



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, 10-11 czerwca 2026 r.

MATERIAŁY KONFERENCYJNE

**Konferencja jest organizowana w ramach realizacji zadania 1.7
dotacji celowej MRiRW w 2026 r. pt. „Preparaty mikrobiologiczne”**

Patronat honorowy nad wydarzeniem objął
Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi Stefan Krajewski



**Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi**

Patronat honorowy
Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Stefana Krajewskiego

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

Komitet 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



Skład komputerowy: mgr Katarzyna Mikulska

ISBN 978-83-7562-448-9

Publikacja elektroniczna

WSTĘP

Produkty mikrobiologiczne oraz nawozy wzbogacone mikrobiologicznie (bionawozy) mają kluczowe znaczenie dla środowiska zarówno pod kątem ochrony i zwiększenia bioróżnorodności środowiska glebowego oraz zdrowia gleby, jak również w kontekście zmniejszenia nawożenia mineralnego. Obecnie rynek i dystrybucja preparatów mikrobiologicznych skupiony jest na produktach mikrobiologicznych zawierających wyłącznie mikroorganizmy (w tym na nawozowych produktach mikrobiologicznych – NPM, preparatach mikrobiologicznych), jak również na różnego rodzaju biostymulatorach i środkach poprawiających właściwości gleby, w których produkt oprócz mikroorganizmów zawiera także dodatkowe komponenty w swoim składzie. Stosowanie produktów mikrobiologicznych oraz nawozów wzbogaconych mikrobiologicznie wspiera rozwój zrównoważonego rolnictwa, poprawia aktywność biologiczną gleby oraz jej żyzność, jak również zwiększa efektywność pobierania składników pokarmowych przez rośliny oraz wspomaga ogólny wzrost i rozwój roślin, przy jednoczesnej ochronie zasobów naturalnych. Ich zastosowanie w rolnictwie może przyczynić się do zrównoważonego zarządzania ekosystemami rolniczymi i ich wykorzystania w sposób zapewniający zachowanie różnorodności biologicznej, produktywności, zdolności regeneracyjnych, witalności i zdolności do optymalnego funkcjonowania. Pomimo dostępności wyników badań naukowych prowadzonych z wykorzystaniem produktów mikrobiologicznych należy podjąć działania pozwalające na podniesienie kwalifikacji w zakresie ich stosowania, oceny zasadności i korzyści wpływających na środowisko glebowe i roślinę, jak również w obszarze szczegółowej charakterystyki ich komponentu mikrobiologicznego.

Szczególne znaczenie produkty mikrobiologiczne zyskały w sektorze rolnictwa, gdzie obserwuje się intensywny rozwój biologicznych metod produkcji roślinnej. Bakterie takie jak *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., *Azotobacter* spp. oraz grzyby z rodzaju *Trichoderma* spp., czy grzyby mykoryzowe wykazują zdolność do poprawy dostępności składników pokarmowych, stymulacji wzrostu roślin oraz ograniczania występowania chorób roślin poprzez mechanizmy antagonistyczne i indukcję odporności systemicznej. W warunkach postępującej degradacji środowiska oraz konieczności ograniczania zużycia syntetycznych środków ochrony roślin i nawozów mineralnych preparaty mikrobiologiczne uznawane są za istotny element strategii zrównoważonego rolnictwa i gospodarki o obiegu zamkniętym.

Serdecznie dziękujemy za tak duże zainteresowanie konferencją pt. „Preparaty mikrobiologiczne w rolnictwie i ochronie środowiska”. Do udziału w wydarzeniu zgłosiło się ponad 170 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



10.06.2026 r.	
9:00–09:30	Rejestracja uczestników konferencji
9:30–10:00	Otwarcie konferencji – przywitanie gości przez organizatorów i Dyrekcję Instytutu Preparaty mikrobiologiczne – krótka informacja na temat dotychczasowych konferencji (prof. dr hab. Anna Gałązka)
SESJA I <i>prof. dr hab. Jadwiga Wyszowska, prof. dr hab. Jolanta Joniec</i>	
REFERATY	
10:00–10:20	<u>Łukasz Chrzanowski</u> (Politechnika Poznańska) <i>Bioaugmentacja: kiedy mikroorganizmy mają własny plan</i>
10:20–10:40	<u>Łukasz Drewniak</u> (Uniwersytet Warszawski) <i>Dynamiczne Nawozy Mikrobiologiczne – od globalnego rynku biopreparatów do kontenerowych biorafinerii dla rolnictwa przyszłości</i>
10:40–11:00	<u>Agnieszka Jamiołkowska</u> , Weronika Kurska, Witold Durczyński, Jakub Wyrostek, Barbara Skwaryło-Bednarz (Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie) <i>Encera WG – mikrobiologiczny preparat do stymulacji wzrostu roślin</i>
11:00–11:20	<u>Beata Gutarowska</u> , Aleksandra Steglińska, Dorota Kręgiel, Adriana Nowak (Politechnika Łódzka) <i>Od natury do innowacji: preparaty mikrobiologiczne i ekstrakty roślinne jako nowa strategia ochrony sadzeniaików ziemniaka</i>
11:20–12:00	Przerwa kawowa
SESJA II <i>prof. dr hab. Agnieszka Jamiołkowska, prof. dr hab. Jan Kucharski</i>	
REFERATY	
12:00–12:20	<u>Wiesław Barabas</u> , Anna Pikulicka (Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Jarosławiu) <i>Czy Ziemia nas wyżywi</i>
12:20–12:40	<u>Marta Woźniak-Karczewska</u> , Wiktoria Wilms, Katarzyna Marcinkowska, Dariusz Drożdżyński, Artur Trzebny, Mirosława Dabert, Tomáš Cajthaml, Heipieper Hermann J., Łukasz Chrzanowski (Politechnika Poznańska) <i>Bioaugmentacja gleby jako strategia ograniczania akumulacji glifosatu w rzepaku poprzez modyfikację mikrobiomu i wzbogacanie genów degradacyjnych</i>
12:40–13:00	<u>Julia Rydz</u> , Namrata Joshi, Łukasz Drewniak (Uniwersytet Warszawski) <i>Mikroorganizmy degradujące pestycydy w glebach sadowniczych: izolacja i selekcja szczepów o potencjale bioremediacyjnym</i>
13:00–13:20	<u>Anna Kolanoś</u> , Katarzyna Panasiewicz, Alicja Niewiadomska, Katarzyna Głuchowska, Agnieszka Faligowska, Grażyna Szymańska, Karolina Ratajczak (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu) <i>Ocena wpływu szczepienia bakteriami brodawkowymi oraz <i>Bacillus spp.</i> na wartość siewną i wigor nasion soi</i>
13:20–15:00	Przerwa obiadowa Sesja posterowa – sala rysunku

SESJA III <i>prof. dr hab. Lidia Sas-Paszt, prof. dr hab. Maciej Walczak</i>	
15:00–15:20	<u>Tine Žlebnik</u> (ECHO Instruments) <i>Monitorowanie aktywności mikroorganizmów i biologicznych procesów w zastosowaniach rolniczych i środowiskowych z wykorzystaniem automatycznych systemów respirometrii – studia przypadków i spostrzeżenia</i>
15:20–15:40	<u>Małgorzata Nakielska</u> , Beta Feledyn-Szewczyk Beata, Adam Kleofas Berbeć, Magdalena Frąc (IUNG-PIB) <i>Wpływ nawadniania na działanie nowo opracowanych preparatów mikrobiologicznych w ekologicznie uprawie truskawki</i>
15:40–16:00	<u>Robert Cysewski</u> (Gospodarstwo Badawczo-Rozwojowe Robert Cysewski) <i>Garażowy biohacking w rolnictwie – Jak ruch DIYbio demokratyzuje agrotechnologię</i>
16:00–16:20	<u>Agnieszka Biniszewska</u> (Corteva Agriscience Polska Sp. z o.o.) <i>Rola bakterii z rodziny Bacillaceae w regulacji dostępności fosforu w glebie</i>
16:20–16:40	<u>Rzuczkowski Szymon</u> , Namrata Joshi, Łukasz Drewniak (Uniwersytet Warszawski) <i>Bezpieczeństwo mikrobiologiczne kompostu z bioodpadów: wtóre zakażenia Salmonella spp. w kontekście działalności przemysłowej oraz wymagań regulacyjnych i prawnych</i>
16.40–17.00	<u>Lidia Sas-Paszt</u> , Paweł Trzeciński, Anna Lisek, Krzysztof Górnik, Beata Sumorok, Edyta Derkowska, Michał Oskiera, Sławomir Głuszek, Mateusz Frąc (Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy) <i>Bionawozy szansą dla nowoczesnego ogrodnictwa</i>
17:00–18:30	Spacer po Parku Czartoryskich z przewodnikiem
19:00–20:30	Kolacja
11.06.2026 r.	
SESJA IV <i>prof. dr hab. Agnieszka Wolińska, prof. dr hab. Wiesław Barabasz</i>	
REFERATY	
10:00–10:20	<u>Zofia Perek</u> , Beata Gutarowska (Politechnika Łódzka) <i>Opracowanie mikrobiologicznego preparatu na bazie drożdży Metschnikowia pulcherrima do ochrony roślin sadowniczych</i>
10:20–10:40	<u>Anna Parus</u> , Natalia Lisiecka, Marta Woźniak-Karczewska, Łukasz Chrzanowski (Politechnika Poznańska) <i>Biodostępność i sorpcja herbicydów w glebie jako czynniki determinujące ich akumulację oraz toksyczność</i>
10:40–11:00	<u>Anna Ogar</u> , Jerzy Próchnicki (Microbe Plus Sp. z o.o.) <i>Biofortyfikacja pomidora gruntowego z wykorzystaniem produktów mikrobiologicznych na potrzeby produkcji żywności funkcjonalnej</i>
11:00–11:20	<u>Elżbieta Gębarowska</u> , Karolina Budek, Martyna Gębarowska, Anna Kmiec, Antoni Szumny (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu) <i>Olejek eteryczny z kory cynamonu jako naturalny środek ochrony roślin: skład chemiczny, aktywność przeciwdrobnoustrojowa oraz indukcja mechanizmów obronnych</i>
11:20–12:00	Przerwa kawowa Sesja posterowa – sala rysunku

SESJA V <i>prof. dr hab. Łukasz Chrzanowski, dr hab. Agata Borowik</i>	
REFERATY	
12:00–12:20	<u>Justyna Szulc</u> , Patrycja Rowińska, Tomasz Grzyb, Beata Gutarowska, Regina Janas (Politechnika Łódzka) <i>Izolacja, charakterystyka i kompleksowa walidacja konsorcjum bakterii przetrwalnikujących przyspieszającego rozkład resztek poźniwnych kukurydzy oraz poprawiającego żyzność gleby</i>
12:20–12:40	<u>Paulina Zajączkowska</u> , Jan Feersma (Greenland Technologia EM Sp. z o.o.) <i>Wpływ preparatów mikrobiologicznych zawierających Efektywne Mikroorganizmy EM na aktywność biologiczną, kompleks sorpcyjny i właściwości gleby</i>
12:40–13:00	<u>Justyna Zamorska</u> , Monika Zdeb, Przemysław Karwowski (Politechnika Rzeszowska) <i>Możliwości wykorzystania biopreparatów do usuwania lotnych związków organicznych z dymu wędzarniczego</i>
13:00–14:00	<i>Mikroinnowacje z zakresu mikrobiologii – Inkubator Rozwoju (IUNG-PIB) pico prezentacje (10 min.)</i> <ul style="list-style-type: none"> • FusoBotrix, Bakteryjny biokontroler grzybów roślinnych w uprawach ekologicznych: rozwój i walidacja przeciw <i>Fusarium sp.</i> i <i>Botrytis sp.</i> (dr hab. Karolina Furtak) • BIObeePlants – opracowanie bioformulacji mikrobiologicznych wspomagających wzrost roślin miododajnych (dr Anna Marzec-Grządziel) • StruBac-Cold; Zintegrowane wykorzystanie struwitu i psychrotolerantnych bakterii PSB w nawożeniu roślin ozimych – opracowanie nowej technologii nawozowej (dr Małgorzata Woźniak) • Opracowanie innowacyjnego preparatu mikrobiologicznego na bazie konsorcjum bakteryjnego do bioremediacji i regeneracji gleb po pożarach – BAKTROP (dr inż. Sylwia Siebielec) • MycoEndoGrow+ Innowacyjny preparat mikrobiologiczny zawierający endofity grzybowe o wysokim potencjale w promowaniu wzrostu roślin i ograniczeniu rozwoju patogenów (prof. dr hab. Anna Gałązka) • Nawozy otoczkowane mikrobiologicznie BIOMIKROFERT+ (prof. dr hab. Anna Gałązka)
14:00–14:20	Podsumowanie i zakończenie konferencji
14:20–15:30	Obiad



REFERATY

SPIS TREŚCI

BARABASZ W., PIKULICKA A. Czy Ziemia nas wyżywi.....	10
BINISZEWSKA A. Rola bakterii z rodziny <i>Bacillaceae</i> w regulacji dostępności fosforu w glebie.....	11
CHRZANOWSKI Ł., LISIECKA N., CIESIELSKI T., WOŹNIAK-KARCZEWSKA M., PARUS A. Bioaugmentacja: kiedy mikroorganizmy mają własny plan.....	12
CYSEWSKI R. Garażowy biohacking w rolnictwie: Jak ruch DIYbio demokratyzuje agrotechnologię.....	13
DREWNIAK Ł., JOSHI N., RZUCZKOWSKI S., ZAWADZKI K. Dynamiczne Nawozy Mikrobiologiczne – od globalnego rynku biopreparatów do kontenerowych biorafinerii dla rolnictwa przyszłości.....	14
GĘBAROWSKA E., BUDEK K., GĘBAROWSKA M., KMIEĆ A., SZUMNY A. Olejek eteryczny z kory cynamonu jako naturalny środek ochrony roślin: skład chemiczny, aktywność przeciwdrobnoustrojowa oraz indukcja mechanizmów obronnych	15
GUTAROWSKA B., STEGLIŃSKA A., KRĘGIEL D., NOWAK A. Od natury do innowacji: preparaty mikrobiologiczne i ekstrakty roślinne jako nowa strategia ochrony sadzeniaków ziemniaka	16
JAMIOŁKOWSKA A., KURSA W., DURCZYŃSKI W., WYROSTEK J., SKWARYŁO-BEDNARZ B. Encera WG – mikrobiologiczny preparat do stymulacji wzrostu roślin.....	17
KOLANOŚ A., PANASIEWICZ K., NIEWIADOMSKA A., GŁUCHOWSKA K., FALIGOWSKA A., SZYMAŃSKA G., RATAJCZAK K. Ocena wpływu szczepienia bakteriami brodawkowymi oraz <i>Bacillus</i> spp. na wartość siewną i wigor nasion soi.....	18
NAKIELSKA M., FELEDYN-SZEWczyk B., BERBEĆ A.K., FRĄC M. Wpływ nawadniania na działanie nowo opracowanych preparatów mikrobiologicznych w ekologicznej uprawie truskawki	19
OGAR A., PRÓCHNICKI J. Biofortyfikacja pomidora gruntowego z wykorzystaniem produktów mikrobiologicznych na potrzeby produkcji żywności funkcjonalnej	20
PARUS A., LISIECKA N., WOŹNIAK-KARCZEWSKA M., CHRZANOWSKI Ł. Biodostępność i sorpcja herbicydów w glebie jako czynniki determinujące ich akumulację oraz toksyczność.....	21
PEREK Z., GUTAROWSKA B. Opracowanie mikrobiologicznego preparatu na bazie drożdży <i>Metschnikowia pulcherrima</i> do ochrony roślin sadowniczych	22
RYDZ J., JOSHI N., DREWNIAK Ł. Mikroorganizmy degradujące pestycydy w glebach sadowniczych: izolacja i selekcja szczepów o potencjale bioremediacyjnym.....	23

RZUCZKOWSKI S., JOSHI N., DREWNIAK Ł. Bezpieczeństwo mikrobiologiczne kompostu z bioodpadów: wtórne zakażenia <i>Salmonella</i> spp. w kontekście działalności przemysłowej oraz wymagań regulacyjnych i prawnych	24
SAS-PASZT L., TRZCIŃSKI P., LISEK A., GÓRNIK K., SUMOROK B., DERKOWSKA E., OSKIERA M., GŁUSZEK S., FRĄC M. Bionawozy szansą dla nowoczesnego ogrodnictwa	25
SZULC J., ROWIŃSKA P., GRZYB T., GUTAROWSKA B., JANAS R. Izolacja, charakterystyka i kompleksowa walidacja konsorcjum bakterii przetrwalnikujących przyspieszającego rozkład resztek poźniwnych kukurydzy oraz poprawiającego żyzność gleby	26
WOŹNIAK-KARCZEWSKA M., WILMS W., MARCINKOWSKA K., DROŹDŻYŃSKI D., TRZEBNY A., DABERT M., CAJTHAML T., HEIPIEPER H.J., CHRZANOWSKI Ł. Bioaugmentacja gleby jako strategia ograniczania akumulacji glifosatu w rzepaku poprzez modyfikację mikrobiomu i wzbogacanie genów degradacyjnych.....	27
ZAJĄCZKOWSKA P., FEERSMA J. Wpływ preparatów mikrobiologicznych zawierających Efektywne Mikroorganizmy EM na aktywność biologiczną, kompleks sorpcyjny i właściwości gleby	28
ZAMORSKA J., ZDEB M., KARWOWSKI P. Możliwości wykorzystania biopreparatów do usuwania lotnych związków organicznych z dymu wędzarniczego	29
ŻLEBNIK T. Monitorowanie aktywności mikrobiologicznej i biologicznej za pomocą automatycznych respirometrów – Praktyczne zastosowania, wnioski i spostrzeżenia.....	30



CZY ZIEMIA NAS WYŻYWI

WIESŁAW BARABASZ, ANNA PIKULICKA

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Jarosławiu

Pytanie, o to czy Ziemia nas wyżywi w przyszłości, nurtuje ludzkość od dawna. Gigantyczny skok w liczbie ludzkości nastąpił wraz z rewolucją przemysłową pierwszy miliard ludzi odnotowano w roku 1800, a liczba ta podwoiła się do 1930 roku. Przyrost o kolejny, trzeci miliard, zajął ludzkości tylko 30 lat, o czwarty – zaledwie 15, a piąty odnotowano po kolejnych 13 latach, w 1987 roku. W XX wieku populacja na świecie wzrosła do 6 miliardów. Według szacunków ONZ, ósmy miliard ludzkości osiągnęła 15 listopada 2022. 100 lat temu 1 rolnik był w stanie wyżywić 4 osoby, a dziś żywi średnio 130. Na początku XX wieku 80% ludności zajmowało się rolnictwem, a dziś rolnictwem zajmuje się zaledwie 2% światowej populacji. Obecnie świat produkuje około 4,5 miliardów ton żywności rocznie, ale według Organizacji Narodów Zjednoczonych ds. Wyżywienia i Rolnictwa (FAO) około 1,5 miliarda ton jest marnowanych. Kraje rozwijające się marnują tyle samo żywności, co kraje rozwinięte. Różnica polega na tym, w jaki sposób się marnuje. W krajach bogatych ponad 40% strat występuje na poziomie detalicznym i konsumenckim. W krajach biedniejszych ponad 40% strat występuje pomiędzy polami a półkami sklepowymi. W ciągu minionych 100 lat, dokonał się niesamowity rozwój we wszystkich sferach naszej działalności, a szczególnie w telekomunikacji, informatyce i rolnictwie. Inteligentne maszyny rolnicze niosą za sobą wiele korzyści, stąd nie dziwi fakt, że rolnicy zainteresowali się takimi rozwiązaniami. Kolejnym idealnie pasującym do rolnictwa precyzyjnego są ciągniki rolnicze, które mają wysoki poziom techniczny. Dzięki temu można nimi sterować za pomocą komputera. To co było tym elementem fenomenu rolniczego, to był właśnie postęp techniczny, który zadecydował o tym, że potrafiliśmy osiągnąć wydajności o których się naszym poprzednikom w ogóle nie śniło. Możemy dziś mówić o: 15 tys. litrów mleka od krowy, możemy mówić o 12 t·ha⁻¹ pszenicy, a niektórzy nawet już osiągają te plony znacznie wyższe. W dalszym ciągu widzimy, że tym, co może nas wspierać we wzroście produkcji, to będzie wykorzystanie różnych form postępu, nie tylko tak jak poprzednio, mechanicznego, chemicznego, organizacyjnego, ale także biologicznego w tym preparaty mikrobiologiczne i szczepionki oraz postęp cyfrowy i sztuczna inteligencja oraz biotechnologia, w tym inżynieria genetyczna.

Podsumowując, rolnictwo staje przed potrzebą zapewnienia surowców żywnościowych dla rosnącej liczebności świata. W moim przekonaniu istnieją możliwości produkcji żywności poprzez dalsze wykorzystywanie różnych form postępu, w tym biotechnologii, technologii cyfrowych i sztucznej inteligencji. Ograniczenie marnotrawstwa i strat żywności, zapewnienie preferencji dla rozwoju zrównoważonych systemów produkcji, zmiana modelu konsumpcji, poszukiwania alternatywnych źródeł żywności, być może takich, których jeszcze dzisiaj nie znamy. Zatem odpowiedź na pytanie czy Ziemia nas wyżywi w przyszłości w moim przekonaniu odpowiedź jest twierdząca.

ROLA BAKTERII Z RODZINY *BACILLACEAE* W REGULACJI DOSTĘPNOŚCI FOSFORU W GLEBIE

AGNIESZKA BINISZEWSKA

Corteva Agriscience Polska Sp. z o.o

Gleby rolnicze przez długi czas postrzegano przed wszystkim jako rezerwuar składników odżywczych. Obecnie wiadomo, że aktywność biologiczna gleby jest decydującym czynnikiem wpływającym na produktywność, odporność i zrównoważony rozwój. Mikroorganizmy glebowe regulują kluczowe procesy, takie jak obieg składników odżywczych, przemiany materii organicznej, agregację gleby, kontrolę patogenów i łagodzenie stresu roślin. Postępująca degradacja gleb rolniczych wiąże się z utratą różnorodności mikrobiologicznej i, co najważniejsze, utratą zdolności funkcjonalnych. Odpowiednia agrotechnika czy nawożenie nie zawsze przynoszą oczekiwane efekty, a niewłaściwe ich stosowanie pogłębia problem degradacji gleby. Gleby nie zawsze są w stanie wykorzystać i udostępnić całe bogactwo jakie w sobie zawierają. Taka sytuacja ma miejsce w przypadku fosforu. Chociaż występuje obficie w glebie, zarówno w formie organicznej, jak i nieorganicznej, ponad 40% gleb uprawnych charakteryzuje się niedoborem fosforu. Szacuje się, że około 70–80% zastosowanego fosforu nie staje się dostępne dla roślin ze względu na mechanizmy sorpcji glebowej, które ograniczają jego mobilność. Zjawisko to występuje, ponieważ rozpuszczalny fosfor ma tendencję do silnego wiązania się z minerałami ilastymi i kationami metali, takimi jak wapń, żelazo i glin. Fosfor w glebie napędza produkcję żywności niezbędną do wyżywienia rosnącej populacji świata, która według prognoz do 2050 roku osiągnie ok. 10 miliardów ludzi. Szacuje się, że do wyżywienia tej rosnącej populacji potrzebne będzie dodatkowe 500 milionów hektarów gruntów ornych, chyba że fosfor będzie lepiej wykorzystywany przez rośliny lub stosowany bardziej efektywnie. W dużej mierze ta efektywność będzie wynikać z lokalnych rozwiązań w zakresie zarządzania nawożeniem fosforowym. Obecnie istnieją różne wyzwania związane z pozyskiwaniem fosforu z gleby jako zasobu dla nowoczesnego rolnictwa. Gleby zarządzane pod kątem funkcjonalnej bioróżnorodności charakteryzują się lepszą efektywnością wykorzystania składników odżywczych, mniejszym uzależnieniem od nawozów syntetycznych, zwiększoną tolerancją na stres abiotyczny i większą stabilnością plonów. Gleba może być siedliskiem wielu gatunków mikroorganizmów, a mimo to pozostać funkcjonalnie niewydajna, jeśli kluczowe grupy funkcyjne są nieobecne lub słabo reprezentowane. Bakterie: *Bacillus subtilis* CNPMS B2084 i *Priestia megaterium* CNPMS B119 to wytrzymałe bakterie ryzosferowe, które mogą przetrwać w różnych środowiskach żywicielskich. Produkują enzymy i kwasy organiczne, uwalniając unieruchomiony fosfor. Oba szczepy tworzą symbiotyczną relację z systemem korzeniowym upraw. Produkują związki podobne do IAA, syderofory i EPS. Kolonizują system korzeniowy za pomocą biofilmu, Bakterie wzajemnie uzupełniają się uwalniając fosfor zarówno w glebach o wyższych, jak i o niższych pH. Wykorzystanie mikroorganizmów glebowych poprawia efektywność nawożenia mineralnego i sprzyja uwalnianiu fosforu związanym w glebie.

BIOAUGMENTACJA: KIEDY MIKROORGANIZMY MAJĄ WŁASNY PLANŁUKASZ CHRZANOWSKI, NATALIA LISIECKA, TOMASZ CIESIELSKI, MARTA WOŹNIAK-KARCZEWSKA,
ANNA PARUS*Politechnika Poznańska, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej,
Wydział Technologii Chemicznej,
ul. Berdychowo 4, 60-965 Poznań*

Bioaugmentacja z wykorzystaniem wyspecjalizowanych szczepów i konsorcjów mikroorganizmów pozostaje jednym z najbardziej obiecujących narzędzi wspomagania regeneracji środowiska glebowego, degradacji zanieczyszczeń oraz zwiększania odporności agroekosystemów. Jednocześnie wyniki badań pokazują, że jej skuteczność silnie zależy od właściwości gleby oraz interakcji między introdukowanymi mikroorganizmami, mikrobiomem natywnym, roślinami i ksenobiotykami.

W referacie przedstawione zostaną przykłady badań wskazujące, że nawet dobrze scharakteryzowane szczepy, konsorcja i biosurfaktanty nie zawsze działają zgodnie z założeniami. Omówione zostaną wyniki dotyczące badań biodegradacji węglowodorów w obecności rhamnolipidów, których efekt zależał od wilgotności środowiska. W warunkach wysokiej wilgotności rhamnolipidy były szybko wykorzystywane jako łatwo dostępne źródło węgla, ograniczając ich rolę w zwiększaniu biodostępności węglowodorów. Przy niższej wilgotności ta dostępność była mniejsza, co sprzyjało rzeczywistemu wspomaganiu degradacji.

Przedstawione zostaną także wyniki badań nad bioaugmentacją gleby, w których efekt introdukowanych mikroorganizmów był wyraźny głównie w początkowym okresie procesu, natomiast w dłuższej perspektywie dominującą rolę odzyskiwał natywny mikrobiom. Omówione zostaną także interakcje bakteria-roślina-herbicyd, w których szczepy degradujące herbicydy mogą zwiększać tolerancję roślin na stres.

Szczególne uwagi zostaną poświęcone selektywności metabolicznej mikroorganizmów w złożonych układach środowiskowych. W rzeczywistej glebie mikroorganizmy funkcjonują w obecności wielu konkurencyjnych źródeł węgla i energii, dlatego trudno oczekiwać, że związek obecny w niskim stężeniu zawsze stanie się ich preferowanym substratem. Skuteczność bioaugmentacji zależy więc nie tylko od potencjału degradacyjnego szczepów, ale także od biodostępności zanieczyszczeń, wilgotności, kosztów metabolicznych oraz konkurencji z mikrobiomem natywnym.

Celem wystąpienia będzie krytyczna, konstruktywna dyskusja nad ograniczeniami bioaugmentacji. Referat ma pokazać, że bioaugmentacja pozostaje narzędziem o dużym potencjale, jednak jej skuteczne zastosowanie wymaga przede wszystkim zrozumienia ekologii mikroorganizmów i realnych warunków funkcjonowania gleby.

Praca finansowana w ramach projektu SBAD nr 0912/SBAD/2600

GARAŻOWY BIOHACKING W ROLNICTWIE: JAK RUCH DIYBIO DEMOKRATYZUJE AGROTECHNOLOGIĘ

ROBERT CYSEWSKI

*Gospodarstwo Badawczo-Rozwojowe Robert Cysewski,
ul. Błażeja 78/4, 61-608 Poznań*

Współczesna produkcja roślinna (rolnictwo, ogrodnictwa czy sadownictwo) operuje w warunkach silnej presji ekonomicznej (rosnące koszty nawożenia mineralnego i ochrony chemicznej) oraz restrykcji środowiskowych (strategie redukcji pestycydów). Bakterie z rodzaju *Bacillus* (w szczególności *Bacillus subtilis* oraz *Bacillus megaterium*) stanowią uznany w literaturze komponent biostymulujący. Wykazują one zdolność do syntezy fitohormonów, uruchamiania nierozpuszczalnych form fosforu glebowego oraz biosyntezy lipopeptydów o działaniu antyfungistatycznym. Barię w ich powszechnym stosowaniu na dużą skalę pozostaje jednak wysoki koszt komercyjnych biopreparatów. Celem niniejszej pracy jest ocena efektywności oraz założeń metodologicznych „garażowego biohackingu” (Do-It-Yourself Biology – DIYbio) jako alternatywnego modelu wytwarzania biomasy bakteryjnej bezpośrednio w warunkach gospodarstwa rolnego. W ramach badań zaprojektowano i przetestowano niskonakładowy bioreaktor polowy (ang. low-cost bioreactor) oparty na standaryzowanym zbiorniku DPPL. Układ wyposażono w system ciągłego, wymuszonego napowietrzania drobnopęcherzykowego w celu utrzymania optymalnego poziomu tlenu rozpuszczonego (DO). Temperaturę procesową stabilizowano na poziomie 24–28°C. Jako podłoża hodowlane zastosowano surowce odpadowe i ogólnodostępne komponenty paszowe: melasę buraczaną oraz autolizat drożdży piekarskich połączony z mączką sojową. Proces inokulacji przeprowadzono przy użyciu wyselekcjonowanego, czystego szczepu startowego *Bacillus subtilis*. Fermentację zasilaną okresowo prowadzono przez okres 48–72 godzin do momentu osiągnięcia fazy stacjonarnej wzrostu mikroorganizmów i rozpoczęcia procesu sporulacji.

Zastosowanie uproszczonej technologii napowietrzania i niesyntetycznych podłoży pozwoliło na uzyskanie gęstości komórkowej na poziomie 10^8 – 10^9 jtk (jednostek tworzących kolonie), co jest wartością w pełni porównywalną z parametrami komercyjnych koncentratów rolniczych. Formowanie endospor (przetrwaliików) przez bakterie z rodzaju *Bacillus* w końcowej fazie hodowli zapewniło wysoką stabilność mechaniczną i termiczną uzyskanego bionawozu, umożliwiając jego aplikację za pomocą standardowych opryskiwaczy polowych bez ryzyka utraty żywotności komórek na skutek stresu ścinającego w dyszach roboczych. Garażowy biohacking w rolnictwie umożliwia indywidualnym producentom rolnym częściową substytucję zewnętrznych środków produkcji i elastyczne dopasowanie terminów aplikacji biopreparatów do panujących warunków agrometeorologicznych.

DYNAMICZNE NAWOZY MIKROBIOLOGICZNE – OD GLOBALNEGO RYNKU BIOPREPARATÓW DO KONTENEROWYCH BIORAFINERII DLA ROLNICTWA PRZYSZŁOŚCI

ŁUKASZ DREWNIAK¹, NAMRATA JOSHI², SZYMON RZUCZKOWSKI², KONRAD ZAWADZKI³

Uniwersytet Warszawski

¹*Centrum Nauk Biologiczno-Chemicznych*

²*Instytut Bioinżynierii, Wydział Biologii*

³*Centrum Transferu Technologii i Wiedzy*

Rynek mikrobiologicznych produktów nawozowych rozwija się bardzo dynamicznie, odpowiadając na rosnące zapotrzebowanie na rozwiązania wspierające rolnictwo regeneratywne, ograniczenie stosowania nawozów mineralnych oraz poprawę jakości gleb. W ostatnich latach obserwowany jest intensywny wzrost liczby preparatów opartych na bakteriach i grzybach promujących wzrost roślin oraz rozwój nowych modeli biznesowych. Jednocześnie sektor ten mierzy się z wyzwaniami dotyczącymi skuteczności preparatów w warunkach polowych, stabilności mikroorganizmów, standaryzacji jakości, wymagań regulacyjnych oraz bezpieczeństwa środowiskowego.

W prezentacji przedstawiony zostanie aktualny obraz światowego rynku mikrobiologicznych produktów nawozowych, obejmujący głównych producentów, dominujące grupy mikroorganizmów, modele dystrybucji oraz kierunki rozwoju technologicznego. Omówione zostaną różnice regulacyjne pomiędzy wybranymi regionami świata, w tym Unią Europejską, Stanami Zjednoczonymi, Indiami oraz Ameryką Południową. Szczególna uwaga zostanie poświęcona problemom związanym z walidacją skuteczności preparatów mikrobiologicznych, kontrolą jakości i bezpieczeństwem środowiskowym.

Centralnym elementem wykładu będzie koncepcja Dynamicznych Nawozów Mikrobiologicznych (DynaMF), zakładająca zdecentralizowaną, modułową produkcję preparatów mikrobiologicznych dostosowanych do lokalnych warunków glebowych, klimatycznych i uprawowych. Przedstawione zostaną założenia globalnej inicjatywy DynaMF, realizowanej m.in. w ramach projektu BIOGLOBE Team Net, obejmującego badania nad bioaugmentacją gleb, regeneracją agroekosystemów oraz biofortyfikacją roślin. Zaprezentowane zostaną również założenia wyzwania badawczego dotyczącego opracowania kontenerowych instalacji do produkcji biopreparatów przez rolników i lokalne centra produkcyjne. Wykład będzie próbą wskazania kierunków rozwoju przyszłych technologii mikrobiologicznych dla rolnictwa i ochrony środowiska, łączących osiągnięcia mikrobiologii, biotechnologii procesowej, rolnictwa precyzyjnego oraz gospodarki obiegu zamkniętego.

Finansowanie z projektu nr FENG.02.03-IP.05-0013/25 pt. „BIOGLOBE - Zaawansowane rozwiązania dla bioregeneracji gleby i biofortyfikacji roślin uprawnych z wykorzystaniem synergicznych, wielkoskładnikowych biostymulatorów i zintegrowanej bioaugmentacji mikroorganizmami” realizowany w ramach działania 2.3 TEAM NET Fundacji na rzecz Nauki Polskiej współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków 2. Priorytetu Programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki 2021–2027 (FENG)

OLEJEK ETERYCZNY Z KORY CYNAMONU JAKO NATURALNY ŚRODEK OCHRONY ROŚLIN: SKŁAD CHEMICZNY, AKTYWNOŚĆ PRZECIWDROBNOUSTROJOWA ORAZ INDUKCJA MECHANIZMÓW OBRONNYCH

ELŻBIETA GĘBAROWSKA¹, KAROLINA BUDEK¹, MARTYNA GĘBAROWSKA², ANNA KMIEĆ¹,
ANTONI SZUMNY³

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

¹*Katedra Ochrony Roślin, Laboratorium Biogeochemii i Mikrobiologii Środowiskowej,
, ul. Grunwaldzka 53, 50-375 Wrocław, Polska*

²*Katedra Biostruktury i Fizjologii Zwierząt,
ul. Kozuchowska 1, 51-631 Wrocław, Polska;
Studenckie Koło Naukowe Biotechnologii Weterynaryjnej „Refectio”*

³*Katedra Chemii Żywności i Biokatalizy,
ul. Norwida 25, 50-375 Wrocław, Polska*

Olejek eteryczny z kory cynamonu cejlońskiego (*Cinnamomum verum* J. Presl) stanowi obiecujące źródło naturalnych związków bioaktywnych do biologicznej ochrony roślin. Po raz pierwszy systematycznie oceniono aktywność przeciwdrobnoustrojową tego olejku wobec starannie dobranego panelu szczepów fitopatogenicznych (kolekcja IOR), wykazując jego szerokie spektrum działania zarówno wobec bakterii, jak i grzybów strzępkowych. W badaniu oceniono skład chemiczny olejku, jego aktywność przeciwdrobnoustrojową wobec fitopatogenów, wpływ na aktywność metaboliczną bakterii oraz zdolność do indukowania odpowiedzi obronnych roślin.

W składzie olejku dominowały: aldehyd cynamonowy, linalol oraz eukaliptol. Olejek wykazywał silną aktywność przeciwbakteryjną wobec *Dickeya dadantii*, *Pectobacterium carotovorum*, *Pseudomonas syringae* oraz *Xanthomonas hortorum*, a także aktywność przeciwgrzybową wobec *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum*, *Rhizoctonia solani* i *Phytophthora cinnamomi*. Testy metaboliczne (MTT) wykazały znaczące obniżenie aktywności metabolicznej bakterii, co wskazuje, że olejek zaburza procesy fizjologiczne i hamuje ich wzrost.

Doświadczenia prowadzone na roślinach wykazały, że dolistna aplikacja olejku stymulowała aktywność PAL w liściach pszenicy, bez widocznych objawów fitotoksyczności. Wyniki te wskazują na wielokierunkowy mechanizm działania olejku, obejmujący zarówno bezpośrednie działanie przeciwdrobnoustrojowe, jak i indukcję odpowiedzi obronnych roślin, co potwierdza jego potencjał w zrównoważonej ochronie upraw.

**OD NATURY DO INNOWACJI: PREPARATY MIKROBIOLOGICZNE I EKSTRAKTY
ROŚLINNE JAKO NOWA STRATEGIA OCHRONY SADZENIAKÓW ZIEMNIAKA**

BEATA GUTAROWSKA, ALEKSANDRA STEGLIŃSKA, DOROTA KRĘGIEL, ADRIANA NOWAK

*Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności,
Katedra Biotechnologii Środowiskowej
ul. Wólczańska 171/173, 90-530 Łódź*

Celem projektu było opracowanie oraz kompleksowa ocena skuteczności preparatów roślinnych i mikrobiologicznych przeznaczonych do ochrony sadzeniaków ziemniaka. W ramach badań przesiewowych przeanalizowano aktywność biologiczną ekstraktów wodnych z 22 gatunków roślin pochodzących z Polski oraz 154 szczepów bakterii fermentacji mlekowej i 10 szczepów drożdży *Metschnikowia pulcherrima* wobec 10 kluczowych fitopatogenów przechowalniczych ziemniaka. Najwyższą aktywność przeciwdrobnoustrojową wykazał preparat roślinny wodnego ekstraktu z czosnku, który stosowany jako kąpiel skutecznie hamował rozwój wszystkich patogenów, ze szczególnie silnym efektem wobec *Alternaria solani* oraz *Rhizoctonia solani*. Preparaty mikrobiologiczne opracowano na bazie płynów pochodzących z szczepów *Lactiplantibacillus plantarum* oraz *Metschnikowia pulcherrima*, hodowanych z wykorzystaniem kwaśnej serwatki jako surowca odpadowego. Z zastosowaniem technik HPLC-MS oraz GC-MS zidentyfikowano metabolity mikroorganizmów oraz bioaktywne związki obecne w ekstraktach roślinnych, odpowiedzialne za obserwowaną aktywność wobec fitopatogenów. Dodatkowo zidentyfikowano biomarkery wczesnego porażenia sadzeniaków w postaci lotnych związków organicznych (VOC), co stwarza możliwość szybkiego wykrywania infekcji fitopatogenami. Uzyskane preparaty charakteryzowały się wysoką skutecznością przeciwdrobnoustrojową, ograniczając porażenie sadzeniaków zarówno w warunkach modelowych, jak i in situ. Wykazano ponadto ich aktywność cytotoksyczną i genotoksyczną wobec linii komórkowej owadów *Spodoptera frugiperda* (Sf-9), co wskazuje na ich potencjał w ograniczaniu populacji szkodników. Skuteczność opracowanych rozwiązań potwierdzono w doświadczeniach wazonowych i polowych, wykazując istotne ograniczenie rozwoju fitopatogenów, stymulację wzrostu systemu korzeniowego oraz zwiększenie plonowania. Opracowane preparaty stanowią obiecującą, ekologiczną alternatywę dla konwencjonalnych środków ochrony roślin, przyczyniając się do ochrony środowiska oraz zachowania równowagi biologicznej gleby.

Projekt „Opracowanie strategii zapobiegania rozwojowi fitopatogenów ziemniaka sadzeniaka w oparciu o ekologiczne rozwiązania biotechnologiczne i nową metodę przechowywania” nadzorowany przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach działania „Współpraca” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014–2020 zgodnie z umową nr 00010.

DDD.6509.00015.00016.2018.05 z dnia 02.12.2019

ENCERA WG – MIKROBIOLOGICZNY PREPARAT DO STYMULACJI WZROSTU ROŚLIN

AGNIESZKA JAMIOŁKOWSKA¹, WERONIKA KURSA¹, WITOLD DURCZYŃSKI¹, JAKUB WYROSTEK²,
BARBARA SKWARYŁO-BEDNARZ¹

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Ochrony Roślin,
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin,

² Sumi Agro Poland Sp. z o.o., Warszawa

Abstrakt: Celem badań była ocena wpływu preparatu Encera WG, zawierającego endofityczną bakterię *Gluconacetobacter diazotrophicus* (*Gd*), na stymulację wzrostu pomidora zwyczajnego (SL) odm. ‘Bajaja’ oraz papryki słodkiej (CA) odm. ‘Robertina’. W trakcie doświadczenia wazonowego określano wzrost roślin (cm), świeżą i suchą masę korzeni (g), grubość podstawy łodygi (mm) oraz wartość wskaźnika SPAD. Średnia wysokość pomidorów i papryki opryskiwanych preparatem (EC) była wyższa niż roślin kontrolnych (K) (SL: EC – 50,45 cm, K – 47,5cm; CA: EC – 41,3 cm, K – 38,6 cm). Podobnie podstawa pędu roślin traktowanych preparatem Encera WG, zarówno w przypadku pomidora jak i papryki, była grubsza, niż u roślin kontrolnych (SL: EC – 10,1 mm, K – 9,75mm; CA: EC – 8,65 mm, K – 7,71 mm). Pomimo braku różnic statystycznych, w obrębie badanych grup doświadczalnych wskazano tendencje lepszego wzrostu roślin po aplikacji preparatu EC. Średnia wartość świeżej i suchej masy korzeni roślin pomidora traktowanego preparatem EC była niższa niż roślin kontrolnych, jednak wykazane różnice nie były statystycznie istotne. W przypadku papryki słodkiej świeża i sucha masa korzeni roślin opryskiwanych preparatem była statystycznie wyższa niż w próbie kontrolnej (ś.m.: EC – 27,43 g; K – 24,22 g; s.m.: EC – 3,36 g; K – 2,97 g). Zastosowanie bakterii *Gd* przyczyniło się również do wzrostu ogólnej zawartości chlorofilu w liściach pomidora i papryki. Szczególnie korzystne działanie bakterii *Gd* zanotowano dla pomidorów, gdzie pomiar SPAD wykazał 9,5% wzrost współczynnika SPAD roślin opryskiwanych bakterią w porównaniu do roślin kontrolnych (początek owocowania), zaś w przypadku papryki opryskiwanej preparatem odnotowano wzrost współczynnika SPAD o 8,4% względem kontroli (początek kwitnienia).

OCENA WPŁYWU SZCZEPIENIA BAKTERIAMI BRODAWKOWYMI ORAZ *BACILLUS* SPP. NA WARTOŚĆ SIEWNĄ I WIGOR NASION SOI

ANNA KOLANOS^{1*}, KATARZYNA PANASIEWICZ¹, ALICJA NIEWIADOMSKA², KATARZYNA GŁUCHOWSKA²,
AGNIESZKA FALIGOWSKA¹, GRAŻYNA SZYMAŃSKA¹, KAROLINA RATAJCZAK¹

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Rolnictwa, Ogrodnictwa i Biotechnologii

¹Katedra Agronomii, ul. Dojazd 11, 60-632 Poznań,

²Katedra Gleboznawstwa i Mikrobiologii, ul. Szydłowska 50, 60-665 Poznań

*anna.kolanos@up.poznan.pl

Soja (*Glycine max* L. Merr.) jest jedną z najważniejszych roślin uprawnych na świecie i cennym źródłem białka roślinnego. Wysoka wartość siewna oraz wigor nasion mają kluczowe znaczenie dla uzyskania równomiernych wschodów, prawidłowego rozwoju roślin oraz osiągnięcia wysokiego plonu. W związku z rosnącym zainteresowaniem mikrobiologicznymi metodami wspomagania wzrostu roślin coraz większą uwagę zwraca się na wykorzystanie bakterii z grupy PGPR. Celem badań była ocena wpływu szczepienia nasion soi bakteriami brodawkowymi oraz bakteriami z rodzaju *Bacillus* na wartość siewną i wigor nasion.

Doświadczenia przeprowadzono na nasionach soi odmiany Vineta PZO w Laboratorium Nasionym Katedry Agronomii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Czynnikiem badawczym było szczepienie nasion: 1. kontrola (nasiona bez szczepienia); 2. nasiona zaszczerpione bakteriami *Bacillus subtilis*, wyizolowanymi z nasion soi odmiany Vineta PZO; 3. nasiona zaszczerpione bakteriami *Bacillus amyloliquefaciens* (Taegro); 4. nasiona zaszczerpione bakteriami z rodzaju *Bacillus* pochodzącymi z kolekcji szczepów Katedry Gleboznawstwa i Mikrobiologii UPP (*Bacillus 2*); 5. nasiona zaszczerpione bakteriami *Bradyrhizobium japonicum* (Nitragina IUNG PIB); 6. nasiona koinokulowane *Bradyrhizobium japonicum* (IUNG-PIB) i *Bacillus subtilis* wyizolowanymi z nasion; 7. nasiona koinokulowane *Bradyrhizobium japonicum* (IUNG PIB) i *Bacillus amyloliquefaciens* (Taegro); 8. nasiona koinokulowane *Bradyrhizobium japonicum* (IUNG PIB) i *Bacillus 2*.

Ocena wartości siewnej ocenianego gatunku została wykonana zgodnie z wytycznymi ISTA (2025). Badania uwzględniały: pierwsze liczenie (energię kiełkowania), końcowe liczenie (zdolność kiełkowania), udział nasion martwych, anormalnie kiełkujących oraz zdrowych niekiełkujących, a także udział nasion porażonych przez grzyby z rodzaju *Fusarium*. Ponadto badania poszerzono o ocenę wigoru nasion wykonaną za pomocą Testu Wzrostu Siewki i Test Szybkości Wzrostu Siewki.

Uzyskane wyniki wykazały, że zastosowanie inokulacji bakteriami wpływało na parametry wartości siewnej i wigoru nasion. Najkorzystniejsze efekty odnotowano po łącznym zastosowaniu bakterii brodawkowych i *Bacillus 2* w przypadku takich cech jak energia kiełkowania, TWS, długość korzonka zarodkowego, TSWS i indeks wigoru. Najniższym udziałem nasion porażonych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* odznaczała się kombinacja *Bradyrhizobium japonicum* + *Bacillus amyloliquefaciens*.

WPLYW NAWADNIANIA NA DZIAŁANIE NOWO OPRACOWANYCH PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH W EKOLOGICZNEJ UPRAWIE TRUSKAWKI

MAŁGORZATA NAKIELSKA¹, BEATA FELEDYN-SZEWCZYK¹, ADAM KLEOFAS BERBEĆ¹, MAGDALENA FRĄC²

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

²*Instytut Agrofizyki PAN, Lublin*

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania produktami mikrobiologicznymi stosowanymi w rolnictwie. Wynika to z rosnącej świadomości społeczeństwa dotyczącej wpływu syntetycznych nawozów oraz chemicznych środków ochrony roślin na środowisko i zdrowie konsumentów. Istotne znaczenie mają również regulacje prawne obowiązujące w krajach Unii Europejskiej.

Celem pracy było zbadanie, czy nawadnianie lub jego brak wpływa na działanie preparatów mikrobiologicznych w zakresie wielkości plonu oraz ochrony przed chorobami grzybowymi owoców truskawki, takimi jak szara pleśń, skórzasta zgnilizna oraz antraknoza.

Badania prowadzono na ekologicznej plantacji truskawki zlokalizowanej w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB w Grabowie nad Wisłą (woj. mazowieckie). Rośliny trzech odmian truskawki – ‘Honeoye’, ‘Rumba’ i ‘Vibrant’ posadzono w trzeciej dekadzie maja 2019 roku. Plantację podzielono na dwa obiekty: nawadniany oraz nienawadniany. Preparaty K2-K6, zawierające bakterie z rodzaju *Bacillus* oraz ekstrakty ziołowe, stosowano w 2020 roku dwukrotnie w dawce 35 kg·ha⁻¹, a w 2021 roku trzykrotnie w trakcie sezonu, zwiększając dawkę do 50 kg·ha⁻¹.

W 2020 roku średni plon dla plantacji nienawadnianej truskawki wyniósł 12,1 t·ha⁻¹, natomiast na obiekcie nawadnianym był o 32% wyższy i osiągnął wartość 16,0 t·ha⁻¹. Na plantacji nienawadnianej najlepsze efekty uzyskano po zastosowaniu preparatu K4, gdzie średni plon testowanych odmian wynosił 14,4 t·ha⁻¹. Na obiekcie nawadnianym po zastosowaniu preparatu K3 uzyskano plon na poziomie 18,0 t·ha⁻¹, o 8,4% wyższy w porównaniu z obiektem kontrolnym (16,6 t·ha⁻¹). W 2021 roku na obu obiektach stosowanie preparatów K2–K6 przyczyniło się do uzyskania wyższych plonów niż na obiekcie kontrolnym. W sezonie 2021 odnotowano tendencję do zmniejszenia porażenia owoców przez patogen wywołujący antraknozę po aplikacji preparatu K5. W 2020 roku na plantacji nawadnianej preparaty K2, K4–K6 ograniczały porażenie przez patogen wywołujący skórzastą zgniliznę owoców. Podobną zależność zaobserwowano w przypadku szarej pleśni – na obiekcie nawadnianym odnotowano tendencję do ograniczenia porażenia owoców po zastosowaniu każdego z testowanych preparatów. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że nawadnianie wpływało na skuteczność działania preparatów w zakresie zwiększenia plonu, a także modyfikowało ich efektywność w ograniczaniu porażenia owoców truskawki przez patogeny wywołujące choroby grzybowe, przy czym efekt ten zależał od zastosowanej kombinacji preparatów, odmiany truskawki oraz rodzaju choroby.

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

BIOFORTYFIKACJA POMIDORA GRUNTOWEGO Z WYKORZYSTANIEM PRODUKTÓW MIKROBIOLOGICZNYCH NA POTRZEBY PRODUKCJI ŻYWNOŚCI FUNKCJONALNEJ

ANNA OGAR, JERZY PRÓCHNICKI

Microbe Plus Sp. z o.o.

Celem prowadzonych badań była ocena możliwości podniesienia wartości odżywczej i prozdrowotnej owoców pomidora gruntowego (*Solanum lycopersicum L.*) dzięki zastosowaniu zintegrowanego programu łączącego preparaty mikrobiologiczne z wybranymi składnikami organicznymi i mineralnymi. W doświadczeniu wykorzystano preparaty Bactograll i PURE w połączeniu z kwasami humusowymi, polifenolami oraz aminokwasami. Strategia została zaprojektowana tak, aby jednocześnie poprawić pobieranie składników pokarmowych przez rośliny oraz znacząco stymulować biosyntezę kluczowych związków bioaktywnych ze szczególnym uwzględnieniem likopenu.

Badania przeprowadzono w czterech gospodarstwach, w warunkach bardzo silnego stresu środowiskowego, obejmującego wiosenne przymrozki, wysoką presję chorób grzybowych i bakteryjnych oraz występowanie suchej zgnilizny wierzchołkowej. Porównywano plantacje kontrolne (standardowa agrotechnika) z wariantami, w których stosowano programy integrowanej ochrony i nawożenia mikrobiologicznego.

Zastosowanie preparatów mikrobiologicznych i wspierających składników przyniosło wyraźne korzyści agronomiczne i jakościowe. Plon ogólny wzrósł o 2,5–10%, średnia masa owocu zwiększyła się o 10–25%, a udział owoców klasy I poprawił się o 5–8 punktów procentowych. Owoce charakteryzowały się korzystniejszym składem mineralnym – stwierdzono istotny wzrost zawartości potasu, magnezu, manganu i cynku przy jednoczesnym znaczącym obniżeniu poziomu metali ciężkich, w szczególności miedzi i kadmu. Zmiana ta przekłada się zarówno na wyższą wartość odżywczą, jak i poprawę bezpieczeństwa żywnościowego.

Największe znaczenie z punktu widzenia żywności funkcjonalnej miało wyraźne zwiększenie zawartości cukrów ogółem i ekstraktu (w skali Brix o 5–20%) oraz istotny wzrost stężenia likopenu jako kluczowego antyoksydantu pomidora. W rezultacie owoce wykazywały wyraźnie wyższy potencjał antyoksydacyjny i prozdrowotny, co jest szczególnie cenne w przypadku surowca kierowanego do przetwórstwa na koncentraty, przeciery, sosy i inne produkty pomidorowe. Dodatkową, bardzo istotną korzyścią była redukcja zużycia fungicydów o około 30%, co wpisuje się w założenia zrównoważonej i bardziej ekologicznej produkcji warzyw.

Podsumowując, integracja preparatów mikrobiologicznych Bactograll i PURE z kwasami humusowymi, polifenolami i aminokwasami stanowi efektywną, praktyczną i powtarzalną metodę biofortyfikacji pomidora gruntowego. Pozwala ona uzyskać surowiec o wyraźnie wyższej jakości odżywczej, prozdrowotnej, handlowej i przetwórczej przy równoczesnym zmniejszeniu obciążenia chemicznego agrocenoz i środowiska.

BIODOSTĘPNOŚĆ I SORPCJA HERBICYDÓW W GLEBIE JAKO CZYNNIKI DETERMINUJĄCE ICH AKUMULACJĘ ORAZ TOKSYCZNOŚĆ

ANNA PARUS, NATALIA LISIECKA, MARTA WOŹNIAK-KARCZEWSKA, ŁUKASZ CHRZANOWSKI

*Politechnika Poznańska, Instytut Technologii i Inżynierii Chemicznej,
ul. Berdychowo 4, 60–965 Poznań*

Los herbicydów w środowisku glebowym jest w dużym stopniu determinowany przez procesy sorpcji, które decydują o ich mobilności, akumulacji oraz dostępności biologicznej dla mikroorganizmów i roślin. Stopień związania substancji aktywnej z materią organiczną i frakcją mineralną gleby wpływa bezpośrednio na tempo biodegradacji, poziom fitotoksyczności, możliwość pobierania przez rośliny oraz oddziaływanie na strukturę i funkcjonowanie mikrobiomu glebowego.

W pracy skoncentrowano się na analizie wybranych herbicydów, w szczególności glifosatu, jodo-sulfuronu oraz dikamby, w modelowych i rzeczywistych układach glebowych. Analizowano zależności pomiędzy sorpcją, mobilnością i biodostępnością herbicydów a ich dostępnością dla roślin, ocenianą poprzez efekty fitotoksyczne, kiełkowanie i wczesny rozwój siewek. Szczególną uwagę poświęcono rozróżnieniu pomiędzy stężeniem całkowitym a frakcją rzeczywiście dostępną biologicznie, która determinuje ekspozycję organizmów glebowych, pobieranie przez rośliny i skuteczność naturalnych procesów samooczyszczania.

Uzyskane wyniki wskazują, że silna sorpcja może ograniczać dostępność herbicydów dla mikroorganizmów, spowalniając ich biodegradację, a jednocześnie zmniejszać lub opóźniać ich oddziaływanie toksyczne wobec roślin. Z kolei związki obecne w formie łatwo dostępnej biologicznie mogą szybciej ulegać rozkładowi, lecz równocześnie wywoływać silniejsze efekty fitotoksyczne oraz bardziej wyraźne zmiany w strukturze mikrobiomu. Wyniki badań podkreślają, że ocena ryzyka środowiskowego herbicydów oraz skuteczności preparatów mikrobiologicznych powinna uwzględniać nie tylko stężenie całkowite, lecz przede wszystkim rzeczywistą biodostępność związków dla mikroorganizmów i roślin.

*Badania finansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki,
grant OPUS 21 nr DEC-2021/41/B/NZ9/03981.*

OPRACOWANIE MIKROBIOLOGICZNEGO PREPARATU NA BAZIE DROŻDŻY *METSCHNIKOWIA PULCHERRIMA* DO OCHRONY ROŚLIN SADOWNICZYCH

ZOFIA PEREK^{1,2}, BEATA GUTAROWSKA¹

¹ Politechnika Łódzka, Katedra Biotechnologii Środowiskowej

² Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska Politechniki Łódzkiej

Drożdże z rodzaju *Metschnikowia* stanowią grupę niekonwencjonalnych mikroorganizmów naturalnie zasiedlających powierzchnie owoców i kwiatów wielu gatunków roślin. Wyróżniają się wysoką zdolnością adaptacji do zmiennych warunków środowiskowych oraz znacznym potencjałem aplikacyjnym w przemyśle. Szczególnie istotną cechą tych drożdży są ich właściwości przeciwdrobnoustrojowe, zwłaszcza wobec grzybów fitopatogennych odpowiedzialnych za straty w produkcji roślinnej oraz podczas przechowywania surowców w przemyśle rolno-spożywczym. Wykorzystanie drożdży *Metschnikowia* w biokontroli może przynieść wymierne korzyści ekonomiczne, szczególnie w systemach rolnictwa ekologicznego.

Opracowanie skutecznego biopreparatu mikrobiologicznego na bazie tych drożdży wymaga pogłębionych badań nad mechanizmami ich aktywności przeciwdrobnoustrojowej oraz interakcjami w układzie drożdże–fitopatogen–roślina. Kluczowe znaczenie mają również aspekty biotechnologiczne, w tym optymalizacja warunków hodowli oraz ocena skuteczności działania zarówno w warunkach laboratoryjnych, jak i przechowalniczych oraz polowych.

Celem niniejszych badań było opracowanie skutecznego i ekologicznego preparatu na bazie drożdży *Metschnikowia*, przeznaczonego głównie do ochrony drzew i krzewów owocowych, ze szczególnym uwzględnieniem jabłoni. Zakres pracy obejmował ocenę aktywności przeciwdrobnoustrojowej kilkunastu szczepów drożdży z rodzaju *Metschnikowia* wobec wybranych grzybów fitopatogennych (11 szczepów, np. *B. cinerea*, *M. laxa*) w warunkach *in vitro* oraz *in situ* (na owocach jabłoni). Przeprowadzono również badania metabolomiczne współhodowli drożdży i patogenów z wykorzystaniem technik LARAPPI/CI MSI oraz UHPLC-QToF-UHRMS. Dodatkowo zoptymalizowano warunki hodowli wybranego szczepu, analizując wpływ napowietrzania oraz różnych źródeł węgla i azotu, a także określono kinetykę jego wzrostu.

Uzyskane wyniki potwierdziły silny antagonizm badanych szczepów drożdży wobec fitopatogenów w warunkach laboratoryjnych. Analiza z wykorzystaniem LARAPPI/CI MSI wykazała obecność związków o charakterze przeciwdrobnoustrojowym, takich jak kwas mlekowy, kwas cynamonowy oraz indol i jego pochodne. Z kolei analiza UHPLC-QToF-UHRMS potwierdziła, że odpowiedź metaboliczna drożdży jest zależna od specyfiki interakcji w układzie drożdże–patogen. W skali hodowlanej (do 5 L) uzyskano satysfakcjonujący przyrost biomasy, osiągając gęstość komórek na poziomie 10^8 jtk·ml⁻¹ w czasie około 12 godzin. Kluczowe znaczenie dla efektywności hodowli miały skład podłoża, w szczególności źródło węgla oraz warunki napowietrzania. Zastosowanie oprysku na bazie hodowli drożdżowej na jabłoniach skutkowało istotnym ograniczeniem rozwoju chorób grzybowych (nawet o 70–95% w 31 dniu od oprysku dla fitopatogenów *A. tenuissima* i *B. cinerea*).

MIKROORGANIZMY DEGRADUJĄCE PESTYCYDY W GLEBACH SADOWNICZYCH: IZOLACJA I SELEKCJA SZCZEPÓW O POTENCJALE BIOREMEDIACYJNYM

JULIA RYDZ, NAMRATA JOSHI, ŁUKASZ DREWNIAK

*Uniwersytet Warszawski, Laboratorium Mikrobiologii Rolniczej i Przemysłowej,
Instytut Bioinżynierii, Wydział Biologii*

Pestycydy to związki chemiczne powszechnie stosowane w rolnictwie do zwalczania organizmów szkodliwych oraz zwiększania plonów. Ich intensywne wykorzystanie prowadzi jednak do zanieczyszczenia środowiska, w tym gleb i wód, a także do spadku bioróżnorodności ze względu na obecność substancji toksycznych. Jedną z obiecujących metod remediacji gleb skażonych pestycydami jest bioremediacja mikrobiologiczna, oparta na zdolności rodzimych mikroorganizmów do rozkładu tych związków w ramach procesów metabolicznych. Celem niniejszego badania była izolacja szczepów zdolnych do degradacji wybranych, powszechnie stosowanych pestycydów, takich jak atrazyna, boskalid, tebukonazol, fluopyram i izopirazam. Istotnym elementem pracy była również optymalizacja oraz wybór najbardziej efektywnej metody izolacji, umożliwiającej jej zastosowanie w skali przemysłowej.

Izolacja mikroorganizmów z gleb z trzech różnych sadów jabłoniowych została przeprowadzona równolegle na trzy różne sposoby: metoda wzbogacenia, metoda selekcji *Bacillaceae* i *Pseudomonadaceae* i metoda z wykorzystaniem ekstraktów glebowych. Wyizolowane szczepy poddane zostały testom wzrostu na danym pestycydzie jako jedynym źródle węgla oraz testom aktywności metabolicznej (testy na aktywność dehydrogenazy). W trakcie eksperymentów analizowano różnice w liczebności i aktywności metabolicznej szczepów wyizolowanych różnymi metodami.

Każda z trzech zastosowanych metod izolacji sprzyja selekcji mikroorganizmów należących do odmiennych rodzin taksonomicznych. Najwyższą liczebność szczepów z rodziny *Pseudomonadaceae* uzyskano przy zastosowaniu metody wzbogacenia, natomiast przedstawiciele rodziny *Bacillaceae* dominowali w przypadku metody selekcyjnej z wykorzystaniem szoku cieplnego. Bakterie heterotroficzne najczęściej izolowano zarówno metodą wzbogacenia, jak i z użyciem ekstraktów glebowych. W zależności od analizowanego związku chemicznego obserwowano zróżnicowaną liczbę szczepów o potencjale degradacyjnym, przy czym ich liczebność oraz aktywność dehydrogenaz były również uzależnione od zastosowanej metody izolacji. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do optymalizacji procedur izolacji i selekcji mikroorganizmów zdolnych do degradacji pestycydów w glebach o zróżnicowanym pochodzeniu, umożliwiając zwiększenie efektywności i skrócenie czasu tego procesu. Wyizolowane szczepy mogą ponadto znaleźć zastosowanie w bioremediacji gleb skażonych.

**BEZPIECZEŃSTWO MIKROBIOLOGICZNE KOMPOSTU Z BIOODPADÓW:
WTÓRNE ZAKAŻENIA *SALMONELLA* SPP. W KONTEKŚCIE DZIAŁALNOŚCI
PRZEMYSŁOWEJ ORAZ WYMAGAŃ REGULACYJNYCH I PRAWNYCH**

SZYMON RZUCZKOWSKI, NAMRATA JOSHI, ŁUKASZ DREWNIAK

Uniwersytet Warszawski

Kompostowanie stanowi jedną z kluczowych metod zagospodarowania bioodpadów, umożliwiającą wytwarzanie materiału bogatego w substancje humusowe oraz składniki odżywcze, szeroko wykorzystywanego w rolnictwie i rekultywacji gleb. Ze względu na możliwość bezpośredniego kontaktu produktu końcowego ze środowiskiem oraz łańcuchem żywnościowym, kompost musi podlegać rygorystycznej kontroli mikrobiologicznej. Duże znaczenie ma między innymi eliminacja bakterii *Salmonella* spp., których obecność w nawozach organicznych i środkach poprawiających właściwości gleby jest niedopuszczalna zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009.

W prawidłowo prowadzonym procesie kompostowania faza termofilna pozwala na skuteczną eliminację większości drobnoustrojów chorobotwórczych. Mimo to istotnym wyzwaniem pozostają wtórne kontaminacje występujące po zakończeniu procesu, zwłaszcza podczas magazynowania, przesiewania i transportu kompostu. Źródłem zakażeń mogą być elementy infrastruktury zakładu czy obecność zwierząt synantropijnych, w szczególności ptaków czy gryzoni. Problem ten nabiera szczególnego znaczenia w instalacjach przemysłowych, gdzie niespełnienie wymagań sanitarnych może skutkować karami finansowymi, utratą możliwości wprowadzenia produktu jako środka poprawiającego właściwości gleby do obrotu oraz koniecznością prowadzenia dodatkowych procedur w celu usunięcia zakażeń lub zakwalifikowania zakażonej partii kompostu jako odpadu.

Celem prezentacji będzie omówienie problemów regulacyjnych związanych z kompostowaniem bioodpadów, ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń mikrobiologicznych powodowanych przez *Salmonella* spp., systemów monitorowania jakości kompostu, procedur kontroli sanitarnej oraz wymagań prawnych dotyczących segregacji odpadów i dopuszczania produktów kompostowych do obrotu. Przedstawione zostaną również przykładowe sposoby ograniczania ryzyka wtórnych zakażeń, w tym środki mikrobiologiczne, jak i problemy z nimi związane.

BIONAWOZY SZANSĄ DLA NOWOCZESNEGO OGRODNICTWA

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

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

Bionawozy to preparaty na bazie surowców pochodzenia organicznego, zawierające: aminokwasy, cukry, witaminy, fitohormony, enzymy oraz makro- i mikro-elementy, a często także mikroorganizmy i/lub ich metabolity korzystnie wpływające na wzrost i plonowanie roślin. Bionawozy są skuteczną i ekonomicznie opłacalną alternatywą dla nawozów mineralnych. W Instytucie Ogrodnictwa – PIB powstał pierwszy w Polsce i największy w Europie SYMBIO BANK – bank symbiotycznych mikroorganizmów: grzybów mykoryzowych i strzępkowych, drożdży oraz pożytecznych bakterii glebowych, wyizolowanych z ryzosfery roślin, rosnących w różnych warunkach glebowo-klimatycznych naszego kraju. SYMBIO-BANK to także źródło, z którego zakłady produkujące bionawozy pozyskują pożyteczne mikroorganizmy, rozmnażają je i wzbogacają biostymulatory, polepszacze glebowe i podłoża organiczne. Skuteczność bionawozów już od wielu lat jest sprawdzana w IO-PIB w Skierniewicach na roślinach ogrodniczych. Uzyskane wyniki zachęcają do stosowania bionawozów w praktyce ponieważ pod ich wpływem wzrasta zawartość dostępnych form składników mineralnych w glebie o ok. 30%. Dzięki temu w uprawach roślin można stosować mniejsze dawki nawozów mineralnych i środków ochrony roślin, a uzyskiwane plony są większe i jakościowo lepsze. Odpowiedni skład bionawozów wzbogaconych o pożyteczne mikroorganizmy sprawia, że ich stosowanie wpływa na zwiększenie przyswajania przez rośliny jonów składników mineralnych. Pod wpływem aplikacji bionawozów następuje poprawa bio-fizyko-chemicznych właściwości gleby, m.in. zwiększenie populacji pożytecznych grup mikroorganizmów oraz poprawa stosunków powietrzno-wodnych. Stosowanie bionawozów przyczynia się do ochrony bioróżnorodności pożytecznej mikroflory glebowej. Bionawozy, biostymulatory i nawozowe produkty mikrobiologiczne zawierające pożyteczne mikroorganizmy glebowe mogą być również stosowane do ograniczenia występowania patogenów glebowych. Przewagą bionawozów jest brak fitotoksyczności dla roślin i brak zagrożenia dla środowiska po ich aplikacji. Zastosowanie w praktyce symbiotycznych mikroorganizmów mających wpływ na wzrost odporności roślin na stesy biotyczne i abiotyczne przyczyni się do rozwoju ekologicznych i zrównoważonych metod uprawy roślin ogrodniczych. Stosowanie bionawozów, biostymulatorów i nawozowych produktów mikrobiologicznych korzystnie wpływa na poprawę jakości gleb uprawnych i zdegradowanych, zwiększenie materii organicznej w glebie, wielkość populacji, bioróżnorodności i przeżywalności bakterii i grzybów mykoryzowych w glebie ryzosferowej. Stosowanie bionawozów wiąże się z poprawą wielkości i jakości plonów i ich walorów prozdrowotnych.

IZOLACJA, CHARAKTERYSTYKA I KOMPLEKSOWA WALIDACJA KONSORCJUM BAKTERII PRZETRWAŁNIKUJĄCYCH PRZYSPIESZAJĄCEGO ROZKŁAD RESZTEK POŹNIWNYCH KUKURYDZY ORAZ POPRAWIAJĄCEGO ŻYŻNOŚĆ GLEBY

JUSTYNA SZULC¹, PATRYCJA ROWIŃSKA^{1,2}, TOMASZ GRZYB^{1,2}, BEATA GUTAROWSKA¹, REGINA JANAS⁴

¹Politechnika Łódzka, Katedra Biotechnologii Środowiskowej, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności

²Politechnika Łódzka, Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska

³Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy w Skierniewicach

Kukurydza zwyczajna (*Zea mays* L.) należy do roślin o największym znaczeniu gospodarczym, jednak jej intensywna uprawa generuje duże ilości masy poźniwej. W klimacie umiarkowanym proces mineralizacji tych resztek zachodzi wolno, opóźniając uwalnianie składników pokarmowych i obniżając żyzność gleby.

Celem badań było skonstruowanie innowacyjnego preparatu mikrobiologicznego przyspieszającego rozkład resztek poźniwych. Spośród 25 szczepów bakterii przetrwalnikujących wyizolowanych z gleby spod uprawy kukurydzy, w oparciu o aktywność enzymatyczną wyselekcjonowano pięć o najwyższym potencjale. Zidentyfikowano je metodą sekwencjonowania całogenomowego jako *Paenibacillus amylolyticus*, *Bacillus velezensis*, *B. subtilis*, *B. licheniformis* i *Priestia megaterium*. Po optymalizacji hodowli do uzyskania 10^8 - 10^9 CFU/ml, płynne konsorcjum ($20 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$) poddano testom laboratoryjnym, szklarniowym i polowym, analizując tempo rozkładu resztek, właściwości biochemiczne gleby, parametry fizjologiczne roślin, plonowanie oraz strukturę i aktywność mikrobiomu (sekwencjonowanie 16S/ITS, metatranskryptomika).

Aplikacja biopreparatu w warunkach szklarniowych znacząco przyspieszyła rozkład resztek (współczynnik dekompozycji po 81 dniach: 1,05–1,1 vs. 1,8 w kontroli). Analiza gleby wykazała wzrost zawartości materii organicznej (do 57%) oraz wyższą przyswajalność N, P i K. Metagenomika potwierdziła wzrost całkowitej liczebności bakterii bez zaburzenia różnorodności rodzimej mikroflory, a metatranskryptomika ujawniła wzmożoną ekspresję genów metabolizmu węgla i azotu. W doświadczeniach polowych, łącząc aplikację jesienną i wiosenną z uproszczoną uprawą roli, uzyskano wzrost wydajności fotosyntezy o 15–25% oraz plonu biomasy o 15–20% w porównaniu z kontrolą. Aktywność mikroorganizmów nie była hamowana przez herbicydy.

Opracowane konsorcjum stanowi skuteczne narzędzie przyspieszające rozkład resztek poźniwych, poprawiające żyzność gleby i zwiększające produktywność kukurydzy, zgodne z priorytetami UE dotyczącymi redukcji chemizacji rolnictwa.

Badania te zostały przeprowadzone w ramach projektu: „Innowacyjna technologia i organizacja uprawy kukurydzy wspomaganej biologicznie” nadzorowanego przez Agencję Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach działania „Współpraca” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW) na lata 2014–2020, nr umowy 00077.DDD.6509.000167.2022.05 z dnia 14.04.2023 r.

BIOAUGMENTACJA GLEBY JAKO STRATEGIA OGRANICZANIA AKUMULACJI GLIFOSATU W RZEPAKU POPRZEZ MODYFIKACJĘ MIKROBIOMU I WZBOGACANIE GENÓW DEGRADACYJNYCH

MARTA WOŹNIAK-KARCZEWSKA¹, WIKTORIA WILMS¹, KATARZYNA MARCINKOWSKA²,
DARIUSZ DROŹDŻYŃSKI², ARTUR TRZEBNY³, MIROŚLAWA DABERT³, TOMÁŠ CAJTHAML⁴,
HERMANN J. HEIPIEPER⁵, ŁUKASZ CHRZANOWSKI¹

¹*Politechnika Poznańska, Polska*

²*Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Polska*

³*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Polska*

⁴*Charles University in Prague, Republika Czeska*

⁵*Helmholtz Centre for Environmental Research, Niemcy*

Herbicydy są powszechnie stosowane w rolnictwie, jednak ich pozostałości mogą utrzymywać się w środowisku glebowym oraz przenikać do tkanek roślin uprawnych. Jedną ze strategii ograniczania ich obecności w agroekosystemach jest bioaugmentacja, polegająca na wprowadzeniu do gleby wyselekcjonowanych mikroorganizmów zdolnych do degradacji określonych zanieczyszczeń. Może ona wpływać nie tylko na rozkład herbicydów w glebie, lecz także na strukturę mikrobiomów związanych z rośliną oraz akumulację substancji aktywnych w biomacie.

Celem badań była ocena, czy bioaugmentacja gleby z wykorzystaniem społeczności mikroorganizmów degradujących glifosat wpływa na mikrobiom rzepaku (*Brassica napus* L.) oraz akumulację glifosatu w jego nadziemnych częściach. W doświadczeniu szklarniowym zastosowano potasową sól glifosatu [K][Glyph], dwie herbicydowe cieczki jonowe oparte na glifosacie, różniące się hydrofobowością kationu, [Chol][Glyph] i [C₁₂Chol][Glyph], a także preparat komercyjny. Analizy mikrobiologiczne przeprowadzono z wykorzystaniem profilowania genu 16S rRNA, obejmując mikrobiomy ryzosfery oraz tkanek roślinnych.

Bioaugmentacja prowadziła do wyraźnych zmian w strukturze społeczności mikroorganizmów związanych z rzepakiem, zarówno w ryzosferze, jak i w tkankach roślinnych. Istotnym efektem było zmniejszenie zawartości pozostałości glifosatu w częściach nadziemnych rzepaku po 7 dniach od aplikacji. Największą redukcję zaobserwowano dla preparatu komercyjnego, gdzie wyniosła ona 27%, oraz dla [C₁₂Chol][Glyph], gdzie osiągnęła 17%. Analiza funkcjonalna PICRUSt2 wykazała, że w wariantach bioaugmentowanych wzrastała przewidywana liczebność ortologów związanych ze szlakami degradacji glifosatu, w tym *phnJ* i *soxA*. Efekt ten obserwowano również w mikrobiocie związanej z liśćmi, co sugeruje, że bioaugmentacja gleby może wpływać nie tylko na mikrobiom ryzosferowy, lecz także na społeczności mikroorganizmów endofitycznych.

Przeprowadzone badania wskazują, że bioaugmentacja gleby może ograniczać akumulację glifosatu w biomacie rzepaku bez pogorszenia krótkoterminowej skuteczności herbicydu. Wyniki podkreślają znaczenie mikrobiomu roślinnego w regulowaniu losów herbicydów w układzie gleba-roślina oraz wskazują na potencjał wykorzystania mikroorganizmów jako narzędzia wspierającego bezpieczniejsze stosowanie herbicydów w produkcji rolnej.

**WPŁYW PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH ZAWIERAJĄCYCH
EFEKTYWNE MIKROORGANIZMY EM NA AKTYWNOŚĆ BIOLOGICZNĄ,
KOMPLEKS SORPCYJNY I WŁAŚCIWOŚCI GLEBY**

PAULINA ZAJĄCZKOWSKA, JAN FEERSMA

*Greenland Technologia EM Sp. z o.o.
Trzcianki 6, 24-123 Janowiec*

Efektywne Mikroorganizmy (EM) stanowią technologię opartą na wykorzystaniu naturalnie występujących mikroorganizmów wspomagających procesy biologiczne zachodzące w glebie. Koncepcja ta została opracowana w latach 80. XX wieku przez Teruo Higa i znalazła zastosowanie w rolnictwie, ogrodnictwie oraz ochronie środowiska. W prezentacji przedstawiona zostanie krótka historia powstania technologii EM oraz działalność EM Research Organization (EMRO), odpowiedzialnej za rozwój, promocję i koordynację wykorzystania Efektywnych Mikroorganizmów na świecie.

Omówiony zostanie również przegląd produktów zawierających Efektywne Mikroorganizmy stosowanych w rolnictwie i uprawie roślin dostępnych na rynku Polskim, a także działalność polskiego producenta preparatów EM – Greenland Technologia EM Sp. z o.o. Zaprezentowane zostaną podstawowe właściwości mikroorganizmów wchodzących w skład preparatów oraz mechanizmy ich działania po aplikacji do gleby.

Szczególne uwaga poświęcona będzie wpływowi produktów EM na właściwości biologiczne, fizyczne i chemiczne gleby. W prezentacji wyjaśnione zostanie znaczenie kompleksu sorpcyjnego oraz materii organicznej, w tym próchnicy, dla żyzności gleby i retencji składników pokarmowych. Omówione zostanie oddziaływanie Efektywnych Mikroorganizmów na procesy humifikacji, aktywność mikrobiologiczną oraz poprawę struktury gleby.

W końcowej części przedstawione zostaną pozytywne efekty stosowania produktów zawierających EM, takie jak zwiększenie zawartości materii organicznej, poprawa struktury gruzełkowatej gleby, lepsze wykorzystanie składników pokarmowych przez rośliny, ograniczenie degradacji gleby oraz wspomaganie zrównoważonego rolnictwa i ochrony środowiska.

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA BIOPREPARATÓW DO USUWANIA LOTNYCH ZWIĄZKÓW ORGANICZNYCH Z DYMU WĘDZARNICZEGO

JUSTYNA ZAMORSKA¹, MONIKA ZDEB¹, PRZEMYSŁAW KARWOWSKI²

¹*Politechnika Rzeszowska, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury,
Katedra Oczyszczania i Ochrony Wód,
ul. Powstańców W-wy 6, 35-959 Rzeszów*

²*ACS Poland Sp. z o.o.,
ul. Leonida Teligi 5/8, 02-777 Warszawa*

Dym wędzarniczy powstający w zakładach mięsnych jest złożoną mieszaniną gazów i cząstek stałych, zawierającą liczne lotne związki organiczne (LZO). Zwiększona emisja lotnych związków organicznych do atmosfery przyczynia się do niekorzystnych zmian klimatycznych powodując powstawanie tzw. smogu fotochemicznego, który negatywnie wpływa na organizmy żywe. Oprócz ogólnej toksyczności LZO wykazują także działanie kancerogenne i mutagenne. Do LZO występujących w dymie wędzarniczym zaliczamy fenole, alkany, aldehydy, ketony, estry, etery oraz węglowodory aromatyczne (WWA), w tym benzo(a)piren. Aktualnie do oczyszczania powietrza z LZO stosowane są metody fizyczne, chemiczne i biologiczne. Metody, oparte o procesy biodegradacji lotnych zanieczyszczeń odgrywają znaczącą rolę wśród technik oczyszczania powietrza. Zastosowanie drobnoustrojów w procesie biologicznego rozkładu LZO przy jednoczesnym zapewnieniu im optymalnych warunków rozwoju jest skuteczną i ekologiczną metodą oczyszczania powietrza. W biologicznej degradacji LZO i odorów stosuje się trzy główne typy instalacji, do których należą: biofiltry, bioskrubery oraz bioreaktory trójfazowe. W przedsiębiorstwie Animex do usuwania LZO z dymu wędzarniczego zastosowano metodę biofiltracji. Zanieczyszczone powietrze z komór wędzarniczych jest transportowane na biofiltr – kontener, w którym warstwowo, na drewnianych stelażach umieszczone jest wypełnienie naturalne – zrębki z drzew liściastych. Efektywność oczyszczania powietrza zależały głównie od biofilmu utworzonego przez immobilizowane mikroorganizmy zasiedlające porowate wypełnienie. Na wypełnienie biofiltra początkowo zadawkowano biopreparat VOL_FREE zawierający mikroorganizmy zdolne do rozkładu m.in. takich związków jak: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, benzen, formaldehyd, fluorobenzen, toluen, alkilobenzen, etylobenzen. Dodatkowo, oprócz biopreparatu dedykowanego do rozkładu LZO zastosowano drugi biopreparat – ACS ODO_1. Biopreparat ACS ODO_1 to mieszanka odpowiednio wyselekcjonowanych mikroorganizmów mająca za zadanie zmniejszać uciążliwość zapachową powstającą podczas biodegradacji biomasy – wypełnienia biofiltra oraz mikroorganizmów biofilmu. Efektywna praca biofiltra oprócz prawidłowo wykształconego biofilmu wymaga ciągłej kontroli podstawowych parametrów jego pracy tj.: temperatury i wilgotności. Aktualnie, po półtora roku od uruchomienia urządzenia, na wypełnieniu biofiltra obserwuje się dobrze wykształcony biofilm, skutecznie redukujący stężenie LZO w dymie wędzarniczym do wartości normatywnych.

MONITOROWANIE AKTYWNOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ I BIOLOGICZNEJ ZA POMOCĄ AUTOMATYCZNYCH RESPIROMETRÓW PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIA, WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA

TINE ŽLEBNIK

ECHO Instruments

Prezentacja zawiera kompendium wiedzy z zakresu monitorowania aktywności mikrobiologicznej i biodegradacji przy użyciu automatycznych respirometrów. Zostaną w niej przedstawione przykłady zastosowań, badań oraz opis technologii firmy ECHO Instruments.

Respirometr to urządzenie mierzące zużycie tlenu i produkcję CO₂ przez organizmy żywe lub mikroorganizmy. Pozwala badać biodegradację w kompoście, glebie, wodzie słodkiej i morskiej, osadach i ściekach. Systemy respirometryczne umożliwiają wykonywanie pomiarów w środowiskach tlenowych i beztlenowych. Dzięki ciągłemu monitorowaniu temperatury, ciśnienia, wilgotności, oraz szerokiej analizie gazowej (O₂, CO₂, CH₄ itd.) idealnie nadają się do badań biodegradacji tworzyw sztucznych i materiałów naturalnych, monitorowania aktywności mikroorganizmów, kontroli oczyszczania ścieków i osadu czynnego, procesów fermentacji żywności, a nawet aktywności glonów, określenia metabolizmu roślin czy oddychania owadów.

Podczas prelekcji zostanie przedstawiona szeroka gama urządzeń, dostosowanych do różnych zastosowań i rodzajów prowadzonych badań.

Liczne możliwości wykorzystania analizy respirometrycznej oraz ilość uzyskiwanych danych analitycznych sprawiają, że urządzenia te stają się niezbędnym narzędziem do monitorowania aktywności mikrobiologicznej i biologicznej różnego rodzaju podłoży oraz środowisk.



POSTERY

SPIS TREŚCI

ADAMCZYK P., WÓJTOWICZ J., DZIEDZIC J., JANCZAREK M. Ocena przeżywalności bakterii <i>Rhizobium</i> poddanych stresowi solnemu z wykorzystaniem barwienia fluorescencyjnego LIVE/DEAD	36
BARAŃSKA D., PANEK J., PERTILE G., GRYTA A., OSZUST K., TURNAU K., RÓŻALSKA S., FRĄC M. Porównanie wpływu inokulacji nasion oraz podłoża hodowlanego szczepem <i>Priestia megaterium</i> (<i>Bacillus megaterium</i>) B107/23 na liczebność bakterii w mikrolistkach trzech gatunków uprawianych na podłożu sterylizowanym i niesterylizowanym.....	37
BARTCZYK J., SZOSLAND-FAŁTYN A., SZULC J. Potencjał odpadów roślinnych jako źródła mikroorganizmów do produkcji biopreparatów	38
BERBEĆ A.K., WYZIŃSKA M. Wpływ zastosowania polepszacza glebowego na produktywność ziemniaka.....	39
BERBEĆ A.K., WYZIŃSKA M. Wzrost, rozwój i plonowanie papryki w warunkach zastosowania polepszacza glebowego na bazie biowęgla	40
BERBEĆ A.K., WYZIŃSKA M. Możliwości uprawy sałaty w podłożu wzbogaconym samodzielnie wyprodukowanym polepszaczem glebowym	41
BERNATOWICZ A., GOSZCZ A., MUSIAŁOWSKI M., DĘBIEC-ANDRZEJEWSKA K. Wpływ środków osmoprotekcyjnych pozyskanych z <i>Bacillus subtilis</i> S_51. na aktywność enzymatyczną i skład społeczności mikroorganizmów w różnych glebach zasolonych.....	42
BIŁOKINNA A., FURTAK K. Potencjał egzogennych metabolitów bakterii w biopreparatach	43
BOJARSZCZUK J., KAŻMIERCZAK J. Wpływ preparatów humusowych na właściwości mikrobiologiczne gleby w uprawie grochu siewnego	44
BOROWIK A., ZABOROWSKA M., WYSZKOWSKA J., KUCHARSKI J. Rola preparatu Humus Active w kształtowaniu profilu bakterii w glebie zanieczyszczonej kadmem	45
BURKOWSKA-BUT A., WALCZAK M. Zastosowanie bakterii z rodzaju <i>Bacillus</i> w ograniczaniu występowania wciornastka tytoniowca w uprawie cebuli.....	46
DĘBOWSKA E., BRODOWSKA M.S. Dodatki mikrobiologiczne w nawozach jako odpowiedź na wyzwania Europejskiego Zielonego Ładu ..	47
FIGIEL S., BRODOWSKA M.S., RYSZKO U., GAJOWNIK-ŁAZUGA K. Efektywność nawozowych produktów mikrobiologicznych w uprawie rzepaku ozimego.....	48
FLAKIEWICZ J., MAZIARCZYK I., BOGUSZ P. Dynamika populacji bakterii kwasu mlekowego w serwatce kwaśnej w zależności od czasu i temperatury przechowywania.....	49

FURTAK K., TROJAK-GOLUCH A., GAWRYJOLEK K. Warunki mają znaczenie – wpływ różnych sposobów przechowywania preparatów mikrobiologicznych na przeżywalność bakterii i czystość produktów	50
FURTAK K., GAWRYJOLEK K., SIEBIELEC S., BILOKINNA A. Mikrobiologiczne wsparcie roślin w rolnictwie ekologicznym w walce z chorobami grzybowymi	51
GALĄZKA A., WOŹNIAK M., MARZEC-GRZĄDZIEL A., CIEPIEL J., UKALSKA-JARUGA A., WYZIŃSKA M. Nawozy otoczkowane mikrobiologicznie_ BIOMIKROFERT+	52
GALĄZKA A., WOŹNIAK M., MARZEC-GRZĄDZIEL A., WIEJAK K., KOZIEL M., GRZĘDA E., PECIO Ł., BOJARSZCZUK J. Innowacyjny preparat mikrobiologiczny zawierający endofity grzybowe o wysokim potencjale w promowaniu wzrostu roślin i ograniczeniu rozwoju patogenów	53
GALĄZKA A., LESZCZYŃSKA D. Analiza aktywności mikrobiologicznej w ryzosferze jęczmienia jarego w badaniach ekologicznych	54
GAWRYJOLEK K., FURTAK K. Mikrobiologiczne środki ochrony roślin i ich zastosowanie w ochronie upraw	55
GRYTA A., MĄCIK M., CANFORA L., PINZARI F., MALUSA E., FRĄC M. Rola biostymulantów humusowych i mikrobiologicznych w kształtowaniu zdolności kiełkowania oraz profilu metabolicznego nasion sałaty.....	56
HAŁAT-ŁAŚ M., AMBROSZCZYK A., CZAPLA A., KASZYCKI P. Analiza przeżywalności pożytecznych mikroorganizmów w nośnikach o właściwościach nawozowych	57
JONIEC J., KWIATKOWSKA E. Porównanie aktywności mikrobiologicznej i fitotoksyczności gleb objętych specjalną formą ochrony środowiska oraz gleb poddanych antropopresji.....	58
KAGAN K., KRUCZYŃSKA A., KUŹNIAR A., GORAJ W., PODLEWSKI J., WOLIŃSKA A. Ślad po pszenicy: przebudowa mikrobiomu gleby w ujęciu NGS	59
KOZIEL M. Biopreparaty stosowane w agronomii – nowa era w nawożeniu i ochronie roślin	60
KOZIEL M., WOŹNIAK M. Wzrost szczepów <i>Rhizobium</i> pod wpływem zmiennych zakresów temperatury i pH	61
KRAWCZYK A., NOWAKOWICZ-DĘBEK B., WNUK W., DRABIK A., MARTYNA J., JARECKA K. Wstępna ocena wpływu dodatków mikrobiologicznych na przemiany materii organicznej w mieszaninach odchodów psów i gleby.....	62
LENGA A., SIEGIEDA D., PANEK J., RÓŻAŁSKA S., FRĄC M. Czy grzyby entomopatogenne wykazują antybiotykooporność? Pod lupą rodzaj <i>Akanthomyces</i>	63
LESZCZYŃSKA D. Wpływ preparatu mikrobiologicznego na produktywność jęczmienia jarego w warunkach ekologicznych.....	64

LISEK A., GLUSZEK S., SAS-PASZT L., TRZEWIK A., PALECZKA A. Selekcja i identyfikacja szczepów bakterii ryzosferowych do aklimatyzacji <i>ex vitro</i> roślin <i>Amelanchier alnifolia</i> Nutt., <i>Cydonia oblonga</i> Mill. i <i>Vaccinium corymbosum</i> L.	65
MARZEC-GRZĄDZIEL A., WIEJAK K., CIEPIEL J. BIObeePlants – opracowanie bioformulacji mikrobiologicznych wspomagających wzrost roślin miododajnych	66
MAZIARCZYK I., FLAKIEWICZ J., ZDUNEK A. Ekstrakt wodno-etanolowy z wychmielin CO ₂ jako naturalny inhibitor wzrostu <i>Staphylococcus aureus</i>	67
MĄCIK M., PYLAK M., OSZUST K., FELEDYN-SZEWczyk B., PIETRAMELLARA G., PATHAN S.I., FRĄC M. Monokultura vs. uprawa współrzędna: jak sposób uprawy kształtuje dynamikę enzymatyczną i metaboliczną gleby w ekologicznej uprawie pszenicy?	68
NOWOTNIK P., BŁASZCZAK R., ANTOSIK A., WILCZYŃSKA S., KAŻMIERCZAK D. Potencjał biostymulacyjny borowiny aktywowanej mikrobiologicznie, z użyciem wyrobów: EmFarma i Alginit z <i>Gercei</i> oraz określonych konsorcjów bakterii celulolitycznych.....	69
NYZHNYK T., KOTS S., ZHEMOJDA A. Wpływ ko-inokulacji na homeostazę redoks i wiązanie azotu w symbiozie soja- <i>Bradyrhizobium</i> w warunkach stresu wodnego	70
OLEŃSKA E., MAŁEK W., THIJS S., JAROSZUK-ŚCISEL J., WÓJCIK M., VANGRONSVELD J. Bakterie promujące wzrost roślinnych metalofitów na stanowiskach długotrwałe skażonych metalami.....	71
OSZUST K., PYLAK M., GRYTA A., CANFORA L., PINZARI F., MALUSA E., FRĄC M. Wpływ biostymulatora opartego o szczepy <i>Bacillus</i> spp. na zmiany w profilu metabolicznym bakterii endofitycznych w warunkach stresowych	72
PANEK J., SIEGIEDA D., GRYTA A., FRĄC M. Mykobiom rdzeniowy ryzosfery pszenicy, owsa, żyta i krzycy – skład oraz potencjał funkcjonalny.....	73
PERTILE G., BARAŃSKA D., OSZUST K., GRYTA A., PANEK J., SIEGIEDA D., TURNAU K., RÓŻAŁSKA S., FRĄC M. Reakcja mikrolistków buraka (<i>Beta vulgaris</i>) na obecność <i>Serendipita indica</i> i grzybów arbuskularnych.....	74
PYLAK M., GRYTA A., PANEK J., OSZUST K., SIEGIEDA D., MĄCIK M., FRĄC M. Wpływ patogenezy na bioróżnorodność bakteryjną ryzosfery sałaty lodowej	75
RAMUT R., JAMA-RODZEŃSKA A., WOŹNIAK M., KAMIŃSKA J., SZUBA-TRZNADEL A., GAŁKA B., LISZEWSKI M., GĘBAROWSKA E. Wpływ zastosowania struwitu na zmiany liczebności bakterii i grzybów oraz aktywność dehydrogenaz w glebie pod uprawą pszenicy	76
ROWIŃSKA P., GRZYB T., SZULC J. Granulowany preparat mikrobiologiczny – wpływ na kiełkowanie roślin oraz mikrobiotę gleby	77
RZUCZKOWSKI S., JOSHI N., DREWNIAK Ł. Bezpieczeństwo mikrobiologiczne kompostu z bioodpadów: wtórne zakażenia <i>Salmonella</i> spp. w kontekście działalności przemysłowej oraz wymagań regulacyjnych i prawnych.....	78

SIEBIELEC S.	
Ocena potencjału bakterii stymulujących wzrost i rozwój roślin uprawnych oraz remediacyjnych.....	79
SIEBIELEC S.	
Opracowanie innowacyjnego preparatu mikrobiologicznego na bazie konsorcjum bakteryjnego do bioremediacji i regeneracji gleb po pożarach – BAKTROP	80
SIEBIELEC S.	
Znaczenie bakterii fosforowych w zrównoważonym rozwoju i odżywianiu roślin	81
SIEBIELEC S., SIEBIELEC G., GMUR D.	
„Akademia NBSOIL” o bogactwie biologicznym gleb.....	82
SIEBIELEC S., KLIMKOWICZ-PAWLAS A., BOBER A., UKALSKA-JARUGA A.	
Izolacja DNA glebowego jako kluczowy etap w analizie metagenomicznej bakterii.....	83
SKOŁOWSKI W., WDOWIAK-WRÓBEL S., MAREK-KOZACZUK M.	
Promieniowce z rodzaju <i>Micromonospora</i> – mikrobiologiczny czynnik w procesach fitoremediacji?.....	84
SZCZECZAK M., KOWALSKA B., PODEDWORNY G., WINCIOREK J., MICHALSKA A.	
Dodatki organiczne plus <i>Trichoderma harzianum</i> T22 aplikowane do gleby różnie działają na rośliny, mikroorganizmy i szkodniki	85
WIEJAK K., GAŁĄZKA A.	
Wykorzystanie grzybów w preparatach mikrobiologicznych	86
WOŹNIAK M., KOZIEŁ M., SIEBIELEC S., WYZIŃSKA M., GAŁĄZKA A.	
Nowa generacja nawozów: struwit i psychrotolerantne PSB w technologii StruBac-Cold	87
WOŹNIAK M., KOZIEŁ M., NOWAK A.	
Potencjał fitostymulacyjny mikroorganizmów związanych z pszenicą ozimą w kontekście biofortyfikacji	88
WYZIŃSKA M., BERBEĆ A.K., GRABIŃSKI J.	
Produkcyjność pszenicy jarej w warunkach ekologicznej ochrony	89
WYZIŃSKA M., BERBEĆ A.K., GRABIŃSKI J.	
Wybrane substancje podstawowe w ekologicznej ochronie pszenicy jarej.....	90
WYZIŃSKA M., BERBEĆ A.K.	
Możliwości zwiększenia produktywności pomidorów pod wpływem zastosowania biowęglu z dodatkiem kompostu.....	91
YEREMKO L., HANHUR V., STANIAK M.	
Wpływ przedsiewnego zaprawiania nasion na kiełkowanie oraz początkowy wzrost grochu	92
YEREMKO L., HANHUR V., STANIAK M., CZOPEK K., STĘPIEŃ-WARDA A.	
Wpływ inokulantu biologicznego, nawozów mineralnych oraz boru na plon nasion ciecierzycy.....	93
ZABOROWSKA M., WYSZKOWSKA J., BOROWIK A., KUCHARSKI J.	
Reakcja mikrobiomu gleby na zanieczyszczenie chromem i stymulację preparatem HumiAgra.....	94
ŻYWOT K., ADAMCZYK P., JANCZAREK M.	
Wpływ biofilmu na proces infekcji roślin przez bakterie z rodzaju <i>Rhizobium</i>	95

OCENA PRZEŻYWALNOŚCI BAKTERII *RHIZOBIUM* PODDANYCH STRESOWI SOLNEMU Z WYKORZYSTANIEM BARWIENIA FLUORESCENCYJNEGO LIVE/DEAD

PAULINA ADAMCZYK*, JULIA WÓJTOWICZ, JUSTYNA DZIEDZIC, MONIKA JANCZAREK

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej,
Instytut Nauk Biologicznych, Wydział Biologii i Biotechnologii

*paulina.adamczyk@mail.umcs.pl

Bakterie z rodzaju *Rhizobium*, będące kluczowymi symbiontami roślin motylkowatych, wykazują zróżnicowaną wrażliwość na zasolenie środowiska. Wysokie stężenie soli prowadzi do trwałego uszkodzenia integralności błon cytoplazmatycznych, co skutkuje śmiercią komórek i utratą zdolności do tworzenia efektywnej symbiozy.

Jedną z metod umożliwiających ocenę żywotności populacji w warunkach stresowych jest technika różnicowego barwienia fluorescencyjnego LIVE/DEAD. Opiera się ona na zastosowaniu mieszaniny dwóch barwników wiążących się z kwasami nukleinowymi: SYTO 9 (zielony fluorochrom) oraz jodku propidyny (PI, czerwony fluorochrom), które znakują odpowiednio komórki żywe i martwe. Zastosowanie tej techniki pozwala nie tylko na szybkie rozróżnienie frakcji żywej od martwej, ale także na identyfikację bakterii w stanie VBNC (*viable but non-culturable* – żywe, ale niezdolne do wzrostu na pożywkach), których wykrycie tradycyjnymi metodami hodowlanymi jest niemożliwe.

Celem przeprowadzonego doświadczenia była ocena stanu fizjologicznego komórek *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* (Rlt) poddanych stresowi solnemu. Analizę żywotności wykonano przy użyciu zestawu barwników fluorescencyjnych LIVE/DEAD (Invitrogen). Bakterie inkubowano przez 48 godzin w temperaturze 28°C na podłożu 79CA z dodatkiem NaCl w stężeniach od 0,3% do 1,5%. Grupę kontrolną stanowiła hodowla prowadzona w optymalnych warunkach, bez dodatku soli. Preparaty analizowano za pomocą mikroskopu fluorescencyjnego Olympus BX53 z wykorzystaniem oprogramowania cellSens Dimension.

Na podstawie 60 pól widzenia przeanalizowanych dla każdego wariantu doświadczalnego obliczono stosunek liczby komórek żywych do martwych. Wykazano, że w warunkach kontrolnych komórki żywe stanowiły 96,4% populacji. Stwierdzono, że niskie stężenie NaCl (0,3%) powodowało spadek żywotności bakterii o 10,8%. Dalszy wzrost zasolenia prowadził do istotnego pogorszenia kondycji populacji – przy stężeniach 0,6% oraz 0,9% NaCl odnotowano spadek liczby komórek żywych odpowiednio o 30,0% i 47,5% w stosunku do kontroli. W przypadku najwyższych stężeń (1,2% oraz 1,5%) komórki martwe dominowały w populacji, stanowiąc ponad 60% wszystkich bakterii. Zastosowanie techniki LIVE/DEAD pozwoliło na precyzyjne wykazanie zmian zachodzących w komórkach bakterii narażonych na stres solny, co czyni tę metodę znacznie dokładniejszym narzędziem oceny ich rzeczywistej żywotności niż tradycyjne techniki hodowlane.

Badania zostały sfinansowane z grantu NCN nr 2025/09/X/NZ8/01153

**PORÓWNANIE WPŁYWU INOKULACJI NASION ORAZ PODŁOŻA
HODOWLANEGO SZCZEPEM *PRIESTIA MEGATERIUM* (*BACILLUS MEGATERIUM*)
B107/23 NA LICZEBNOŚĆ BAKTERII W MIKROLISTKACH TRZECH GATUNKÓW
UPRAWIANYCH NA PODŁOŻU STERYLIZOWANYM I NIESTERYLIZOWANYM**

DARIA BARAŃSKA¹, JACEK PANEK¹, GIORGIA PERTILE¹, AGATA GRYTA¹, KAROLINA OSZUST¹,
KATARZYNA TURNAU², SYLWIA RÓŻAŁSKA³, MAGDALENA FRĄC^{1*}

¹*Instytut Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin*

²*Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Instytut Nauk o Środowisku*

³*Uniwersytet Łódzki, Zakład Mikrobiologii Przemysłowej i Biotechnologii,
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska*

**m.frac@ipan.lublin.pl*

Mikrolistki są młodymi pędami roślin jadalnych, pozyskiwanymi na wczesnym etapie rozwoju rośliny. Istotnym elementem hodowli mikrolistków jest projektowanie funkcjonalnych podłoży hodowlanych oraz metod inokulacji nasion i środowiska wzrostu mikroorganizmami o właściwościach promujących wzrost roślin. Zabiegi takie mają na celu poprawę odporności mikrolistków na niekorzystne warunki środowiskowe, a jednym z obiecujących szczepów, wykazujących potencjał do kolonizacji roślin i modyfikacji mikrobiomu mikrolistków okazał się szczep *Bacillus megaterium* B107/23. Dłatego celem badań było porównanie wpływu inokulacji nasion oraz podłoża hodowlanego szczepem *B. megaterium* B107/23 na liczebność bakterii w mikrolistkach trzech gatunków roślin (rzodkiewki, buraka i kolendry) uprawianych na podłożu sterylizowanym i niesterylizowanym, z uwzględnieniem możliwości wykorzystania tej strategii w poprawie jakości i trwałości pozbiorniczej mikrolistków. Badanie obejmowało aplikację szczepu B107/23 do środowiska hodowlanego, oraz bezpośrednio do nasion mikrolistków oraz określenie wpływu inokulacji na liczebność bakterii będących częścią mikrobiomu mikrolistków rzodkiewki, buraka oraz kolendry wykorzystując klasyczne techniki mikrobiologiczne. Zastosowane podejście badawcze umożliwia ocenę wpływu poszczególnych metod inokulacji, rodzaju zastosowanego podłoża hodowlanego oraz procesu sterylizacji podłoża na zmiany liczebności bakterii, odzwierciedlające dynamikę mikrobiomu w środowisku mikrolistków. Analiza tych zależności, może przyczynić się do lepszego poznania mechanizmów kształtowania społeczności mikroorganizmów związanych z mikrolistkami, a także do identyfikacji czynników sprzyjających stabilizacji korzystnego mikrobiomu mikrolistków. Uzyskane wyniki pozwolą na: i) lepsze zrozumienie interakcji pomiędzy wprowadzonym szczepem bakteryjnym a naturalnym mikrobiomem mikrolistków, ii) ocenę potencjału wykorzystania szczepu *B. megaterium* B107/23 jako czynnika wspomagającego stabilność mikrobiologiczną i jakość mikrolistków, iii) wykazanie najbardziej korzystnego wariantu inokulacji i przygotowania podłoża z punktu widzenia jakości mikrobiologicznej mikrolistków.

*Badania zostały przeprowadzone w ramach projektu nr 2022/45/B/NZ9/04254 finansowanego
przez Narodowe Centrum Nauki*

POTENCJAŁ ODPADÓW ROŚLINNYCH JAKO ŹRÓDŁA MIKROORGANIZMÓW DO PRODUKCJI BIOPREPARATÓW

JUSTYNA BARTCZYK^{1,2}, ANNA SZOSLAND-FAŁTYN², JUSTYNA SZULC³

¹Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska, Politechnika Łódzka,
Stefanowskiego 17, 90-537 Łódź;

²Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego – Państwowy Instytut Badawczy
im. prof. W. Dąbrowskiego w Warszawie, Katedra Chłodnictwa i Jakości Żywności,
al. Marszałka J. Piłsudskiego 84, 92-202 Łódź;

³Politechnika Łódzka, Katedra Biotechnologii Środowiskowej,
ul. Wólczańska 171/173, 90-057 Łódź

Współczesne rolnictwo mierzy się z postępującą degradacją gleby, spadkiem zawartości materii organicznej oraz zubożeniem mikrobiomu glebowego, co prowadzi do obniżenia żyzności i stabilności agroekosystemów. Jednocześnie przemysł rolno-spożywczy generuje znaczne ilości niewykorzystanych odpadów, które mogą stanowić cenne źródło mikroorganizmów o właściwościach biotechnologicznych.

Celem pracy była selekcja środowiskowych szczepów mikroorganizmów o potencjalnym zastosowaniu w biopreparatach wspierających regenerację gleb i biodegradację odpadów roślinnych. Materiały odpadowe pozyskano z IBPRS-PIB w Łodzi. Przeprowadzono analizy mikrobiologiczne zgodnie z odpowiednimi normami ISO oraz oznaczono podstawowe parametry fizykochemiczne, takie jak aktywność wody i pH. Z odpadów roślinnych wyizolowano 21 szczepów, które oceniono pod kątem aktywności amylolitycznej, pektynolitycznej, celulolitycznej, proteolitycznej i ksyloolitycznej metodą płytkową. Zbadano również ich aktywność przeciwdrobnoustrojową wobec wybranych patogenów roślinnych, zdolność wzrostu na podłożach bezazotowych oraz potencjał do rozkładu odpadów roślinnych. Identyfikację szczepów wykonano techniką MALDI-TOF MS.

Analizy wykazały znaczną różnorodność funkcjonalną uzyskanych izolatów. Liczne szczepy tworzyły wyraźne strefy hydrolizy na podłożach zawierających karboksymetylocelulozę, kazeinę, skrobię, ksylan i pektynę, co potwierdzało ich aktywność enzymatyczną. W testach antagonistycznych badane szczepy skuteczniej hamowały wzrost patogenów roślinnych, wykazując najwyższą aktywność wobec *Alternaria* spp. i *Venturia* spp. Ponadto niektóre izolaty były zdolne do wzrostu na podłożach bezazotowych, co sugeruje ich potencjalną zdolność do wiązania azotu atmosferycznego. Identyfikacja ujawniła obecność zróżnicowanych taksonów m.in. *Paenibacillus* spp., *Pseudomonas fluorescens* czy *Candida parapsilosis*, co potwierdza szerokie spektrum mikrobiologiczne badanych izolatów.

Przeprowadzone badania pozwoliły na wyselekcjonowanie obiecujących szczepów, które mogą stanowić podstawę do dalszego rozwoju biopreparatu mikrobiologicznego. Uzyskane wyniki potwierdzają, że odpady rolno-spożywcze stanowią cenne źródło mikroorganizmów o różnorodnych właściwościach biotechnologicznych. Opracowywany biopreparat będzie oparty na szczepach o najwyższej aktywności enzymatycznej w zakresie degradacji odpadów roślinnych, które docelowo zostaną wykorzystane do jego namnażania i włączenia do formułacji biopreparatu. Strategia ta jest zgodna z zasadami rolnictwa regeneratywnego i gospodarki o obiegu zamkniętym.

WPLYW ZASTOSOWANIA POLEPSZACZA GLEBOWEGO NA PRODUKCYJNOŚĆ ZIEMNIAKA

ADAM KLEOFAS BERBEĆ, MARTA WYZIŃSKA

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

W niniejszej pracy przedstawiono działanie polepszacza glebowego (ang. *Soil Improver*) wyprodukowanego samodzielnie na bazie biowęgla, słomy oraz wyłoków z jabłek. Zastosowane komponenty stanowią łatwo dostępne surowce odpadowe pochodzące z rolnictwa i przemysłu przetwórstwa spożywczego. Biowęgiel pełni funkcję stabilnego materiału węglowego poprawiającego retencję wody i składników pokarmowych, słoma dostarcza materii organicznej oraz wpływa na strukturę gleby, natomiast wyłoki jabłkowe są źródłem łatwo rozkładalnych związków organicznych i mikroelementów wspierających rozwój mikroorganizmów glebowych.

W roku 2025 w Hali Wegetacyjnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach przeprowadzono doświadczenie wazonowe mające na celu ocenę wpływu innowacyjnego polepszacza glebowego (SI) na wzrost i rozwój roślin uprawnych. Rośliną doświadczalną był ziemniak (*Solanum tuberosum* L.). Zastosowany polepszacz glebowy został opracowany w ramach projektu Waste4Soil i wyprodukowany w jednym z gospodarstw rolnych na terenie Lubelszczyzny. Preparat ten powstał na bazie biowęgla powstałego z fitosanitarnego cięcia plantacji porzeczki czarnej i sadu jabłoniowego oraz z kompostowanych wyłoków z jabłek, porzeczki czarnej oraz słomy. Dzięki temu, produkt ten doskonale wpisuje się w ideę gospodarki obiegu zamkniętego oraz zrównoważone gospodarowanie odpadami.

Tabela 1. Wyniki doświadczenia wazonowego z ziemniakiem

Obiekt	Plon (g·wazon ⁻¹)	SPAD	Wysokość roślin (cm)
Kontrola	440	345	45
SI 5 t·ha ⁻¹	462	393	47
SI 10 t·ha ⁻¹	484	365	47

Badania realizowane w ramach projektu Waste4Soil (www.waste4soil.eu). Projekt otrzymał dofinansowanie z programu badawczego i innowacyjnego Horyzont Europa Unii Europejskiej na podstawie umowy o dotację nr 101112708 oraz od Szwajcarskiego Sekretariatu Stanu ds. Edukacji, Badań Naukowych i Innowacji (SERI)

**WZROST, ROZWÓJ I PLONOWANIE PAPRYKI W WARUNKACH ZASTOSOWANIA
POLEPSZACZA GLEBOWEGO NA BAZIE BIEWĘGLA**

ADAM KLEOFAS BERBEĆ, MARTA WYZIŃSKA

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na wykorzystanie naturalnych odpadowych materiałów organicznych do poprawy właściwości gleb. Jednym z takich rozwiązań są polepszacze glebowe (ang. *Soil Improvers*) produkowane na bazie biowęgla oraz biomasy roślinnej. W niniejszej pracy wykorzystano samodzielnie przygotowany polepszacz glebowy składający się z biowęgla, słomy oraz wytlóków jabłkowych i porzeczkowych. Zastosowane składniki mogą korzystnie wpływać na strukturę gleby, zwiększać zdolność zatrzymywania wody oraz wspierać rozwój mikroorganizmów glebowych. Dodatkowo wykorzystanie produktów ubocznych rolnictwa i przemysłu spożywczego wpisuje się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym i stanowi przyjazną dla środowiska metodę zagospodarowania odpadów organicznych.

W roku 2025 w Hali Wegetacyjnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach przeprowadzono doświadczenie wazonowe mające na celu ocenę wpływu innowacyjnego polepszacza glebowego (SI) na wzrost i rozwój roślin uprawnych. Rośliną doświadczalną była papryka (*Capsicum annuum* L.). Zastosowany polepszacz glebowy został opracowany w ramach projektu Waste4Soil i wyprodukowany w jednym z gospodarstw rolnych na terenie Lubelszczyzny. Preparat ten powstał na bazie biowęgla powstałego z fitosanitarnego cięcia plantacji porzeczki czarnej i sadu jabłoniowego oraz z kompostowanych wytlóków z jabłek, porzeczki czarnej oraz słomy. Dzięki temu, produkt ten doskonale wpisuje się w ideę gospodarki obiegu zamkniętego oraz zrównoważone gospodarowanie odpadami.

Tabela 1. Wyniki doświadczenia wazonowego z papryką

Obiekt	Plon (g·roślinę ⁻¹)	SPAD	Wysokość roślin (cm)
Kontrola	401,15	616	80,0
SI 5 t·ha ⁻¹	401,13	656	85,3
SI 10 t·ha ⁻¹	403,00	668	85,0

Badania realizowane w ramach projektu Waste4Soil (www.waste4soil.eu). Projekt otrzymał dofinansowanie z programu badawczego i innowacyjnego Horyzont Europa Unii Europejskiej na podstawie umowy o dotację nr 101112708 oraz od Szwajcarskiego Sekretariatu Stanu ds. Edukacji, Badań Naukowych i Innowacji (SERI)

MOŻLIWOŚCI UPRAWY SAŁATY W PODŁOŻU WZBOGACONYM SAMODZIELNIE WYPRODUKOWANYM POLEPSZACZEM GLEBOWYM

ADAM KLEOFAS BERBEĆ, MARTA WYZIŃSKA

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

W rolnictwie coraz częściej poszukuje się sposobów na poprawę jakości gleb z wykorzystaniem surowców naturalnych oraz odpadów pochodzenia roślinnego. W tym celu przygotowano polepszacz glebowy oparty na mieszaninie biowęgla, słomy i wyłoków jabłkowych i porzeczkowych. Zawarte w nim składniki mogą wspomagać utrzymanie odpowiedniej wilgotności gleby, poprawiać jej strukturę oraz sprzyjać aktywności mikroorganizmów. Wykorzystanie produktów ubocznych z rolnictwa i przetwórstwa owocowego pozwala jednocześnie ograniczyć ilość odpadów i stanowi rozwiązanie korzystne dla środowiska.

W roku 2025 w Hali Wegetacyjnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach przeprowadzono doświadczenie wazonowe mające na celu ocenę wpływu innowacyjnego polepszacza glebowego (SI) na wzrost i rozwój roślin uprawnych. Rośliną doświadczalną była sałata (*Lactuca sativa* L.). Zastosowany polepszacz glebowy został opracowany w ramach projektu Waste4Soil i wyprodukowany w jednym z gospodarstw rolnych na terenie Lubelszczyzny. Preparat ten powstał na bazie biowęgla powstałego z fitosanitarnego cięcia plantacji porzeczki czarnej i sadu jabłoniowego oraz z kompostowanych wyłoków z jabłek, porzeczki czarnej oraz słomy. Dzięki temu, produkt ten doskonale wpisuje się w ideę gospodarki obiegu zamkniętego oraz zrównoważone gospodarowanie odpadami.

Tabela 1. Wyniki doświadczenia wazonowego z sałatą (średnia z trzech cykli produkcyjnych)

Obiekt	Plon (g·roślinę ⁻¹)	SPAD	Wysokość roślin (cm)
Kontrola	315	292	21
SI 5 t·ha ⁻¹	330	302	22
SI 10 t·ha ⁻¹	342	307	21

Badania realizowane w ramach projektu Waste4Soil (www.waste4soil.eu). Projekt otrzymał dofinansowanie z programu badawczego i innowacyjnego Horyzont Europa Unii Europejskiej na podstawie umowy o dotację nr 101112708 oraz od Szwajcarskiego Sekretariatu Stanu ds. Edukacji, Badań Naukowych i Innowacji (SERI)

WPLYW ŚRODKÓW OSMOPROTEKCYJNYCH POZYSKANYCH Z *BACILLUS SUBTILIS* S_51. NA AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNĄ I SKŁAD SPOŁECZNOŚCI MIKROORGANIZMÓW W RÓŻNYCH GLEBACH ZASOLONYCH

ANNA BERNATOWICZ, ALEKSANDRA GOSZCZ, MARCIN MUSIAŁOWSKI,
KLAUDIA DĘBIEC-ANDRZEJEWSKA

*Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, Instytut Bioinżynierii,
Laboratorium Mikrobiologii Rolniczej i Przemysłowej,
ul. Iliji Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa*

Zasolenie gleby ogranicza aktywność mikroorganizmów, żyzność gleby i wydajność rolniczą. Mikroorganizmy przeciwdziałają stresowi osmotycznemu poprzez produkcję i pobieranie metabolitów osmoochronnych stabilizujących funkcje komórkowe. Głównymi celami badania były: (i) ocena wpływu bakteryjnych osmoprotektantów na aktywność enzymatyczną mikroorganizmów i jakość gleby, (ii) ocena wpływu częstotliwości suplementacji oraz (iii) zbadanie zmian w strukturze społeczności mikroorganizmów glebowych.

Trzy gleby zasolone o różnym pH (kwaśne, obojętne i zasadowe) poddano inkubacji przez 14 dni. Gleby uzupełniano jednorazowo lub co tydzień metabolitami osmoochronnymi pochodzącymi z *Bacillus subtilis* S_51, składającymi się z mieszaniny aminokwasów bogatej w betainę. Metabolity podawano samodzielnie lub wraz z komórkami bakteryjnymi. Aktywność mikrobiologiczną gleby oceniano poprzez pomiar respiracji oraz aktywności dehydrogenazy. W glebie neutralnej analizowano także aktywność β -glukozydaz, proteaz oraz strukturę społeczności mikroorganizmów metodą sekwencjonowania 16S rRNA (Oxford Nanopore). Jakość gleby oceniano na podstawie zawartości materii organicznej.

Reakcje biochemiczne gleby różniły się między 1 a 14 dniem w zależności od rodzaju gleby i zastosowanego zabiegu. Aktywność dehydrogenaz spadła w większości wariantów gleb kwaśnych i zasadowych, natomiast wzrosła w glebie neutralnej po cotygodniowej suplementacji kulturami bakteryjnymi, co wskazuje na stymulację aktywności metabolicznej mikroorganizmów. W glebie neutralnej zaobserwowano wzrost aktywności β -glukozydaz, sugerujący intensyfikację obiegu węgla. Podczas gdy aktywność proteaz zasadniczo pozostawała niska lub uległa zmniejszeniu. Zmiany w respiracji były niewielkie we wszystkich glebach. Zawartość materii organicznej wzrosła we wszystkich typach gleb, osiągając do 3,4% w glebie kwaśnej, 2,5% w glebie neutralnej i 2,7% w glebie zasadowej, co sugeruje akumulację substratów organicznych. Sekwencjonowanie wykazało zmiany w strukturze społeczności mikroorganizmów zależne od suplementacji. Cotygodniowe stosowanie suplementów zwiększyło względną liczebność Gammaproteobacteria i Bacteroidia, jednocześnie zmniejszając liczebność Actinobacteria. Bacilli pozostały dominującą klasą bakterii we wszystkich zabiegach i punktach czasowych, co wskazuje na stabilność podstawowej społeczności bakteryjnej.

Odkrycia te podkreślają potencjał bakteryjnych środków osmoochronnych jako strategii zwiększania aktywności mikroorganizmów i poprawy jakości gleby w środowiskach zasolonych. Badania finansowana były przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu SONATA. Nr projektu: 2022/47/D/ST10/03218.

POTENCJAŁ EGZOGENNYCH METABOLITÓW BAKTERII W BIOPREPARATACH

ANNA BILOKINNA, KAROLINA FURTAK

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

Bakterie wydzielają do otaczającego je środowiska szeroki zakres cząsteczek bioaktywnych, tworząc złożony system, który pośredniczy w interakcjach między roślinami a mikroorganizmami w ryzosferze. Te metabolity pozakomórkowe, w tym fitohormony, kwasy organiczne, siderofory, egzopolimery, lipopeptydy, bakteriocyny, lotne związki organiczne i enzymy hydrolityczne, są coraz częściej uznawane za funkcjonalne czynniki decydujące o skuteczności preparatów biologicznych.

Bezkomórkowe filtry hodowlane – supernatanty, uzyskane poprzez usunięcie komórek bakteryjnych za pomocą wirowania lub filtracji, zachowują te związki bioaktywne. Badania wykazują, że charakteryzują się one między innymi inhibicją patogenów oraz właściwościami biostymulującymi w przypadku wielu gatunków upraw. Na przykład zastosowanie bezkomórkowych filtratów ze szczepów *Bacillus* sp. bogatych w białka pozakomórkowe, surfaktynę i siderofory poprawiło biomasę korzeni i pędów u manioku i bananowca. Bezkomórkowe supernatanty pozyskane z hodowli *Bacillus amyloliquefaciens* i *Bacillus subtilis* hamowały fitopatogeny, w tym *Xanthomonas oryzae*, *Agrobacterium tumefaciens* i *Erwinia chrysanthemi*. Stosowanie filtratów mikrobiologicznych może zmienić skład mikrobiologiczny gleb, sprzyjając rozprzestrzenianiu się pożytecznych taksonów. Dodatkowo egzogenne metabolity wykazują zdolność do zwiększania tolerancji roślin na stres abiotyczny. Szczepy wytwarzające deaminazę ACC obniżają poziom etylenu wywołanego stresem w roślinach, podczas gdy egzopolimery i osmoprotektanty, takie jak trehaloza i prolina, poprawiają retencję wody w warunkach suszy.

Pomimo tych obiecujących perspektyw na ich ocenę oraz wdrożenie wpływają pewne ograniczenia. Większość dowodów dotyczących biopreparatów opartych na metabolitach pochodzi z kontrolowanych eksperymentów laboratoryjnych lub szklarniowych, a liczba zweryfikowanych badań w terenie jest stosunkowo niewielka. Skuteczność w warunkach polowych może być niejednolita i zależeć od rodzaju gleby, warunków środowiskowych oraz terminu stosowania. Może również istnieć ryzyko wystąpienia niezamierzonych skutków, gdyż niektóre metabolity bakteryjne mogą być fitotoksyczne w wysokich stężeniach, a ich wprowadzenie może w nieprzewidywalny sposób zmienić rodzime społeczności mikroorganizmów glebowych.

Podsumowując, pozakomórkowe metabolity bakteryjne stanowią wszechstronny i w dużej mierze niewykorzystany zasób do opracowywania bardziej niezawodnych preparatów biologicznych. Wypełnienie luk zadecyduje o tym, czy te preparaty będą mogły przejść od etapu weryfikacji koncepcji do powszechnej praktyki rolniczej.

Opracowanie powstało w ramach realizacji projektu nr 2024/55/D/ST10/02064 pt. „Bakteryjne egzopolimery (EPS) jako strategia przetrwania w stresujących środowiskach i szansa na poprawę jakości gleb (hEIPStress)”

WPLYW PREPARATÓW HUMUSOWYCH NA WŁAŚCIWOŚCI MIKROBIOLOGICZNE GLEBY W UPRAWIE GROCHU SIEWNEGO

JOLANTA BOJARSZCZUK, JOLANTA KAŻMIERCZAK

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

Glebowa materia organiczna jest jednym z najistotniejszych 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 i 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.

Analizę wykonano na podstawie ścisłych doświadczeń polowych realizowanych w latach 2020–2022 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Grabowie [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 żytniego bardzo dobrego, klasy bonitacyjnej IIIb. Przedplonem były pszenica jara (2019), pszenica ozima (2020), kukurydza na ziarno (2021). Zawartość przyswajalnych form makroskładników ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ gleby) wynosiła średnio: P – 21,2; K – 17,1; Mg – 4,4; Ca – 1,3. Zawartość Corg (%) – 0,89; Ca ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby) – 1,3; próchnica (%) – 1,4; pH – 5,5. Zastosowano cztery różne preparaty zawierające związki humusowe. Dla porównania wpływu wybranych preparatów na właściwości mikrobiologiczne gleby, założono obiekt kontrolny.

Dla określenia aktywności biologicznej gleby pod uprawą grochu siewnego odmiany Batuta, pobrano próby gleby w dwóch terminach: przed siewem (marzec) i po zbiorze roślin (lipiec). Zakres przeprowadzonych badań mikrobiologicznych obejmował 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 zastosowanego preparatu różnicował aktywność mikrobiologiczną gleby. Najwyższą aktywność dehydrogenaz wykazała gleba po zastosowaniu preparatu zawierającego kwasy humusowe z leonardyów ($75 \text{ ugTPF} \cdot \text{g}^{-1} \text{ s.m. gleby} \cdot 24 \text{ h}^{-1}$) – wyższa o 58% niż na obiekcie kontrolnym. Po zastosowaniu tego preparatu stwierdzono najmniejszą ogólną liczebność bakterii i promieniowców ($24 \text{ jtk} \text{ średnia} \cdot \text{g}^{-1} \text{ s.m. gleby}$). Zaobserwowano również różnice w aktywności fosfataz (zarówno kwaśnej, jak i zasadowej) w zależności od rodzaju zastosowanego preparatu. Najwyższy wskaźnik C i N biomasy ($\text{ug} \cdot \text{g}^{-1}$) stwierdzono również po zastosowaniu preparatu z kwasami humusowymi z leonardyów (odpowiednio: 265,1 i 41,1 $\text{ug} \cdot \text{g}^{-1}$).

ROLA PREPARATU HUMUS ACTIVE W KSZTAŁTOWANIU PROFILU BAKTERII W GLEBIE ZANIECZYSZCZONEJ KADMEM

AGATA BOROWIK, MAGDALENA ZABOROWSKA, JADWIGA WYSZKOWSKA, JAN KUCHARSKI

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

Kadm stanowi jedno z kluczowych zagrożeń dla jakości gleb rolniczych. W środowisku glebowym może występować w różnych formach chemicznych, z których tylko część jest dostępna dla roślin i mikroorganizmów. Mobilność i biodostępność Cd zależą od pH, zawartości materii organicznej, właściwości sorpcyjnych minerałów ilastych oraz obecności konkurencyjnych anionów i kationów, czyli jonów, które mogą współzawodniczyć z kadmem o miejsca wiązania w glebie. Cd może być łatwo pobierany przez systemy korzeniowe roślin i akumulowany w ich tkankach, często w ilościach przekraczających dopuszczalne normy. Ryż, sałata i ziemniak należą do gatunków szczególnie podatnych na gromadzenie Cd w częściach jadalnych. Dopuszczalne stężenie Cd w glebach rolniczych różni się w zależności od rodzaju upraw i oceny ryzyka zdrowotnego. W przypadku ryżu i pszenicy dopuszczalne wartości mieszczą się w zakresie 0,01–0,4 mg·kg⁻¹, natomiast dla upraw kakao mogą sięgać 0,8 mg·kg⁻¹ (FAO/WHO 2018). Najwcześniej skutki obecności Cd w glebie odczuwają mikroorganizmy zasiedlające ryzosferę. Mają one kontakt z jonami kadmu zawartymi w roztworze glebowym oraz zasorbowanymi wymiennie przez kompleks sorpcyjny. W wyniku presji środowiskowej dochodzi do zmian w strukturze społeczności mikrobiologicznej, gatunki wrażliwe są zastępowane przez nieliczne formy odporne, co może prowadzić do zakłóceń procesów biochemicznych w glebie. Zasadne jest więc poszukiwanie materiałów i technik przywracających homeostazę zaburzonych środowisk. Celem badań była ocena wpływu preparatu humusowego Humus Active na strukturę, różnorodność i potencjał funkcjonalny bakterii w warunkach stresu kadmowego w glebie na której uprawiano *Zea mays*.

Wykazano, że Cd zmniejszył biomasę *Zea mays* o 92%. Wywarł silny, negatywny wpływ na bakterie glebowe, drastycznie zmniejszając liczebność bakterii hodowalnych oraz niehodowalnych z rodzaju *Neobacillus*. Stres ten mobilizował namnażanie bakterie z rodzaju *Nocardioides*. Wykorzystany w badaniach preparat Humus Active działał jako dobry stymulator rozwoju bakterii z rodzaju *Bacillus*, *Priestia*, *Streptomyces* i *Arthrobacter*. Preparat ten łagodził także toksyczne oddziaływanie kadmu na wzrost i rozwój *Zea mays*. Stwierdzono, że Humus Active, wprawdzie, nie przywraca pierwotnej struktury mikrobiomu, lecz stymuluje rozwój nowej, odpornej na stres społeczności bakteryjnej o wysokim potencjale bioremediacyjnym, co bezpośrednio przekłada się na poprawę kondycji roślin.

Badania dofinansowano z programu „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” oraz subwencji przeznaczonej na badania Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Katedra Gleboznawstwa i Mikrobiologii (nr 30.610.006-110)

ZASTOSOWANIE BAKTERII Z RODZAJU *BACILLUS* W OGRANICZANIU WYSTĘPOWANIA WCIORNASTKA TYTONIOWCA W UPRAWIE CEBULI

ALEKSANDRA BURKOWSKA-BUT, MACIEJ WALCZAK

Bacto-Tech sp. z o.o

Wciornastek tytoniowiec (*Thrips tabaci*) to polifagiczny szkodnik upraw warzywnych, powodujący ogromne szkody na całym świecie. Jest to ważny szkodnik roślin z rodziny czosnkowatych (*Alliaceae*), w tym cebuli. Uszkodzenia wyrządzają głównie larwy, które żerują na zielonych liściach, powodując bezpośrednie straty poprzez niszczenie komórek naskórka rośliny. Zaatakowane rośliny wykazują srebrzystobiałe plamy, które powodują uszkodzenia kosmetyczne, zmniejszające ich wartość rynkową. Dodatkowo wciornastek tytoniowiec jest również wektorem różnych wirusów roślinnych. Spadek plonu na zaatakowanej plantacji może sięgać nawet 30–50%.

W zwalczaniu larw wciornastka, najczęściej stosuje się preparaty chemiczne o działaniu systemicznym. W biokontroli wciornastka podejmowano próby zastosowania, jako alternatywy chemicznych środków ochrony, m.in. preparatów zawierających ekstrakty roślinne oraz nicienie i grzyby entomopatogenne.

Celem badań było sprawdzenie możliwości zastosowania bakterii z rodzaju *Bacillus*, w ograniczaniu liczebności wciornastka tytoniowca w uprawie cebuli.

Doświadczenie prowadzono w uprawie cebuli *Allium cepa* odmiany WOLSKA, stosując kompletny układ bloków losowych (liczba kombinacji: 5, liczba powtórzeń: 4). W badaniach zastosowano 3 różne dawki biopreparatu (1, 2 i 3 l·ha⁻¹). Ocena liczebności wciornastka tytoniowca została wykonana czterokrotnie w trakcie trwania doświadczenia. Jako produkt porównawczy użyto SpinTor 240 SC, zastosowany zgodnie z etykietą. Do oceny skuteczności zwalczania zastosowano kryteria zgodne z Rozp. MRiRW z dnia 4 sierpnia 2004 – Dziennik Ustaw Nr 183 poz. 1890. Dodatkowo trzykrotnie podczas sezonu wegetacyjnego oceniono fitotoksyczność użytych preparatów.

Biopreparat zawierający bakterie z rodzaju *Bacillus* nie wykazał skuteczności natychmiastowej, ale był skuteczny po siedmiu dniach od pierwszego zabiegu. Najniższą najlepszą dawką produktu badanego była dawka 2 l·ha⁻¹. Badany biopreparat wykazał średni poziom zwalczania larw wciornastka tytoniowca, na poziomie produktu SpinTor 240 SC, zastosowanego zgodnie z etykietą. We wszystkich kombinacjach doświadczalnych, tak na roślinach kontrolnych, jak traktowanych badanym biopreparatem (we wszystkich dawkach) oraz preparatem porównawczym nie stwierdzono objawów fitotoksyczności.

*Badania wykonano w ramach projektu: „Stworzenie innowacyjnego systemu szybkiej diagnostyki oraz mikrobiologicznej sanizacji środowiska produkcyjnego w uprawach roślin pod osłonami”
nr FENG.01.01-IP.02-1640/23*

DODATKI MIKROBIOLOGICZNE W NAWOZACH JAKO ODPOWIEDŹ NA WYZWANIA EUROPEJSKIEGO ZIELONEGO ŁADU

EWA DĘBOWSKA^{1,2}, MARZENA SYLWIA BRODOWSKA¹

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Agrobiotechnologii

²UVENA S.A., Luboń, Polska.

Współczesne rolnictwo stoi obecnie przed koniecznością pogodzenia wysokiej efektywności produkcji roślinnej z ograniczeniem negatywnego wpływu na środowisko. Założenia strategii Europejskiego Zielonego Ładu zakładają między innymi redukcję stosowania nawozów mineralnych, ograniczenie strat składników pokarmowych, zwiększenie udziału rozwiązań przyjaznych środowisku oraz zmiany w kierunku mniejszej emisji gazów cieplarnianych, ograniczenia chemizacji, poprawy zdrowia gleb i bioróżnorodności. W związku z tym coraz większego znaczenia nabierają technologie wspierające efektywne wykorzystanie składników odżywczych przez rośliny. W praktyce bardzo mocno wiąże się to z rozwojem nawozów i biopreparatów zawierających mikroorganizmy takie jak: bakterie, grzyby czy konsorcja mikrobiologiczne.

Bakterie stosowane w nawozach mogą pełnić wiele funkcji wpływających na poprawę żyzności gleby oraz zwiększenie dostępności składników pokarmowych dla roślin. Szczególne znaczenie mają mikroorganizmy zdolne do biologicznego wiązania azotu atmosferycznego, solubilizacji fosforu czy stymulowania rozwoju systemu korzeniowego. Dzięki temu możliwe jest zwiększenie efektywności nawożenia przy jednoczesnym ograniczeniu dawek tradycyjnych nawozów mineralnych.

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania wykorzystaniem bakterii, które mogą wspomagać pobieranie składników pokarmowych oraz poprawiać kondycję roślin w warunkach stresowych. Zastosowanie tego typu rozwiązań wpisuje się w ideę biologizacji rolnictwa, której celem jest zwiększenie aktywności biologicznej gleby oraz poprawa efektywności produkcji roślinnej w sposób bardziej zrównoważony.

Dodatkowo nawozy mikrobiologiczne mogą przyczynić się do ograniczenia strat azotu do środowiska, zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych oraz poprawy właściwości fizycznych i biologicznych gleby. Rozwiązania te są szczególnie istotne w kontekście rosnących kosztów nawozów mineralnych oraz konieczności dostosowania produkcji rolnej do wymogów środowiskowych Unii Europejskiej.

Wykorzystanie bakterii w nawozach stanowi jeden z najbardziej perspektywicznych kierunków rozwoju nowoczesnego i zrównoważonego rolnictwa. Mikroorganizmy wspierające wzrost roślin mogą zwiększać efektywność wykorzystania składników pokarmowych, poprawiać żyzność gleby oraz ograniczać negatywny wpływ intensywnego nawożenia na środowisko. W związku z rosnącymi wymaganiami wynikającymi z Europejskiego Zielonego Ładu nawozy mikrobiologiczne mogą w przyszłości odgrywać coraz większą rolę w kształtowaniu efektywnej i przyjaznej środowisku produkcji roślinnej.

EFEKTYWNOŚĆ NAWOZOWYCH PRODUKTÓW MIKROBIOLOGICZNYCH W UPRAWIE RZEPAKU OZIMEGO

SYLWIA FIGIEL^{1,2}, MARZENA SYLWIA BRODOWSKA¹, URSZULA RYSZKO³,
KATARZYNA GAJOWNIK-ŁAZUGA²

¹*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

²*Lubelski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Końskowoli*

³*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntez Chemicznych w Puławach*

Rzepak ozimy należy do roślin o wysokich wymaganiach pokarmowych, dlatego poszukuje się rozwiązań umożliwiających poprawę efektywności wykorzystania składników mineralnych oraz ograniczenie presji środowiskowej wynikającej z intensywnego nawożenia. W ostatnich latach coraz większe znaczenie przypisuje się nawozowym produktom mikrobiologicznym, które poprzez aktywizację mikroflory glebowej mogą korzystnie wpływać na wzrost i rozwój roślin uprawnych. Mikroorganizmy obecne w tego typu preparatach uczestniczą m.in. w procesach mineralizacji materii organicznej, zwiększaniu dostępności składników pokarmowych oraz stymulacji wzrostu systemu korzeniowego.

Celem pracy była ocena efektywności nawozowych produktów mikrobiologicznych stosowanych w uprawie rzepaku ozimego. Badania przeprowadzono w warunkach polowych z zastosowaniem dwóch różnych nawozów azotowych wzbogaconych wybranymi konsorcjami mikrobiologicznymi, aplikowanymi dogłębowo. W doświadczeniu analizowano czynniki determinujące wielkość plonu. Wartość odżywczą materiału roślinnego scharakteryzowano na podstawie analizy składu mineralnego wykonanej metodą emisyjnej spektrometrii optycznej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), co umożliwiło oznaczenie zarówno makroelementów, jak i mikroelementów. Ocenie poddano wielkość i jakość uzyskanego plonu nasion oraz wybrane parametry biometryczne roślin.

Uzyskane wyniki wskazują, że stosowanie nawozowych produktów mikrobiologicznych może korzystnie oddziaływać na rozwój rzepaku ozimego. W obiektach z aplikacją preparatów obserwowano zwiększenie dynamiki wzrostu roślin oraz poprawę wybranych cech morfologicznych w porównaniu z obiektem kontrolnym. Dodatkowo stwierdzono tendencję do wzrostu plonowania rzepaku ozimego, co może być związane z poprawą dostępności składników pokarmowych i intensyfikacją procesów biologicznych zachodzących w glebie.

Przeprowadzone badania potwierdzają zasadność wykorzystania preparatów mikrobiologicznych jako elementu wspomagającego nowoczesne i bardziej zrównoważone technologie uprawy rzepaku ozimego. Konieczne są jednak dalsze badania dotyczące stabilności działania poszczególnych produktów w różnych warunkach siedliskowych i agrotechnicznych.

DYNAMIKA POPULACJI BAKTERII KWASU MLEKOWEGO W SERWATCE KWAŚNEJ W ZALEŻNOŚCI OD CZASU I TEMPERATURY PRZECHOWYWANIA

JULIA FLAKIEWICZ, IZABELA MAZIARCZYK, PAULINA BOGUSZ

*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntez Chemicznych
Laboratorium Analityczne*

Wzrastające wymagania dotyczące zrównoważonego rozwoju oraz rosnące koszty utylizacji odpadów skłaniają do poszukiwania nowych rozwiązań na wykorzystanie produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego. Jednym z nich, stanowiącym szczególne wyzwanie, jest serwatka kwaśna, która, w przeciwieństwie do serwatki słodkiej, znajduje niewiele zastosowań wtórnych. Ze względu na obecność wielu składników pokarmowych, potencjalnie użytecznych w rolnictwie, istnieje potencjał wykorzystania jej jako składnika płynnych nawozów zawieszinowych. Jednak ze względu na jej niestabilność mikrobiologiczną, koniecznym jest zastosowanie składników stabilizujących. W badaniach nad dobo-rem tych czynników, przydatne jest poznanie dynamiki wzrostu bakterii odpowiedzialnych za procesy fermentacji, w tym bakterii kwasu mlekowego.

Celem badań było określenie wpływu temperatury oraz czasu magazynowania serwatki kwaśnej na zmiany w liczebności mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej.

Materiał badawczy stanowiła serwatka kwaśna pozyskana z jednej z krajowych spółdzielni mleczarskich. Przygotowane zostały dwie próby badawcze, z czego jedna przechowywana była w temperaturze 4–8°C, a druga w temperaturze pokojowej, w ciemności. Badania liczebności mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej przeprowadzono zgodnie z normą metodyczną PN-ISO 15214:2002 „Mikrobiologia żywności i pasz – Horyzontalna metoda oznaczania liczby mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej – Metoda płytkowa w 30°C”.

Uzyskane wyniki wskazują na zróżnicowaną dynamikę zmian liczebności mezofilnych bakterii kwasu mlekowego w zależności od temperatury przechowywania serwatki. W początkowym okresie przechowywania w temperaturze pokojowej obserwowano intensywniejszy wzrost liczebności badanych bakterii (7,34 log CFU·ml⁻¹) w porównaniu z próbą przechowywaną w warunkach chłodniczych (6,68 log CFU·ml⁻¹). W kolejnych etapach przechowywania w niższej temperaturze stwierdzono tendencję spadkową (4,35 log CFU·ml⁻¹), podczas gdy w temperaturze pokojowej utrzymywał się wzrost (7,70 log CFU/ml). Ostatecznie, po 5 tygodniach przechowywania, wartości liczebności bakterii w obu wariantach były zbliżone (odpowiednio 5,07 log CFU·ml⁻¹ dla temp. pokojowej oraz 5,40 log CFU·ml⁻¹ dla warunków chłodniczych).

Przeprowadzone badania wykazały, że zarówno temperatura, jak i czas magazynowania serwatki kwaśnej istotnie determinują zmiany liczebności mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. Rezultaty podkreślają znaczenie kontroli temperatury dla stabilności mikrobiologicznej produktu.

WARUNKI MAJĄ ZNACZENIE – WPLYW RÓŻNYCH SPOSOBÓW PRZECHOWYWANIA PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH NA PRZEŻYWALNOŚĆ BAKTERII I CZYSTOŚĆ PRODUKTÓW

KAROLINA FURTAK¹, ANNA TROJAK-GOLUCH², KAROLINA GAWRYJOLEK¹

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy

¹Zakład Mikrobiologii

²Zakład Biotechnologii i Hodowli Roślin

Przyjmuje się, że preparaty mikrobiologiczne należy przechowywać zgodnie ze wskazaniami podanymi przez producenta na opakowaniu. Z reguły w ich składzie znajdują się żywe mikroorganizmy, które cały czas prowadzą metabolizm.

W ramach realizacji projektu OSMO-PROTECT analizowano różne sposoby przechowywania opracowywanych biopreparatów składających się wyłącznie z bakterii oraz pożywki do ich wzrostu. Preparaty przechowywano przez pół roku: (a) O4 – preparat otwierany co miesiąc przechowywany w warunkach chłodniczych (temp. 4°C); (b) O25D – preparat otwierany co miesiąc przechowywany w temp. 25°C w ciemności (zamknięta szafka); (c) O25L – preparat otwierany co miesiąc przechowywany w temp. 25°C w obecności światła (naturalnie występujące w pomieszczeniu); (d) C4 – zamknięty preparat (butelka została otwarta dopiero bezpośrednio przed analizą) przechowywany w warunkach chłodniczych (temp. 4°C); (e) C25D – zamknięty preparat przechowywany w temp. 25°C w ciemności (zamknięta szafka); (f) C25L – zamknięty preparat przechowywany w temp. 25°C w obecności światła (naturalnie występujące w pomieszczeniu). Co miesiąc dokonywano pomiaru przeżywalności bakterii z wykorzystaniem cytometru przepływowego (Sysmex Partec CyFlow Cube 8), określano gęstość hodowli metodą spektrofotometryczną oraz liczebność bakterii metodą posiewu płytkowego. Jednocześnie badano poziom czystości – zakażenie innymi bakteriami bądź grzybami.

Wyniki wskazują, że w przypadku preparatu B warunki chłodnicze wiązały się z dużą liczbą żywych komórek w preparatach po 6 miesiącach przechowywania oraz niskimi stratami w gęstości optycznej. Preparat A charakteryzował się niższymi parametrami przeżywalności w czasie w porównaniu z preparatem B, a najlepsze wyniki uzyskano w przypadku przechowywania w temperaturze pokojowej w obecności światła. Stwierdzono, że preparat B wykazywał dużą czystość mikrobiologiczną. W preparacie regularnie otwieranym co miesiąc dopiero po 4 miesiącach odnotowano nieliczne kolonie grzybowe. W preparatach zamkniętych nie odnotowano tego typu zakażeń. Niestety w preparacie A wykazano obecność licznych kolonii grzybowych w wariantach O4, O25L i C4 już po pierwszym miesiącu przechowywania.

Wyniki wskazują, że sposób przechowywania preparatów ma znaczenie, a ponadto powinien on być dobrany w zależności od składników danego biopreparatu.

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

MIKROBIOLOGICZNE WSPARCIE ROŚLIN W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM W WALCE Z CHOROBAMI GRZYBOWYMI

KAROLINA FURTAK, KAROLINA GAWRYJOLEK, SYLWIA SIEBIELEC, ANNA BILOKINNA

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

Stosowanie biologicznych środków ochrony pozwala przede wszystkim ograniczyć zanieczyszczenie szkodliwymi substancjami roślin, gleby i wód, które są obecne w standardowych pestycydach. Wśród takich substancji można wyróżnić m.in. dichlorodifenylotrichloroetan i dioksyny, które pozostają w środowisku przez całe lata oraz odkładają się w organizmach ludzi i zwierząt. Stosowanie biokontrolerów mikrobiologicznych umożliwia ograniczenie występowania chorób odgrzybowych bez stosowania pestycydów, a co za tym idzie redukcję zanieczyszczenia substancjami chemicznymi środowiska glebowego i wód gruntowych oraz uzyskanie plonów bez zanieczyszczeń pochodzenia chemicznego i dbałość o bioróżnorodność środowiska, w tym zapylaczy.

Obecnie na rynku fungicydów (dane MRiRW) znajduje się 316 środków mikrobiologicznych. Zaś dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym jest tylko 21. Wśród substancji czynnych stanowiących podstawę tych preparatów można znaleźć: *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Pythium oligandrum*, *Pseudomonas* sp., *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum*.

W zwalczaniu zakażeń wywołanych *Fusarium* sp. zaleca się stosowanie środków zawierających *Trichoderma harzianum*, *Streptomyces griseobiridis*, *Trichoderma polysporum* oraz *Pythium oligandrum*. Natomiast w przypadku zakażenia *Botrytis cinerea* skuteczne są preparaty zawierające *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma polysporum*. Podwójne działanie wobec obu patogenów wykazuje więc wyłącznie *Trichoderma harzianum*, która również widnieje na liście substancji czynnych dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym. Preparatów zawierających ten gatunek grzyba jest obecnie zarejestrowanych zaledwie dwa.

Założeniem projektu FusoBotrix jest opracowanie biokontrolera zawierającego aktywny szczep bakterii o działaniu zarówno przeciwko *Botrytis cinerea*, jak i *Fusarium* sp.

Opracowanie powstało w ramach finansowania ze środków Unii Europejskiej w ramach Działania 2.5 Programu „Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki na lata 2021–2027” w ramach projektu „Science4Business – Nauka dla Biznesu” – Zadanie nr 1 „Inkubator Rozwoju”.

*Projekt nr I-189/S4B/IR/IUNG pt. „FusoBotrix - Bakteryjny biokontroler grzybów roślinnych w uprawach ekologicznych: rozwój i walidacja przeciw *Fusarium* sp. i *Botrytis* sp.”*

NAWOZY OTOCZKOWANE MIKROBIOLOGICZNIE_ BIOMIKROFERT+ANNA GAŁĄZKA^{1*}, MAŁGORZATA WOŹNIAK¹, ANNA MARZEC-GRZĄDZIEL¹, JAROSŁAW CIEPIEL¹,
ALEKSANDRA UKALSKA-JARUGA², MARTA WYZIŃSKA³*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy**¹Zakład Mikrobiologii**²Zakład Gleboznawstwa i Analiz Środowiskowych**³Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy***agalazka@iung.pulawy.pl*

Nawozy wzbogacone mikrobiologicznie (bionawozy) mają kluczowe znaczenie dla środowiska zarówno pod kątem ochrony i zwiększenia bioróżnorodności środowiska glebowego oraz zdrowia gleby, jak również w kontekście zmniejszenia nawożenia mineralnego. Obecnie rynek i dystrybucja preparatów mikrobiologicznych skupiony jest głównie na produktach zawierających wyłącznie mikroorganizmy (w tym na nawozowych produktach mikrobiologicznych, preparatach mikrobiologicznych), jak również na różnego rodzaju biostymulatorach i środkach poprawiających właściwości gleby. Tendencja ta wynika z faktu, iż dobór odpowiedniego komponentu mikrobiologicznego do otoczkowania granul nawozowych jest dość skomplikowany i wymaga szeregu badań. Tego typu bionawozy mogą stanowić naturalną alternatywę dla nawozów mineralnych, które stosowane w nadmiarze mogą powodować zmniejszenie bioróżnorodności gleb, prowadzić do eutrofizacji wód i zanieczyszczenia gleb. Stosowanie nawozów wzbogaconych mikrobiologicznie wspiera rozwój zrównoważonego rolnictwa, poprawia aktywność biologiczną gleby oraz jej żyzność, jak również zwiększa efektywność pobierania składników pokarmowych przez rośliny oraz wspomaga ogólny wzrost i rozwój roślin, przy jednoczesnej ochronie zasobów naturalnych. Zastosowanie bionawozów w rolnictwie może przyczynić się do zrównoważonego zarządzania ekosystemami rolniczymi i ich wykorzystania w sposób zapewniający zachowanie różnorodności biologicznej, produktywności, zdolności regeneracyjnych, witalności i zdolności do optymalnego funkcjonowania.

Głównym celem projektu jest optymalizacja doboru mikroorganizmów (bakterii promujących wzrost roślin) oraz komponentów otoczki granul nawozowych w celu poprawy żyzności gleb i plonu w uprawie roślin. Badania te będą prowadzone w celu określenia tzw. dobrych praktyk poprawy żyzności i aktywności biologicznej gleby w gospodarstwach zarówno ekologicznych, jak i konwencjonalnych

Badania finansowane w ramach Programu pn. „Inkubator Rozwoju” w ramach ustanowionego przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego projektu pozakonkursowego pn. „SCIENCE4BUSINESS-NAUKA DLA BIZNESU”, współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej „Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki na lata 2021–2027”. Projekt nr I-187/S4B/IR/IUNG

INNOWACYJNY PREPARAT MIKROBIOLOGICZNY ZAWIERAJĄCY ENDOFITY GRZYBOWE O WYSOKIM POTENCJALE W PROMOWANIU WZROSTU ROŚLIN I OGRANICZENIU ROZWOJU PATOGENÓW

ANNA GAŁĄZKA^{1*}, MAŁGORZATA WOŹNIAK¹, ANNA MARZEC-GRZĄDZIEL¹, KATARYNA WIEJAK¹,
MONIKA KOZIEŁ¹, EMILIA GRZĘDA¹, ŁUKASZ PECIO², JOLANTA BOJARSZCZUK³

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

¹*Zakład Mikrobiologii*

²*Zakład Fitochemii*

³*Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

**agalazka@iung.pulawy.pl*

Współczesne rolnictwo stoi przed koniecznością wdrażania rozwiązań zgodnych z zasadami zrównoważonego rozwoju, obejmujących ograniczenie stosowania syntetycznych środków ochrony roślin oraz nawozów mineralnych przy jednoczesnym utrzymaniu wysokiej produktywności upraw. W tym kontekście coraz większe znaczenie zyskują innowacyjne biopreparaty oparte na mikroorganizmach pożytecznych, które wspierają wzrost, rozwój i odporność roślin. Jedną z najbardziej perspektywicznych grup mikroorganizmów są endofity grzybowe, naturalnie zasiedlające tkanki roślinne bez wywoływania objawów chorobowych, a jednocześnie zdolne do indukowania mechanizmów obronnych i stymulowania procesów fizjologicznych roślin. Endofity grzybowe wykazują wielokierunkowe działanie: wspomagają pobieranie składników pokarmowych, syntetyzują fitohormony (m.in. auksyny, gibereliny, cytokininy), zwiększają odporność roślin na stresy środowiskowe oraz ograniczają rozwój patogenów poprzez konkurencję o zasoby, wydzielanie metabolitów o działaniu antagonistycznym czy indukowanie odporności systemicznej.

Celem niniejszego projektu jest opracowanie innowacyjnego preparatu mikrobiologicznego zawierającego wyselekcjonowane szczepy endofitów grzybowych o wysokim potencjale w promowaniu wzrostu roślin i ograniczaniu rozwoju patogenów. Realizacja projektu obejmuje charakterystykę funkcjonalną szczepów endofitycznych, ocenę ich właściwości biostymulujących i bioprotekcyjnych w warunkach *in vitro* oraz *in planta*, a także opracowanie optymalnej formulacji preparatu umożliwiającej jego skuteczne zastosowanie w praktyce rolniczej. W wyniku realizacji zadań zaplanowanych w niniejszym projekcie zostaną opracowane i przygotowane do wdrożenia produkty mikrobiologiczne zawierające endofity grzybowe oraz bakterie promujące wzrost roślin o wysokim potencjale agrobiotechnologicznym.

Badania finansowane w ramach Programu pn. „Inkubator Rozwoju” w ramach ustanowionego przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego projektu pozakonkursowego pn. „SCIENCE4BUSINESS-NAUKA DLA BIZNESU”, współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej „Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki na lata 2021–2027”. Projekt nr I-192/S4B/IR/IUNG

**ANALIZA AKTYWNOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ W RYZOSFERZE JĘCZMIENIA
JAREGO W BADANIACH EKOLOGICZNYCH**

ANNA GAŁĄZKA, DANUTA LESZCZYŃSKA

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy**¹Zakład Mikrobiologii**²Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu*

Badania polowe przeprowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB w Grabowie (woj. mazowieckie), na polu certyfikowanym w zakresie rolnictwa ekologicznego. Materiał badawczy stanowiły dwie odmiany jęczmienia jarego o różnej wrażliwości na patogeny grzybowe różniące się cechami morfologicznymi i fizjologicznymi – Tilmor i Feedway. Dokonano oceny działania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym preparatów ziołowych, mikrobiologicznych, krzemowych do zaprawiania nasion i aplikacji dolistnej w aspekcie poprawy produktywności jęczmienia jarego i lepszej aktywności mikrobiologicznej gleby.

Ocenę profilu metabolicznego populacji mikroorganizmów w ryzosferze dwóch odmian jęczmienia uprawianego w rolnictwie ekologicznym przeprowadzono z wykorzystaniem EcoPlates Biolog. W strefie korzeniowej roślin obserwowano zwiększoną aktywność i liczebność mikroorganizmów, co przyczyniło się do efektywniejszego uruchamiania składników mineralnych zawartych w glebie przykorzeniowej, a tym samym do lepszego odżywiania roślin.

Najwyższą wartość indexu Shannona stwierdzono w ryzosferze gleb jęczmienia odmiany Tilmor w wariantach: 1 – dwóch zabiegów dolistnych preparatem mikrobiologicznym oraz 2 – po zastosowaniu kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej (Adesil + Zumsil + preparat mikrobiologiczny do zaprawiania ziarna oraz zabiegi dolistne Zumsil + preparat mikrobiologiczny).

Najwyższą aktywność mikroorganizmów w ryzosferze jęczmienia odmiany Feedway uzyskano w wariantach: a) zastosowania mąki z gorczycy do zaprawiania nasion, b) stymulacji preparatami Adesil + Zumsil, c) stymulacji preparatami Adesil + Zumsil i dwoma zabiegami dolistnymi Zumsil, d) preparatu mikrobiologicznego do zaprawiania roślin.

Mikroorganizmy zasiedlające korzenie roślin oddziaływały pośrednio na kształtowanie ogólnej aktywności biologicznej i żyzności gleby – co jest szczególnie istotne w przypadku rolnictwa ekologicznego.

Badania zrealizowano na podstawie decyzji MRiRW, Nr dec. DEJ.re.765.1.2024/2

MIKROBIOLOGICZNE ŚRODKI OCHRONY ROŚLIN I ICH ZASTOSOWANIE W OCHRONIE UPRAW

KAROLINA GAWRYJOLEK, KAROLINA FURTAK

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

Świadomość konieczności ograniczenia nadmiernej chemizacji rolnictwa i troska o bioróżnorodność środowiska wpłynęła na wzrost stosowania w ochronie upraw produktów pochodzenia naturalnego. Mikrobiologiczne środki ochrony roślin (MŚOR) stanowią szczególną grupę preparatów ze względu na ich skład. Zawierają żywe, pożyteczne mikroorganizmy (bakterie, grzyby, wirusy) lub ich metabolity, które są wykorzystywane do zwalczania szkodników i chorób roślin. Stanowią bezpieczną alternatywę dla chemicznych pestycydów, dlatego są uznawane za kluczowy element zrównoważonego rolnictwa. Ich działanie polega na wykorzystaniu naturalnych mechanizmów biologicznych, które ograniczają rozwój chorób i szkodników. Przykładowo preparaty zawierające substancję czynną w postaci bakterii *Bacillus thuringiensis* działają przeciwko gąsienicom motyli, upośledzając ich układ pokarmowy. Zaletami mikrobiologicznych środków ochrony roślin jest ich bezpieczeństwo stosowania. Są nieszkodliwe dla ludzi, zwierząt oraz owadów zapylających i pozwalają na produkcję roślinną pozbawioną zanieczyszczeń chemicznych. Działają selektywnie na konkretny agrofag, nie naruszając równowagi biologicznej. Dodatkowo wiele mikroorganizmów wchodzących w skład MŚOR ma działanie wielokierunkowe – poza ograniczeniem chorób mogą poprawiać pobieranie składników pokarmowych oraz stymulować wzrost roślin, co bezpośrednio przekłada się na plon. Są zgodne z zasadami rolnictwa ekologicznego oraz integrowanej ochrony roślin. Mikrobiologiczne środki ochrony roślin mają również swoje ograniczenia. Ich działanie zależy od warunków środowiskowych, w jakich zostały zastosowane oraz prawidłowego przechowywania. Działają wolniej niż preparaty chemiczne, a ich skuteczność jest najwyższa we wczesnych stadiach infekcji oraz w zabiegach profilaktycznych.

Opracowanie powstało w ramach finansowania ze środków Unii Europejskiej w ramach Działania 2.5 Programu „Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki na lata 2021–2027” w ramach projektu „Science4Business – Nauka dla Biznesu”- Zadanie nr 1 „Inkubator Rozwoju” Umowa nr I-189/S4B/IR/IUNG

ROLA BIOSTYMULANTÓW HUMUSOWYCH I MIKROBIOLOGICZNYCH W KSZTAŁTOWANIU ZDOLNOŚCI KIEŁKOWANIA ORAZ PROFILU METABOLICZNEGO NASION SAŁATY

AGATA GRYTA¹, MATEUSZ MĄCIK¹, LOREDANA CANFORA², FLAVIA PINZARI³, ELIGIO MALUSA⁴,
MAGDALENA FRĄC¹

¹*Instytut Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk,
ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin*

²*Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L'Analisi,
via della navicella 2-4, Roma, 00184, Italy*

³*Institute for Biological Systems (IBS), Council of National Research of Italy (CNR),
Area della Ricerca di Roma, via Salaria Km 29, 300, 00015 Monterotondo (RM), Italy*

⁴*National Institute of Horticulture in Skierniewice,
Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice, Poland*

Biostymulanty humusowe i mikrobiologiczne to preparaty wspierające wzrost roślin poprzez oddziaływanie na procesy fizjologiczne, glebowe i metaboliczne. Preparaty humusowe, oparte na kwasach humusowych, fulwowych i huminach, poprawiają strukturę gleby, zwiększają przepuszczalność błon komórkowych korzeni, stymulują rozwój korzeni włośnikowych oraz wspierają aktywność pożytecznych mikroorganizmów glebowych. Z kolei biostymulanty mikrobiologiczne zawierają bakterie, np. z rodzaju *Bacillus* spp., które kolonizują powierzchnię roślin, tworząc naturalną barierę mikrobiologiczną. Mikroorganizmy te produkują naturalne fitohormony, poprawiają wigor roślin, zwiększają ich odżywienie oraz ograniczają rozwój patogenów. Obie grupy preparatów są uznawane za narzędzia wspierające wczesne etapy wzrostu, w tym kiełkowanie nasion.

Celem badań było określenie wpływu biostymulantów humusowych i mikrobiologicznych na kiełkowanie nasion sałaty oraz na ich profil metaboliczny oceniany za pomocą techniki Biolog ECO. Testy kiełkowania przeprowadzono na trzech podłożach. Otrzymane wyniki wskazują, że kiełkowanie nasion zależy zarówno od rodzaju biostymulanta, jak i od podłoża, a preparaty mikrobiologiczne wykazały większą stabilność działania w porównaniu z humusowymi.

Analiza metaboliczna z wykorzystaniem płytek Biolog ECO ujawniła zróżnicowane profile wykorzystania substratów węglowych jako efekt zmian w aktywności enzymatycznej nasion traktowanych biostymulantami. Preparaty kształtowały profil metaboliczny nasion, różnicując intensywność wykorzystania substratów z różnych grup funkcjonalnych oraz wpływając na kluczowe wskaźniki bioróżnorodności metabolicznej.

Wyniki podkreślają znaczenie odpowiedniego doboru biostymulantów w kontekście optymalizacji wczesnych etapów rozwoju sałaty oraz potwierdzają przydatność techniki EcoPlate jako narzędzia do oceny subtelnych zmian metabolicznych indukowanych biostymulacją.

Badania finansowane w ramach projektu SPIN-FERT 101157265 HORIZON-MISS-2023-SOIL-01: Innovative practices, tools and products to boost soil fertility and peat substitution in horticultural crops

ANALIZA PRZEŻYWALNOŚCI POŻYTECZNYCH MIKROORGANIZMÓW W NOŚNIKACH O WŁAŚCIWOŚCIACH NAWOZOWYCH

MAŁGORZATA HAŁAT-ŁAŚ¹, ANNA AMBROSZCZYK¹, AGNIESZKA CZAPLA², PAWEŁ KASZYCKI²

¹*ORGANIKA-AGRARIUS Sp. z o. o.*

²*Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie*

W ostatnich latach obserwuje się dynamiczny rozwój nawozów mikrobiologicznych oraz rosnące zainteresowanie wykorzystaniem pożytecznych mikroorganizmów w rolnictwie. Jednym z kluczowych wyzwań związanych ze stosowaniem nowoczesnych produktów bionawozowych pozostaje jednak zapewnienie odpowiedniej przeżywalności i stabilności mikroorganizmów w trakcie przechowywania oraz po aplikacji do środowiska glebowego. Szczególne znaczenie w tym kontekście odgrywa dobór odpowiedniego nośnika, który nie tylko chroni komórki mikroorganizmów, ale również może wspierać ich aktywność biologiczną.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu składu chemicznego oraz właściwości fizykochemicznych nośników o charakterze nawozowym na przeżywalność wybranych szczepów mikroorganizmów. Analizie poddano różne warianty nośników, różniące się między innymi zawartością materii organicznej, zdolnością sorpcyjną, w tym właściwościami retencji wody. W badaniach wykorzystano wyselekcjonowane szczepy bakterii o potencjale aplikacyjnym w rolnictwie, a ich liczebność oznaczano w określonych odstępach czasu metodą posiewów na podłoża mikrobiologiczne.

Uzyskane wyniki wskazują, że skład i struktura nośnika w istotny sposób wpływają na przeżywalność mikroorganizmów. Nośniki o większej zawartości materii organicznej oraz lepszych właściwościach retencyjnych sprzyjały utrzymaniu wyższej liczebności komórek w czasie przechowywania. Zaobserwowano również, że odpowiednio dobrane parametry fizykochemiczne nośnika mogą ograniczać spadek aktywności biologicznej mikroorganizmów, co ma istotne znaczenie z punktu widzenia ich efektywności po aplikacji.

Przeprowadzone badania stanowią wstępny etap prac nad opracowaniem stabilnych formułacji nawozów mikrobiologicznych, w których nośnik pełni nie tylko funkcję ochronną, lecz również aktywnie wspiera funkcjonowanie mikroorganizmów. Uzyskane rezultaty wskazują na konieczność dalszej optymalizacji składu nośników w celu zwiększenia trwałości preparatów oraz ich skuteczności w warunkach polowych, co powinno przyczynić się do szerszego wykorzystania rozwiązań mikrobiologicznych w nowoczesnym rolnictwie.

**PORÓWNANIE AKTYWNOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ I FITOTOKSYCZNOŚCI
GLEB OBJĘTYCH SPECJALNĄ FORMĄ OCHRONY ŚRODOWISKA ORAZ GLEB
PODDANYCH ANTROPOPRESJI**

JOLANTA JONIEC, EDYTA KWIATKOWSKA

*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Mikrobiologii Środowiskowej, Wydział Agrobiotechnologii,
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin*

Użytkowanie terenu silnie wpływa na obieg i sekwestrację węgla w glebie. Pierwiastek ten obok azotu (N), to zdecydowanie jeden z najważniejszych, a tym samym niezbędnych pierwiastków do prawidłowego funkcjonowania organizmów żywych, jak i całych ekosystemów. Prezentowane badania obejmowały analizę udziału mikroorganizmów w cyklu biogeochemicznym C oraz ocenę fitotoksyczności w glebach (nieużytki i pola uprawne) zlokalizowanych na terenach objętych formą ochrony przyrody tj. Poleskim Parkiem Narodowym (PNP) oraz w analogicznie użytkowanych glebach zlokalizowanych poza parkiem. Autorzy dokonali również oceny ww. zjawisk w glebach zdegradowanych poddanych 2- i 10-letniej rekultywacji skałą płonną, generowaną jako odpad w znajdującej się w bliskim sąsiedztwie parku narodowego kopalni węgla LW „Bogdanka” S.A. Próbkę gleby pobierano latem oraz jesienią i analizowano w nich aktywność oddechową oraz enzymatyczną, tj. dehydrogenaz i aktywność hydrolityczną fluoresceiny (FDA) oraz fitotoksyczność, tj. kiełkowanie i przyrost długości korzenia *Lepidium sativum* L. Wyniki wykazały istotne różnice w zależności od lokalizacji. Różnice te wyraźniej uwidoczniły się w przypadku nieużytków niż pól uprawnych. Średnia aktywność oddechowa oraz enzymatyczna były w przypadku nieużytków niższe w glebie na terenie parku. W glebie z pola zlokalizowanego w parku aktywności te również były niższe przynajmniej w jednym terminie. Ponadto w glebach na terenie PPN odnotowano korzystniejsze wartości wskaźników związanych z fitotoksycznością, tj. kiełkowania i przyrostu korzenia. Rekultywacja skałą płonną nie była skuteczna szczególnie w ciągu krótszego okresu, tj. 2 lat. Badania wykazały, że rekultywacja jedynie skałą płonną jest niewystarczająca i nie w pełni bezpieczna oraz wymaga dłuższego czasu.

Badania wskazują na konieczność i celowość podejmowania zabiegów ochronnych dla cennych przyrodniczo terenów, które przyczyniają się do podtrzymywania płynności cyklu biogeochemicznego jednego z najważniejszych biogenów, tj. węgla. Badania te dostarczają również cennych informacji przydatnych przy podejmowaniu decyzji o wykorzystaniu skały płonnej w rekultywacji.

Badania zostały częściowo sfinansowane w ramach projektu UBAD.WRM.24.104, pt. „Parametry aktywności i bioróżnorodności mikroorganizmów oraz fitotoksyczności, jako narzędzie do monitorowania gleb Poleskiego Parku Narodowego”, realizowanego jako część Programu Strategicznego: RAZEM DLA BIORÓŻNORODNOŚCI ze środków Funduszu Badań i Działań na rzecz Ochrony Środowiska na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego: GRANTY DLA NAUKOWCÓW”

ŚLAD PO PSZENICY: PRZEBUDOWA MIKROBIOMU GLEBY W UJĘCIU NGS

KATARZYNA KAGAN¹, ANNA KRUCZYŃSKA², AGNIESZKA KUŹNIAR³, WERONIKA GORAJ²,
JACEK PODLEWSKI⁴, AGNIESZKA WOLIŃSKA²

¹*Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Katedra Nauk o Rodzinie, Wydział Teologii*

²*Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Katedra Mikrobiologii i Medycyny Translacyjnej,
Wydział Medyczny*

³*Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Pracownia Genomiki i Genetyki Laboratoryjnej,
Wydział Medyczny*

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

Cel badań stanowiła ocena zmian w strukturze mikrobiomu glebowego w uprawie pszenicy w warunkach zredukowanych dawek nawożenia azotowego. Analizy objęły okres od stanu wyjściowego gleby przed rozpoczęciem doświadczenia (przedsięwzięcie 2023) do etapu końcowego po zbiorze plonów w 2024 roku. W doświadczeniu zastosowano 3 poziomy nawożenia: 100% (D1.W), 80% (D2.W) i 60% (D3.W) zalecanej dawki azotu oraz próbę kontrolną – glebę nienawożoną (K.W).

Do charakterystyki mikrobiomu wykorzystano sekwencjonowanie następnej generacji (NGS, Illumina MiSeq), a uzyskane dane analizowano z użyciem MiSeq Reporter oraz QIIME2, co pozwoliło na identyfikację ASVs i analizę taksonomiczną w oparciu o bazy SILVA 138 i UNITE v8.

Wyniki wskazują, że struktura mikrobiomu ulegała zmianom w czasie oraz w zależności od poziomu nawożenia. W 2023 roku w glebach dominowały grupy takie jak *Proteobacteria*, *Actinobacteriota*, *Bacteroidota* i *Acidobacteriota*, natomiast w 2024 roku obserwowano przesunięcia ich udziałów, co odzwierciedla wpływ uprawy i dostępności azotu na funkcjonowanie gleby. Zróżnicowanie między wariantami nawożenia sugeruje, że redukcja dawki azotu sprzyja bardziej zrównoważonej strukturze mikrobiomu, podczas gdy gleba nienawożona wykazuje odmienny profil mikrobiologiczny.

Jednocześnie analiza indeksów bioróżnorodności (Simpsona, Shannona oraz ACE) wykazała, że zastosowane praktyki rolnicze, w tym redukcja nawożenia azotowego, nie spowodowały spadku bioróżnorodności mikroorganizmów glebowych w uprawie pszenicy. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość ograniczenia nawożenia azotowego bez negatywnego wpływu na różnorodność i stabilność mikrobiomu, co wpisuje się w założenia rolnictwa zrównoważonego.

*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)*

BIOPREPARATY STOSOWANE W AGRONOMII – NOWA ERA W NAWOŻENIU I OCHRONIE ROŚLIN

MONIKA KOZIEL

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

Chemizacja rolnictwa, a także niewłaściwe metody uprawy gleby doprowadziły do degradacji środowiska glebowego, co przyczynia się do ograniczenia wzrostu i rozwoju roślin. Priorytetem staje się poszukiwanie nowych rozwiązań mających na celu podniesienie wydajności upraw, przy jednoczesnym zapewnieniu stabilności środowiska. Stosowanie biopreparatów mikrobiologicznych jest obecnie istotnym elementem zrównoważonej praktyki rolniczej, która minimalizuje negatywny wpływ na środowisko naturalne.

Biopreparaty to produkty zawierające w składzie żywe mikroorganizmy lub produkty ich metabolizmu. Stanowią one jedną z alternatyw dla chemicznych środków ochrony roślin, a ich celem jest ochrona roślin przed patogenami oraz pozytywny wpływ na ich wzrost i rozwój. Preparaty, których składnikiem biologicznym są różnego rodzaju mikroorganizmy wykorzystują naturalne procesy biologiczne, aby wspierać zdrowie gleby i roślin, co przyczynia się do długotrwałego utrzymania płodności gleby i ekosystemów rolniczych.

Biopreparaty mogą być stosowane jako bionawozy, biopestycydy, biostymulatory i preparaty mikrobiologiczne. Na podstawie składu biopreparaty stosowane w rolnictwie można sklasyfikować jako grzybowe, bakteryjne, bakteryjno/grzybowo-enzymatyczne, bakteryjno-grzybowe i enzymatyczne.

Biopreparaty zyskują na popularności, ponieważ posiadają znacznie więcej zalet w porównaniu z nawozami i środkami ochrony roślin, szczególnie w kontekście zrównoważonego rolnictwa i ochrony środowiska. Są źródłem substancji naturalnie syntetyzowanych przez rośliny, tj. fitohormony, witaminy, aminokwasy. Biopreparaty przyczyniają się do zwiększenia przyswajalności trudno dostępnych pierwiastków (azot, fosfor, żelazo), poprawiają warunki próchnicotwórcze gleby oraz stymulują aktywność i różnorodność mikrobiologiczną środowiska glebowego.

Pomimo wielu korzyści wynikających ze stosowania biopreparatów należy pamiętać, że ich skuteczność w dużym stopniu zależy od wielu czynników środowiskowych, takich jak wilgotność i pH gleby, temperatura, ilość opadów atmosferycznych.

*Opracowanie przygotowane zostało w ramach zadania 1.7 dotacji celowej MRiRW w 2026 r.
pt. „Preparaty mikrobiologiczne”*

WZROST SZCZEPÓW *RHIZOBIUM* POD WPLYWEM ZMIENNYCH ZAKRESÓW TEMPERATURY I PH

MONIKA KOZIEŁ, MAŁGORZATA WOŹNIAK

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

Wzrost i aktywność szczepów bakterii z rodzaju *Rhizobium* (bakterii brodawkowych) są silnie uzależnione od czynników środowiskowych, w tym temperatury i odczynu gleby, co bezpośrednio przekłada się na efektywność symbiozy z roślinami bobowatymi. Szczepy bakterii należące do rodziny *Rhizobiaceae* wykazują dużą różnorodność w zakresie tolerancji na stres. Niektóre izolaty są odporne na wysokie temperatury (40°C) i szeroki zakres pH (4,5–10).

Szczepy bakterii należące do rodzajów: *Ensifer*, *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* oceniono pod kątem tolerancji na różne reżimy temperaturowe – 5°C, 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C i 45°C na płynnej pożywce YEMA. Kolejnym czynnikiem wpływającym na symbiozę pomiędzy ryzobiami a roślinami bobowatymi jest wartość pH gleby. Skrajne wartości pH mają istotny wpływ na przeżywalność i wzrost roślin. Dane literaturowe podają, że optymalne pH dla wzrostu ryzobiów zawiera się w przedziale pomiędzy 6,0 a 7,0. Jednakże poszczególne szczepy tych bakterii mogą różnić się między sobą pod względem tolerancji na zakwaszenie środowiska. Wpływ pH na wzrost badanych szczepów został sprawdzony na płynnej pożywce YEMA o różnych wartościach pH (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). Otrzymane wyniki pozwolą określić potencjał izolatów do przetrwania i funkcjonowania w różnych warunkach środowiskowych.

*Badania wykonano w ramach tematu badawczego 1.18 pt. Ocena właściwości i praktycznego wykorzystania bakterii z rodzaju *Rhizobium* i *Bradyrhizobium* jako komponentów produktów mikrobiologicznych realizowanego w ramach podprogramu 1 działalności statutowej IUNG-PIB*

WSTĘPNA OCENA WPŁYWU DODATKÓW MIKROBIOLOGICZNYCH NA PRZEMIANY MATERII ORGANICZNEJ W MIESZANINACH ODCHODÓW PSÓW I GLEBY

ANTONINA KRAWCZYK¹, BOŻENA NOWAKOWICZ-DĘBEK¹, WIOLETTA WNUK¹, AGATA DRABIK¹,
JUSTYNA MARTYNA¹, KATARZYNA JARECKA²

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

²Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, SKN Zagrożeń Zawodowych i Środowiskowych

Odchody psów stanowią problem środowiskowy, a pozostawiane w przestrzeni miejskiej mogą stanowić zagrożenie sanitarne. Pomimo powszechności tego zjawiska, możliwości kontrolowanego przekształcania takiego materiału organicznego są nadal słabo rozpoznane. Jednym z potencjalnych kierunków jego zagospodarowania jest stabilizacja oparta na procesach rozkładu materii organicznej. W przypadku odchodów psów zagadnienie to wymaga szczególnej ostrożności ze względu na ich skład, możliwe obciążenie mikrobiologiczne i parazytologiczne oraz odmienny charakter w porównaniu z odchodami zwierząt gospodarskich. Zastosowanie dodatków strukturalnych i mikrobiologicznych może wpływać na przebieg tych procesów, jednak dane dotyczące tego zagadnienia są ograniczone.

Celem badań była pilotażowa ocena wpływu inokulum mikrobiologicznego na przemiany materii organicznej, liczebność wybranych grup drobnoustrojów oraz emisję gazów w mieszaninach odchodów psów i gleby. Doświadczenie prowadzono w warunkach laboratoryjnych przez 4 miesiące. Zastosowano wariant kontrolny obejmujący glebę i odchody psów oraz cztery warianty doświadczalne zawierające dodatkowo trociny. Część wariantów wzbogacono inokulami mikrobiologicznymi. Trociny pełniły funkcję dodatku strukturalnego modyfikującego stosunek C:N, natomiast mikroorganizmy wprowadzono w celu oceny ich potencjalnego wpływu na przebieg biodegradacji. W próbkach oznaczano wybrane parametry fizykochemiczne i chemiczne, w tym wskaźniki związane ze stabilizacją materii organicznej, a także ogólną liczbę bakterii mezofilnych, liczebność grzybów pleśniowych i drożdżopodobnych oraz emisję gazowych zanieczyszczeń.

Uzyskane wyniki wskazują na zróżnicowanie wariantów doświadczenia pod względem analizowanych parametrów. Obserwowane zmiany sugerują, że skład mieszaniny oraz zastosowane inokula mogły wpływać na przebieg procesów rozkładu i stabilizacji materii organicznej. Badany model może być przydatny do wstępnej oceny możliwości kontrolowanego przekształcania materiału zawierającego odchody psów. Ze względu na pilotażowy charakter doświadczenia, laboratoryjną skalę badań oraz udział gleby w mieszaninie, uzyskane wyniki należy traktować jako podstawę do dalszych badań nad wykorzystaniem dodatków mikrobiologicznych w tego typu procesach.

CZY GRZYBY ENTOMOPATOGENNE WYKAZUJĄ ANTYBIOTYKOOPORNOŚĆ? POD LUPĄ RODZAJ *AKANTHOMYCES*

AGNIESZKA LENG¹, DOMINIKA SIEGIEDA¹, JACEK PANEK¹, SYLWIA RÓŻALSKA², MAGDALENA FRĄC^{1*}

¹*Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk*
²*Uniwersytet Łódzki, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Biotechnologii,
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,
m.frac@ipan.lublin.pl

Grzyby entomopatogeniczne (EPFs) stanowią istotną grupę mikroorganizmów wykorzystywanych w biologicznej ochronie roślin jako naturalni wrogowie szkodników. Należą one do jednych z kluczowych elementów integrowanej ochrony roślin, a ich znaczenie w opracowywaniu skutecznych strategii biokontroli stale wzrasta. Większość obecnie dostępnych biopreparatów opiera się głównie na przedstawicielach rodzajów *Metarhizium* i *Beauveria*. Jednocześnie środowisko naturalne stanowi rezerwuuar wielu innych rodzajów grzybów entomopatogenicznych, które wykazują równie wysoką skuteczność w infekowaniu stawonogów, są bezpieczne dla środowiska ze względu na unikalny mechanizm działania, a dodatkowo mogą posiadać właściwości promujące wzrost roślin. Do tej grupy należą entomopatogeniczne gatunki z rodzaju *Akanthomyces*. Równocześnie rosnące zainteresowanie bezpieczeństwem środowiskowym biopreparatów mikrobiologicznych wskazuje na konieczność oceny obecności determinanty antybiotykooporności w mikroorganizmach wykorzystywanych w rolnictwie.

Celem pracy była analiza występowania genów związanych z opornością na antybiotyki u wybranych szczepów rodzaju *Akanthomyces*. W ramach badań przygotowano biblioteki całogenomowe z wykorzystaniem zestawu Illumina DNA Prep, które następnie poddano sekwencjonowaniu przy użyciu zestawu v3 3×300 pz na aparacie Illumina MiSeq. Otrzymane dane genomowe złożono z wykorzystaniem narzędzia SPAdes, natomiast identyfikację oraz anotację genów związanych z opornością na antybiotyki przeprowadzono przy użyciu narzędzia CARD RGI.

Przeprowadzone analizy wykazały, że rezystom *Akanthomyces* cechuje się niską liczebnością genów oporności antybiotykowej. Ponadto w genomie tych grzybów nie zidentyfikowano kompletnych genów kodujących antybiotykooporność, a jedynie ich krótkie fragmenty. Testowane izolaty grzybów nie stanowią realnego zagrożenia wprowadzenia genów oporności na antybiotyki do środowiska.

*Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu OPUS 27,
numer umowy 2024/53/B/NZ9/01058*

WPLYW PREPARATU MIKROBIOLOGICZNEGO NA PRODUKCYJNOŚĆ JĘCZMIENIA JAREGO W WARUNKACH EKOLOGICZNYCH

DANUTA LESZCZYŃSKA

*Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu*

Jęczmień jest jednym z ważniejszych gatunków roślin rolniczych, jego ziarno jest wykorzystywane w żywieniu ludzi i zwierząt oraz w przetwórstwie przemysłowym. W uprawie ekologicznej nie stosuje się chemicznych środków produkcji, dlatego dużą wagę przywiązuje się do podniesienia odporności roślin na patogeny, zwiększenia reakcji na stresy środowiskowe i tym samym poprawę plonowania roślin.

Dokonano oceny działania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym preparatów ziołowych, mikrobiologicznych, krzemowych do zaprawiania nasion i aplikacji dolistnej w aspekcie poprawy produktywności jęczmienia jarego. Badania zostały przeprowadzone w warunkach: laboratoryjnych, szklarniowych i polowych. Badania laboratoryjne, szklarniowe głównie zrealizowano w Instytucie Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym (IUNG-PIB) w Puławach, natomiast doświadczenia polowe w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym IUNG-PIB w Grabowie (woj. mazowieckie), na polu certyfikowanym w zakresie rolnictwa ekologicznego. Materiał badawczy stanowiły dwie odmiany jęczmienia jarego o różnej wrażliwości na patogeny grzybowe, różniące się cechami morfologicznymi i fizjologicznymi – Tilmor i Feedway.

W badaniach szklarniowych i polowych w wybranych fazach rozwojowych jęczmienia (BBCH 29, BBCH 39, BBCH 51) został określony wskaźnik zieloności liści SPAD, świadczący o zróżnicowanym stanie odżywienia roślin według badanych strategii ochrony.

W przeprowadzonym badaniach (jednorocznych), niezależnie od porównywanych odmian, jęczmień uzyskał istotną wyższą plon ziarna po zastosowaniu badanych preparatów. Najlepiej plonował jęczmień uprawiany według kompleksowej technologii krzemowo-mikrobiologicznej.

*Badania zrealizowano na podstawie decyzji MRiRW
Nr dec. DEJ.re.765.1.2024/2*

SELEKCJA I IDENTYFIKACJA SZCZEPÓW BAKTERII RYZOSFEROWYCH DO AKLIMATYZACJI *EX VITRO* ROŚLIN *AMELANCHIER ALNIFOLIA* NUTT., *CYDONIA OBLONGA* MILL. I *VACCINIUM CORYMBOSUM* L.

ANNA LISEK, SŁAWOMIR GŁUSZEK, LIDIA SAS-PASZT, ALEKSANDRA TRZEWIK, ANNA PAŁECZKA

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

Aklimatyzacja w warunkach *ex vitro* mikrorozmnażanych gatunków roślin *Amelanchier alnifolia* Nutt., *Cydonia oblonga* Mill. i *Vaccinium corymbosum* L. jest utrudniona z powodu zahamowania wzrostu pędów i korzeni wynikającego m.in. z indukcji spoczynku oraz podatnością aklimatyzowanych roślin na infekcje wywołane przez fitopatogeny. Zastosowanie pożytecznych mikroorganizmów, które wykazują właściwości stymulacji wzrostu korzeni i pędów i/lub antagonizmu do fitopatogenów może przyczynić się do poprawy ukorzenia i aklimatyzacji roślin w warunkach *ex vitro*. Celem badań była identyfikacja szczepów bakterii wyizolowanych z gleby ryzosferowej, przeznaczonych do poprawy efektywności ukorzenia i aklimatyzacji *ex vitro* roślin świdosiwy olcholistnej, pigwy pospolitej i borówki wysokiej. Ponadto, przeprowadzono testy oparte na PCR w celu wykrycia genów biosyntezy lipopeptydów, związków, które wykazują szerokie spektrum aktywności biologicznej, w tym antagonizm wobec fitopatogenów (bakterie, grzyby i łęgniowce) i mają potencjalne zastosowanie w rolnictwie i ochronie środowiska.

Analizy przeprowadzono dla 23 izolatów bakterii wyizolowanych z gleby ryzosferowej roślin świdosiwy olcholistnej (11), pigwy pospolitej (8) i borówki wysokiej (4). Identyfikację izolatów przeprowadzono w oparciu o analizę sekwencji genu 16S rRNA oraz 2–5 wybranych genów metabolizmu podstawowego: *rpoB*, *tuf*, *recA*, *gyrA*, *purH*. W wyniku przeprowadzonych analiz określono przynależność 2 izolatów bakterii do gatunku *Bacillus licheniformis* i 3 izolatów do gatunku *Bacillus pumilus*. Stwierdzono, że pozostałe 18 izolatów należą do rodzajów *Pseudomonas*, *Bacillus* i *Rosellomorea*. Ponadto, przeprowadzone testy wskazały, że bakterie *Bacillus licheniformis* i *Bacillus pumilus* wykazują właściwości syntezy lipopeptydów z grupy surfaktyn. Wynik ten wskazuje na potencjalne zastosowanie tych szczepów jako komponentów konsorcjów mikrobiologicznych do ograniczania występowania fitopatogenów podczas aklimatyzacji *ex vitro* roślin świdosiwy olcholistnej, pigwy pospolitej i borówki wysokiej.

*Praca wykonana w ramach projektu finansowanego przez Ministra Nauki w ramach przyznanej subwencji
‘Zwiększenie efektywności ukorzenia i aklimatyzacji roślin rozmnażanych in vitro z wykorzystaniem
regulatorów wzrostu oraz pożytecznych mikroorganizmów i środków biologicznie czynnych’, ZBS/6/2024 8.6.24*

**BIOBEEPLANTS – OPRACOWANIE BIOFORMULACJI MIKROBIOLOGICZNYCH
WSPOMAGAJĄCYCH WZROST ROŚLIN MIODODAJNYCH**

ANNA MARZEC-GRZĄDZIEL, KATARZYNA WIEJAK, JAROSŁAW CIEPIEL

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

Rośliny miododajne odgrywają istotną rolę w utrzymaniu bioróżnorodności oraz wspieraniu owadów zapylających, jednak nadal brakuje dedykowanych preparatów mikrobiologicznych opracowanych specjalnie dla tej grupy roślin. Celem projektu BIObeePlants jest opracowanie innowacyjnych bioformulacji opartych na endofitycznych bakteriach promujących wzrost roślin (PGPR), przeznaczonych dla facelii (*Phacelia tanacetifolia*), dziurawca (*Hypericum perforatum*) oraz żmijowca (*Echium vulgare*).

W ramach projektu wyselekcjonowano szczepy bakteryjne wcześniej wyizolowane z tkanek badanych roślin i scharakteryzowane pod względem cech PGPR. Następnie rozpoczęto biotesty efektywnościowe w warunkach kontrolowanych mające na celu ocenę wpływu wybranych szczepów na wzrost i kondycję roślin. Równoległe prowadzone są prace nad technologią utrwalania szczepów, obejmujące przygotowanie prototypowych bioformulacji z wykorzystaniem mikrokapsułkowania. Działania te mają na celu zwiększenie przeżywalności bakterii, poprawę stabilności preparatu podczas przechowywania oraz umożliwienie jego przyszłego zastosowania w praktyce rolniczej. Kolejny etap projektu obejmuje charakterystykę genetyczną i metaboliczną wybranych szczepów, ocenę bezpieczeństwa biologicznego oraz testy stabilności opracowanych formulacji.

Realizacja projektu stanowi krok w kierunku opracowania ekologicznych, gatunkowo dedykowanych preparatów mikrobiologicznych wspierających uprawę roślin miododajnych oraz rozwój rozwiązań przyjaznych dla rolnictwa zrównoważonego i ochrony zapylaczy.

*Badanie finansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Działania 2.5
„Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki na lata 2021–2027”
w ramach projektu „Science4Business – Nauka dla Biznesu*

EKSTRAKT WODNO-ETANOŁOWY Z WYCHMIELIN CO₂ JAKO NATURALNY INHIBITOR WZROSTU *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

IZABELA MAZIARCZYK, JULIA FLAKIEWICZ, ANNA ZDUNEK

Laboratorium Analityczne, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntez Chemicznych

Wzrastające zainteresowanie naturalnymi metodami konserwacji żywności oraz konieczność zagospodarowania produktów ubocznych przemysłu rolno-spożywczego skłaniają do poszukiwania nowych źródeł substancji o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych. Szczególną uwagę zwracają wychmieliny powstające po nadkrytycznej ekstrakcji CO₂ granulatu chmielowego, które mimo procesu ekstrakcji nadal zawierają cenne związki bioaktywne, takie jak polifenole i flawonoidy.

Celem pracy była ocena aktywności antibakteryjnej ekstraktu wodno-etanolowego otrzymanego z wychmielin CO₂ wobec *Staphylococcus aureus*, bakterii istotnej z punktu widzenia bezpieczeństwa i trwałości żywności. Aktywność przeciwdrobnoustrojową określono poprzez wyznaczenie minimalnego stężenia hamującego (MIC) metodą mikrorozcieńczeń w bulionie. Dodatkowo przeprowadzono wstępne badania hodowlane w mikrobioreaktorze w celu oceny wpływu ekstraktu na dynamikę wzrostu bakterii w warunkach kontrolowanych.

Uzyskane wyniki wykazały, że ekstrakt wodno-etanolowy z wychmielin CO₂ skutecznie ogranicza wzrost *Staphylococcus aureus*. Wartość MIC potwierdziła aktywność antibakteryjną badanego ekstraktu, natomiast w warunkach bioreaktorowych zaobserwowano spowolnienie wzrostu bakterii w porównaniu do próby kontrolnej. Efekt hamujący był widoczny zarówno podczas fazy intensywnego wzrostu, jak i w końcowej hodowli biomasy. Prawdopodobny mechanizm działania obejmuje destabilizację błony komórkowej bakterii oraz zaburzenie procesów metabolicznych.

Przeprowadzone badania wskazują, że wychmieliny CO₂ mogą stanowić wartościowe źródło naturalnych związków o potencjale przeciwdrobnoustrojowym. Ekstrakty z tego typu surowca odpadowego mogą znaleźć zastosowanie jako naturalne inhibitory wzrostu bakterii związanych między innymi z psuciem żywności. Otrzymane wyniki sugerują możliwość zastosowania ekstraktu nie tylko w konserwacji żywności, ale również w formulacjach opakowań aktywnych lub kosmetykach. Konieczne są dalsze badania obejmujące ocenę aktywności wobec szerszego spektrum mikroorganizmów oraz analizę stabilności ekstraktu w warunkach rzeczywistych.

MONOKULTURA VS. UPRAWA WSPÓLRZĘDNA: JAK SPOSÓB UPRAWY KSZTAŁTUJE DYNAMIKĘ ENZYMATYCZNĄ I METABOLICZNĄ GLEBY W EKOLOGICZNEJ UPRAWIE PSZENICY?

MATEUSZ MAĆK^{1*}, MICHAŁ PYLAK¹, KAROLINA OSZUST¹, BEATA FELEDYN-SZEWCZYK²,
GIACOMO PIETRAMELLARA³, SHAMINA IMRAN PATHAN³, MAGDALENA FRĄC¹

¹*Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk*

²*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy*

³*Uniwersytet we Florencji*

**m.macik@ipan.lublin.pl, m.frac@ipan.lublin.pl*

Uprawy współrzędne, definiowane jako jednoczesna uprawa co najmniej dwóch kontrastujących gatunków roślin na wspólnym stanowisku, nabierają coraz większego znaczenia w rolnictwie ekologicznym poprzez wzrost bioróżnorodności i poprawę jakości gleby. Interakcje między gatunkami zbożowymi a bobowatymi indukują korzystne zmiany w strukturze i funkcjonowaniu mikrobiomu glebowego.

Celem badań była analiza aktywności wybranych enzymów glebowych oraz profilu metabolicznego mikroorganizmów w warstwach podpowierzchniowych gleby w ekologicznej uprawie pszenicy w dwóch systemach: monokulturze (OM) i uprawie współrzędnej (OI). Badania przeprowadzono na podstawie długoterminowego doświadczenia polowego zlokalizowanego w Stacji Doświadczalnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Osinach. Próbkę gleby pobierano z trzech warstw profilu glebowego: 15–30 cm, 30–60 cm oraz 60–90 cm. Oznaczono aktywność proteazy, ureazy, dehydrogenazy, β -glukozydazy oraz fosfatazy kwaśnej i alkalicznej. Profil metaboliczny mikroorganizmów zbadano, wykorzystując system BIOLOGTM oraz płytki ECO opłaszczone substratami węglą.

Najwyższą aktywność enzymatyczną gleby zarejestrowano na poziomie 15–30 cm, z ogólnym spadkiem obserwowanym w głębszych warstwach profilu glebowego, z wyjątkiem fosfatazy kwaśnej w OM i OI oraz fosfatazy zasadowej w OI. W systemie uprawy współrzędnej aktywność proteazy, β -glukozydazy i dehydrogenazy była wyższa na wszystkich warstwach profilu glebowego w porównaniu z monokulturą pszenicy, ze statystycznie istotnymi różnicami dla β -glukozydazy i dehydrogenazy. Analiza skupień, oparta na wartościach wykorzystania poszczególnych substratów węglowych, wskazała na wyraźne grupowanie zgodnie z systemem uprawy. Ponadto zarówno w OM, jak i OI, poziom 15–30 cm był wyraźnie oddzielony od głębszych poziomów profilu glebowego. Najwyższe wartości wskaźników AWCD, R i H w systemie OI stwierdzono na poziomie 60–90 cm. Do najefektywniej metabolizowanych substratów węglowych należały związki z grup aminokwasów, polimerów i węglowodanów. Najmniejszy udział zaobserwowano dla aminów i amidów, choć ich wykorzystanie wzrosło w głębszych warstwach profilu glebowego w obu systemach i było wyższe w OI niż w OM.

*Badania finansowane w ramach Programu Horyzont Europa, numer umowy:
Project 101082289 — LEGUMINOSE*

POTENCJAŁ BIOSTYMULACYJNY BOROWINY AKTYWOWANEJ MIKROBIOLOGICZNIE, Z UŻYCIEM WYROBÓW: EMFARMA I ALGINIT Z GERCEI ORAZ OKREŚLONYCH KONSORCJÓW BAKTERII CELULOLITYCZNYCH

PIOTR NOWOTNIK¹, REMIGIUSZ BŁASZCZAK², ADRIANNA ANTOSIK¹, SYLWIA WILCZYŃSKA¹,
DARIA KAŻMIERCZAK¹

¹*Instytut Technologii Mikrobiologicznych w Turku*

²*ProBiotics Polska Wytwórnia Probiotyków*

Borowina stanowi cenny surowiec organiczny o szerokim zastosowaniu w rolnictwie, ogrodnictwie oraz rekultywacji gleb. Problem badawczy niniejszej pracy dotyczył oceny wpływu mikrobiologicznej aktywacji borowiny z wykorzystaniem preparatu EmFarma, Alginitu z Gercei oraz wybranych konsorcjów bakterii na zmiany zawartości przyswajalnych i całkowitych form składników mineralnych oraz liczebność bakterii udostępniających fosfor. Celem badań była analiza wpływu inokulacji borowiny preparatem EmFarma, 2 konsorcjami bakteryjnymi z rodzajów: *Pseudomonas*, *Bacillus* i *Chryseobacterium* oraz suplementacji wyrobem Alginit z Gercei na kształtowanie właściwości chemicznych i mikrobiologicznych badanego materiału, ze szczególnym uwzględnieniem biodostępności makro- i mikroelementów, zmian zawartości kationów wymiennych oraz liczebności mikroorganizmów uczestniczących w procesach udostępniania fosforu. Próbkę poddano mineralizacji mikrofalowej z zastosowaniem wody królewskiej wg normy PN-EN ISO 54321:2021-07, a następnie oznaczano poszczególne pierwiastki metodą optycznej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES) wg normy PN-EN ISO 22036:2024-07. Formy dostępne pierwiastków ekstrahowano z gleby roztworem buforowym Mehlich 3, natomiast kationy wymienne poddano ekstrakcji 1 M roztworem octanu amonu. Oznaczenia ilościowe pierwiastków w uzyskanych ekstraktach prowadzono techniką ICP-OES. Potwierdzono wyraźny wzrost zawartości form przyswajalnych: wapnia, żelaza, boru, siarki, magnezu, fosforu, manganu, potasu w wariacie borowiny wzbogaconej wyłącznie preparatem EmFarma. Do wzrostu zawartości manganu, żelaza i boru dochodziło również w wariacie z zastosowanym konsorcjum bakteryjnym. Ponadto dodanie konsorcjów bakteryjnych bądź samego preparatu EmFarma do borowiny powodowało wzrost kationów wymiennych magnezu, potasu i sodu. W wariacie łączącym borowinę i preparat EmFarma obserwowano wzrost całkowitej zawartości magnezu. Podobne obserwacje odnotowano w przypadku zawartości całkowitej zawartości żelaza w wariacie łączącym borowinę z konsorcjum bakterii. We wszystkich wariantach testowych zauważano wzrost całkowitej zawartości fosforu i potasu. Połączenie borowiny z wyrobem EmFarma powodowało wzrost liczby bakterii udostępniających fosfor o 3 rzędy logarytmiczne względem układu kontrolnego (sam produkt nie zawiera tych bakterii). Potwierdzono pozytywny wpływ preparatu EmFarma jak również określonych konsorcjów bakterii i Alginitu z Gercei na możliwość potencjalizowania efektu biostymulacyjnego borowiny, w warunkach *in-vitro*.

**WPLYW KO-INOKULACJI NA HOMEOSTAZĘ REDOKS I WIĄZANIE AZOTU
W SYMBIOZIE SOJA–*BRADYRHIZOBIUM* W WARUNKACH STRESU WODNEGO**

TETIANA NYZHNYK*, SERGII KOTS, ALLA ZHEMOJDA

*Zakład Symbiotycznej Wiązki Azotu,
Instytut Fizjologii i Genetyki Roślin Narodowej Akademii Nauk Ukrainy,
ul. Wasylkiwska 31, 03022 Kijów, Ukraina***tp_nyzhnyk@ukr.net*

Symbioza pomiędzy roślinami bobowatymi a bakteriami z rodzaju *Bradyrhizobium* stanowi kluczowy mechanizm biologicznego wiązania azotu, istotnie wpływający na wzrost i produktywność roślin uprawnych oraz znaczenie dla zrównoważonego rolnictwa. Warunki stresu wodnego, nasilające się w związku ze zmianami klimatu, zaburzą funkcjonowanie aparatu symbiotycznego, prowadząc do zmian w homeostazie redoks, nasilenia stresu oksydacyjnego oraz obniżenia efektywności wiązania azotu. Dodatkowo wpływa to na stabilność tworzenia brodawek korzeniowych oraz aktywność enzymów odpowiedzialnych za redukcję azotu atmosferycznego.

Jednym z podejść do zwiększenia odporności roślin na stres abiotyczny jest zastosowanie fitohormonów sygnałowych, takich jak kwas salicylowy i metylojasmonian, które modulują reakcje obronne oraz wpływają na interakcje symbiotyczne. Fitohormony te uczestniczą również w regulacji ekspresji genów związanych z odpowiedzią antyoksydacyjną oraz sygnalizacją stresową. Hipoteza badań zakłada, że ich zastosowanie w połączeniu z bakteriami symbiotycznymi może regulować homeostazę redoks i poprawiać funkcjonowanie symbiozy w warunkach stresu wodnego. Celem badań była ocena wpływu kwasu salicylowego (SA) i metylojasmonianu (MJ) na funkcjonowanie symbiozy soja–*Bradyrhizobium*, ze szczególnym uwzględnieniem homeostazy redoks i efektywności wiązania azotu.

Symbiozy soja–*Bradyrhizobium* hodowano z dodatkiem 50 μM kwasu salicylowego oraz 0,75 μM metylojasmonianu, a następnie przeprowadzono analizy biochemiczne i fizjologiczne brodawek korzeniowych. Wykazano, że SA aktywuje dysmutazę ponadtlenkową (SOD) i katalazę (CAT), obniżając poziom H_2O_2 w brodawkach, co sprzyja poprawie funkcjonowania symbiozy, zwiększeniu efektywności wiązania azotu oraz wzrostowi produktywności soi w warunkach stresu wodnego.

Natomiast MJ powoduje nadmierną produkcję H_2O_2 oraz aktywację enzymów antyoksydacyjnych, co wiąże się ze stymulacją brodawkowania, lecz jednoczesnym obniżeniem aktywności nitrogenazy i zmniejszeniem wiązania azotu. Ko-inokulacja *Bradyrhizobium* z MJ modyfikuje procesy metaboliczne związane z funkcjonowaniem kompleksu nitrogenazy i ogranicza aktywność azotofiksacyjną zarówno w warunkach optymalnych, jak i niedoboru wody.

Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowanie kwasu salicylowego w połączeniu z *Bradyrhizobium* stanowi skuteczną strategię zwiększania odporności soi na stres wodny oraz jej potencjału symbiotycznego, co ma znaczenie dla opracowania zrównoważonych technologii uprawy roślin bobowatych w warunkach zmian klimatu.

BAKTERIE PROMUJĄCE WZROST ROŚLINNYCH METALOFITÓW NA STANOWISKACH DŁUGOTRWALE SKAŻONYCH METALAMI

EWA OLEŃSKA¹, WANDA MAŁEK², SOFIE THIJIS³, JOLANTA JAROSZUK-ŚCISEL², MAŁGORZATA WÓJCIK²,
JACO VANGRONSVELD^{2,3}

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

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

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

Bakterie metalofityczne, zasiedlające stanowiska zanieczyszczone metalami, posiadają różne mechanizmy tolerowania toksycznych jonów a także mogą wytwarzać szereg związków chemicznych wpływających pozytywnie na wzrost i rozwój roślin występujących na takich obszarach. Bakterie w toku ewolucji wykształciły szereg mechanizmów detoksyfikacji szkodliwych jonów polegających na przykład na unikaniu toksyczności jonów poprzez immobilizację metali w osłonach komórkowych lub wydzielanych metabolitach, jak też opierających się na tolerancji jonów docierających do cytoplazmy poprzez: chelatowanie przez metalotioneiny, enzymatyczną detoksyfikację oraz usuwanie jonów na zewnątrz komórki (ang. *efflux system*). Oprócz bezpośredniej reakcji na metale bakterie typu *plant growth promoting bacteria* (PGPB) mogą pozytywnie wpływać na wzrost roślin, które wykazują naturalną zdolność detoksyfikacji jonów (np. fitoekstraktory, fitostabilizatory), np. poprzez stymulowanie rozpuszczalności nutrientów (np. azotu, fosforu, czy żelaza), syntezę kwasów organicznych, produkcję sideroforów, czy hormonów roślinnych, np. auksyn, giberelin, cytokinin, kwasu abscysynowego oraz etylenu. Bakterie mogą również hamować rozwój patogenów, np. poprzez syntezę antybiotyków, enzymów litycznych lub związków lotnych jak acetoina. Bakterie posiadające adaptacje do warunków wysokiego poziomu metali w glebie znajdują zastosowanie w remediacji i rekultywacji terenów skażonych jako same lub w kooperacji z rośliną.

Bakterie wyizolowane z ryzofery i tkanek roślinnych metalofitów rosnących na starych, ponad 100-letnich hałdach Zn-Pb-Cd w południowej Polsce są zaadaptowane do stresu metali. Celem badań było ustalenie właściwości bakterii pochodzenia hałdowego związanych z promowaniem wzrostu roślin w warunkach *in vitro*. W pracy oceniono zdolność bakterii do syntezy sideroforów, kwasu indolilo-3-octowego (IAA), acetoiny, kwasów organicznych, kwasu 1-amino-cyklopropano-1-karboksyłowego (aktywność deaminazy ACC), rozpuszczania fosforanów, a także wpływu tychże bakterii na wzrost biomasy (świeża i sucha masa, masa korzena, % składników popielnych) roślin w odniesieniu do bakterii pochodzących za stanowiska referencyjnego.

**WPLYW BIOSTYMULATORA OPARTEGO O SZCZEPY *BACILLUS* SPP. NA ZMIANY
W PROFILU METABOLICZNYM BAKTERII ENDOFITYCZNYCH W WARUNKACH
STRESOWYCH**

KAROLINA OSZUST¹, MICHAŁ PYLAK¹, AGATA GRYTA¹, LOREDANA CANFORA², FLAVIA PINZARI³,
ELIGIO MALUSA⁴, MAGDALENA FRĄC^{1*}

¹*Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk,
ul. Doświadczalna 4,*

²*Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e L'Analisi,
via della navicella 2-4, Roma, 00184, Italy*

³*Institute for Biological Systems (IBS), Council of National Research of Italy (CNR),
Area della Ricerca di Roma, via Salaria Km 29, 300, 00015 Monterotondo (RM), Italy*

⁴*National Institute of Horticulture in Skierniewice,
Pomologiczna 18, 96-100 Skierniewice, Poland*

**m.frac@ipan.lublin.pl, k.oszust@ipan.lublin.pl*

Potrzeba zrównoważonego zarządzania glebą oraz konieczność ograniczania wykorzystania torfu sprawiają, że coraz większe znaczenie zyskują biostymulatory mikrobiologiczne wspierające rozwój roślin i poprawę właściwości środowiska glebowego. Preparaty oparte na szczepach bakterii z rodzaju *Bacillus* wykazują szerokie działanie prozdrowotne i stymulujące, jednak ich wpływ może obejmować nie tylko glebę i rośliny, ale również związane z nasionami mikroorganizmy endofityczne, stanowiące ważny element mikrobiomu roślin. W szczególności istotne jest poznanie odpowiedzi metabolicznej bakterii endofitycznych na działanie biostymulatorów w warunkach stresowych, co może stanowić podstawę do oceny bezpieczeństwa i skuteczności tego typu preparatów.

Celem badań było określenie wpływu biostymulatora mikrobiologicznego zawierającego szczepu *Bacillus* spp. na profil metaboliczny wybranych bakterii endofitycznych, w warunkach stresowych (toksyny, antybiotyki, zasolenie, pH). Wykorzystano następujące szczepy bakterii: *Lysinibacillus* sp. B67/25 (wyizolowany z nasion cukini), *Bacillus* sp. B82/25 (wyizolowany z nasion ogórka), szczepy bakteryjne B113/25 oraz B127/25 (pozyskane z nasion sałaty). Eksperyment przeprowadzono w dwóch etapach. W pierwszym etapie prowadzono wstępną hodowlę bakterii w podłożu PDB w temperaturze 30°C, w wariacie z dodatkiem biostymulatora (0,5%) oraz bez jego dodatku, przy zastosowaniu 10% inokulum z hodowli wstępnej. W drugim etapie analizowano profil metaboliczny bakterii z wykorzystaniem płytek Biolog GEN III. Największe zmiany w profilu metabolicznym stwierdzono w przypadku izolatu B127/25 i B113/25, polegające na intensywniejszej reakcji oddechowej i produkcji biomasy w obecności biostymulatora dla błękitu i fioleto tetrazoliowego.

*Badania finansowane w ramach projektu SPIN-FERT 101157265 HORIZON-MISS-2023-SOIL-01:
novative practices, tools and products to boost soil fertility and peat substitution in horticultural crops*

MYKOBIOM RDZENIOWY RYZOSFERY PSZENICY, OWSA, ŻYTA I KRZYCY – SKŁAD ORAZ POTENCJAŁ FUNKCJONALNY

JACEK PANEK, DOMINIKA SIEGIEDA, AGATA GRYTA, MAGDALENA FRĄC*

Institut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk

**m.frac@ipan.lublin.pl*

Zboża stanowią podstawę światowego bezpieczeństwa żywnościowego, dostarczając około połowy kalorii spożywanych przez populację świata. Pszenica i żyto dominują w strukturze zasiewów Europy Środkowej ze względu na wysoką plenność i uniwersalne zastosowanie przetwórcze. Owies, ceniony za wysoką wartość odżywczą i właściwości prozdrowotne, zyskuje na znaczeniu w rolnictwie zrównoważonym. Żyto zwyczajne, dzięki wyjątkowej tolerancji na trudne warunki glebowo-klimatyczne, od wieków jest filarem upraw w regionach o surowszym klimacie. Na tym tle krzyca, czyli żyto świętojańskie, jest unikalnym, archaicznym zbożem, niegdyś powszechnie uprawianym, które obecnie cieszy się rosnącym zainteresowaniem jako cenne źródło genów odporności i element bioróżnorodności.

Zrozumienie interakcji tych roślin z mikroorganizmami glebowymi jest niezbędne dla opracowania strategii zwiększania plonów przy jednoczesnym ograniczeniu środków produkcji. Mykobiom rdzeniowy ryzosfery stanowiący zestaw taksonów grzybów trwale i powszechnie zasiedlających ryzosferę, odgrywa kluczową rolę w regulacji wzrostu, odporności i pobierania składników pokarmowych przez rośliny uprawne.

Celem badań była identyfikacja mykobiomu rdzeniowego ryzosfery pszenicy, owsa, żyta i krzycy oraz wstępna charakterystyka jego potencjału funkcjonalnego.

Materiał roślinny pobrano z upraw zlokalizowanych na terenie województw lubelskiego i podkarpackiego. DNA izolowano zestawem EURx Soil DNA Purification Kit. Profilowanie zbiorowisk grzybów przeprowadzono metodą sekwencjonowania amplikonowego regionu ITS2 używając sekwencjator Illumina MiSeq zestawem v3 2x300pz. Analizę bioinformatyczną i klasyfikację taksonomiczną przeprowadzono za pomocą narzędzia PIPITS 4 w oparciu o bazę danych UNITE v10.0 i nie-Bayesowski klasyfikator SINTAX. Rozróżnienie taksonów na rdzeniowe przeprowadzono w środowisku R, za pomocą pakietu phyloseq. Analizę potencjału funkcjonalnego przeprowadzono z wykorzystaniem narzędzia FUNGuild pozwalającego na przypisanie taksonów do dyskretnych grup troficznych oraz funkcjonalnych gildii.

Zidentyfikowany mykobiom ryzosfery badanych zbóż stanowi konserwatywny komponent mikrobiomu roślinnego, prawdopodobnie kształtowany przez mechanizmy selekcyjne gospodarza. Jego poznanie dostarcza podstaw do opracowania strategii zarządzania mikrobiomem upraw, w tym doboru mikroorganizmów o potencjale biokontrolnym i biostymulującym.

*Publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki
(aktualnie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) pod nazwą „Nauka dla Społeczeństwa II”
nr projektu NdS-II/SP/0263/2024/01 kwota dofinansowania 1 000 000 PLN
całkowita wartość projektu 1 000 000 PLN*

**REAKCJA MIKROLISTKÓW BURAKA (*BETA VULGARIS*) NA OBECNOŚĆ
SERENDIPITA INDICA I GRZYBÓW ARBUSKULARNYCH**GIORGIA PERTILE^{1*}, DARIA BARAŃSKA¹, KAROLINA OSZUST¹, AGATA GRYTA¹, JACEK PANEK¹,
DOMINIKA SIGEDA¹, KATARZYNA TURNAU², SYLWIA RÓŻALSKA³, MAGDALENA FRĄC^{1*}¹*Instytut Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk*²*Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Wydział Biologii;*³*Uniwersytet Łódzki, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Biotechnologii,***m.frac@ipan.lublin.pl; g.pertile@ipan.lublin.pl*

Mikrolistki stanowią coraz ważniejszy element nowoczesnych systemów produkcji żywności, szczególnie w kontekście zrównoważonych metod uprawy. Ze względu na wysoką zawartość składników pokarmowych i witamin są uznawane za żywność funkcjonalną o dużym potencjale prozdrowotnym. Krótki cykl produkcyjny, niewielkie wymagania przestrzenne oraz możliwość prowadzenia upraw w warunkach kontrolowanych sprawiają, że mikrolistki są szczególnie atrakcyjne dla systemów rolnictwa miejskiego oraz produkcji wertykalnej. Pomimo licznych zalet produkcja mikrolistków wiąże się jednak z istotnymi ograniczeniami, do których należy przede wszystkim ich niska trwałość po zbiorze, co sprawia, że poszukiwane są strategie wzmacniające jakość mikrolistków.

Grzyby endofityczne oraz arbuskularne mogą korzystnie wpływać na wzrost, pobieranie składników pokarmowych oraz odporność roślin na stresy biotyczne i abiotyczne. Endofityczny grzyb *Serendipita indica* wykazuje zdolność do stymulowania wzrostu roślin, poprawy gospodarki mineralnej oraz aktywacji mechanizmów obronnych gospodarza. Z kolei grzyby arbuskularne zwiększają efektywność pobierania wody i składników odżywczych, a także mogą wpływać na stabilność metaboliczną roślin. Współdziałanie tych mikroorganizmów może stanowić obiecującą strategię wspierającą poprawę jakości i trwałości mikrolistków.

W związku z tym celem badań była ocena reakcji mikrolistków buraka (*Beta vulgaris*) na obecność *Serendipita indica* oraz grzybów arbuskularnych, ze szczególnym uwzględnieniem wzrostu i potencjału metabolicznego młodych roślin, ze wskazaniem związków stymulujących lub hamujących zbiorowiska mikroorganizmów mikrolistków. Przeprowadzone badania obejmowały określenie różnorodności funkcjonalnej i profilu metabolicznego zbiorowisk mikroorganizmów zasiedlających mikrolistki, zawartości składników pokarmowych oraz parametrów biometrycznych mikrolistków buraka hodowanego w obecności grzybów. Przeprowadzone badania wykazały modyfikujące działanie grzybów na profil metaboliczny i parametry biometryczne mikrolistków buraka.

*Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach programu OPUS-23,
numer umowy 2022/45/B/NZ9/04254*

WPLYW PATOGENEZY NA BIORÓŻNORODNOŚĆ BAKTERYJNĄ RYZOSFERY SAŁATY LODOWEJ

MICHAŁ PYLAK, AGATA GRYTA, JACEK PANEK, KAROLINA OSZUST,
DOMINIKA SIEGIEDA, MATEUSZ MĄCIK, MAGDALENA FRĄC

*Institut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN,
ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin, Polska*

Stan zdrowotny roślin jest ściśle związany z równowagą mikrobiologiczną panującą w obrębie ryzosfery. Zaburzenia tej równowagi mogą prowadzić do zmian w strukturze mikrobiomu, sprzyjających rozwojowi chorób. W niniejszej pracy wykorzystano sekwencjonowanie następnej generacji (NGS) do analizy mikroorganizmów zasiedlających ryzosferę zdrowej i chorej sałaty lodowej. Uzyskane wyniki wykazały wyraźne różnice w składzie taksonomicznym badanych zbiorowisk mikroorganizmów. W próbkach pochodzących od roślin chorych zaobserwowano znaczący wzrost udziału bakterii należących do typu Bacteroidota – z 3,11% u roślin zdrowych do 25,62% u roślin wykazujących objawy chorobowe. Szczególnie silnie ze stanem chorobowym skorelowane były rodzaje *Arcticibacter* oraz *Flavobacterium*, których względna obfitość uległa zwiększeniu u roślin porażonych, odpowiednio z 2,67% do 14,23% oraz z 0,44% do 11,39%. Jednocześnie u roślin chorych zwiększył się udział bakterii z rodzaju *Sphingomonas*. Mikrobiota ryzosfery zdrowych roślin charakteryzowała się natomiast większym udziałem rodzaju *Pseudomonas* oraz przedstawicieli typu Elusimicrobiota. Warto również podkreślić całkowity zanik bakterii z rodzaju *Paenibacillus* w próbkach pochodzących od roślin chorych, co może sugerować ich potencjalne znaczenie w utrzymaniu homeostazy mikrobiologicznej i naturalnej odporności sałaty lodowej. Otrzymane wyniki wskazują, że rozwojowi choroby towarzyszy wyraźna przebudowa struktury mikrobiomu ryzosfery, obejmująca zarówno zwiększenie względnej obfitości taksonów potencjalnie oportunistycznych, jak i redukcję udziału mikroorganizmów mogących pełnić funkcje ochronne wobec rośliny.

Publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki (aktualnie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego) pod nazwą „Nauka dla Społeczeństwa II” nr projektu NdS-II/SP/0263/2024/01 kwota dofinansowania 1 000 000 PLN całkowita wartość projektu 1 000 000 PLN

WPŁYW ZASTOSOWANIA STRUWITU NA ZMIANY LICZEBNOŚCI BAKTERII I GRZYBÓW ORAZ AKTYWNOŚĆ DEHYDROGENAZ W GLEBIE POD UPRAWĄ PSZENICY

RAFAŁ RAMUT¹, ANNA JAMA-RODZEŃSKA², MAŁGORZATA WOŹNIAK³, JOANNA KAMIŃSKA⁴, ANNA SZUBA-TRZNADEL⁵, BERNARD GAŁKA^{1*}, MAREK LISZEWSKI¹, ELŻBIETA GĘBAROWSKA⁶

¹Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Nauk o Glebie, Żywności i Ochrony Środowiska, 50-363 Wrocław, Polska,

²Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Agroekologii i Produkcji i Produkcji Roślinnej, 50-363 Wrocław, Polska

³Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Mikrobiologii, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Polska

⁴Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Matematyki, 50-363 Wrocław, Poland, joanna.kaminska@upwr.edu.pl

⁵Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Żywności Zwierząt i Paszoznawstwa, 51-630 Wrocław, Polska

⁶Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Katedra Ochrony Roślin, Pracownia Biogeochemii i Mikrobiologii Środowiskowej, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław, Polska

Celem niniejszego badania była ocena potencjału struwitu jako źródła fosforu w nawożeniu pszenicy ozimej w warunkach południowo-zachodniej Polski. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2022/2023 na terenie Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, w stacji doświadczalnej w Swojcu. W badaniu uwzględniono dwa czynniki doświadczalne: odmianę pszenicy ozimej (*Activus* i *Chevignon*) oraz nawożenie fosforem (*superfosfat jako nawóz konwencjonalny oraz struwit jako alternatywne źródło fosforu*). Jednym z głównych celów było określenie wpływu zastosowanego nawożenia fosforowego na aktywność biologiczną gleby, ze szczególnym uwzględnieniem liczebności bakterii oraz grzybów. Analiza uzyskanych wyników wskazuje, że wpływ nawozu fosforowego na liczebność badanych mikroorganizmów był niewielki, niejednoznaczny oraz statystycznie nieistotny. Niemniej jednak w niektórych przypadkach zaobserwowano pewne tendencje wskazujące na możliwy wpływ zastosowanego nawozu na środowisko mikrobiologiczne gleby. Średnia liczebność grzybów pod wpływem nawożenia struwitem uległa zwiększeniu, jednak różnice te nie były statystycznie istotne. Średnia liczebność koptotrofów i oligotrofów i wskaźnik koptotrofy/oligotrofy pod wpływem nawożenia struwitem, w porównaniu do superfosfatu, była również wyższa, jednak różnice te nie były statystycznie istotne. Czynnikiem wyraźniej różnicującym aktywność mikrobiologiczną gleby okazała się odmiana pszenicy. W przypadku odmiany *Chevignon* odnotowano wyższą liczebność analizowanych mikroorganizmów, co może wskazywać na bardziej sprzyjające warunki dla rozwoju mikrobioty glebowej. Może to mieć istotne znaczenie dla procesów zachodzących w glebie, takich jak obieg składników pokarmowych oraz ogólna żyzność i zdrowotność gleby. Dodatkowo badania obejmowały ocenę wpływu struwitu na wybrane cechy biometryczne pszenicy ozimej oraz komponenty plonu. Analizowano, czy zastosowanie tego nawozu wpływa na wzrost roślin, rozwój oraz efektywność produkcyjną. Uzyskane wyniki mają istotne znaczenie w kontekście rolnictwa zrównoważonego, gdzie poszukuje się alternatywnych, bardziej ekologicznych źródeł składników pokarmowych. Podkreślić należy, że pełna ocena wpływu struwitu na właściwości biologiczne gleby wymaga badań długoterminowych.

GRANULOWANY PREPARAT MIKROBIOLOGICZNY – WPLYW NA KIELKOWANIE ROŚLIN ORAZ MIKROBIOTĘ GLEBY

PATRYCJA ROWIŃSKA^{1,2}, TOMASZ GRZYB^{1,2}, JUSTYNA SZULC²

¹Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska Politechniki Łódzkiej,
ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

²Politechnika Łódzka, Katedra Biotechnologii Środowiskowej, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności,
ul. Wólczańska 171/173, 90-530 Łódź, Poland

Preparaty mikrobiologiczne stanowią obiecującą alternatywę dla tradycyjnych nawozów, poprawiając plony i jakość gleby przy zmniejszeniu negatywnego wpływu na środowisko. Biopreparaty wspomagają pobieranie składników odżywczych i zwiększają żyzność gleby, jednak istnieją luki w wiedzy dotyczącej ich wpływu w formie granulatów na kiełkowanie roślin i mikrobiotę gleby.

Porównano wpływ granulatów zawierających *Prestia megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus velezensis* i *Peanibacillus amylolyticus* z bentonitem/kredą i melasą z nawozami chemicznymi (wieloskładnikowym i azotowym) na kiełkowanie kukurydzy i żyta jarego. Hodowlę prowadzono przez 10 dni, oceniając chlorofil, wzrost, długość korzeni, suchą masę, liczbę mikroorganizmów i pH gleby. NA izolowano z próbek gleby, a następnie sekwencjonowano gen 16S rRNA. Dane analizowano w programach QIIME 2 i RStudio; wyznaczono różnorodność alfa i beta oraz przeprowadzono analizę różnicową z wykorzystaniem ANCOM-BC2.

Wszystkie granulaty zwiększyły liczbę mikroorganizmów w glebie. Granulat z kredą ($400 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) podwyższył pH, zaś bentonit nie wpływał znacząco na pH, wskazując, że nośnik jest głównym czynnikiem zmian pH. Granulat z bentonitem istotnie wpłynął na wzrost wysokości roślin, zawartość chlorofilu i długość korzeni, korelując z lepszym poborem składników mineralnych. Alfa-różnorodność mikrobioty różniła się między typami roślin (Shannon: $\chi^2 = 12,09$, $p = 0,002$); żyto wykazało wyższą różnorodność niż kukurydza (5,54 vs 5,18), przy niezmiennym bogactwie gatunków. Beta-różnorodność była istotnie zróżnicowana między typami roślin (PERMANOVA, $R^2 = 0,53\text{--}0,54$, $p = 0,001$), ale typ nawozu nie wpływał na społeczność bakteryjną. Pseudomonadota dominowały w ryzosferze obu roślin (53,7–68,0%). Analiza ANCOM-BC2 z porównaniami parami wykazała niewiele różnic w metagenomie gleby po uprawie żyta i kukurydzy w zależności od typu nawożenia (odpowiednio 3 i 11 rodzajów różnych istotnie statystycznie. Zmiany obserwowano głównie w porównaniach parami z glebą nawożonej nawozem azotowym.

Testowany biopreparat granulowany pozytywnie wpływa na wzrost kukurydzy i żyta bez zaburzenia równowagi mikrobiologicznej gleby.

Badania finansowane z konkursu „FU²N – Fundusz Udoskonalania Umiejętności Młodych Naukowców” umowa nr 3/2025

**BEZPIECZEŃSTWO MIKROBIOLOGICZNE KOMPOSTU Z BIOODPADÓW:
WTÓRNE ZAKAŻENIA *SALMONELLA* SPP. W KONTEKŚCIE DZIAŁALNOŚCI
PRZEMYSŁOWEJ ORAZ WYMAGAŃ REGULACYJNYCH I PRAWNYCH**

SZYMON RZUCZKOWSKI, NAMRATA JOSHI, ŁUKASZ DREWNIAK

Uniwersytet Warszawski

Kompostowanie stanowi jedną z kluczowych metod zagospodarowania bioodpadów, umożliwiającą wytwarzanie materiału bogatego w substancje humusowe oraz składniki odżywcze, szeroko wykorzystywanego w rolnictwie i rekultywacji gleb. Ze względu na możliwość bezpośredniego kontaktu produktu końcowego ze środowiskiem oraz łańcuchem żywnościowym, kompost musi podlegać rygorystycznej kontroli mikrobiologicznej. Duże znaczenie ma między innymi eliminacja bakterii *Salmonella* spp., których obecność w nawozach organicznych i środkach poprawiających właściwości gleby jest niedopuszczalna zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/1009.

W prawidłowo prowadzonym procesie kompostowania faza termofilna pozwala na skuteczną eliminację większości drobnoustrojów chorobotwórczych. Mimo to istotnym wyzwaniem pozostają wtórne kontaminacje występujące po zakończeniu procesu, zwłaszcza podczas magazynowania, przesiewania i transportu kompostu. Źródłem zakażeń mogą być elementy infrastruktury zakładu czy obecność zwierząt synantropijnych, w szczególności ptaków czy gryzoni. Problem ten nabiera szczególnego znaczenia w instalacjach przemysłowych, gdzie niespełnienie wymagań sanitarnych może skutkować karami finansowymi, utratą możliwości wprowadzenia produktu jako środka poprawiającego właściwości gleby do obrotu oraz koniecznością prowadzenia dodatkowych procedur w celu usunięcia zakażeń lub zakwalifikowania zakażonej partii kompostu jako odpadu.

Celem prezentacji będzie omówienie problemów regulacyjnych związanych z kompostowaniem bioodpadów, ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń mikrobiologicznych powodowanych przez *Salmonella* spp., systemów monitorowania jakości kompostu, procedur kontroli sanitarnej oraz wymagań prawnych dotyczących segregacji odpadów i dopuszczania produktów kompostowych do obrotu. Przedstawione zostaną również przykładowe sposoby ograniczania ryzyka wtórnych zakażeń, w tym środki mikrobiologiczne, jak i problemy z nimi związane.

OCENA POTENCJAŁU BAKTERII STYMULUJĄCYCH WZROST I ROZWÓJ ROŚLIN UPRAWNYCH ORAZ REMEDIACYJNYCH

SYLWIA SIEBIELEC

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

Współczesna produkcja rolnicza mierzy się z presją zmian klimatycznych, niedoborami wody oraz koniecznością redukcji stosowania agrochemikaliów. Odpowiedzią na te wyzwania jest szersze wykorzystanie naturalnych procesów biologicznych, w tym preparatów mikrobiologicznych opartych na bakteriach ryzosferowych (PGPR). Wdrożenie tych rozwiązań na dużą skalę wymaga jednak precyzyjnej selekcji, identyfikacji oraz oceny funkcjonalności mikroorganizmów.

Celem niniejszego zadania badawczego, realizowanego w ramach działalności statutowej IUNG-PIB, jest zwiększenie potencjału wdrożeniowego Instytutu poprzez optymalizację ścieżki od pozyskania próby glebowej do izolacji bakterii o potencjale biostymulacyjnym. W ramach prac zaplanowano integrację i skatalogowanie istniejących kolekcji bakterii, pełną ocenę ich cech biostymulacyjnych oraz identyfikację genetyczną najefektywniejszych szczepów. Wybrane mikroorganizmy zostaną przetestowane w warunkach szklarniowych pod kątem wspierania wzrostu roślin i poprawy właściwości gleby w warunkach stresu suszy. Kluczowym rezultatem prac będzie utworzenie bezpiecznego repozytorium zidentyfikowanych szczepów oraz opracowanie kompleksowej bazy danych zawierającej ich profile genetyczne, biochemiczne i technologiczne. Działania te pozwolą na szybkie reagowanie na współczesne zapotrzebowanie rynkowe sektora rolniczego.

Badania szklarniowe dostarczą kluczowych informacji o efektywności wspomagania rozwoju różnych gatunków roślin przez wybrane szczepy bakterii. Pozwoli to na pozyskanie dodatkowych danych charakteryzujących właściwości aplikacyjne zgromadzonej kolekcji. Odbiorcami opracowanych rozwiązań będą m.in.: przedsiębiorcy zainteresowani produkcją biopreparatów lub nawozów wzbogaconych mikrobiologicznie, przeznaczonych do stosowania w rolnictwie oraz w sektorze miejskim i przemysłowym. Beneficjentami projektu będą również rolnicy, doradcy rolni oraz społeczność naukowa. Ponadto nowo powstały bank szczepów pozwoli na podniesienie poziomu gotowości technologicznej opracowywanych rozwiązań z fazy laboratoryjnej (TRL 2–3) do etapu weryfikacji w środowisku zbliżonym do rzeczywistego (TRL 4–5). Zabezpieczona kolekcja będzie stanowiła fundament pod przyszłe, krajowe i międzynarodowe projekty o charakterze wdrożeniowym, wymagające dysponowania technologiami na wysokim poziomie TRL.

Temat badawczy pt. „Stworzenie banku bakterii i ocena ich potencjału w promowaniu wzrostu i rozwoju roślin – MIKROBANK, symbol: 1.20, IUNG-PIB.

OPRACOWANIE INNOWACYJNEGO PREPARATU MIKROBIOLOGICZNEGO NA BAZIE KONSORCJUM BAKTERYJNEGO DO BIOREMEDIACJI I REGENERACJI GLEB PO POŻARACH – BAKTROP

SYLWIA SIEBIELEC

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

Gwałtowne i nagłe pożary lasów oraz nieużytków rolnych stanowią poważne zagrożenie dla ekosystemów lądowych. Skalę problemu w 2026 roku przedstawiają alarmujące statystyki – tylko do końca marca odnotowano ponad 12 200 pożarów traw i nieużytków, a do początku maja liczba pożarów lasów przekroczyła 2 000 przypadków, generując krytyczne strefy najwyższego stopnia zagrożenia w dużej części kraju. Zjawiska te prowadzą do drastycznej degradacji struktury gleby, w tym spadku żyzności i urodzajności, utraty bioróżnorodności oraz uwalniania zanieczyszczeń do środowiska.

Projekt BAKTROP koncentruje się na kompleksowym podejściu do odbudowy procesów biologicznych w glebach dotkniętych pożarami poprzez analizę składu mikrobiomu po pożarach oraz wykorzystanie potencjału autochtonicznych konsorcjów bakteryjnych do regeneracji. Metodologia projektu obejmuje pełną ścieżkę badawczo-wdrożeniową: od izolacji i identyfikacji specyficznych szczepów bakteryjnych, przez zaawansowane testy laboratoryjne, aż po komponowanie stabilnych produktów mikrobiologicznych i ocenę efektów ich aplikacji w warunkach szklarniowych. Integralną częścią tych działań jest szczegółowa analiza gleby pod kątem jej aktywności enzymatycznej i metabolicznej, a także ogólnej liczebności wybranych grup bakterii i grzybów.

Głównym celem i efektem projektu jest opracowanie innowacyjnych preparatów nawozowych na bazie precyzyjnie dobranej konsorcjum bakteryjnego. Kluczowym założeniem procesu regeneracji jest wprowadzenie mikroorganizmów realizujących strategiczne funkcje glebowe, niezbędne dla przywrócenia homeostazy uszkodzonego ekosystemu. Opracowana w ramach projektu BAKTROP technologia skutecznie łączy komplementarne strategie biostymulacyjne wspierające wzrost i rozwój roślin, tj. zdolność bakterii do syntezy fitohormonów, produkcji sideroforów, solubilizacji fosforanów czy wiązania azotu atmosferycznego. Pozwala to na jednoczesne zwiększenie odporności naturalnego mikrobiomu glebowego oraz odbudowę bogactwa biologicznego. Wyniki te będą stanowić istotny krok w rozwoju biotechnologii środowiskowej i nowoczesnych metod rekultywacji obszarów zdegradowanych wskutek ekstremalnych zjawisk termicznych.

Program pn. „Inkubator Rozwoju” w ramach ustanowionego przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego projektu pozakonkursowego pn. „SCIENCE4BUSINESS-NAUKA DLA BIZNESU”, współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej „Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki na lata 2021–2027”

ZNACZENIE BAKTERII FOSFOROWYCH W ZRÓWNOWAŻONYM ROZWOJU I ODŻYWIANIU ROŚLIN

SYLWIA SIEBIELEC

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

Fosfor jest jednym z kluczowych makroelementów warunkujących prawidłowy wzrost, rozwój oraz plonowanie roślin uprawnych i remediacyjnych. Mimo jego wysokiej ogólnej zawartości w glebach, większość tego pierwiastka występuje w formach niedostępnych dla systemu korzeniowego. Efektywnym rozwiązaniem zwiększającym potencjał odżywczy roślin staje się wykorzystanie bakterii solubilizujących fosfor (ang. *Phosphorus Solubilizing Bacteria* – PSB). Mikroorganizmy te posiadają zdolność przekształcania zablokowanych form fosforu w związki łatwo przyswajalne dla roślin.

Stosowanie preparatów opartych na wyselekcjonowanych szczepach PSB przynosi istotne korzyści produkcyjne. Przejawiają się one wyraźnym wzrostem biomasy korzeniowej i nadziemnej, poprawą kondycji roślin oraz ich wyższą tolerancją na stres. Co więcej, PSB wykazują duży potencjał aplikacyjny na glebach ubogich w fosfor – w tym na terenach przemysłowych, często zanieczyszczonych pierwiastkami śladowymi. Wśród najczęściej izolowanych PSB wymienia się bakterie z rodzajów *Bacillus*, *Streptomyces* czy *Pseudomonas*. Dane literaturowe oraz badania własne obejmujące doświadczenia polowe, poletkowe i szklarniowe potwierdzają, że regularne stosowanie tych biopreparatów pozwala na podniesienie plonowania przy jednoczesnym obniżeniu dawek mineralnych nawozów fosforowych. Integracja efektywnych szczepów PSB z nowoczesnymi technologiami agrotechnicznymi pozwala na znaczne ograniczenie nawożenia mineralnego bez utraty produktywności biomasy.

Współczesne wyzwania badawcze w zakresie PSB koncentrują się na poszukiwaniu nowych, przyjaznych dla środowiska rozwiązań oraz optymalizacji technik opartych na aplikacjach mikrobiologicznych. Praktyczne wykorzystanie rozwijanej wiedzy naukowej może przyczynić się do intensywnego rozwoju produkcji bezpiecznych bionawozów, przy jednoczesnym ograniczeniu eksploatacji nieodnawialnych złóż fosforytowych. W tym kontekście kluczowym zadaniem pozostaje prowadzenie zaawansowanych analiz nad stabilnością oraz wydajnością cech genetycznych i metabolicznych, które odpowiadają za solubilizację fosforanów u badanych mikroorganizmów. Wyniki tych badań stanowią fundament pod budowę biologicznych produktów nowej generacji, kluczowych dla ochrony bioróżnorodności gleb w nowoczesnym rolnictwie.

*Temat badawczy pt. „Alternatywne źródła fosforu jako element osiągnięcia celów Zielonego Ładu,
symbol:2.04, IUNG-PIB*

„AKADEMIA NBSOIL” O BOGACTWIE BIOLOGICZNYM GLEBSYLWIA SIEBIELEC¹, GRZEGORZ SIEBIELEC², DOMINIKA GMUR²*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy*¹*Zakład Mikrobiologii*²*Zakład Gleboznawstwa i Analiz Środowiskowych*

Bogactwo biologiczne gleby warunkuje jej zdrowie, żyzność i urodzajność oraz stabilność świadczonych przez nią usług ekosystemowych. Współczesne rolnictwo stoi przed wyzwaniem wdrożenia holistycznego zarządzania biosferą glebową w obliczu postępującej degradacji środowiska i zachodzących zmian klimatycznych. Odpowiedzią na te wyzwania jest międzynarodowy projekt NBSOIL realizowany w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym, finansowany z programu Horyzont Europa, którego celem jest wdrażanie rozwiązań opartych na naturze (Nature-Based Solutions – NBS) w praktyce rolniczej. Kluczowym filarem tej inicjatywy jest Akademia NBSOIL – nowatorski, dwuletni program szkoleniowy, stworzony przez zespół projektu z myślą o obecnych i przyszłych doradcach ds. gleby w celu transferu zaawansowanej wiedzy teoretycznej do bezpośrednich działań terenowych. Szkolenia dla doradców glebowych na platformie NBSOIL Academy można realizować w siedmiu językach, tj. polskim, angielskim, niemieckim, francuskim, włoskim, hiszpańskim i holenderskim.

W ramach opracowanej metodologii edukacyjnej Akademii NBSOIL szczególny nacisk kładzie się na interdyscyplinarne podejście w zakresie oceny bioróżnorodności środowiska glebowego. Wysoka bioróżnorodność mikrobiomu jest kluczowa dla prawidłowego funkcjonowania gleby, ponieważ to właśnie zróżnicowane zespoły mikroorganizmów odpowiadają za efektywny obieg pierwiastków, rozkład materii organicznej, udostępnianie składników pokarmowych roślinom oraz naturalne ograniczanie rozwoju patogenów. Program integruje naukowe podstawy diagnostyki profilu glebowego z identyfikacją aktywności makro- i mikroorganizmów oraz ich roli w procesach glebotwórczych. Ochrona bogactwa biologicznego jest realizowana poprzez wdrażanie sześciu wielofunkcyjnych praktyk NBS, obejmujących m.in. aplikację lokalnych nawozów organicznych, uprawy okrywowe oraz bioremediację.

Praktyczna weryfikacja i prezentacja tych technik odbywa się w dedykowanych obiektach demonstracyjnych i laboratoriach polowych. Działalność Akademii NBSOIL udowadnia, że wykształcenie nowej generacji doradców, wyposażonych w nowoczesne narzędzia oceny zdrowia gleby, stanowi kluczowy element budowy zrównoważonych systemów produkcji zdrowej i bezpiecznej żywności oraz trwałej ochrony bioróżnorodności środowiska glebowego.

Badania finansowane przez projekt NBSOIL, nr projektu 101091246, w ramach programu Horyzont Europa

IZOLACJA DNA GLEBOWEGO JAKO KLUCZOWY ETAP W ANALIZIE METAGENOMICZNEJ BAKTERII

SYLWIA SIEBIELEC¹, AGNIESZKA KLIMKOWICZ-PAWŁAS², AGATA BOBER²,
ALEKSANDRA UKALSKA-JARUGA

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

¹*Zakład Mikrobiologii*

²*Zakład Gleboznawstwa i Analiz Środowiskowych*

Analiza metagenomiczna oparta na sekwencjonowaniu nowej generacji (NGS) zrewolucjonizowała współczesną ekologię mikroorganizmów, umożliwiając identyfikację niehodowlanych dotychczas taksonów bakteryjnych na poziomie rodzaju i gatunku, a także poznanie składu zbiorowisk mikrobiologicznych środowiska glebowego. Gleba, jako jedna z najbardziej złożonych matryc biologicznych, stawia przed badaczami wciąż liczne wyzwania techniczne w pracy laboratoryjnej. Sukces analizy metagenomicznej zależy bowiem od uzyskania wysokiej wydajności ekstrakcji przy jednoczesnym zachowaniu nienaruszonej struktury nici DNA oraz eliminacji inhibitorów reakcji enzymatycznych.

Wdrożenie nowoczesnych metod biologii molekularnej jest niezwykle ważne w badaniach rolniczych, ponieważ pozwala na monitorowanie zdrowia gleby, ocenę wpływu praktyk agrotechnicznych na bioróżnorodność środowiska oraz identyfikację mikroorganizmów odpowiedzialnych za potencjał biostymulujący wzrost i rozwój roślin uprawnych. Technologie te umożliwiają m.in. dokładne śledzenie zmian w strukturze i aktywności mikrobiomu glebowego po zastosowaniu nawozów organicznych, takich jak obornik czy gnojowica, co pozwala na optymalizację procesów humifikacji i zdolności gleby do zatrzymywania składników pokarmowych.

Choć dynamiczny rozwój metod molekularnych wciąż stanowi nowość dla większości producentów rolnych, ma on kluczowe znaczenie dla wdrażania założeń nowoczesnego rolnictwa opartego na wiedzy w zakresie oceny stanu faktycznego mikrobiomu glebowego oraz jego znaczenia dla zrównoważonego rozwoju. Nowe technologie stają się dla sektora produkcji żywności podstawowym narzędziem gwarantującym bezpieczeństwo, wysoką jakość plonów oraz stabilność biologiczną łańcucha dostaw.

Celem niniejszych badań było wykonanie izolacji DNA z próbek glebowych poddanych zróżnicowanemu nawożeniu (próbki traktowane nawozami oraz nienawożone), pobieranych w dwóch okresach tj. letnim i jesiennym. Całkowite genomyczne DNA izolowano z próbek gleby przy użyciu komercyjnego zestawu, w celu przygotowania matrycy do sekwencjonowania nowej generacji (NGS). Uzyskany w ten sposób materiał poddano dalszej analizie bioinformatycznej.

Umowa o dofinansowanie Projektu pt.: Zaawansowane rozwiązania biologiczne do monitorowania i łagodzenia ryzyka zanieczyszczenia związkami hormonalnymi wód irygacyjnych pochodzących z technologii separacji obornika, [akronim: BioTreatED] wybranego w ramach II konkursu Programu Water4All (JTC Call 2023)

Nr Umowy: WATER4ALL/II/31/BioTreated/2025

PROMIENIOWCE Z RODZAJU *MICROMONOSPORA* – MIKROBIOLOGICZNY CZYNNIK W PROCESACH FITOREMEDIACJI?

WOJCIECH SOKOŁOWSKI, SYLWIA WDOWIAK-WRÓBEL, MONIKA MAREK-KOZACZUK

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Katedra Genetyki i Mikrobiologii

Rodzaj *Micromonospora* (klasa: *Actinomycetes*) to Gram-dodatnie, tlenowe, zdolne do sporulacji i tworzenia rozgałęzionych strzępek bakterie, charakteryzujące się wysoką plastycznością ekologiczną oraz zdolnością do produkcji wielu cennych związków biologicznie czynnych, w tym tzw. bakteryjnych metabolitów wtórnych. Dzięki potwierdzonym zdolnościom tych mikroorganizmów do promowania wzrostu roślin oraz potencjale do remediacji siedlisk zanieczyszczonych, rodzaj *Micromonospora* uznaje się za grupę bakterii użytecznych zarówno w rolnictwie, jak i procesach biotechnologicznych związanych z bioremediacją.

W przeprowadzonych badaniach oceniono możliwość wykorzystania w procesie fitoremediacji wspomaganiej mikroorganizmami (*microbe-assisted phytoremediation*) dwóch endofitycznych szczepów bakteryjnych, zaklasyfikowanych do gatunku *Micromonospora purpureochromogenes*. Szczepy te charakteryzują się zdolnością do wykorzystywania oleju napędowego oraz przetworzonego oleju silnikowego jako jedynego źródła węgla i energii. W ramach doświadczenia, siewki rzepaku (*Brassica napus* L.) odm. Goliat, uprawiane w podłożu torfowym zanieczyszczonym olejem napędowym (6 g·kg⁻¹ podłoża), poddano inokulacji z wykorzystaniem testowanych szczepów bakteryjnych.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że badane bakterie wykazują zdolność do promowania wzrostu roślin rzepaku odm. Goliat, uprawianych w substracie torfowym, zanieczyszczonym olejem napędowym. Średnia masa i średnia długość części nadziemnych roślin poddanych inokulacji wzrosła w stosunku do roślin kontrolnych (nieinokulowanych), o odpowiednio 34% i 14,8% dla szczepu *M. purpureochromogenes* N5 oraz 33,3% i 18,1% dla szczepu *M. purpureochromogenes* 5056.

Uzyskane wyniki wskazują, że badane szczepy *M. purpureochromogenes* N5 oraz *M. purpureochromogenes* 5056 wykazują potencjał do wykorzystania w procesie fitoremediacji terenów zanieczyszczonych olejem napędowym, co wymaga jednak dalszego potwierdzenia w badaniach polowych. Ponadto poznanie molekularnych mechanizmów tego procesu, przyczyni się do pełniejszego zrozumienia zasad fitoremediacji wspomaganiej mikroorganizmami, z uwzględnieniem interakcji roślina–mikroorganizmy–środowisko.

Sokołowski, W. (2024). Ocena zdolności endofitów bakteryjnych z rodzajów Methylobacterium i Micromonospora do realizacji mechanizmów promujących wzrost roślin in vitro oraz in planta. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

DODATKI ORGANICZNE PLUS *TRICHODERMA HARZIANUM* T22 APLIKOWANE DO GLEBY RÓŻNIE DZIAŁAJĄ NA ROŚLINY, MIKROORGANIZMY I SZKODNIKI

MAGDALENA SZCZECH, BEATA KOWALSKA, GERARD PODEDWORNY,
JOLANTA WINCIOREK, ANNA MICHALSKA

Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy

Zmiany agrotechniczne w uprawach polegające na redukcji użycia syntetycznych środków (nawozów mineralnych, pestycydów) powodują, że rolnicy zaczynają coraz częściej stosować nawozy organiczne oraz biologiczne środki ochrony roślin zawierające mikroorganizmy. Działanie tych ostatnich jest wysoce zależne od czynników środowiskowych, a także zawartości materii organicznej i składników pokarmowych. Dodatek egzogennej materii organicznej może więc mieć istotny wpływ na stosowane w uprawach mikroorganizmy. Jak wynika z naszych badań, efekty tych interakcji mogą być różne: pozytywne, neutralne, a także negatywne – pogarszające rozwój roślin. Od dwóch lat prowadzone są doświadczenia w kontenerach zawierających dwa rodzaje ziemi pochodzącej ze stanowisk z glebą płową, różniącą się zawartością materii organicznej i zasobnością w składniki pokarmowe. Do obu rodzajów gleby dodawano dostępne na rynku nawozy/preparaty organiczne w dawkach zalecanych przez producentów (15 obiektów). Oprócz tego do połowy kontenerów z dodatkami organicznymi aplikowano preparat Trianum G zawierający grzyba *Trichoderma harzianum*, szczep T22. Do wszystkich kontenerów wysiewano gorczycę jako roślinę testową. Badano parametry wzrostu roślin, liczebność wybranych grup mikroorganizmów w ryzosferze i podłożu, aktywność enzymatyczną, a także stopień uszkodzenia roślin przez szkodniki. Aplikacja Trianum G pozytywnie wpływała na wzrost roślin w obu podłożach kontrolnych, bez dodatków organicznych. Powodowała również istotny wzrost liczebności bakterii z rodzaju *Pseudomonas* w ryzosferze. Nie miała natomiast znaczącego wpływu na inne badane parametry. Zasiadlenie podłoża przez *Trichoderma* spp. było na poziomie $0,5 \times 10^4$ jtk·g⁻¹ suchej masy. Z kolei efekty aplikacji Trianum G do podłoża wzbogaconych dodatkami organicznymi były zależne od zastosowanego materiału. Przykładowo nawóz Fertilan, komposty ogrodnicze oraz płynny preparat z pokrzywy w połączeniu z Trianum G działały na rośliny oraz wybrane grupy mikroorganizmów glebowych znacznie lepiej niż samo Trianum G lub wymienione preparaty. Natomiast granulowane oborniki, szczególnie obornik bydlęcy, miały negatywny wpływ na wzrost gorczycy, a dodatek *Trichoderma* niewiele zmieniał. Zaobserwowano również, że aplikacja Trianum z niektórymi dodatkami organicznymi powodowała wzrost uszkodzeń roślin przez szkodniki. Te wyniki wskazują, że należy zwrócić uwagę na dobór materiałów organicznych do nawożenia gleb i podłoży ze względu na ich istotne interakcje z mikroorganizmami w preparatach biologicznych.

Badania wykonywane w ramach tematu statutowego 4.2.24 pt.: „Opracowanie technik poprawiających działanie biopreparatów w uprawie warzyw oraz ocena ich interakcji z roślinami i środowiskiem uprawy”.

WYKORZYSTANIE GRZYBÓW W PREPARATACH MIKROBIOLOGICZNYCH

KATARZYNA WIEJAK, ANNA GAŁĄZKA

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

Wzrost liczby gospodarstw nastawionych na maksymalizację produkcji oraz intensyfikacja rolnictwa związana z nadmiernym stosowaniem nawozów mineralnych i środków ochrony roślin prowadzą do zaburzenia równowagi biologicznej gleby oraz ograniczenia bioróżnorodności. W tej sytuacji stosowanie preparatów mikrobiologicznych, które wspierają wzrost plonów i chronią rośliny, staje się zasadne. Produkcja tych preparatów należy do najszybciej rozwijających się segmentów rynku rolno-spożywczego, a prowadzone badania koncentrują się na poszukiwaniu pożytecznych mikroorganizmów dla praktyki rolniczej.

Oprócz preparatów opartych na bakteriach coraz większe zainteresowanie budzą produkty zawierające grzyby wspomagające wzrost i rozwój roślin oraz wpływające korzystnie na jakość gleby. Istotne znaczenie przypisuje się grzybom mykoryzowym, zwłaszcza z rodzaju *Glomus* oraz grzybom z rodzaju *Trichoderma*, które znajdują szerokie zastosowanie w biologizacji upraw. Grzyby mykoryzy arbuskularnej (AMF), tworząc symbiozę z korzeniami roślin, zwiększają efektywność pobierania wody oraz składników pokarmowych, głównie fosforu i mikroelementów. Wpływają również korzystnie na strukturę gleby, aktywność mikrobiologiczną oraz odporność roślin na stropy biotyczne i abiotyczne. Grzyby z rodzaju *Trichoderma* charakteryzują się wysoką aktywnością metaboliczną i zdolnością do szybkiej adaptacji w trudnych warunkach środowiskowych. Ponadto wykazują właściwości antagonistyczne wobec wielu fitopatogenów, ograniczając rozwój chorób odglebowych i wspomagając ochronę systemu korzeniowego roślin. Dodatkowo zwiększają aktywność biologiczną gleby oraz stymulują wzrost roślin. Podkreśla się także znaczenie grzybów z rodzajów: *Pochonia*, *Paecilomyces*, *Penicillium* czy *Aspergillus*, które coraz częściej znajdują się w składzie nawozowych produktów mikrobiologicznych. Biorą udział w procesach poprawy żyzności gleby, mineralizacji materii organicznej oraz biologicznego ograniczania niektórych szkodników i patogenów.

Preparaty zawierające grzyby dostępne są w różnych formach użytkowych, takich jak granulaty, proszki oraz formułacje płynne. Inokulanty mogą być stosowane doglebowo, do zaprawiania nasion lub łącznie z nawożeniem mineralnym. Ich stosowanie poprawia strukturę gleby, zwiększa aktywność mikrobiologiczną i zawartość materii organicznej, jednocześnie ograniczając konieczność nawożenia mineralnego i wspierając założenia rolnictwa ekologicznego, zrównoważonego i regeneratywnego.

Celem pracy było przedstawienie możliwości wykorzystania grzybów jako komponentu preparatów mikrobiologicznych mających zastosowanie w rolnictwie oraz omówienie ich mechanizmów działania i potencjalnych korzyści dla gleby i roślin.

Opracowanie przygotowano w ramach realizacji zadania 1.7 pt. „Preparaty mikrobiologiczne” z dotacji celowej MRiRW w 2026 r.

NOWA GENERACJA NAWOZÓW: STRUWIT I PSYCHROTOLERANTNE PSB W TECHNOLOGII STRUBAC-COLD

MAŁGORZATA WOŹNIAK¹, MONIKA KOZIEŁ¹, SYLWIA SIEBIELEC¹, MARTA WYZIŃSKA², ANNA GAŁĄZKA¹

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

¹Zakład Mikrobiologii

²Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu

Współczesne rolnictwo wymaga opracowania innowacyjnych i zrównoważonych technologii nawożenia, umożliwiających ograniczenie strat składników pokarmowych oraz zmniejszenie presji środowiskowej związanej z intensywną produkcją rolniczą. Jednym z obiecujących kierunków jest wykorzystanie nawozów odzyskiwanych z odpadów oraz mikroorganizmów wspomagających biodostępność składników mineralnych. Projekt StruBac-Cold koncentruje się na opracowaniu nowej generacji nawozu mikrobiologicznego opartego na struwicie oraz psychrotolerantnych bakteriach rozpuszczających fosforany (PSB).

Struwit, będący źródłem fosforu i azotu o właściwościach nawozu o kontrolowanym uwalnianiu składników pokarmowych, stanowi cenny surowiec wpisujący się w założenia gospodarki obiegu zamkniętego. Zastosowanie psychrotolerantnych bakterii PSB ma na celu zwiększenie efektywności wykorzystania fosforu, szczególnie w warunkach obniżonych temperatur charakterystycznych dla okresu jesiennego i wczesnowiosennego w uprawie roślin ozimych.

Technologia StruBac-Cold stanowi przykład połączenia mikrobiologii środowiskowej, nowoczesnych technologii nawozowych oraz założeń rolnictwa zrównoważonego. Opracowywane rozwiązanie posiada potencjał wdrożeniowy i może przyczynić się do zwiększenia efektywności nawożenia przy jednoczesnym ograniczeniu negatywnego wpływu rolnictwa na środowisko.

*Opracowanie powstało w ramach finansowania ze środków Unii Europejskiej w ramach Działania 2.5 Programu „Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki na lata 2021–2027” w ramach projektu „Science4Business – Nauka dla Biznesu” – Zadanie nr 1 „Inkubator Rozwoju”.
Projekt nr I-190/S4B/IR/IUNG pt. „Zintegrowane wykorzystanie struwitu i psychrotolerantnych bakterii PSB w nawożeniu roślin ozimych – opracowanie nowej technologii nawozowej”*

POTENCJAŁ FITOSTYMULACYJNY MIKROORGANIZMÓW ZWIĄZANYCH Z PSZENICĄ OZIMĄ W KONTEKŚCIE BIOFORTYFIKACJI

MAŁGORZATA WOŹNIAK¹, MONIKA KOZIEŁ¹, ARTUR NOWAK²

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

²*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Biotechnologii i Hodowli Roślin*

²*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej,
Wydział Biologii i Biotechnologii,
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin*

Rosnące zainteresowanie biofortyfikacją roślin wynika z potrzeby poprawy jakości żywieniowej surowców roślinnych oraz poszukiwania bardziej zrównoważonych metod produkcji rolniczej. Coraz większą uwagę zwraca się na mikroorganizmy związane z roślinami, które poprzez swoje właściwości metaboliczne mogą wpływać na dostępność składników mineralnych oraz wspierać wzrost i rozwój roślin. Szczególnie istotne są mikroorganizmy promujące wzrost roślin (PGPM – Plant Growth-Promoting Microorganisms), zasiedlające ryzosferę oraz wnętrze tkanek roślinnych.

Celem pracy była ocena potencjału fitostymulacyjnego wybranych mikroorganizmów związanych z pszenicą ozimą w kontekście ich możliwego wykorzystania w strategiach biofortyfikacji roślin. Do badań wykorzystano izolaty bakterii i grzybów. Mikroorganizmy poddano identyfikacji molekularnej na podstawie analizy sekwencji genu 16S rRNA oraz regionu ITS. Oceniono również zdolność do syntezy kwasu indolilo-3-octowego (IAA).

Przeprowadzone analizy wykazały różnicowany potencjał badanych mikroorganizmów w zakresie właściwości fitostymulacyjnych. Wśród analizowanych izolatów wyselekcjonowano szczepy charakteryzujące się wysoką produkcją IAA. Uzyskane wyniki wskazują, że zarówno bakterie, jak i grzyby związane z mikrobiomem pszenicy ozimej mogą stanowić cenne źródło mikroorganizmów o potencjale wspierającym biofortyfikację roślin.

Przeprowadzone badania podkreślają znaczenie mikroorganizmów środowiskowych w rozwoju nowoczesnych i bardziej zrównoważonych strategii produkcji roślinnej oraz wskazują na możliwość wykorzystania wyselekcjonowanych szczepów w przyszłych badaniach aplikacyjnych.

Badania 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

PRODUKCYJNOŚĆ PSZENICY JAREJ W WARUNKACH EKOLOGICZNEJ OCHRONY

MARTA WYZIŃSKA¹, ADAM KLEOFAS BERBEĆ², JERZY GRABIŃSKI¹

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

¹*Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu*

²*Zakład Agroekologii i Ekonomiki*

Rolnictwo ekologiczne opiera się na ograniczeniu stosowania syntetycznych środków ochrony roślin na rzecz metod biologicznych, agrotechnicznych oraz substancji dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym jako tzw. substancje podstawowe.

W roku 2025 przeprowadzono doświadczenie wazonowe w Hali Wegetacyjnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach. Rośliną doświadczalną była jara forma pszenicy, odmiana Telimena. Do zbioru utrzymywano w wazonach 10 roślin. W doświadczeniu wazonowym i mikropoletkowym oceniano przydatność wybranych substancji podstawowych w uprawie pszenicy jarej.

Do badań wybrano 3 substancje podstawowe, do porównania 2 gotowe preparaty (produkty naturalne zalecane do rolnictwa ekologicznego) oraz obiekt kontrolny (bez ochrony – brak oprysków).

Obiekty doświadczalne:

Kontrola,

1. Preparat zawierający ekstrakt z czosnku i chilli – produkt naturalny zalecany do rolnictwa ekologicznego;
2. Preparat zawierający ekstrakt wodny z piołunu, wrotyczu, czosnku, pokrzywy i cebuli – produkt naturalny zalecany do rolnictwa ekologicznego;
3. Ekstrakt z cebuli;
4. Ekstrakt z pokrzywy;
5. Ekstrakt ze skrzypu polnego.

W trakcie sezonu wegetacyjnego obserwowano zdrowotność roślin, występowanie szkodników.

Zbioru roślin dokonano w fazie dojrzałości pełnej. Po zbiorze określono plon ziarna oraz cechy struktury plonu.

Najwyższy plon ziarna pszenicy jarej odnotowano na obiekcie kontrolnym, wynosił on 28,03 g na wazon, co wskazuje, że warunki były najbardziej sprzyjające. Warianty 1–4 charakteryzowały się niższym plonem, mieszczącym się w przedziale 23,35–24,51 g, co sugeruje obniżenie produktywności roślin w wyniku zastosowanych czynników doświadczalnych.

Wariant 5 wyróżniał się nieco wyższym plonem (ok. 24,91 g).

Badania realizowane w ramach Dotacji Celowej 4.1. – Identyfikacja problemów oraz doskonalenie płodozmianu i innych elementów agrotechniki w gospodarstwach ekologicznych o różnych profilach produkcji

**WYBRANE SUBSTANCJE PODSTAWOWE W EKOLOGICZNEJ OCHRONIE
PSZENICY JAREJ**MARTA WYZIŃSKA¹, ADAM KLEOFAS BERBEĆ², JERZY GRABIŃSKI¹*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*¹*Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu*²*Zakład Agroekologii i Ekonomiki*

Substancje podstawowe to naturalne produkty, które mogą być stosowane w rolnictwie bez spełniania pełnych wymogów rejestracyjnych dla środków ochrony roślin. Obejmują m.in. ekstrakty roślinne (np. wyciąg z czosnku czy pokrzywy, ze skrzypu polnego czy z kory wierzby), oleje naturalne (np. olej z cebuli, olej słonecznikowy), produkty uboczne przetwarzania żywności (np. ocet winny czy serwatka) oraz występujące w środowisku minerały i związki chemiczne (np. soda oczyszczona, Talk E553b czy chlorek sodu). W ochronie roślin – szczególnie zbóż – ich rola polega przede wszystkim na wspieraniu naturalnych mechanizmów obronnych roślin uprawnych.

Stosowanie substancji podstawowych może ograniczać rozwój patogenów chorobotwórczych i szkodników atakujących zboża, dzięki czemu rośliny są mniej narażone na infekcje oraz uszkodzenia. Preparaty te aktywizują naturalną odporność roślin, poprawiają ich kondycję oraz wzmacniają procesy fizjologiczne odpowiedzialne za wzrost. W efekcie zboża lepiej radzą sobie w warunkach stresu biotycznego, takiego jak choroby, a ich tkanki stają się bardziej odporne na porażenie przez grzyby czy działanie owadów. Substancje podstawowe stanowią zatem wsparcie dla ekologicznej ochrony roślin, uzupełniając lub ograniczając konieczność stosowania innych preparatów.

Do najczęściej wykorzystywanych substancji podstawowych należą:

- wyciągi i ekstrakty roślinne (np. skrzyp polny, pokrzywa);
- substancje pochodzenia spożywczego (np. ocet winny, wodorowęglan sodu);
- naturalne oleje roślinne (np. olej słonecznikowy);
- minerały i substancje nieorganiczne (np. Talk E553b).

Substancje te różnią się mechanizmami działania, trwałością i zakresem zastosowania, lecz łączy je niski poziom ryzyka środowiskowego i dopuszczenie do stosowania w gospodarstwach ekologicznych.

Badania realizowane w ramach Dotacji Celowej 4.1. – Identyfikacja problemów oraz doskonalenie płodozmiaru i innych elementów agrotechniki w gospodarstwach ekologicznych o różnych profilach produkcji

MOŻLIWOŚCI ZWIĘKSZENIA PRODUKCYJNOŚCI POMIDORÓW POD WPLYWEM ZASTOSOWANIA BIEWĘGLA Z DODATKIEM KOMPOSTU

MARTA WYZYŃSKA¹, ADAM KLEOFAS BERBEĆ²

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

¹*Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonu*

²*Zakład Agroekologii i Ekonomiki*

W ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie metodami poprawy jakości gleb przy jednoczesnym zagospodarowaniu produktów ubocznych pochodzenia rolniczego i spożywczego. Jednym z kierunków wpisujących się w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym jest produkcja polepszaczy glebowych (ang. *Soil Improvers*). Szczególną uwagę zwraca wykorzystanie biowęgla, który dzięki swojej porowatej strukturze, dużej powierzchni właściwej oraz zdolności do sorpcji składników pokarmowych może korzystnie wpływać na właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby.

W roku 2025 w Hali Wegetacyjnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach przeprowadzono doświadczenie wazonowe mające na celu ocenę wpływu innowacyjnego polepszacza glebowego (SI) na wzrost i rozwój roślin uprawnych. Rośliną doświadczalną był pomidor (*Solanum lycopersicum* L.). Zastosowany polepszacz glebowy został opracowany w ramach projektu Waste4Soil i wyprodukowany w jednym z gospodarstw rolnych na terenie Lubelszczyzny. Preparat ten powstał na bazie biowęgla powstałego z fitosanitarnego cięcia plantacji porzeczki czarnej i sadu jabłoniowego oraz z kompostowanych wyłoków z jabłek, porzeczki czarnej oraz słomy. Dzięki temu produkt ten doskonale wpisuje się w ideę gospodarki obiegu zamkniętego oraz zrównoważone gospodarowanie odpadami.

Tabela 1. Wyniki doświadczenia wazonowego z pomidorem

Obiekt	Plon (g·roślinę ⁻¹)	SPAD	Wysokość roślin (cm)
Kontrola	1310.44	389	120
SI 5 t·ha ⁻¹	1351.63	408	125
SI 10 t·ha ⁻¹	1383.16	413	125

Badania realizowane w ramach projektu Waste4Soil (www.waste4soil.eu). Projekt otrzymał dofinansowanie z programu badawczego i innowacyjnego Horyzont Europa Unii Europejskiej na podstawie umowy o dotację nr 101112708 oraz od Szwajcarskiego Sekretariatu Stanu ds. Edukacji, Badań Naukowych i Innowacji (SERI)

WPLYW PRZEDSIĘWNEGO ZAPRAWIANIA NASION NA KIELKOWANIE ORAZ POCZĄTKOWY WZROST GROCHU

LIUDMYLA YEREMKO¹, VOLODYMYR HANHUR¹, MARIOLA STANIAK²

¹*Poltava State Agrarian University, Department of Plant Cultivation, Skovorody, 1/3, 36000, Poltava, Ukraine*

²*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonów,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Skuteczną metodą zwiększenia efektywności pobierania składników pokarmowych z gleby przez rośliny oraz ograniczenia stosowania nawozów mineralnych bez obniżania plonów jest inokulacja nasion preparatami biologicznymi opartymi na mikroorganizmach.

Badania prowadzono w Poltava State Agricultural Research Station named after M.I. Vavilov of Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of NAAS. Celem badań było określenie wpływu zaprawiania nasion biologicznym inokulantem Rhizoaktiv Legumes ($2,0 \text{ L} \cdot \text{t}^{-1}$) oraz jego kombinacji z Humate K ($1,0 \text{ L} \cdot \text{t}^{-1}$) i jednoskładnikowym nawozem Ca ($1,5 \text{ L} \cdot \text{t}^{-1}$) na początkowy wzrost i rozwój roślin grochu. Wyniki wskazują na stymulujące działanie inokulantu biologicznego i jego kompleksów na kiełkowanie nasion oraz morfogenezę siewek grochu. Najbardziej efektywną kombinacją okazało się zastosowanie Rhizoaktiv Legumes + Ca w przedsięwzięciu zaprawianiu nasion — średnia długość części nadziemnej i korzenia siewek wynosiła, odpowiednio 5,00 i 8,00 cm, a ich masa 0,08 i 0,13 g. Na obiekcie kontrolnym wartości te wynosiły, odpowiednio 2,30 i 7,80 cm oraz 0,05 i 0,07 g.

W wariancie z Rhizoaktiv Legumes średnia długość i masa części nadziemnej siewek oraz korzenia wzrosła w stosunku do kontroli o 2,40 i 2,00 cm oraz o 0,02 i 0,05 g. Zastosowanie kombinacji Rhizoaktiv Legumes + Humate K + Ca spowodowało wzrost długości i masy części nadziemnej siewek oraz korzenia odpowiednio o 1,90 i 0,80 cm oraz 0,02 i 0,06 g w porównaniu z kontrolą. Jednocześnie zaobserwowano hamujący wpływ kompleksu Rhizoaktiv Legumes + Humate K na początkowe kształtowanie się systemu korzeniowego grochu.

Podstawą formowania wysoko produktywnych agrocenoz grochu jest optymalizacja gęstości ładu poprzez równomierne rozmieszczenie roślin na jednostce powierzchni, co z kolei zależy od energii i zdolności kiełkowania nasion. Wyniki badań wskazują na stymulujący wpływ inokulantu biologicznego i jego kompleksów na kiełkowanie nasion grochu. Najwyższą energię i zdolność kiełkowania (odpowiednio 86,0% i 98,0%) uzyskano w wariancie Rhizoaktiv Legumes + Ca. Wariant z samym Rhizoaktiv Legumes charakteryzował się nieco niższą dolnością kiełkowania. Dodatek Humate K w pewnym stopniu obniżał zdolność kiełkowania nasion grochu, natomiast na obiekcie kontrolnym była ona najniższa.

Wykazano, że zaprawianie nasion grochu inokulantem biologicznym Rhizoaktiv Legumes oraz jego kombinacją z Ca pozytywnie wpływało na wskaźniki kiełkowania oraz morfogenezę siewek grochu. We wszystkich wariantach z zastosowaniem badanych preparatów odnotowano istotny wzrost parametrów morfologicznych oraz masy korzenia i pędu.

WPLYW INOKULANTU BIOLOGICZNEGO, NAWOZÓW MINERALNYCH ORAZ BORU NA PLON NASION CIECIERZYCY

LIUDMYLA YEREMKO¹, VOLODYMYR HANHUR¹, MARIOLA STANIAK², KATARZYNA CZOPEK²,
ANNA STĘPIEŃ-WARDA²

¹*Poltava State Agrarian University, Department of Plant Cultivation,
Skovorody, 1/3, 36000, Poltava, Ukraine*

²*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Uprawy Roślin i Jakości Plonów,
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

Istotnym elementem przeciwdziałania globalnemu kryzysowi żywnościowemu w warunkach zmian klimatu jest stabilizacja produkcji roślin odpornych na stresy środowiskowe, takich jak ciecierzycza.

Celem badań było określenie wpływu inokulantu biologicznego opartego na bakterii wiążącej azot *Mesorhizobium ciceri*, nawozów mineralnych oraz dolistnie stosowanego boru, a także ich kombinacji na wzrost i rozwój roślin oraz plon nasion ciecierzycy. Badania przeprowadzono w latach 2024–2025 w Poltava State Agricultural Research Station named after M.I. Vavilov of Institute of Pig Breeding and Agro-Industrial Production of NAAS. Analizowane czynniki obejmowały: zaprawianie nasion inokulantem biologicznym Anderiz zawierającym żywe komórki bakterii *Mesorhizobium ciceri* ($2,0 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$); zastosowanie różnych dawek nawozów mineralnych ($\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$, $\text{N}_0\text{P}_{35}\text{K}_{35}$, $\text{N}_{20}\text{P}_{70}\text{K}_{70}$); oraz nawożenie dolistne borem ($\text{B } 150 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Wyniki badań wskazują na korzystny wpływ nawozów mineralnych, boru, inokulantu biologicznego oraz ich kombinacji na rozwój powierzchni liściowej ciecierzycy. W fazie formowania strąków najmniejszą powierzchnię liści stwierdzono na obiekcie kontrolnym ($24,7 \text{ tys. m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$). Zastosowanie nawozów mineralnych zwiększyło ten parametr o $1,75\text{--}3,28 \text{ tys. m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, przy czym wyższe dawki nawozów sprzyjały intensywniejszemu rozwojowi powierzchni liściowej. W wariantach z przedsięwzięciem inokulowaniem nasion wzrost powierzchni liściowej w porównaniu z obiektem kontrolnym wyniósł $0,86 \text{ tys. m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. Dolistne nawożenie borem zwiększyło ten parametr o $0,28 \text{ tys. m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ w porównaniu z obiektem kontrolnym. Połączenie inokulacji nasion i oprysku borem spowodowało wzrost powierzchni liściowej o $1,64 \text{ tys. m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. Najkorzystniejsze warunki dla formowania powierzchni liściowej uzyskano w wariantcie łączącym inokulację nasion, nawożenie borem oraz $\text{N}_{20}\text{P}_{70}\text{K}_{70}$.

Wyniki badań potwierdzają pozytywny wpływ inokulantu biologicznego, nawozów mineralnych oraz boru na tempo akumulacji nadziemnej biomasy przez rośliny. Akumulacja biomasy determinowała z kolei produktywność i plon nasion ciecierzycy. Największy średni plon nasion z dwóch lat badań ($2,19 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) uzyskano w wariantcie $\text{Anderiz} + \text{N}_{20}\text{P}_{70}\text{K}_{70} + \text{B}$. Najniższe wartości odnotowano na obiekcie kontrolnym ($1,49 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Wzrost plonu nasion ciecierzycy w wyniku nawożenia mineralnego mieścił się w zakresie $0,13\text{--}0,35 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Inokulacja nasion oraz nawożenie borem zwiększyły plon, odpowiednio do $1,59$ i $1,67 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast w wariantach łączonych parametr ten osiągnął $1,74 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

REAKCJA MIKROBIOMU GLEBY NA ZANIECZYSZCZENIE CHROMEM I STYMULACJĘ PREPARATEM HUMIAGRA

MAGDALENA ZABOROWSKA, JADWIGA WYSZKOWSKA, AGATA BOROWIK, JAN KUCHARSKI

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

Rosnąca świadomość społeczna dotycząca znaczenia gleb dla prawidłowego funkcjonowania ekosystemów i zdrowia człowieka skutkuje intensyfikacją działań ukierunkowanych na ograniczanie zanieczyszczeń metalami ciężkimi. Chrom (VI) jest wysoce szkodliwym i mobilnym zanieczyszczeniem środowiska, uwalnianym głównie w wyniku działalności przemysłowej, takiej jak garbowanie, galwanizacja, górnictwo i produkcja pigmentów. Metal ten wykazuje właściwości mutagenne i rakotwórcze i stanowi istotne zagrożenie dla zdrowia gleby, ekosystemów wodnych i organizmów żywych. Jego wysoka rozpuszczalność ułatwia wypłukiwanie przez matryce glebowe, co prowadzi do skażenia wód gruntowych i ostatecznie długotrwałych szkód ekologicznych. Mikroorganizmy glebowe stanowią istotny czynnik determinujący mobilność i toksyczność chromu poprzez jego biotransformację w środowisku glebowym. Ze względu na wysoką toksyczność chromu (VI) oraz jego negatywny wpływ na organizmy żywe, w ostatnich latach intensywnie poszukuje się nie tylko skutecznych, ale też atrakcyjnych ekonomicznie oraz przyjaznych środowisku metod remediacji gleb zanieczyszczonych tym metalem ciężkim. Uwzględniając konieczność zachowania różnorodności biologicznej gleby, coraz większe znaczenie przypisuje się metodom remediacji przywracającym stan jej równowagi, w tym biostymulacji.

Dlatego też celem badań było określenie odpowiedzi mikrobiomu gleby poddanej presji chromu (VI) uwzględniając zarówno jego strukturalną różnorodność jak i reakcję mikroorganizmów hodowlanych oraz oszacowanie skali potencjału kwasów humusowych w przywracaniu równowagi mikrobiologicznej gleby.

Zanieczyszczenie gleby chromem (VI) znacząco zahamowało wzrost i rozwój *Zea mays*, co korespondowało ze zwiększoną akumulacją tego metalu ciężkiego zarówno w częściach nadziemnych, jak i korzeniach. Grzyby były bardziej tolerancyjne na działanie tego metalu ciężkiego niż bakterie organotroficzne i promieniowce. Chrom (VI) wpłynął również na zmiany w strukturze zespołów bakterii i grzybów, określone metodą NGS. Odnotowano negatywny wpływ tego metalu na bakterie z rodzajów *Cellulosimicrobium*, *Kaistobacter*, *Rhodanobacter*, *Rhodoplanes* i *Nocardioides* oraz na grzyby z rodzajów *Chaetomium* i *Humicola* i stymulujący na bakterie z rodzajów *Phyciococcus*, *Agrobacterium*, *Arthrobacter*, *Kribbella*, *Devosia*, *Burkholderia* i *Ramibacter* oraz grzybów z rodzajów *Trichoderma*, *Penicillium*, *Sarocladium*, *Tallaromyces*, *Trichocladium*, *Didmella*, *Malassezia*, *Plenodomus* i *Endophoma*. Kwasy humusowe istotnie niwelowały negatywny wpływ chromu (VI) na różnorodność bakterii i grzybów.

Badania te zostały dofinansowane z programu „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” oraz subwencji przeznaczonej na badania Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Katedra Gleboznawstwa i Mikrobiologii (nr 30.610.006-110)

WPLYW BIOFILMU NA PROCES INFEKЦИИ ROŚLIN PRZEZ BAKTERIE Z RODZAJU *RHIZOBIUM*

KAROL ŻYWOT, PAULINA ADAMCZYK, MONIKA JANCZAREK

*Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej,
Wydział Biologii i Biotechnologii,
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin*

Większość bakterii w środowisku naturalnym żyje w stadium biofilmu, co przynosi im bardzo konkretne korzyści, takie jak: oporność na substancje przeciwdrobnoustrojowe, wysuszenie, stres oksydacyjny i tworzy dobre warunki do koniugacji. Celem tej pracy jest przegląd najnowszej literatury naukowej na temat bakterii z rodzaju *Rhizobium* w kontekście tworzenia przez nie brodawek korzeniowych ze szczególnym uwzględnieniem roli biofilmu jako kluczowego elementu w nawiązaniu symbiozy. Jednym z głównych składników macierzy, stanowiącej ponad 90% biofilmu jest egzopolisacharyd (EPS). Ten polimer cukrowy jest nieodłącznym elementem podczas infekcji roślin przez bakterie z rodzaju *Rhizobium*, które wydzielają go w znacznej ilości. Zapewnia on idealne środowisko do przepływu sygnałów, zarówno między bakteriami w quorum-sensing, jak i pomiędzy rośliną a bakterią, chroni również przed wysuszeniem oraz przed reakcjami odporności gospodarza. Bakterie nieprodukujące EPS nie są zdolne do infekcji rośliny, gdyż ten składnik pełni również funkcję cząsteczki sygnałowej. Bakterie z rodzaju *Rhizobium* są to Gram-ujemne, urzęsione bakterie zasiedlające środowisko glebowe. Mają one zdolność wiązania azotu atmosferycznego, dzięki enzymowi nitrogenazie, co czyni te bakterie bardzo ważnymi w kontekście zrównoważonych upraw rolniczych. Rośliny motylkowe pozostawione w glebie, po rozłożeniu stają się naturalnym nawozem, co czyni je obiecującym zamiennikiem szkodliwych dla środowiska azotowych nawozów mineralnych. Rhizobia wchodzi w symbiozę poprzez wymianę sygnałów z roślinami bobowatymi, u których wytwarzają struktury zwane brodawkami korzeniowymi. Bakterie wykształciły dużą specyficzność względem doboru gospodarza i zdarza się, że jeden gatunek rośliny tworzy symbiozę z jednym konkretnym gatunkiem lub szczepem bakterii. Rozwój biofilmu bakteryjnego składa się z kilku etapów: adhezji w której biorą udział między innymi rzęski, LPS i pillusy, fazy wzrostu, fazy dojrzewania i fazy rozpadu. Po uwolnieniu bakterii z biofilmu mogą one zasiedlać kolejne miejsca, co powoduje że powstawanie biofilmów nazywa się cyklem biofilmowym. Kolejnym ważnym składnikiem biofilmów u bakterii brodawkowych jest celuloza, która umożliwia przyłączenie się biofilmu do korzenia rośliny oraz zapewnia utrzymanie struktury przestrzennej biofilmu. Innymi składnikami biofilmu jest pozakomórkowe DNA, które umożliwia horyzontalny transfer genów, co jest istotne w kontekście nabywania oporności na środki bakteriobójcze. Innymi ważnymi składnikami są lipidy działające jako surfaktanty, które umożliwiają dyspersję oraz białka, które mają funkcję wiążącą i wzmacniającą biofilm.