczny gleby, przyczyniając się do zwiększenia liczebności wybranych grup mikroorganizmów. Najwyższą aktywność wykazywały bakterie amylolityczne, proteolityczne oraz promieniowce w wariancie D3, co wskazuje na fakt że biowęgla może promować wzrost i aktywności mikroorganizmów. Uzyskane wyniki wskazują, że biowęgla może stanowić skuteczny dodatek do gnojowicy, wspierający rozwój mikroflory gleby, co przekłada się na jej żyzność i odporność upraw na patogeny. Dalsze badania powinny uwzględniać długoterminowy wpływ biowęgla na mikrobiom gleby oraz jego potencjalne oddziaływanie na zdrowotność i plonowanie roślin przy uwzględnieniu sekwestracji węgla w glebie, uprawach polowych.

POPRAWA ODPORNOŚCI ROLNICZEJ POPRZEZ INTERAKCJE SOI Z *BRADYRHIZOBIUM* W WARUNKACH STRESU WODNEGO

TETIANA NYZHNYK¹, SERGII KOTS¹, MARCIN KIEDRZYŃSKI², EDYTA KIEDRZYŃSKA^{3,4}

¹*Instytut Fizjologii i Genetyki Roślin Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, Kijów, Ukraina*

²*Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Biogeografii,
Paleoekologii i Ochrony Przyrody, ul. Banacha 1/3, 90-237 Łódź, Polska*

³*Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii Polskiej Akademii Nauk, Łódź, Polska*

⁴*Uniwersytet Łódzki, Katedra UNESCO Ekohydrologii i Ekologii Stosowanej, Łódź, Polska*

Jednym z głównych zadań zrównoważonego rozwoju rolnictwa jest poszukiwanie nowych rozwiązań agroekologicznych w celu zwiększenia właściwości adaptacyjnych i odporności roślin uprawnych na stres. Fitohormony odgrywają ważną rolę w aktywacji głównych szlaków symbiotycznej transdukcji sygnału między makro- i mikrosymbiontami. Dlatego ważne jest, aby zrozumieć ich rolę w integracji z innymi szlakami metabolicznymi, w szczególności z systemami pro-antyoksydacyjnymi, w celu zwiększenia zdolności symbiotycznej i tolerancji symbiozy w warunkach niewystarczającej wilgotności.

Celem badań jest ocena skuteczności stosowania kwasu salicylowego i jasmonianu metylu jako dodatkowych składników podłoża hodowlanego *Bradyrhizobium japonicum* do regulacji statusu pro-oksydacyjno-antyoksydacyjnego roślin, co przyczyni się do zwiększenia zdolności symbiotycznej i produktywności soi.

Zastosowanie jasmonianu metylu w stężeniu 0,75 μM w podłożu hodowlanym *Bradyrhizobium* prowadzi do nadmiernej produkcji nadtlenu wodoru i aktywacji dysmutazy ponadtlenkowej w brodawkach soi w warunkach stresu wodnego. Towarzyszy temu wzrost procesów tworzenia guzków i jednocześnie spadek wiązania azotu. Zakładamy, że koinokulacja *Bradyrhizobium japonicum* metylu wpływa na procesy metaboliczne, które wpływają na funkcjonowanie kompleksu enzymatycznego nitrogenazy.

Dodatek kwasu salicylowego w stężeniu 50 μM do pożywki hodowlanej *Bradyrhizobium* indukuje zmiany statusu prooksydacyjno-antyoksydacyjnego u roślin będących pod wpływem stresu wodnego. Wynika to z aktywacji kompleksów enzymatycznych dysmutazy ponadtlenkowej i katalazy, a także zmniejszenia zawartości nadtlenu wodoru w guzkach, co ma pozytywny wpływ na aparat symbiotyczny i produktywność soi. Dlatego zastosowanie kwasu salicylowego w stężeniu 50 μM jako dodatkowego składnika pożywki hodowlanej *Bradyrhizobium* zapewnia aktywację ochronnych właściwości przeciwutleniających soi w warunkach stresu wodnego, co przyczynia się do poprawy zdolności symbiotycznych i tolerancji kultury.

Badania te służą wspieraniu rozwoju rolnictwa ekologicznego i jego przejścia na agroekologiczne i ekologiczne środki produkcji, z uwzględnieniem takich kluczowych czynników, jak zarządzanie i ochrona zasobów naturalnych oraz adaptacja do klimatu. Takie działania są ważne dla wspierania racjonalnej gospodarki rolnej, a także celowanego, innowacyjnego podejścia do ekologicznej uprawy roślin, jako ważnych elementów zrównoważonego rozwoju rolnictwa.

BAKTERIE WSPOMAGAJĄCE WZROST BOBOWATYCH W OBECNOŚCI METALI

EWA OLEŃSKA¹, WANDA MAŁEK², IZABELA SWIECICKA¹, MAŁGORZATA WÓJCIK², SOFIE THIJIS³,
JACO VANGRONSVELD^{2,3}

¹ Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologii, ul. Ciołkowskiego 1J, 15-245 Białystok, Polska

² Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Instytut Nauk Biologicznych, Wydział Biologii i Biotechnologii,
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin, Polska

³ Centre for Environmental Sciences, Hasselt University, Agoralaan D, B-3590, Diepenbeek, Belgium

Bakterie stanowisk zanieczyszczonych metalami posiadają różne mechanizmy tolerowania toksycznych jonów lub/i wytwarzać związki chemiczne wpływające pozytywnie na wzrost i rozwój roślin występujących na takich obszarach. Bakterie wytwarzają mechanizmy unikania toksyczności jonów immobilizując je w osłonach komórkowych lub wydzielanych metabolitach, jak też mogą detoksyfikować jony docierające do cytoplazmy poprzez chelatowanie ich przez białka metalotioneiny, chelatowanie enzymatyczne oraz usuwanie jonów na zewnątrz komórki. Z drugiej strony, bakterie mogą wspierać wzrost roślin zdolnych do detoksyfikacji jonów, np. poprzez stymulowanie rozpuszczalności fosforanów, syntezę kwasów organicznych, sideroforów, czy hormonów roślinnych, np. auksyn. Bakterie posiadające adaptacje do warunków wysokiego poziomu metali w glebie znajdują zastosowanie w remediacji i rekultywacji terenów skażonych.

Bakterie brodawkowe (ryzobia) wyizolowane z brodawek korzeniowych koniczyny białej rosnącej na ok. 130-letniej hałdzie Zn-Pb-Cd Bolesław w południowej Polsce oraz bakterie endofityczne tego gatunku są zaadaptowane do warunków hałdy ponieważ posiadają mechanizmy tolerancji metali. Zatem, bakterie pochodzenia hałdowego wraz z roślinnym gospodarzem mogą potencjalnie stanowić cenny, synergistyczny układ o zastosowaniu praktycznym. Celem badań było ustalenie czy ryzobia oraz endofity koniczyny białej pochodzenia hałdowego wykazują cechy promowania wzrostu roślin (synteza sideroforów, kwasu indolilo-3-octowego, acetoiny, kwasów organicznych, kwasu 1-amino-cyklopropano-1-karboksylowego, rozpuszczalność fosforanów) oraz wpływu tych bakterii na wzrost biomasy (świeża i sucha masa, ciężar korzeni, % składników popielnych) koniczyny w odniesieniu do wpływu bakterii pochodzących za stanowiska referencyjnego.

POTENCJAŁ STOSOWANIA KOMPOSTU I BIEWĘGLA DO REGENERACJI GLEB

SYLWIA SIEBIELEC, MAŁGORZATA WOŹNIAK, ALEKSANDRA UKALSKA-JARUGA, ANDRZEJ LEWICKI,
JAKUB PULKA, SZYMON SZUFA, ŁUKASZ ADRIAN, PIOTR PIERSA, GRZEGORZ SIEBIELEC

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

Stan środowiska przyrodniczego oraz prowadzona działalność rolnicza uzależniona jest od racjonalnej, działającej w myśl zrównoważonego rozwoju gospodarki glebami. Funkcje, jakie pełni gleba, zależą m.in. od ilości i jakości glebowej materii organicznej, która wpływa na właściwości fizyczne, chemiczne oraz biologiczne gleby. Jest czynnikiem stabilizującym strukturę gleby oraz wpływającą na żyzność, urodzajność oraz bioróżnorodność gleb. Kształtuje stosunki wodne, obieg pierwiastków, wpływa na plonowanie roślin, zmniejsza podatność na zagęszczenie gleb oraz zwiększa odporność na procesy degradacji w wyniku erozji wodnej i wietrznej. Glebowa materia organiczna jest zatem kluczowym czynnikiem wpływającym na stan gleby i jej potencjał produkcyjny. W celu utrzymania lub zwiększenia jej zawartości na odpowiednim poziomie stosowane są różnego rodzaju materiały definiowane jako egzogenna materia organiczna.

Celem projektu INNO-MIK jest ocena potencjału bionawozów na bazie odpadów organicznych (biowęgla, kompost) i bakterii wspomagających rozwój roślin uprawnych w warunkach suszy jako wsparcie dla rozwoju gospodarki odpadami w cyklu zamkniętym oraz strategii adaptacji i mitygacji zmian klimatu w rolnictwie. W projekcie stworzono technologie otrzymywania kompostu i toryfikatu w formie stałej, dla zapewnienia szerszego wykorzystania odpadów organicznych w rolnictwie. Powstałe produkty stanowią nośnik dla bakterii o potencjale promowania wzrostu i rozwoju roślin uprawnych.

W wyniku prowadzonych prac oceniono potencjał stosowania biowęgla i kompostu na podstawie ich parametrów chemicznych i mikrobiologicznych. W próbkach badawczych oznaczono, m.in.: odczyn (pH), całkowitą zawartość składników nawozowych, węgla oraz pierwiastków śladowych, a także określono ich aktywność enzymatyczną. Dodatkowo wykonano szereg doświadczeń doniczkowych, poletkowych i polowych z udziałem 4 roślin testowych: sałata masłowa, gorczyca, pszenica, kukurydza w celu oceny prototypu tworzonych technologii. Ocena oddziaływania proponowanych strategii (tj. wdrażania przyjaznego środowiska rolnictwa poprzez wykorzystanie potencjału bakterii oraz zwiększanie zdolności retencyjnych gleb poprzez wprowadzanie do niej materii organicznej) na plon roślin uprawnych to istotny element całego procesu testowania, rozwoju i demonstracji technologii powstałej w wyniku prac prowadzonych w ramach projektu INNO-MIK.

*Projekt finansowany w ramach konkursu Lider XII Narodowego Centrum Badań i Rozwoju;
Nr LIDER/36/0184/L-12/20/NCBR/2021*

EFEKTYWNOŚĆ PROTOTYPÓW BIONAWOZÓW NA BAZIE BAKTERII I EGZOGENNEJ MATERII ORGANICZNEJ W BADANIACH DONICZKOWYCH, POLETKOWYCH I POŁOWYCH

SYLWIA SIEBIELEC, MAŁGORZATA WOŹNIAK, ALEKSANDRA UKALSKA-JARUGA, ANDRZEJ LEWICKI,
JAKUB PULKA, SZYMON SZUFA, ŁUKASZ ADRIAN, PIOTR PIERSA, GRZEGORZ SIEBIELEC

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

Celem projektu INNO-MIK jest opracowanie technologii wytwarzania bionawozów na bazie odpadów organicznych i bakterii wspomagających zrównoważony rozwój produkcji roślinnej, szczególnie w odniesieniu do przeciwdziałania suszy, jako wsparcie dla rozwoju gospodarki odpadami w cyklu zamkniętym oraz strategii adaptacji i mitygacji zmian klimatu w rolnictwie. W latach 2022, 2023 i 2024 przeprowadzono ocenę potencjału tworzonych technologii w doświadczeniach doniczkowych, poletkowych i polowych na czterech roślinach testowych: sałata masłowa, gorczyca, pszenica i kukurydza. Szczegółowej analizie poddano próbki glebowe pochodzące ze wszystkich prowadzonych doświadczeń. Materiał badawczy przeznaczono do analiz mikrobiologicznych oraz chemicznych. W celu oceny aktywności mikrobiologicznej gleby po zastosowaniu bionawozów glebę przesiano przez sito o średnicy 2 mm, dokładnie wymieszano w celu osiągnięcia pełnej homogenizacji materiału, następnie próbki przechowywano w zamkniętych woreczkach foliowych w temperaturze $4 \pm 1^\circ\text{C}$ do momentu wykonania analiz zaplanowanych w projekcie.

Oznaczenie aktywności fosfatazy zasadowej i fosfatazy kwaśnej przeprowadzono metodą kolorymetryczną z zastosowaniem PNP (p-nitrofenylofosforan sodu; z ang. *sodium p-nitrophenyl phosphate*), po 1-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C , przy długości fali 410 nm (Tabatabai i Bremner, 1969). Oznaczenie aktywności dehydrogenaz wykonano metodą kolorymetryczną z zastosowaniem jako substratu 3-procentowego TTC (chlorku trójfenylotetrazolu; z ang. *triphenyltetrazole chloride*), po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C , przy długości fali 485 nm. (Casida i in. 1964). Analizę profilowania fizjologicznego na poziomie społeczności obrazująca potencjał metaboliczny zbiorowisk mikroorganizmów glebowych wykonano przy użyciu systemu Biolog®EcoPlates (Biolog, Hayward, CA, USA). Analizie statystycznej poddano również uzyskaną biomasę roślinną.

Badania dostarczyły cennych informacji w zakresie oceny wpływu zastosowanej technologii na aktywność enzymatyczną i metaboliczną w próbkach glebowych pochodzących ze wszystkich doświadczeń po zastosowaniu komponentów organicznych bionawozów i bakterii. Zastosowanie prototypów bionawozów prowadziło do zwiększenia i przedłużenia odporności roślin na czynniki stresowe oraz zwiększenia aktywności mikrobiologicznej gleby.

*Projekt finansowany w ramach konkursu Lider XII Narodowego Centrum Badań i Rozwoju;
Nr LIDER/36/0184/L-12/20/NCBR/2021*

INOKULACJA BAKTERIAMI ROZPUSZCZAJĄCYMI FOSFORANY JAKO OBIECUJĄCA STRATEGIA POPRAWIAJĄCA WZROST I ROZWÓJ ROŚLIN UPRAWNYCH I REMEDIACYJNYCH

SYLWIA SIEBIELEC, GRZEGORZ SIEBIELEC.

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

Fosfor, obok takich pierwiastków jak azot i potas, stanowi najważniejszy składnik odżywczy dla wzrostu i rozwoju roślin zarówno w rolnictwie, jak i w fitoremediacji gleb silnie zanieczyszczonych. Fosfor bierze udział w procesach fotosyntezy, oddychania roślinnego oraz produkcji białek roślinnych. Ponadto wchodzi w skład kwasów nukleinowych, czyli DNA i RNA. Rośliny pobierają ze środowiska glebowego fosfor w postaci jonów. Niestety ilość fosforu w postaci jonowej jest niewielka i waha się w granicach od 1% do zaledwie 5% całkowitej ilości fosforu. W związku z powyższym poszukiwane są metody zwiększania ilości jonów fosforanowych w glebie.

Jedną z takich możliwości stanowią bakterie solubilizujące fosforany (PSB, z ang. *Phosphate Solubilizing Bacteria*). PSB wydzielają kwasy organiczne, które w sposób naturalny obniżają pH gleby, dzięki czemu przyczyniają się do rozpuszczenia nieprzyswajalnych mineralnych związków fosforu. Poprzez zwiększoną solubilizację fosforu i nadwyżkę uwolnionego fosforu, której same nie są w stanie wykorzystać, pomagają roślinom. PSB mają duży potencjał do stosowania szczególnie na glebach ubogich w fosfor – takimi często są gleby na terenach przemysłowych, zanieczyszczone pierwiastkami śladowymi. Wśród najczęściej izolowanych PSB można wymienić bakterie z rodzajów: *Bacillus*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, *Enterobacter*, *Flavobacterium* czy *Pseudomonas*.

Stosowanie PSB potencjalnie stanowi niezwykle atrakcyjną metodę zwiększania skuteczności remediacji gruntów, w tym szczególnie silnie zanieczyszczonych metalami ciężkimi oraz gleb rolniczych. Wynika to między innymi z ich potencjału do promowania wzrostu i rozwoju roślin w warunkach stresu abiotycznego oraz wspomnianych zdolności uruchamiania słabo rozpuszczalnych form fosforu w sytuacji niedoboru tego pierwiastka zarówno w rolniczych glebach uprawnych, jak również na obszarach remediacyjnych. PSB posiadają również inne cenne cechy, takie jak wiązanie azotu atmosferycznego, co przy często ograniczonych możliwościach nawożenia remediowanych obszarów stanowi źródło azotu dla roślin. Należy podkreślić, iż potencjał bakterii do solubilizacji fosforu może mieć również znaczenie dla biodostępności metali. Zwiększone ilości jonów fosforu w glebie sprzyjają wytrącaniu się nierozpuszczalnych fosforanów ołowiu, co ogranicza biodostępność tego toksycznego pierwiastka.

Projekt finansowany w ramach subwencji statutowej, temat 2.04: „Alternatywne źródła fosforu jako element osiągania celów Zielonego Ładu”

MIKROBIOM GLEB MIEJSKICH

SYLWIA SIEBIELEC, GRZEGORZ SIEBIELEC

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

Funkcjonalne właściwości społeczności mikrobiologicznych gleb w ekosystemach miejskich są dość słabo poznane. Zrozumienie dynamiki miejskich mikrobiomów glebowych staje się kluczową kwestią w celu przywrócenia i wzmocnienia usług ekosystemowych na obszarach aglomeracji miejskich. Usługi ekosystemowe świadczone przez glebę poprzez bakterie glebowe i grzyby obejmują asymilację i obieg składników odżywczych, bioremediację czy promowanie wzrostu i rozwoju roślin na obszarach szczególnie narażonych na stresy abiotyczne. Perspektywy zarządzania bioróżnorodnością mikrobiologiczną i usługami ekosystemowymi są mocno ograniczone przez niepełną wiedzę na temat tego, w jaki sposób czynniki kontrolowane przez człowieka kształtują wzorce różnorodności mikrobiologicznej gleby i jej funkcji w krajobrazach miejskich. Istniejące badania dowodzą, że gleby miejskie są siedliskiem zróżnicowanych społeczności bakteryjnych i grzybowych pomimo ciągłych stresów, w tym dużego natężenia ruchu ludzi, nieprzepuszczalnych powierzchni, efektów wysp ciepła oraz obecności różnego rodzaju zanieczyszczeń. Dane literaturowe informują również, iż skład mikrobiologiczny gleby jest związany z danym mikrosiedliskiem, zwłaszcza w odniesieniu do takich cech glebowych, jak pH czy zawartość składników nawozowych.

Zarządzanie mikrobiomem gleb miejskich wymaga szerszego zrozumienia procesów ekologicznych i ewolucyjnych zachodzących w nich, w tym roli czynników antropogenicznych i środowiskowych kształtujących skład i funkcjonowanie społeczności mikrobiologicznej. Dane źródłowe podkreślają znaczenie kilku czynników wpływających na mikrobiom gleby, w tym dywersyfikację ewolucyjną, zależności stochastyczne oraz selekcję ekologiczną, tj. czynniki biotyczne lub abiotyczne, które wpływają na dostępność i konkurencję o przestrzeń niszową. Wszystkie te czynniki działają jednocześnie i w wielu skalach czasowych i przestrzennych. Równowaga procesów stochastycznych i deterministycznych sił opartych na niszach w siedliskach miejskich pozostaje wciąż niejasna, złożona i wielofunkcyjna. Ponieważ przewiduje się, że urbanizacja będzie nadal rosła, włączenie biologicznych procesów glebowych napędzanych przez społeczności mikroorganizmów do interpretacji w praktyce, szczególnie w interakcji z rozwojem roślin jest pilnie potrzebne. W projekcie NBSOIL badaniom poddawane są obszary testowe, na których stosowano różnego rodzaju praktyki regeneracji gleb miejskich, różne układy planowania przestrzeni oraz działania bioremediacyjne.

Projekt Horyzont Europa NBSOIL – Nature Based Solutions for Soil Management współfinansowany przez Unię Europejską, UKRI oraz SERI, nr projektu 101091246

BIOSTYMULACJA GLEBY I REDUKCJA NAWOŻENIA MINERALNEGO ZA POMOCĄ SIDEROFORÓW BAKTERYJNYCH I METABOLITÓW TOWARZYSZĄCYCH (SSAM) W UPRAWIE *RAPHANUS SATIVUS*

INGA SUCHODOLSKA¹, ANNA BERNATOWICZ², MARCIN MUSIAŁOWSKI², ŁUCJA KOWALEWSKA³,
MICHAŁ BYKOWSKI³, JOANNA WÓJTOWICZ⁴, JOANNA KOZIOŁ-LIPIŃSKA⁴,
MONIKA MIERZWA-HERSZTEK⁴, KRZYSZTOF GONDEK⁴, KLAUDIA DĘBIEC-ANDRZEJEWSKA²

¹Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, Instytut Mikrobiologii, Laboratorium Inżynierii Bioprocessowej,
ul. Ilji Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa, Polska

²Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, Instytut Mikrobiologii, Zakład Geomikrobiologii,
ul. Ilji Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa, Polska

³Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, Instytut Biologii Eksperymentalnej i Biotechnologii Roślin,
Zakład Anatomii i Fizjologii Roślin, ul. Ilji Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa, Polska

⁴Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Wydział Rolniczo-Ekonomiczny, Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej,
Aleja Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

Nadmierne stosowanie nawozów syntetycznych w rolnictwie stwarza wyzwania środowiskowe i ekonomiczne, co wymaga poszukiwania zrównoważonych alternatyw. Jednymi z najczęściej stosowanych nawozów są nawozy fosforowe i potasowe, ponieważ pierwiastki te odgrywają kluczową rolę dla prawidłowego rozwoju roślin i maksymalizacji plonów, a ich biodostępność w glebie jest ograniczona z powodu wiązania z matrycą. Siderofory wykazują potencjał aplikacyjny, ponieważ poprzez chelatowanie powodują uwalnianie żelaza oraz innych niezbędnych pierwiastków, takich jak potas i fosfor, poprawiając jakość biologiczną gleby.

W tym badaniu oceniono potencjał biostymulujący sideroforów oraz towarzyszących metabolitów (SSAM) wytwarzanych przez *Pseudomonas* sp. ANT_H12B w celu zwiększenia biodostępności składników odżywczych w glebie i zmniejszenia nawożenia fosforem i potasem w uprawach *Raphanus sativus*. Eksperymenty w szklarniach oceniały stężenie składników odżywczych w glebie oraz wzrost i parametry morfologiczne roślin. Zawartość żelaza i potasu zmierzono metodą spektrometrii absorpcji atomowej w płomieniu (FAAS). Natomiast fosfor analizowano przy użyciu metody błękitu molibdenowego. Pomiary pozwalające na ocenę kondycji roślin prowadzono przy użyciu wielospektralnego skanera 3D PlantEye. Następnie za pomocą oprogramowania generowano wyniki w formie wykresów, które wykorzystano do oszacowania cyfrowej biomasy, powierzchni liści i wysokości roślin.

Zastosowanie SSAM spowodowało znaczący wzrost biodostępnego żelaza, fosforu i potasu. Rośliny traktowane SSAM wykazywały zwiększoną produkcję biomasy i akumulację składników odżywczych w tkankach. Wyniki te podkreślają potencjał SSAM jako ekonomicznego biofertylizatora, umożliwiającego redukcję stosowania nawozów syntetycznych bez uszczerbku dla plonów lub jakości roślin, wspierając tym samym bardziej zrównoważone praktyki rolnicze.

Badania finansowane przez NCBR w ramach projektu LIDER nr 13/0051/L-11/19/NCBR/2020

WSPIERANIE MIKROBIOMU UPRAW WYZWANIEM W PROCESIE FORMUŁOWANIA BIOPRODUKTÓW

WERONIKA WALCZAK¹, KATARZYNA GÓRALSKA¹, KRZYSZTOF AMBROZIAK¹, JOANNA PUŁAWSKA²,
ARTUR MIKICIŃSKI², HUBERT GŁOŚ², MONIKA MICHAŁECKA², ANNA PONIATOWSKA²,
ANNA JARECKA-BONCELA², MAGDALENA PTASZEK²

¹INTERMAG Sp. zo.o., Olkusz

²Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice

W dobie wycofywania coraz większej liczby chemicznych substancji czynnych konieczne jest poszukiwanie nowych rozwiązań do stymulacji roślin i ochrony przed chorobami, które będą bezpieczne zarówno dla człowieka, jaki środowiska. Obserwując naturalne procesy ekosystemów, człowiek odkrył, że istnieją żywe organizmy zdolne do wpływania na wiele procesów związanych z wiązaniem N, rozpuszczaniem P, produkcją witamin i fitohormonów, przyspieszających rozkład materii organicznej bądź zwalczających choroby. Ta obserwacja natury doprowadziła do opracowania bioproduktów, które aktualnie są wykorzystywane do nawożenia, stymulacji wzrostu roślin lub kontroli biologicznej, a ich aktywnymi składnikami mogą być mikroorganizmy, ekstrakty roślinne, algi lub substancje bioaktywne.

Produkcja produktów biologicznych opartych na pożytecznych mikroorganizmach dla rolnictwa jest branżą opartą na przemyśle biotechnologicznym, który stale się rozwija i ma ogromny potencjał dla zrównoważonego rolnictwa. Najważniejszym celem współczesnych bioproduktów jest utrzymanie homeostazy pomiędzy mikrobiomem roślinnym i glebowym z jednoczesnym wykorzystaniem całego potencjału mikroorganizmów. Odpowiednio zaprojektowane formułacje powinny być jednocześnie skuteczne, bezpieczne i łatwe do zastosowania w procesach agrotechnicznych.

Integracja korzystnych interakcji między roślinami a mikrobami i mikrobiomem może stanowić obiecujące, zrównoważone rozwiązanie w celu poprawy zintensyfikowanej produkcji rolnej i jednoczesnej ochrony bioróżnorodności środowiska.

Badania finansowane z projektu BioSafeFood „Opracowanie technologii i produkcji wysokiej jakości, bezpiecznych dla konsumenta owoców i warzyw z zastosowaniem nowych biopreparatów w ochronie upraw przed chorobami”, nr umowy: POIR.04.01.02-00-0100/17-00 współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach POIR2014-2020iNCBiR

GRZYBY MYKORYZOWE I ICH POTENCJAŁ W PROCESACH BIOREMEDIACJI GLEB

KATARZYNA WIEJAK, IZABELA BIELAWSKA, ANNA GAŁĄZKA

*Zakład Mikrobiologii
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
agalazka@iung.pulawy.pl*

Biologiczny rozkład trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO), w tym substancji ropopochodnych oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), przez grzyby jest jednym z najważniejszych i najefektywniejszych sposobów usuwania tych związków ze środowiska glebowego. Grzyby mykoryzowe są także przydatne do określenia toksyczności podłoża lub wydajności procesu bioremediacji i mogą zastąpić chemiczne metody, szczególnie gdy czynników stresowych jest więcej. Tego typu badania przeprowadza się na glebie skażonej badając parametry mykoryzacji na materiale hodowanym w warunkach laboratoryjnych. Wśród dotychczas przebadanych gatunków roślin na uwagę zasługuje zazwyczaj silnie kolonizowana przez grzyby arbuskularne babka lancetowata (*Plantagolanceolata* L.), która występuje na zróżnicowanych siedliskach, jest odporna na szeroki zakres elementów stresowych, a także możliwe jest w stosunkowo prosty sposób uzyskanie klonów jednej rośliny, co pozwala na eliminację genetycznych różnic między osobnikami pod względem reakcji na substancje toksyczne. Europa Środkowa i Wschodnia to teren o szczególnie częstym występowaniu rozległych hałd przemysłowych, terenów depozycji odpadów różnego typu oraz miejsc, gdzie w niewystarczającym stopniu zabezpieczano niewykorzystane środki ochrony roślin, jak również obszary znajdujące się pod wpływem intensywnej motoryzacji i uprzemysłowienia. Pomimo często prawidłowo prowadzonej akcji uświadamiającej mieszkańców problem zanieczyszczenia, wciąż napotykamy uprawy roślin przeznaczone do konsumpcji na terenach silnie zanieczyszczonych. Potrzebne są tu tanie i szybkie metody monitoringu, a następnie niedrogie i skuteczne techniki fitoremediacji, w których zastosowanie grzybów mykoryzowych powinno odgrywać istotną rolę. Powyższe rozważania obrazują, jak szerokie i różnorodne są możliwości wykorzystania procesów biologicznych w utylizacji zanieczyszczeń gleb substancjami ropopochodnymi i metalami ciężkimi.

Badania były finansowane z projektu: NCN 2022/45/B/NZ8/02398 „Oddziaływanie między mikrobiomem, mykobiomem i metawiriomem ryzosfery i endoryzosfery roślin ruderalnych oraz ich rola w biernej i czynnej remediacji gleb silnie zdegradowanych i długotrwale zanieczyszczonych ropą naftową” (2023–2027)

NATURALNE SORBENTY I ICH WPŁYW NA MIKROORGANIZMY W GLEBIE

MARTA WYZIŃSKA, ADAM KLEOFAS BERBEĆ

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Naturalne sorbenty to substancje pochodzenia mineralnego lub organicznego, które charakteryzują się wysoką zdolnością do pochłaniania i zatrzymywania różnych związków chemicznych, takich jak woda, jony metali ciężkich czy toksyczne związki organiczne. Do najczęściej stosowanych naturalnych sorbentów należą m.in. zeolity, bentonity, biochar (węgiel drzewny), torf, włókna roślinne oraz wapno.

Wprowadzenie naturalnych sorbentów do gleby wywiera istotny wpływ na mikroorganizmy glebowe. Przede wszystkim poprawiają one warunki życia mikroorganizmów, poprzez stabilizację wilgotności, zwiększenie porowatości gleby oraz ograniczenie dostępności toksycznych substancji. Dzięki temu sprzyjają rozwojowi pożytecznych bakterii, grzybów i innych drobnoustrojów, które pełnią kluczowe funkcje w procesach rozkładu materii organicznej, wiązania azotu i tworzenia struktury gleby.

Niektóre naturalne sorbenty, jak biochar, dodatkowo dostarczają mikroorganizmom siedlisk — mikroporowate struktury węglowe stwarzają mikrośrodowiska chroniące bakterie i grzyby przed niekorzystnymi warunkami. Sorbenty mogą też pośrednio wpływać na dynamikę populacji mikroorganizmów, poprzez zmniejszenie stresu chemicznego wywołanego obecnością metali ciężkich czy resztek pestycydów.

Warto jednak zauważyć, że wpływ naturalnych sorbentów na mikroorganizmy zależy od ich rodzaju, ilości oraz warunków środowiskowych. Niewłaściwe ich zastosowanie (np. nadmierne dawki) może czasami prowadzić do zaburzeń równowagi mikrobiologicznej lub czasowego ograniczenia dostępności niektórych składników odżywczych.

Podsumowując, naturalne sorbenty odgrywają pozytywną rolę w ochronie i wspieraniu życia biologicznego w glebie, stanowiąc ważne narzędzie w poprawie jakości gleb zdegradowanych, w rolnictwie ekologicznym oraz w technologiach rekultywacyjnych.

ROLA MATERII ORGANICZNEJ W POSTACI RESZTEK POŻNIWNYCH W KSZTAŁTOWANIU AKTYWNOŚCI MIKROORGANIZMÓW GLEBOWYCH

MARTA WYZIŃSKA, ADAM KLEOFAS BERBEĆ

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Materia organiczna dostarczana w postaci resztek poźniwnych odgrywa fundamentalną rolę w regulacji aktywności biologicznej gleb. Pozostałości roślinne, takie jak korzenie, łodygi, liście oraz drobne frakcje biomasy, stanowią podstawowe źródło węgla organicznego oraz substancji odżywczych dla mikroorganizmów glebowych. Wprowadzenie resztek do gleby inicjuje intensywną działalność mikrobiologiczną, w tym procesy dekompozycji, mineralizacji składników pokarmowych oraz humifikacji.

Resztki poźniwne wpływają na zwiększenie populacji bakterii saprofitycznych, grzybów saprotroficznych, promieniowców oraz mikroorganizmów symbiotycznych, takich jak bakterie brodawkowe (*Rhizobium* spp.) czy grzyby mikoryzowe. Aktywacja tych organizmów przyczynia się do poprawy dostępności składników mineralnych (azotu, fosforu, siarki), a także do wzrostu aktywności enzymatycznej gleby (np. dehydrogenaz, fosfataz, ureazy).

Wysoka zawartość resztek poźniwnych zwiększa heterogeniczność środowiska glebowego, co sprzyja rozwojowi różnorodnych nisz mikrobiologicznych i prowadzi do stabilizacji sieci troficznych w glebie. W konsekwencji następuje poprawa struktury agregatów glebowych poprzez wzrost produkcji substancji kleistych (śluzów, glukanów) przez mikroorganizmy, co skutkuje lepszą stabilnością wodną gleby i większą odpornością na erozję.

Długofalowe pozostawianie resztek poźniwnych na polu, zamiast ich usuwania lub spalania, jest uznawane za praktykę sprzyjającą sekwestracji węgla w glebie, zmniejszającą emisję gazów cieplarnianych oraz przyczyniającą się do zwiększenia potencjału produkcyjnego gleby. Dlatego zarządzanie resztkami poźniwnymi jest kluczowym elementem strategii zrównoważonego rolnictwa i ochrony żywności gleb.

SUBSTANCJE PODSTAWOWE I ICH WPŁYW NA GLEBĘ

MARTA WYZIŃSKA, ADAM KLEOFAS BERBEĆ

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Substancje podstawowe to produkty naturalnego pochodzenia, które mogą być wykorzystywane w rolnictwie bez konieczności spełniania rygorystycznych wymogów dotyczących rejestracji środków ochrony roślin. Zalicza się do nich, m.in. ekstrakty roślinne (np. wyciąg z czosnku, pokrzywy), naturalne oleje (np. olejek pomarańczowy), produkty uboczne przetwarzania żywności (np. ocet), a także minerały i związki chemiczne obecne w naturze (np. soda oczyszczona). Ich głównym zadaniem jest wspieranie roślin w walce z chorobami i szkodnikami, poprawa zdrowia gleby oraz wzmacnianie naturalnych procesów zachodzących w ekosystemie rolniczym.

Wpływ substancji podstawowych na glebę jest wieloaspektowy i przeważnie korzystny. Stosowanie takich preparatów pomaga w odbudowie mikroflory glebowej, co prowadzi do zwiększenia aktywności mikroorganizmów, takich jak bakterie czy grzyby mikoryzowe. Te mikroorganizmy są kluczowe dla utrzymania żyzności gleby, gdyż biorą udział w rozkładzie materii organicznej, uwalnianiu składników odżywczych oraz w tworzeniu struktury gleby sprzyjającej retencji wody i wymianie gazowej.

Substancje podstawowe mogą również ograniczać obecność patogenów glebowych, zmniejszając potrzebę stosowania chemicznych środków ochrony roślin, które często negatywnie wpływają na równowagę biologiczną gleby. Ponadto poprawiają odporność roślin, co w konsekwencji zmniejsza stres środowiskowy, taki jak susza czy zasolenie, oddziałujący na glebę.

Jednakże, aby osiągnąć pozytywne efekty, konieczne jest odpowiednie stosowanie substancji podstawowych. Nadużywanie lub nieprawidłowe ich użycie może doprowadzić do zaburzenia naturalnych procesów biologicznych, zmniejszenia bioróżnorodności mikroorganizmów lub nieprzewidzianych zmian w chemii gleby.

W kontekście rolnictwa ekologicznego i zrównoważonego zarządzania glebą substancje podstawowe stanowią ważne narzędzie wspierające naturalne mechanizmy obronne roślin oraz utrzymujące zdrowie i żyzność gleby bez nadmiernej ingerencji chemicznej.

WPLYW BIEWĘGLA NA POPRAWĘ WŁAŚCIWOŚCI GLEBY ORAZ PRODUKCYJNOŚĆ ROŚLIN

MARTA WYZIŃSKA, ADAM KLEOFAS BERBEĆ

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Biowęgiel (biochar) to produkt otrzymywany w procesie pirolizy biomasy roślinnej w warunkach ograniczonego dostępu tlenu. Jego zastosowanie w rolnictwie zyskuje na znaczeniu ze względu na szeroki wachlarz korzystnych efektów, jakie wywiera na glebę i rośliny. Wprowadzenie biowęglu do gleby przyczynia się do poprawy jej struktury, zwiększając porowatość, napowietrzenie oraz zdolność do zatrzymywania wody. Szczególnie pozytywnie wpływa to na gleby lekkie i piaszczyste, które są ubogie w materię organiczną i wodę.

Biowęgiel odznacza się dużą powierzchnią właściwą i wysoką pojemnością wymiany kationowej (CEC), co sprzyja zatrzymywaniu składników pokarmowych i ogranicza ich wymywanie. W glebach kwaśnych może dodatkowo działać jako środek odkwaszający, poprawiając dostępność składników odżywczych i wspierając rozwój mikroorganizmów glebowych. Obecność biowęglu sprzyja aktywności pożytecznych drobnoustrojów, co wspomaga procesy mineralizacji i poprawia żyzność gleby.

Z perspektywy produktywności roślin biowęgiel może prowadzić do zwiększenia plonów dzięki lepszej retencji wody, ograniczeniu strat składników odżywczych i poprawie ogólnego stanu gleby. Dodatkowo jego obecność może zmniejszać stres środowiskowy roślin, np. w czasie suszy czy przy obecności metali ciężkich w glebie. Biowęgiel wykazuje także zdolność do poprawy efektywności nawożenia. Warto jednak podkreślić, że skuteczność działania biowęglu zależy od wielu czynników, w tym rodzaju biomasy użytej do jego produkcji, temperatury pirolizy, właściwości gleby oraz sposobu i dawki aplikacji. W niektórych przypadkach, zwłaszcza przy nadmiernym stosowaniu, może dojść do przejściowego ograniczenia dostępności azotu dla roślin.

Podsumowując, biowęgiel stanowi obiecujące narzędzie wspierające zrównoważone rolnictwo – poprawia jakość gleby, wspiera wzrost roślin i może przyczyniać się do sekwestracji węgla, ograniczając emisję gazów cieplarnianych.

ROLA RAMNOLIPIDU 90 W BIOSTYMULACJI GLEB ZANIECZYSZCZONYCH BISFENOLEM A

MAGDALENA ZABOROWSKA, AGATA BOROWIK, JADWIGA WYSZKOWSKA, JAN KUCHARSKI

*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie,
Katedra Gleboznawstwa i Mikrobiologii, Wydział Rolnictwa i Leśnictwa*

Produkcja szerokiej palety związków organicznych, w tym bisfenolu A, zaburza równowagę ekosystemów, nadając tym samym dynamiki epoce antropocenu. Zidentyfikowanie źródeł oraz określenie skali wzrastającego corocznie rozproszenia tego związku w środowisku, implikuje potrzebę nieustannej weryfikacji i poszukiwania rozwiązań wdrażających koncepcje zrównoważonego rozwoju. Zgodnie z definicją Organizacji Narodów Zjednoczonych, kluczową ideą tej strategii jest wykorzystywanie zasobów środowiskowych w sposób, który nie wpłynie na jakość życia przyszłych pokoleń. Zachowanie ich wymaga wyznaczenia granic ekologicznych, szczególnie wobec gleby, która jest jednym z najważniejszych elementów agroekosystemów. Granice te ustanowić można poprzez stosowanie produktów pochodzenia roślinnego, zwierzęcego czy mikrobiologicznego, przeznaczonych do poprawy kondycji gleby i ostatecznie jakości upraw.

Jednym z istotnych preparatów pochodzenia mikrobiologicznego jest ramnolipid 90, biosurfaktant syntetyzowany przez *Pseudomonas aeruginosa*, zawierający L-ramnozę oraz kwasy tłuszczowe β -hydroksylowe o właściwościach amfifilowych. W celu weryfikacji jego skuteczności w niwelowaniu potencjalnych zaburzeń homeostazy gleby poddanej presji bisfenolu A (BPA) przeprowadzono doświadczenie wazonowe. Skalę zachodzących zmian określono w oparciu o aktywność enzymów przypisanych według klasyfikacji EC do oksydoreduktaz (dehydrogenazy i katalazy) oraz hydrolaz (ureazy, fosfatazy kwasnej, fosfatazy alkalicznej, arylosulfatazy i β -glukozydazy) w glebie obsianej jęczmieniem jarym (*Hordeum vulgare* L.) Potencjał ramnolipidu 90 porównano z właściwościami biostymulującymi *Chlorella* sp., uznanej za wiarygodny bioindykator jakości gleby.

Eksperyment wykazał negatywny wpływ BPA na aktywność biochemiczną gleby, co w konsekwencji zaburzyło równowagę procesów glebowych. Reakcja poszczególnych enzymów była zróżnicowana, jednak związek fenolowy okazał się najsilniejszym inhibitorem dehydrogenaz i ureazy. Zastosowanie ramnolipidu 90 przyniosło zamierzony efekt. Zarówno biosurfaktant, jak i *Chlorella* sp. skutecznie stymulowały aktywność biochemiczną gleby. *Chlorella* sp. w większym stopniu wzmacniała aktywność enzymów, indukując wzrost aktywności β -glukozydazy, ureazy, dehydrogenaz i katalazy w glebie zanieczyszczonej 40 i 800 mg BPA $\cdot$ kg⁻¹ s.m. gleby, podczas gdy ramnolipid 90 wywarł pozytywny wpływ na aktywność dehydrogenaz, arylosulfatazy i β -glukozydazy w glebie zanieczyszczonej tymi dawkami BPA. Stwierdzony wymiar inhibicji związku fenolowego korespondował z zaburzeniami rozwoju części nadziemnych jęczmienia jarego. Stymulacja wzrostu uprawianej rośliny nastąpiła dopiero po aplikacji 800 mg BPA $\cdot$ kg⁻¹ s.m. gleby we wszystkich obiektach, z wyjątkiem poddanych biostymulacji *Chlorella* sp.