



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



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

---

## WARSZTATY NAUKOWE

**„Preparaty mikrobiologiczne w rolnictwie i ochronie środowiska”**

**Puławy, 28 czerwca 2023 roku**

---

## MATERIAŁY KONFERENCYJNE

**Warsztaty naukowe zostaną zorganizowane w ramach realizacji zadania 1.7.  
pt. „Preparaty mikrobiologiczne” finansowanego z rezerwy budżetowej MRiRW w 2023 r.**

Patronat Honorowy nad wydarzeniem objął **Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi**



**Ministerstwo Rolnictwa  
i Rozwoju Wsi**

---

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY  
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy  
tel. (81) 4786 700, 4786 800; fax: (81) 4786 900  
e-mail: [iung@iung.pulawy.pl](mailto:iung@iung.pulawy.pl) [www.iung.pulawy.pl](http://www.iung.pulawy.pl)  
Dyrektor: *prof. dr hab. Wiesław Oleszek*

Zakład Mikrobiologii Rolniczej  
Kierownik: *dr hab. Anna Gałązka, prof. IUNG-PIB*  
tel. (81) 4786 951; [www.mikro-iung.pl](http://www.mikro-iung.pl)

Dział Upowszechniania i Wydawnictw  
Kierownik: *dr Monika Kowalik*  
tel. (81) 4786 733

### **Komitet Organizacyjny:**

*Przewodnicząca:*

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

*Członkowie:*

prof. dr hab. Stefan Martyniuk  
dr Karolina Furtak  
dr Anna Marzec-Grządziel  
dr Małgorzata Woźniak  
mgr Karolina Gawryjolek  
mgr Jarosław Ciepiel

### **Sekretariat konferencji:**

**dr Karolina Furtak**  
**mgr Karolina Gawryjolek**

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

### **PATRONAT MEDIALNY**



ISBN 978-83-7562-395-6

## WPROWADZENIE

Rozwój badań mikrobiologicznych na przełomie XX i XXI wieku doprowadził do wyodrębnienia i zidentyfikowania wielu ważnych grup mikroorganizmów glebowych, a także do dokładniejszego poznawania ich biologii, ekologii i fizjologii.

Ze względu na intensywny rozwój rolnictwa, który wiąże się z nadużywaniem nawozów mineralnych i środków ochrony roślin przyczyniających się do zachwiania równowagi w środowisku naturalnym poszukiwanie takiej alternatywnej metody jaką jest stosowanie produktów mikrobiologicznych zapewniających wzrost plonowania oraz ochronę roślin jest bardzo zasadne.

W wielu krajach prowadzone są badania mające na celu wykorzystanie pożytecznych grup mikroorganizmów w praktyce rolniczej. Dotychczas w efekcie tych badań opracowano i wdrożono do produkcji liczne biopreparaty, wśród których dominują preparaty wykorzystywane w biologicznej ochronie roślin. Preparaty te zawierają w swoim składzie mikroorganizmy antagonistyczne lub pasożytnicze w stosunku do patogenów i szkodników roślin.

Na rynku dostępne są również liczne produkty mikrobiologiczne stymulujące aktywność mikrobiologiczną gleb lub korzystnie oddziałujące na wzrost i plonowanie roślin, np. biopreparaty zawierające mikroorganizmy symbiotyczne (bakterie brodawkowe dla roślin bobowatych oraz grzyby mykoryzowe).

Mikroorganizmy zawarte w biopreparatach dostarczają roślinom hormonów, witamin, aminokwasów i stymulatorów, co powoduje ich lepszy wzrost i rozwój. Biopreparaty przyczyniają się do zwiększenia przyswajalności trudno dostępnych pierwiastków oraz poprawiają warunki do tworzenia próchnicy w glebie. Dodatkowo stymulowana jest przez nie aktywność i różnorodność mikrobiologiczna środowiska glebowego. Aktualny rynek nawozowych produktów mikrobiologicznych rozwija się bardzo dynamicznie, czego efektem jest coroczne wprowadzanie na rynek nowych produktów zawierających komponent mikrobiologiczny. W przypadku tego rodzaju preparatów nie jest wymagana procedura rejestracyjna, tak więc istnieje ryzyko wprowadzenia na rynek produktów o niepotwierdzonej jakości i efektywności. Stąd też zasadne jest prowadzenie ich kontroli i weryfikacji w szczególności komponentu mikrobiologicznego. Istnieje także pilna potrzeba prowadzenia działań edukacyjnych w celu podniesienia wiedzy w zakresie stosowania nawozowych produktów mikrobiologicznych, ich zasadności i korzyści wpływających na środowisko glebowe i roślinę.

Warsztaty naukowe pt. „Preparaty mikrobiologiczne w rolnictwie i ochronie środowiska” będą zatem doskonałą okazją 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. Do udziału w warsztatach zapraszamy pracowników naukowych i doktorantów, przedstawicieli Ośrodków Doradztwa Rolniczego, urzędników administracji państwowej, pracowników sektora rolnego, rolników, przedstawicieli firm agrochemicznych, uczniów i studentów kierunków rolnictwo – ochrona środowiska oraz specjalistów reprezentujących różne dyscypliny i specjalności wiążące się z problematyką obrad.

dr hab. Anna Gałązka, prof. IUNG-PIB

Kierownik zadania 1.7 RB

## PROGRAM

<b>28.06.2023 r. (środa)</b>	
<b>08:30–9:00</b>	<b>Rejestracja uczestników konferencji</b>
09:00–09:30	<b>Otwarcie Warsztatów naukowych - przywitanie gości przez organizatorów i przedstawicieli Władz Instytutu</b>
09:30–09:50	<u>Gałązka A.</u> <i>Preparaty mikrobiologiczne i ich zastosowanie w rolnictwie</i>
09:50–10:10	<u>Rutkowska A.</u> <i>Zasady wprowadzania do obrotu nawozów, środków wspomagających uprawę roślin i innych produktów zawierających mikroorganizmy</i>
10:10–10:30	<u>Jurga P.</u> <i>System wsparcia wybranego instytutu badawczego dla zespołów naukowych w zakresie komercjalizacji wynalazków na przykładzie projektu AgriBioFood IUNG PULS 4.0</i>
10:30–11:10	Przerwa kawowa
<b>SESJA I</b> <b>ROLA I ZNACZENIE MIKROORGANIZMÓW W JAKOŚCI GLEB I PLONOWANIU ROŚLIN</b> <i>prof. dr hab. Jadwiga Wyszowska, prof. dr hab. Wiesław Barabasz</i>	
11:10–11:25	<u>Barabasz W.,</u> Pikulicka A. <i>Historia biologicznego wiązania azotu i jak doszło do stosowania preparatów mikrobiologicznych w rolnictwie</i>
11:25–11:40	<u>Marzec-Grządziel A.</u> <i>Znaczenie mikroorganizmów w jakości gleb i plonowaniu roślin</i>
11:40–11:55	<u>Furtak K.</u> <i>Wpływ zmian klimatu na wilgotność gleby oraz możliwość zastosowania preparatów mikrobiologicznych w zwalczaniu ich skutków</i>
11:55–12:10	<u>Woźniak M.,</u> Tyśkiewicz R., Gałązka A., Jaroszuk-Ściśel J. <i>Endofity bakteryjne- ocena potencjału biotechnologicznego w promowaniu wzrostu i rozwoju roślin</i>
12:10–12:25	<u>Abramczyk B.,</u> Pecio Ł., Pecio S., Kowalczyk M., Marzec-Grządziel A., Król E., Oleszek W. <i>Grzyby z rodzaju Diaporthe- groźne fitopatogeny czy pożyteczne endofity z potencjałem w biologicznej ochronie roślin?</i>
12:25–12:45	<b>DYSKUSJA</b>
12:45–14:30	<b>SESJA POSTEROWA</b>
13:00–14:00	Przerwa obiadowa
<b>SESJA II</b> <b>ASPEKTY PRAKTYCZNEGO ZASTOSOWANIA PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH W ROLNICTWIE I OCHRONIE ŚRODOWISKA</b> <i>prof. dr hab. Monika Janczarek, prof. dr hab. Jan Kucharski</i>	
14:30–14:45	<u>Sawinska Z.,</u> Talbierz P. <i>Methylobacterium symbioticum mikrobiologiczny partner pomoc czy przeszkoda?</i>
14:45–15:00	<u>Zachaj K.,</u> Polewska-Jankowiak I., Janda-Malina I., Piotrowski T. <i>Azotobacter salinestris CECT 9690 wyjątkowo skuteczny w wiązaniu azotu roślin uprawnych</i>
15:00–15:15	<u>Hruszka S.,</u> Krasiński A. <i>Wykorzystanie pofermentu z biogazowni oraz gnojowicy wzbogaconych mikrobiologicznie do zastosowań w rolnictwie</i>
15:15–15:30	<u>Kowalska B.,</u> Szczech M. <i>Antagonistyczne działanie bakterii kwasu mlekowego wobec rozwoju Botrytis cinerea i Escherichia coli na warzywach liściastych</i>
15:30–15:45	<u>Szczech M.,</u> Wurm F., Tylkowski B., Ptaszek M., Jarecka-Boncela A., Kowalska B. <i>Innowacyjne techniki mikrokapsulacji mikroorganizmów do stosowania w rolnictwie – projekt BioHortiTech</i>
15:45–16:00	<b>DYSKUSJA</b>
16:00–16:15	<b>PODSUMOWANIE I ZAKOŃCZENIE WARSZTATÓW</b>

# REFERATY



## SPIS TREŚCI

<b>ABRAMCZYK B., PECIO Ł., PECIO S., KOWALCZYK M., MARZEC-GRZĄDZIEL A., KRÓL E., OLESZEK W.</b> Grzyby z rodzaju <i>Diaporthe</i> – groźne fitopatogeny czy pożyteczne endofity z potencjałem w biologicznej ochronie roślin? .....	7
<b>BARABASZ W., PIKULICKA A.</b> Historia biologicznego wiązania azotu i jak doszło do stosowania preparatów mikrobiologicznych w rolnictwie .....	8
<b>FURTAK K.</b> Wpływ zmian klimatu na wilgotność gleby oraz możliwość zastosowania preparatów mikrobiologicznych w zwalczaniu ich skutków .....	9
<b>GALĄZKA A.</b> Zastosowanie preparatów mikrobiologicznych w rolnictwie .....	10
<b>HRUSZKA S., KRASIŃSKI A.</b> Wykorzystanie pofermentu z biogazowni oraz gnojowicy wzbogaconych mikrobiologicznie do zastosowań w rolnictwie .....	11
<b>JURGA P.</b> System wsparcia wybranego instytutu badawczego dla zespołów naukowych w zakresie komercjalizacji wynalazków na przykładzie projektu AgriBioFood IUNG PULS 4.0.....	12
<b>KOWALSKA B., SZCZECH M.</b> Antagonistyczne działanie bakterii kwasu mlekowego wobec rozwoju <i>Botrytis cinerea</i> i <i>Escherichia coli</i> na warzywach liściastych .....	13
<b>MARZEC-GRZĄDZIEL A.</b> Znaczenie mikroorganizmów w jakości gleb i plonowaniu roślin .....	14
<b>RUTKOWSKA A.</b> Zasady wprowadzania do obrotu nawozów, środków wspomagających uprawę roślin i innych produktów zawierających mikroorganizmy.....	15
<b>SAWINSKA Z., TALBIERZ P.</b> <i>Methylobacterium symbioticum</i> mikrobiologiczny partner pomoc czy przeszkoda? .....	16
<b>SZCZECH M., WURM F., TYLKOWSKI B., PTASZEK M., JARECKA-BONCELA A., KOWALSKA B.</b> Innowacyjne techniki mikrokapsulacji mikroorganizmów do stosowania w rolnictwie – projekt BioHortiTech.....	17
<b>WOŹNIAK M., TYŚKIEWICZ R., GALĄZKA A., JAROSZUK-ŚCISEL J.</b> Endofity bakteryjne – ocena potencjału biotechnologicznego w promowaniu wzrostu i rozwoju roślin .....	18
<b>ZACHAJ K., POLEWSKA-JANKOWIAK I., JANDA-MALINA I., PIOTROWSKI T.</b> <i>Azotobacter salinestris</i> CECT 9690 wyjątkowo skuteczny w wiązaniu azotu dla roślin uprawnych.....	19

## GRZYBY Z RODZAJU *DIAPORTHE* – GROŻNE FITOPATOGENY CZY POŻYTECZNE ENDOFITY Z POTENCJAŁEM W BIOLOGICZNEJ OCHRONIE ROŚLIN?

BARBARA ABRAMCZYK<sup>1</sup>, ŁUKASZ PECIO<sup>1</sup>, SOLOMIA PECIO<sup>1</sup>,  
MARIUSZ KOWALCZYK<sup>1</sup>, ANNA MARZEC-GRZĄDZIEL<sup>1</sup>, EWA KRÓL<sup>2</sup>,  
WIESŁAW OLESZEK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,  
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

<sup>2</sup>*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, Poland*

*Diaporthe* występują jako patogeny, saprotrofy oraz endofity na wielu gatunkach roślin i w różnorodnych warunkach klimatycznych. Wykazano, że niektóre z nich mają zdolność zmiany sposobu życia, w zależności od rośliny-gospodarza. Na przykład *D. eres* występuje jako patogen na wielu roślinach żywicielskich na całym świecie, w tym na ważnych gospodarczo drzewach owocowych i ozdobnych oraz jako endofit na *Prunus domestica* w Polsce. W ostatnim czasie, grzyby z rodzaju *Diaporthe* są wykorzystywane w badaniach, jako bogate źródło cennych metabolitów wtórnych o szerokim spektrum bioaktywności. W prezentowanych badaniach wstępnych, wykazano bogate zróżnicowanie metabolitów wydzielanych przez 40 badanych izolatów *Diaporthe* z roślin sadowniczych. Na podstawie analiz spektroskopowych opisano 153 związki, które z literatury znane są ze swoich bioaktywnych właściwości. Charakterystyka tych związków stanowi podstawę do przyszłych badań nad możliwością ich izolacji i zastosowania w biologicznej ochronie roślin jako potencjalnych składników do produkcji biopestycydów lub bionawozów.

*Badania zostały sfinansowane w ramach projektu Narodowego Centrum Nauki Nr 2016/21/N/NZ9/01526.*

## HISTORIA BIOLOGICZNEGO WIĄZANIEM AZOTU I JAK DOSZŁO DO STOSOWANIA PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH W ROLNICTWIE

WIESŁAW BARABASZ<sup>1</sup>, ANNA PIKULICKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Przemysłu

<sup>2</sup>Państwowa Wyższa Szkoła Techniczno-Ekonomiczna w Jarosławiu

Biologiczne wiązanie azotu, to jeden z najważniejszych procesów przeprowadzany przez liczącą grupę bakterii dostarczających związków azotu roślinom, w różnych ekosystemach naturalnych i agrocenozach. O korzystnym wpływie roślin bobowatych posiadających zdolność do symbiozy z bakteriami wiążącymi N<sub>2</sub> wspominają starożytni uczeni (Teofrast z Eresos, Plinusz młodszy, Columella Lucius, Varro Marcus), którzy oczywiście nie znali mechanizmów wiązania N<sub>2</sub>, ani bakterii, ale ich obserwacje i zalecenia służyły jako cenne wskazówki dla rolników praktyków przez wiele stuleci. Justus von Liebig udowodnił w 1836 r., że azot to ważny składnik odżywczy dla roślin, ale dopiero w 1886 r., Hillriegel i Willfrath wykazali, że rośliny strączkowe posiadają zdolność do wiązania N<sub>2</sub>. Dało to impuls do dalszych badań nad tym zjawiskiem i Adam Prażmowski w 1891 r. dokładnie opisał warunki w jakich następuje wiązanie N<sub>2</sub> przez rośliny. W 1901 r. Martinus Beijerinck wyizolował wolnożyjącą bakterię wiążącą azot atmosferyczny i nazwał ją *Azotobacter chroococcum*. Odkrycie zdolności mikroorganizmów do wiązania azotu atmosferycznego i nawiązywania symbiozy z roślinami wyższymi doprowadziło w ciągu kilku lat do opracowania wielu komercyjnych bionawozów na całym świecie. Nitragina, wyprodukowana ze szczepów *Rhizobium*, była pierwszym komercyjnym bionawozem wprowadzonym na rynek w USA przez Nobbego i Hilthnera już w 1895 r. Podobnie koncepcja zaszczepienia roślin strączkowych rizobiami wiążącymi N<sub>2</sub> została zaproponowana rolnikom w Nowej Południowej Walii (Australia) przez Guthrie'ego w 1896 r. Pierwsze próby polowe z użyciem kultur *Rhizobium* i grochu polnego przeprowadzono w 1905 r. w Australii (szkoła rolnicza w Hawkesbury), a później, od 1914 r., rolnicy otrzymali już inokulanty zawierające bakterie *Rhizobium* dla wybranych roślin motylkowatych. Na początku XX wieku po Nitraginie na rynku pojawiła się Azotobakteryna (*Azotobacter chroococcum*) i Fosfobakteryna (*Bacillus megaterium* cv *phosphaticum*) wprowadzony na rynek rosyjski. Komercyjna produkcja bionawozów azotowych została także zapoczątkowana przez ICAR-Indian Agricultural Research Institute (IARI) oraz Agricultural College and Research Institute w Indiach w 1956 r.

W globalnym rynku bionawozów Ameryka Północna (USA, Kanada i Meksyk) ma największy udział, wynoszący około 27,7%. Na przykład w Kanadzie istnieje ponad 150 bionawozów na bazie drobnoustrojów, z których większość opiera się na bakteriach wiążących azot, tj. szczepach *Rhizobium* dla roślin strączkowych. Europa (Niemcy, Wielka Brytania, Hiszpania, Włochy, Francja) zajmuje drugie miejsce pod względem produkcji bionawozów, z około 0,45 mld USD w 2017 r. Trzecim co do wielkości rynkiem bionawozów jest region Azji i Pacyfiku (Chiny, Japonia, Indie, Australia, Nowa Zelandia i reszta Azji) 0,44 mld USD w 2018 r. Chiny posiadają ponad 511 bionawozów i odpowiadały za 43,2% udziału w rynku bionawozów w regionie Azji i Pacyfiku w 2017 r. Rynek bionawozów w Ameryce Południowej został wyceniony na 0,239 mld USD w 2017 r., a Brazylia ma największy udział z 0,135 mld USD. Dla Afryki rynek bionawozów jest wciąż niewielki (0,0445 mld USD w 2017 r). Głównymi krajami produkującymi bionawozy są Republika Południowej Afryki z wartością rynkową 0,0293 miliarda USD, Egipt i kraje Afryki Wschodniej, takie jak Uganda, Kenia, Tanzania i Sudan.

Według Global Biofertilizers Market Europa i Ameryka Łacińska są obecnie największymi konsumentami bionawozów, za nimi plasują się Chiny i Indie, ponieważ w wielu krajach z tych regionów obowiązują surowe przepisy dotyczące nawozów chemicznych. Na światowym rynku bionawozów, bionawozy rozpuszczające fosforany (z udziałem 14%) zajmują drugie miejsce daleko za bionawozami wiążącymi azot (około 79%), a pozostałe rodzaje bionawozów zajmują pozostałe 7%.

Warto wspomnieć, że Profesor Jadwiga Marszewska-Ziemiecka od 1931 r. pracowała w Państwowym Instytucie Naukowym Gospodarstwa Wiejskiego (obecnie IUNG) w Puławach gdzie zorganizowała Zakład Mikrobiologii Rolnej, którym kierowała do swojej śmierci w 1968 r. Wprowadziła pierwszą w Polsce szczepionkę zawierającą bakterie symbiotyczne (pod nazwą NITRAGINA) do praktyki rolniczej. Ta tradycja jest w Puławach kontynuowana do dziś!



## WPLYW ZMIAN KLIMATU NA WILGOTNOŚĆ GLEBY ORAZ MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH W ZWALCZANIU ICH SKUTKÓW

KAROLINA FURTAK

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

Naturalne wahania wilgotności związane ze zmianami sezonowymi i opadami są ważnym czynnikiem środowiskowym w metabolizmie mikroorganizmów. W ostatnim czasie jednak częstotliwość występowania powodzi i okresowych podtopień zarówno w Polsce, jak i na całym świecie wzrasta, a okresy suszy ulegają wydłużeniu. Dane meteorologiczne pokazują, że na świecie od 1980 roku liczba powodzi i innych zdarzeń hydrologicznych wzrosła czterokrotnie. Zaś w samej Europie w ciągu trzech minionych dekad o 60% wzrosła liczba ekstremalnych zdarzeń pogodowych. Zjawiska te wpływają na środowisko glebowe, w szczególności na wilgotność gleby, a co za tym idzie aktywność mikroorganizmów oraz wzrost roślin.

Susza, czyli spadek zawartości wody w glebie, może powodować wzrost ciśnienia osmotycznego gleby i powstanie roztworu hipertonicznego, co powoduje wysychanie komórek mikroorganizmów oraz zmniejszenie ich aktywności i wzrostu. Niektóre mikroorganizmy są w stanie przetrwać w takich warunkach w stanie anabiozy, czyli w stanie skrajnego obniżenia aktywności życiowej. Nadmierna wilgotność spowodowana powodziami, roztopami lub intensywnymi opadami deszczu również powoduje zmiany w strukturze i aktywności mikrobiomu glebowego. Zwiększona wilgotność związana jest ze zmniejszoną dyfuzją tlenu i azotu w glebie oraz rozwojem drapieżników żerujących na bakteriach. W warunkach beztlenowych w glebie dostępność mikro- i makroelementów jest od dwóch do czterech razy mniejsza niż w środowisku dobrze natlenionym.

Preparaty mikrobiologiczne mogą być stosowane w obliczu występujących stresów hydrologicznych w celu wsparcia wzrostu roślin. Badania wykazały, że liczne mikroorganizmy, np. bakterie z rodzajów *Pseudomonas* i *Bacillus*, są w stanie wspomagać wzrost roślin w warunkach niedoboru wody w glebie.

## ZASTOSOWANIE PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH W ROLNICTWIE

ANNA GAŁĄZKA

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

Rozwój badań mikrobiologicznych na przełomie XX i XXI wieku doprowadził do wyodrębnienia i zidentyfikowania wielu ważnych grup mikroorganizmów glebowych, a także do dokładniejszego poznawania ich biologii, ekologii i fizjologii. Ze względu na intensywny rozwój rolnictwa, który wiąże się z nadużywaniem nawozów mineralnych i środków ochrony roślin przyczyniających się do zachwiania równowagi w środowisku naturalnym poszukiwanie takiej alternatywnej metody jaką jest stosowanie produktów mikrobiologicznych zapewniających wzrost plonowania oraz ochronę roślin jest bardzo zasadne. W wielu krajach prowadzone są badania mające na celu wykorzystanie pożytecznych grup mikroorganizmów w praktyce rolniczej. Dotychczas w efekcie tych badań opracowano i wdrożono do produkcji liczne biopreparaty, wśród których dominują preparaty wykorzystywane w biologicznej ochronie roślin. Preparaty te zawierają w swoim składzie mikroorganizmy antagonistyczne lub pasożytnicze w stosunku do patogenów i szkodników roślin. Na rynku dostępne są również liczne produkty mikrobiologiczne stymulujące aktywność mikrobiologiczną gleb lub korzystnie oddziałujące na wzrost i plonowanie roślin, np. biopreparaty zawierające mikroorganizmy symbiotyczne (bakterie brodawkowe dla roślin bobowatych oraz grzyby mykoryzowe). Mikroorganizmy zawarte w biopreparatach dostarczają roślinom hormonów, witamin, aminokwasów i stymulatorów, co powoduje ich lepszy wzrost i rozwój. Biopreparaty przyczyniają się do zwiększenia przyswajalności trudno dostępnych pierwiastków oraz poprawiają warunki do tworzenia próchnicy w glebie. Dodatkowo stymulowana jest przez nie aktywność i różnorodność mikrobiologiczna środowiska glebowego. Aktualny rynek nawozowych produktów mikrobiologicznych rozwija się bardzo dynamicznie, czego efektem jest coroczne wprowadzanie na rynek nowych produktów zawierających komponent mikrobiologiczny. W przypadku tego rodzaju preparatów nie jest wymagana procedura rejestracyjna, tak więc istnieje ryzyko wprowadzenia na rynek produktów o niepotwierdzonej jakości i efektywności. Stąd też zasadne jest prowadzenie ich kontroli i weryfikacji w szczególności komponentu mikrobiologicznego. Istnieje także pilna potrzeba prowadzenia działań edukacyjnych w celu podniesienia wiedzy w zakresie stosowania nawozowych produktów mikrobiologicznych, ich zasadności i korzyści wpływających na środowisko glebowe i roślinę. Z dniem 1 grudnia 2022 r. na mocy rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Dz.U. z 2022 poz. 2490) IUNG-PIB został upoważniony do prowadzenia wykazu nawozowych produktów mikrobiologicznych.

*Badania wykonano w ramach realizacji zadania 1.7 z rezerwy budżetowej MRiRW w 2023 r.  
pt. „Preparaty mikrobiologiczne”*

## WYKORZYSTANIE POFERMENTU Z BIOGAZOWNI ORAZ GNOJOWICY WZBOGACONYCH MIKROBIOLOGICZNIE DO ZASTOSOWAŃ W ROLNICTWIE

ŚLAWOMIR HRUSZKA, ADAM KRASIŃSKI

*JMS-Global Sławomir Hruszka*

Funkcjonowanie biogazowni rolniczych wiąże się z powstaniem dużej ilości masy pofermentacyjnej, nazywanej też pofermentem. Biogazownia o mocy 1 MW wytwarza około 20 tys. m<sup>3</sup> pofermentu rocznie. Racjonalnym kierunkiem zagospodarowania tego odpadu jest wykorzystanie go w rolnictwie jako nawozu. Poferment z produkcji biogazu nadal może być używany jako nawóz, podobnie jak gnojowica, posiada taką samą zawartość składników odżywczych jak gnojowica. To przynosi dodatkowe korzyści ekonomiczne poprzez ograniczenie stosowania nawozów sztucznych w gospodarstwach. Odpowiednio przetworzona masa pofermentacyjna z biogazowni, dzięki bogatej zawartości nawozowej sprawdzi się przy użyźnianiu gleby. Płynny poferment charakteryzuje się wysoką wartością nawozową. Jego postać fizyczna i duży udział składników pokarmowych w formach mineralnych, bezpośrednio dostępnych dla roślin powoduje, że będzie to produkt o szybkim działaniu nawozowym. Stosowanie pofermentu przeciwdziała ubytkowi glebowej materii organicznej, a w dłuższym okresie czasu sprzyja jej akumulacji, tym samym przyczyniając się do poprawy właściwości sorpcyjnych, buforowych i retencyjnych gleby, a także do zwiększenia jej aktywności biologicznej. Stosowanie pofermentu można zaliczyć do rodzaju „odzysku” składników pokarmowych, takich jak azot, fosfor czy potas – które to wracając do gleby zmniejszają zapotrzebowanie na nawozy mineralne.

Bardziej efektywne wykorzystanie właściwości pofermentu i gnojowicy w łącznej aplikacji z odpowiednio dobranymi konsorcjami mikroorganizmów. Prezentacja zagadnienia zawiera główne elementy stosowania pofermentu i gnojowicy wzbogaconych mikrobiologicznie w następujących obszarach tematycznych:

1. Wykorzystanie pofermentu i gnojowicy do rozwoju i multiplikacji mikroorganizmów. Efektywna aplikacja bakterii do profilu glebowego.
2. Szeroki wachlarz możliwości podawania preparatów mikrobiologicznych. Sposoby i technika aplikacji bakterii.
3. Uruchomienie procesów przemiany amoniaku i soli amonowych zawartych w gnojowicy i pofermentie do form azotanowych.
4. Redukcja bakterii patogennych występujących w gnojowicy.
5. Ograniczenie emisji gazów złoonych podczas aplikacji na polach uprawnych – zmniejszenie uciążliwości odorowej, wzrost komfortu życia na terenach wiejskich.
6. Wymierne oszczędności czasu i pieniędzy jako efekt połączenia stosowania gnojowicy i pofermentu razem z bakteriami doglebowymi.
7. Znaczące efekty stosowania preparatów mikrobiologicznych wraz z nawozami naturalnymi. Przykłady.

**SYSTEM WSPARCIA WYBRANEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO  
DLA ZESPOŁÓW NAUKOWYCH W ZAKRESIE KOMERCJALIZACJI  
WYNAŁAZKÓW NA PRZYKŁADZIE PROJEKTU AgroBioFood IUNG PULS 4.0****PIOTR JURGA***Institut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy*

W ostatniej dekadzie możemy zaobserwować presję na stale rosnące potrzeby związane ze wzrostem innowacyjności oraz prośrodowiskowym charakterem opracowywanych wynalazków na uczelniach wyższych oraz w instytutach badawczych. Ten trend jest ściśle powiązany z potrzebami wynikającymi z postępujących zmian klimatu, a także polityką Unii Europejskiej, która zakłada zmniejszenie presji wywieranej przez gospodarkę na środowisko przyrodnicze. Aspekt zwiększenia ilości i jakości wynalazków opracowywanych w instytucjach badawczych, czyli przejście od etapu idei, poprzez realizację badań podstawowych, technologicznych, fazę demonstracji i finalnie komercjalizacji, a następnie wdrożenia, to temat, który w ostatnich latach silnie ewoluje. Wspomniany rozwój, a także zwiększenie ilości wdrożeń umożliwia stale rosnący poziom nakładów na działalność badawczo-rozwojową publicznych ośrodków badawczo-rozwojowych w Polsce. W ostatnich latach również instytuty badawcze starają się wesprzeć zespoły naukowe w zakresie wewnętrznej inkubacji innowacyjnych pomysłów, wspierających gospodarkę. Jednym z obszarów, które silnie się rozwijają jest segment należący do rolnictwa i produkcji żywności, jakim są biopreparaty. Ze względu na potrzebę ograniczenia stosowania środków chemicznych w rolnictwie istnieje potrzeba poszukiwania rozwiązań, które mogłyby ograniczyć ich wpływ na środowisko. Powstające innowacyjne rozwiązania na niższym poziomie TRL, opracowywane przez zdolnych, polskich naukowców, również w instytutach badawczych, potrzebują wsparcia systemowego w celu komercjalizacji, a następnie wdrożenia rozwiązań do gospodarki. Jednym z przykładów takiego wsparcia, również w zakresie podniesienia poziomu TRL, a następnie komercjalizacji, były działania podejmowane w trakcie realizacji projektu AgriBioFood IUNG PULS 4.0 w ramach programu „Inkubator Innowacyjności 4.0”, współfinansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ze środków finansowych na naukę w ramach projektu pozakonkursowego „Wsparcie zarządzania badaniami naukowymi i komercjalizacją wyników prac B+R w jednostkach naukowych i przedsiębiorstwach”, realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny rozwój 2014-2020 (Działanie 4.4).

## ANTAGONISTYCZNE DZIAŁANIE BAKTERII KWASU MLEKOWEGO WOBEC ROZWOJU *BOTRYTIS CINEREA* I *ESCHERICHIA COLI* NA WARZYWACH LIŚCIASTYCH

BEATA KOWALSKA, MAGDALENA SZCZECZ

*Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy*

Bakterie kwasu mlekowego (LAB) wykazują zdolność do hamowania wzrostu patogenów przenoszonych przez żywność, mikroorganizmów powodujących psucie się żywności, a także mikroorganizmów chorobotwórczych dla roślin. Mechanizmy zaangażowane w to działanie to konkurencja o składniki odżywcze i miejsca kolonizacji, jak również antybioza, poprzez produkcję różnych związków przeciwdrobnoustrojowych, w tym kwasu mlekowego. Ważnym jest fakt, że większość bakterii kwasu mlekowego jest bezpieczna do stosowania w żywności. Cechy te sprawiają, że niektóre LAB mogą być wykorzystane do biologicznego zwalczania chorób roślin.

Celem pracy było zbadanie aktywności trzech szczepów LAB w ograniczaniu rozwoju *B. cinerea* i kolonizacji *E. coli* na liściach sałaty i szpinaku. Opracowano metodę opłaszczania izolatami LAB odciętych liści szpinaku i sałaty. Stwierdzono, że liście poddane temu zabiegowi były w mniejszym stopniu zanieczyszczone grzybami pleśniowymi. W doświadczeniach laboratoryjnych liście sałaty i szpinaku zostały opłaszczane bakteriami LAB, a następnie zakażone *B. cinerea* lub *E. coli*. Izolaty LAB hamowały rozwój szarej pleśni oraz zmniejszyły liczebność *E. coli* na liściach. W warunkach szklarniowych stwierdzono istotny wpływ LAB na wzrost szpinaku i sałaty. Świeża masa roślin traktowanych tymi bakteriami była istotnie wyższa w porównaniu z kontrolą.

Podsumowując, można stwierdzić, że rośliny sałaty i szpinaku opłaszczane bakteriami kwasu mlekowego mogą stanowić nośnik jako potencjalne źródło bakterii probiotycznych oraz dodatkowo bakterie LAB mogą chronić rośliny przed porażeniem przez *B. cinerea* oraz zanieczyszczeniem *E. coli*.

*Pracę wykonano w ramach tematu statutowego „Opracowanie metod ograniczających występowanie skażeń mikrobiologicznych owoców i warzyw przeznaczonych do bezpośredniego spożycia” finansowanego przez Ministerstwo Edukacji i Nauki (ZM/2/2018-2023)*

## **ZNACZENIE MIKROORGANIZMÓW W JAKOŚCI GLEB I PŁONOWANIU ROŚLIN**

**ANNA MARZEC-GRZĄDZIEL**

*Zakład Mikrobiologii Rolniczej  
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
e-mail: agrzadzziel@iung.pulawy.pl*

Głównym rezerwuarem bakterii jest gleba. Mikroorganizmy pełnią w niej szereg pozytywnych funkcji, do których zaliczyć możemy udział w obiegu pierwiastków w ekosystemie, wpływ na zdrowotność roślin oraz strukturę i produktywność gleby. Udowodniono, że wiele bakterii korzystnie wpływa na gospodarza, stymulując jego wzrost i rozwój czy zwiększając zdolność do przeżycia w niekorzystnych warunkach środowiska. Szczególnym zainteresowaniem naukowców i praktyków cieszą się bakterie promujące wzrost roślin (PGP, ang. *plant growth-promoting*), które charakteryzują się zdolnością do prowadzenia szeregu procesów, które potencjalnie mogą odpowiadać za stymulację wzrostu i rozwoju roślin. Mogą one aktywnie wspomagać roślinę przez wiązanie i/lub mobilizację trudno dostępnych dla rośliny składników mineralnych lub produkcję związków regulujących wzrost i rozwój roślin (fitohormony), a także konkurując z fitopatogenami o składniki pokarmowe w otoczeniu.

Głównymi źródłami takich bakterii są gleba oraz roślina gospodarza. Izolacja mikroorganizmów endofitycznych z części roślinnych jest kluczowa w poznaniu ich właściwości genetycznych i fenotypowych. Dogłębna charakterystyka zarówno genetyczna jak i fenotypowa pozwala na wytypowanie potencjalnie najkorzystniejszych mikroorganizmów.

Bioróżnorodność gleb może zostać ograniczona przez wiele czynników. Powszechne stosowanie zabiegów chemicznych w znacznym stopniu zubaża życie biologiczne gleb. Niektóre szkodliwe substancje trafiające do gleby bardzo trudno podlegają procesom biodegradacji, jednocześnie powodując zmniejszenie populacji mikroorganizmów. Intensywna uprawa także ujemnie wpływa na bioróżnorodność ekosystemu glebowego. Czynniki te mogą także powodować namnażanie się patogenów, które coraz częściej są odporne na powszechnie stosowane środki ochrony roślin.

*Praca przygotowana w ramach realizacji zadania 1.7 z rezerwy budżetowej MRiRW w 2023 r.  
pt. „Preparaty mikrobiologiczne”*

## ZASADY WPROWADZANIA DO OBROTU NAWOZÓW, ŚRODKÓW WSPOMAGAJĄCYCH UPRAWĘ ROŚLIN I INNYCH PRODUKTÓW ZAWIERAJĄCYCH MIKROORGANIZMY

AGNIESZKA RUTKOWSKA

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy*

Produkty nawozowe zawierające w składzie mikroorganizmy wprowadzane są do obrotu handlowego na podstawie przepisów krajowych i wspólnotowych. Aktem prawnym obowiązującym w Polsce, który reguluje te zasady jest ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. z 2023, poz. 569). Ustawa definiuje szczegółowo poszczególne kategorie produktów stosowanych w rolnictwie do poprawy żyzności gleby, stymulacji rozwoju roślin oraz ich plonowania. W znowelizowanej w ubiegłym roku ustawie wprowadzona została nowa kategoria, tj. nawozowe produkty mikrobiologiczne, co niewątpliwie porządkuje rynek preparatów mikrobiologicznych, które do tej pory nie były objęte przepisami o nawozach i nawożeniu. Nawozowe produkty mikrobiologiczne mogą zawierać w składzie wyłącznie mikroorganizmy, a ich celem jest poprawa efektywności wykorzystania składników pokarmowych przez rośliny, ich odporności na stres abiotyczny, cech jakościowych lub przyswajalności składników pokarmowych z form trudno dostępnych w glebie. Nawozowe produkty mikrobiologiczne nie podlegają procedurze rejestracji, a jedynie zgłoszeniu do Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB celem zamieszczenia w wykazie dostępnym na stronie internetowej. Wpis dokonywany jest na podstawie stosownej dokumentacji, m.in. sprawozdania z badań mikrobiologicznych potwierdzających deklarowany przez wnioskodawcę skład mikroorganizmów oraz po weryfikacji czy dany produkt odpowiada definicji nawozowego produktu mikrobiologicznego. Wyselekcjonowane grupy mikroorganizmów mogą stanowić również komponent nawozów, środków poprawiających właściwości gleby oraz stymulatorów wzrostu. Produkty te podlegają pełnej procedurze rejestracyjnej obejmującej badania fizykochemiczne oraz mikrobiologiczne, które mają potwierdzić spełnienie wymagań jakościowych w zakresie zawartości metali ciężkich oraz obecności zanieczyszczeń biologicznych. W przeciwieństwie do nawozów i środków poprawiających właściwości gleby, które mogą być zwolnione z badań potwierdzających pozytywny wpływ na plonowanie roślin bądź poprawę żyzności gleby, stymulatory wzrostu, w tym zawierające komponent mikrobiologiczny, obowiązkowo podlegają badaniom rolniczym mającym na celu potwierdzenie ich pozytywnego wpływu na wzrost i rozwój roślin bądź ich odporność na stres abiotyczny. Badania wegetacyjne przeprowadzane są wyłącznie przez instytuty naukowe wskazane przez ministra właściwego do spraw rolnictwa. Zgodnie z rozporządzeniem 2019/1009 (Dz.U. UE L 2019 170/1) na terenie UE można wprowadzać produkty nawozowe, w tym biostymulatory mikrobiologiczne oraz inne produkty nawozowe zawierające mikroorganizmy, o ile spełniają one szczegółowe warunki określone w ww. rozporządzeniu.



## **METHYLOBACTERIUM SYMBIOTICUM MIKROBIOLOGICZNY PARTNER POMOC CZY PRZESZKODA?**

ZUZANNA SAWINSKA<sup>1</sup>, PAWEŁ TALBIERZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,

<sup>2</sup>Corteva Agriscience Poland Sp. z o.o

Badania ostatniej dekady ujawniły wysoce złożone skupiska drobnoustrojów związane z różnymi roślinami i określonymi organami roślin. Składnik mikrobiologiczny holobiontu roślinnego, określane również jako mikrobiota roślinna (obejmująca wszystkie mikroorganizmy) lub mikrobiom roślinny (obejmujący wszystkie genomy drobnoustrojów) w ryzosferze, filosferze i endosferze pełni ważne funkcje wspierające wzrost i zdrowie roślin. Ujawnienie funkcjonalności interakcji pomiędzy roślinami a mikroorganizmami oraz czynników zaangażowanych w gromadzenie się tych mikrobiologicznych społeczności może prowadzić do lepszego zrozumienia rośliny jako metaorganizmu oraz tego, w jaki sposób rośliny mogą czerpać korzyści ze swoich mikrobiologicznych partnerów. Bakterie *Methylobacterium symbioticum* (**BlueN®**, **Utrisha<sup>TM</sup>N**) zaliczane są do grupy organizmów endofitycznych, które zasiedlając nadziemne części roślin, przy wykorzystaniu nitrogenazy wiążą azot atmosferyczny, i dzięki symbiozie dostarczają go roślinom w formie amonowej. Wnikają do rośliny przez otwarte aparaty szparkowe, i swobodnie przemieszczają się wewnątrz jej tkanek. Żywią się metanolem, który jest wydzielany przez rośliny w momencie ich silnego wzrostu, jako produkt uboczny rozkładu pektyn w ścianach komórkowych. Działanie bakterii *Methylobacterium symbioticum* badano w serii doświadczeń na polach doświadczalnych Zakładu Dydaktyczno-Doświadczalnego Uprawy Roli i Roślin Gorzyń w miejscowości Przybroda i Brody, należących do Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Doświadczenia przeprowadzono w trzech powtórzeniach, metodą bloków losowanych. Poza plonem (jego ilością oraz jakością) oceniano takie parametry jak NDVI (znormalizowany różnicowy wskaźnik wegetacji, a także poziom chlorofilu w liściach za pomocą N-testera firmy Yara. Doświadczenia prowadzono w uprawie pszenicy ozimej, rzepaku ozimego, kukurydzy, pszenicy jarej, jęczmienia jarego i buraków cukrowych. Zarówno wskazania czytnika NDVI jak i ocena przeprowadzona N-testerem potwierdziły że bakterie zniwelowały deficyt azotu w ilości 30 kg/ha. W przypadku pszenicy ozimej, obiekt, który od samego początku miały najlepsze wskazania NDVI i N testera plonował o ponad 500kg/ha więcej niż obiekt kontrolny dla 140 kg N/ha oraz 170 kg N/ha. Zaobserwowano również wzrost jakości plonu w postaci wyższej zawartości białka (5,5%), glutenu (9,5%), jak i gęstości i MTN w porównaniu do kontroli o tym samym poziomie nawożenia azotem. W odniesieniu do pozostałych doświadczeń, największy wpływ bakterii stwierdzono w kukurydzy, gdzie aplikacja *M. symbioticum* pozwoliła na związanie od 24 do 45 kg N/ha. Wzrost plonu wyniósł od 0,8 do 1,5 t/ha względem obiektów kontrolnych o tym samym poziomie nawożenia.



## INNOWACYJNE TECHNIKI MIKROKAPSULACJI MIKROORGANIZMÓW DO STOSOWANIA W ROLNICTWIE – PROJEKT BioHortiTech

MAGDALENA SZCZECZ<sup>1</sup>, FREDERYK WURM<sup>2</sup>, BARTOSZ TYLKOWSKI<sup>3</sup>,  
MAGDALENA PTASZEK<sup>1</sup>, ANNA JARECKA-BONCELA<sup>1</sup>, BEATA KOWALSKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy (Polska)*

<sup>2</sup>*Max Planck Institute for Polymer Research (Niemcy)*

<sup>3</sup>*Eurecat, Chemical Technologies Unit (Hiszpania)*

Skuteczność i trwałość preparatów biologicznych w dużym stopniu zależy od ich formulacji – opracowanej formy użytkowej. Świeże kultury mikroorganizmów lub niektóre substancje naturalne np. olejki eteryczne, są nietrwałe i wrażliwe na zmienne warunki środowiska. Opracowanie odpowiedniej formy użytkowej powinno zapewnić przeżywalność mikroorganizmów na stałym poziomie w warunkach komercyjnej sprzedaży i użytkowania. Ponadto produkt powinien być jednorodny i powtarzalny pod względem składu i jakości w poszczególnych partiach, a także wolny od zanieczyszczeń. Pomimo obecności na rynku wielu preparatów biologicznych, podwyższenie skuteczności ich działania i jakości jest wciąż wyzwaniem.

Jednym z zadań projektu BioHortiTech jest opracowanie trwałej i stabilnej pod względem jakości formy użytkowej dla zarodników grzybów z rodzaju *Trichoderma*, o podwyższonej skuteczności w warunkach upraw szklarniowych i polowych. Opracowano technologię produkcji wielowarstwowych mikrokapsuł zawierających zarodniki konidialne w oparciu o biodegradowalne polimery. Mikrokapsuły zapewniają wysoką żywotność zarodników w niskich i wysokich temperaturach, w świetle UVB oraz podczas długotrwałego przechowywania. W doświadczeniach szklarniowych z roślinami pomidora, kapsułkowane zarodniki *Trichoderma* odznaczały się istotnie lepszą skutecznością i przeżywalnością niż nie osłonięte zarodniki dodawane do podłoża. W warunkach uprawy polowej zastosowano jednorazową, doglebową aplikację mikrokapsuł, na etapie wysadzania rozsady pomidorów do gruntu. Stwierdzono istotnie wyższe zagęszczenie *Trichoderma* spp. w glebie, w czasie wegetacji pomidorów, tam gdzie zastosowano mikrokapsuły w porównaniu do innego preparatu z *Trichoderma*.

W projekcie opracowano również hybrydowe mikrokapsuły zawierające olejki eteryczne hamujące wzrost grzybów patogenicznych. Ta forma aplikacji olejków w uprawie polowej pomidora okazała się najbardziej efektywna w ograniczaniu zarazy ziemniaczanej w początkowych etapach rozwoju choroby na roślinach. Jednak nie zapewniła skutecznej ochrony przed porażeniem. Badania są kontynuowane w kierunku optymalizacji technik aplikacji opracowanych mikrokapsuł.

*Projekt pt. „Ulepszone technologie bio-inokulacji i ściółkowania żywymi roślinami dla integrowanych upraw ogrodniczych” – BioHortiTech*

*Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu SusCrop-ERA-NET, wspólnej inicjatywy programowej w zakresie rolnictwa, bezpieczeństwa żywnościowego i zmian klimatycznych (FACCE-JPI)*

## ENDOFITY BAKTERYJNE – OCENA POTENCJAŁU BIOTECHNOLOGICZNEGO W PROMOWANIU WZROSTU I ROZWOJU ROŚLIN

MAŁGORZATA WOŹNIAK<sup>1</sup>, RENATA TYSKIEWICZ<sup>2</sup>, ANNA GAŁĄZKA<sup>1</sup>, JOLANTA JAROSZUK-ŚCISEŁ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Zakład Mikrobiologii Rolniczej*

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

<sup>2</sup>*Laboratorium Analityczne, Łukasiewicz – INS,*

*al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 13a, 24-110 Puławy*

<sup>3</sup>*Katedra Mikrobiologii Przemysłowej i Środowiskowej, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii  
Curie-Skłodowskiej,  
ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin I*

Wraz z globalną potrzebą zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego, zmianami klimatu i rosnącymi zanieczyszczeniami wynikającymi z masowego stosowania niebezpiecznych agrochemikaliów tj. pestycydów i nawozów, wzrosło zainteresowanie znalezieniem alternatywnych metod nawożenia i zwalczania szkodników upraw.

W związku z tym wykorzystanie bakterii endofitycznych w rolnictwie okazuje się być obiecującym narzędziem w rozwoju zrównoważonego rolnictwa. Biologiczny potencjał endofitów bakteryjnych w promowaniu wzrostu roślin i łagodzeniu biotycznych i abiotycznych stresów oferuje ekonomiczny i przyjazny dla środowiska sposób zwiększania wzrostu roślin i wydajności upraw oraz utrzymania zdrowia gleby. Celem niniejszych badań było scharakteryzowanie rodzimych szczepów bakterii endofitycznych wyizolowanych z powierzchniowo sterylizowanych korzeni i łodyg lokalnych roślin uprawnych i chwastów oraz określenie ich potencjału biostymulującego wzrost i rozwój roślin. Wszystkie szczepy bakterii endofitycznych syntetyzowały związki podobne do kwasu indolilo-3-octowy (IAA), większość z nich (95%) to aktywne diazotrofy, 74% szczepów wykazało zdolność do produkcji sideroforów, a tylko u 13% szczepów zaobserwowano aktywność solubilizacji fosforanów. Scharakteryzowane w ramach przeprowadzonych badań szczepy bakterii endofitycznych wykazują potencjał do dalszych badań nad praktycznym zastosowaniem jako składników biopreparatów promujących wzrost roślin.

*Badania sfinansowano z tematu badawczego 1.21 realizowanego w ramach działalności Statutowej IUNG-PIB  
oraz tematu UMCS BS-P-11-010-18-2-06*

## **AZOTOBACTER SALINESTRIS CECT 9690 WYJĄTKOWO SKUTECZNY W WIĄZANIU AZOTU DLA ROŚLIN UPRAWNYCH**

**KRZYSZTOF ZACHAJ, IWONA POLEWSKA-JANKOWIAK, IWONA JANDA-MALINA, TOMASZ PIOTROWSKI**

*Agrosimex Sp. z o.o., Goliany 43, 05-620 Błędów*

Gatunek *Azotobacter* należy do grupy ryzobakterii sprzyjających wzrostowi roślin (PGPR) i są wszechobecnymi, powszechnie występującymi w glebie, tlenowymi, wolnożyjącymi bakteriami wiążącymi azot atmosferyczny. Będąc główną grupą bakterii glebowych, *Azotobacter* odgrywa w tym środowisku wiele korzystnych ról, wytwarzając różne rodzaje metabolitów wtórnych, takich jak witaminy, aminokwasy, roślinne hormony wzrostu i innych. Substancje te mają bezpośredni wpływ na wzrost pędów, korzeni i kiełkowanie nasion wielu roślin rolniczych. W omawianym gatunku wyróżnia się szczep *Azotobacter salinestrus* CECT 9690, który jest uważany za najbardziej efektywny w wiązaniu azotu. Szczep ten toleruje najwyższe stężenie NaCl (25g/L), ma najszerszy zakres tolerancji temperatur (4–45°C), a także pH (5–10). *Azotobacter salinestrus* CECT 9690 jest unikalnym szczepem różniącym się od innych bakterii, nawet od innych *Azotobacter salinestrus*. Charakteryzuje się zdolnością do szybkiego namnażania (24 h), wysoką zgodnością biologiczną oraz niską wrażliwością na twardość wody (pow. 20 g/L CaCO<sub>3</sub>). *Azotobacter salinestrus* szczep CECT 9690, jest także w stanie realizować działanie plonotwórcze na trzech poziomach. Jako endofit nalistny kolonizuje powierzchnię i tkanki wewnętrzne liści, jako endofit korzeniowy kolonizuje jego powierzchnię i tkanki wewnętrzne, kolonizuje też obszar wokół systemu korzeniowego – ryzosferę. Ten sposób działania sprawia, że Rhizosum N plus, zawierający szczep *Azotobacter salinestrus* CECT 9690 jest bardziej wydajny i skuteczny w porównaniu z innymi preparatami, które są przeznaczone wyłącznie do stosowania nalistnego albo doglebowego. W prezentacji przedstawiono efekty aplikacji preparatu Rhizosum N plus w uprawach zbóż, rzepaku, buraków, ziemniaków oraz kukurydzy. Bakterie *Azotobacter salinestrus* CECT 9690 wpływają nie tylko na zwiększenie zasobności gleby w azot ogólny i mineralny, ale dostosowują też jego dostępność w glebie do potrzeb rośliny. Zdolność do kolonizowania biomasy zielonej dodatkowo zwiększa możliwości zaopatrzenia w azot rośliny uprawnej. Powoduje to poprawę optymalnego pokrycia zapotrzebowania rośliny na ten składnik pokarmowy, czego następstwem jest wzrost plonu roślin oraz zmniejszenie ilości stosowanych nawozów azotowych. Stosowanie *Azotobacter salinestrus* CECT 9690 przynosi wymierne korzyści zarówno uprawom i ich producentom, a także środowisku naturalnemu, wpisując się w ideę zrównoważonego rolnictwa.

# POSTERY



## SPIS TREŚCI

<b>ABRAMCZYK B., KRÓL E., OLESZEK W.</b> Biotyczne oddziaływanie endofitycznego szczepu <i>Diaporthe eres</i> 1420S na wybrane patogeny roślin sadowniczych .....	23
<b>BIK-MAŁODZIŃSKA M., ŻUKOWSKA G., MYSZURA-DYMEK M., FUTA B.</b> Wpływ efektywnych mikroorganizmów na kształtowanie pojemności wodnej .....	24
<b>BOHACZ J., KITOWSKI I., MOŻEJKO M., BEDNARZ J.</b> Przemiany związków azotu po wprowadzeniu do gleby hydrolizatu keratynowego otrzymanego po biodegradacji odpadowego pierza kurcząt przez grzyba <i>Arthroderma tuberculatum</i> , wyizolowanego z gleby zlokalizowanej w kolonii ptaków .....	25
<b>CIEPIEL J.</b> Rodzaje produktów mikrobiologicznych stosowanych w rolnictwie .....	26
<b>FURTAK K., GAWRYJOLEK K.</b> Wpływ wybranych osmoprotektantów na kiełkowanie i wzrost pszenicy jarej – doświadczenie modelowe .....	27
<b>FURTAK K., GAWRYJOLEK K.</b> Ocena oddziaływania wybranych szczepów bakterii na kiełkowanie pszenicy jarej w warunkach symulowanego stresu solnego .....	28
<b>FUTA B., ŻUKOWSKA G., BIK-MAŁODZIŃSKA M., MYSZURA-DYMEK M.</b> Wpływ efektywnych mikroorganizmów na właściwości biologiczne rekultywowanej gleby .....	29
<b>GALĄZKA A., MARZEC-GRZĄDZIEL A., CIEPIEL J., GAWRYJOLEK K., KOZIEL M.</b> Zastosowanie mikroorganizmów i otoczkowanie nasion dla poprawy żyzności gleb i plonu roślin w ekologicznej i konwencjonalnej uprawie roślin bobowatych .....	30
<b>GAWRYJOLEK K., GALĄZKA A.</b> Różnorodność metaboliczna szczepów bakterii wyizolowanych z ryzosfery jęczmienia i kukurydzy .....	31
<b>GRYTA A., OSZUST K., FRĄC M.</b> Przeżywalność bakterii w bioproduktach dla ekologicznej uprawy owoców miękkich .....	32
<b>GRZĘDA E., SIEBIELEC S., WOŹNIAK M.</b> Aktywność enzymatyczna jako wstępna ocena mikrobiomu glebowego .....	33
<b>GRZĘDA E., SIEBIELEC S., WOŹNIAK M.</b> Przygotowanie podłoży mikrobiologicznych w laboratorium jako ważny aspekt badań dotyczący izolacji bakterii ze środowiska glebowego .....	34
<b>JANCZAREK A.</b> Grzyby jako składnik preparatów mikrobiologicznych wykorzystywanych w rolnictwie – charakterystyka i zastosowanie .....	35
<b>JANCZAREK M., KOZIEL M., BUCZEK K., GROMADA A.</b> Wpływ niskich temperatur na efektywność symbiotyczną szczepów <i>Rhizobium leguminosarum</i> wyizolowanych z brodawek korzeniowych koniczyny czerwonej .....	36

<b>JARYNOWSKI A., BELIK V.</b> Przestrzenno-czasowa analiza percepcji internetowej preparatów biobójczych w Polsce oraz innych krajach Europy .....	37
<b>KOZIEL M., MARTYNIUK S.</b> Efektywność szczepienia nasion pszenicy ozomej wybranymi szczepami bakterii solubilizującymi fosforany wyizolowanymi z gleb ornych Polski .....	38
<b>KOZIEL M., SIEBIELEC S.</b> Biopreparaty zawierające mikroorganizmy solubilizujące fosforany (PSM) dostępne na światowym rynku .....	39
<b>MYSZURA-DYMEK M., ŻUKOWSKA G., BIK-MAŁODZIŃSKA M., FUTA B.</b> Wykorzystanie efektywnych mikroorganizmów do kształtowania właściwości odpadów przeznaczonych do wykorzystania na cele nawozowe .....	40
<b>NYZHNYK T., KIEDRZYŃSKA E.</b> Zastosowanie fungicydów i inokulantów ryzobialnych jako skuteczny sposób ochrony upraw soi w warunkach zmian klimatycznych .....	41
<b>OSZUST K., PYLAK M., FRĄC M.</b> Nawozowy produkt mikrobiologiczny dla naturalizacji ryzosfery roślin malin o właściwościach antagonistycznych w stosunku do fitopatogenów grzybowych należących do rodzaju <i>Botrytis</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Colletotrichum</i> i <i>Phytophthora</i> z zastosowaniem szczepów grzyba z rodzaju <i>Trichoderma</i> .....	42
<b>SIEBIELEC S., SIEBIELEC G.</b> Wykorzystanie bakterii PGPR w fitostabilizacji składowisk i gleb .....	43
<b>SIEBIELEC S., SIEBIELEC G., WOŹNIAK M.</b> Innowacyjne technologie produkcji bionawozów sięgające do podstaw zrównoważonego rozwoju rolnictwa i rozwiązań opartych w naturze .....	44
<b>ŚWIDERSKA-OSTAPIAK M., WYCZLING A.</b> Wykorzystanie nawozowych produktów mikrobiologicznych firmy BIO-GEN w odżywianiu roślin uprawnych .....	45
<b>TOŁOZKO W., GRZYB M.</b> Wpływ efektywnych mikroorganizmów EM na zmiany jakości gleb na przykładzie badań na polstkach doświadczalnych .....	46
<b>TRZEWIK A., KOWALSKA B., SZCZECH M.</b> Reakcje dwóch odmian papryki na inokulację <i>Serendipita indica</i> i <i>Trichoderma atroviride</i> .....	47
<b>WOŹNIAK M., SIEBIELEC S., SIEBIELEC G.</b> Promieniowce z rodzaju <i>Streptomyces</i> jako potencjalnie dobry komponent biopreparatów .....	48
<b>ZABOROWSKA M., WYSZKOWSKA J., BOROWIK A., KUCHARSKI J.</b> Znaczenie <i>Perna canaliculus</i> w biostymulacji gleb zanieczyszczonych krezolami .....	49
<b>ŻUKOWSKA G., MYSZURA-DYMEK M., BIK-MAŁODZIŃSKA M., FUTA B., WESOŁOWSKA S.</b> Wpływ efektywnych mikroorganizmów na zawartość i wskaźniki jakościowe substancji organicznej rekultywowanej gleby .....	50

## BIOTYCZNE ODDZIAŁYWANIE ENDOFITYCZNEGO SZCZEPU *DIAPORTHE ERES* 1420S NA WYBRANE PATOGENY ROŚLIN SADOWNICZYCH

BARBARA ABRAMCZYK<sup>1</sup>, EWA KRÓL<sup>2</sup>, WIESŁAW OLESZEK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,  
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy*

<sup>2</sup>*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin, Poland*

Grzyby endofityczne z rodzaju *Diaporthe* należą do najczęściej izolowanych gatunków ostatniej dekady. Wielu badaczy podkreśla ich ogromny potencjał w biologicznej ochronie roślin. W niniejszej pracy zbadano biotyczne oddziaływanie endofitycznego szczepu *D. eres* 1420S wyizolowanego w toku wcześniejszych badań własnych z pędów *Prunus domestica* w Polsce, wobec wybranych fitopatogenów roślin sadowniczych: *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Fusarium avenaceum*, *F. sporotrichioides*, *Trichothecium roseum*, *Verticillium dahliae*. Testy przeprowadzono w hodowlach dwuorganizmowych, w warunkach *in vitro*. Wyniki analiz wskazały na zdolność endofitycznego szczepu *D. eres* 1420S do ograniczania wzrostu wszystkich testowanych patogenów. Wartość współczynnika zahamowania wzrostu zawierała się w przedziale od 20% (*V. dahliae*) do 40% (*T. roseum*). Stwierdzono również wyraźną strefę inhibicji w kombinacjach współrosnących, między endofitycznym szczepem *D. eres* 1420S a patogenami *T. roseum*, *V. dahliae* i *B. cinerea*, co wskazuje na fakt iż badany szczep *D. eres* 1420S może ograniczać wzrost patogenu również poprzez wytwarzanie niektórych metabolitów.

*Badania zostały sfinansowane w ramach projektu Narodowego Centrum Nauki Nr 2016/21/N/NZ9/01526*

## WPLYW EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW NA KSZTAŁTOWANIE POJEMNOŚCI WODNEJ

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

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

W doświadczeniu laboratoryjnym analizowano wpływ Efektywnych Mikroorganizmów (EM) na zmiany retencji wodnej. Zastosowana w doświadczeniu gleba średnia bardziej zatrzymywała wodę niż gleba lekka. Gleby o cięższym składzie granulometrycznym charakteryzują się większymi zdolnościami retencji wody niż gleby piaszczyste, co wykazali inni autorzy [Smólczyński, Orzechowski 2010]. Z przeprowadzonych badań wynika, że efektywne mikroorganizmy bardzo korzystnie wpłynęły na retencję wodną. Ze wszystkich wariantów rekultywacyjnych stwierdzono o ok. 5–10% korzystniejszą zatrzymywalność wody przy dodatku mikroorganizmów niż przy ich braku. Najkorzystniejszą retencję wodną wykazał wariant z dodatkiem osadu ściekowego i wełny mineralnej w postaci „wkładki”. Bardzo dobry wynik otrzymano także przy dodatku osadu ściekowego z wełną mineralną w formie rozdrobnionej  $400 \text{ cm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ . Słabymi zdolnościami wykazały się obydwie gleby bez dodatków. Także dodatek nawozów NPK poprawił w niewielkim stopniu zdolności retencyjne gleb. Osad ściekowy wykazał najwyższe zdolności magazynowania wody na tle innych odpadów. Bardzo korzystnie na zdolności retencyjne gleb, wpłynęło współdziałanie jednocześnie osadu ściekowego i wełny mineralnej. Wpływ na właściwości wodne gleb, bez względu na ich uziarnienie, miał również sposób aplikacji wełny mineralnej. Uzyskane wyniki badań wykazały, że EM-y zwiększyły retencję wodną zarówno w wariantach z glebą lekką, jak i średnią o 5–10 ml.



## PRZEMIANY ZWIĄZKÓW AZOTU PO WPROWADZENIU DO GLEBY HYDROLIZATU KERATYNOWEGO OTRZYMANEGO PO BIODEGRADACJI ODPADOWEGO PIERZA KURCZĄT PRZEZ GRZYBA *ARTHRODERMA TUBERCULATUM*, WYIZOLOWANEGO Z GLEBY ZLOKALIZOWANEJ W KOLONII PTAKÓW

JUSTYNA BOHACZ<sup>1</sup>, IGNACY KITOWSKI<sup>2</sup>, MICHAŁ MOŻEJKO<sup>1</sup>, JOANNA BEDNARZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Agrobiotechnologii,

Katedra Mikrobiologii Środowiskowej, ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

<sup>2</sup>Państwowa Akademia Nauk Stosowanych w Chełmie, ul. Poczтовая 54, 22-100 Chełm

Dbłość o jakość środowiska glebowego zobowiązuje do ograniczenia stosowania chemicznych środków nawożeniowych. Taką możliwość stwarzają biopreparaty mikrobiologiczne zawierające żywe komórki drobnoustrojów, ich enzymy, bądź inne cenne z nawożeniowego punktu widzenia produkty metabolizmu komórkowego. Wpływ biopreparatów ukierunkowany jest na poprawę jakości i żyzności gleby, na jej aktywność biologiczną a tym samym na produktywność. Szczególne znaczenie w tym aspekcie mogą mieć biopreparaty, których skład ukierunkowany jest do zastosowania pod uprawę roślin na glebach o małej zasobności w określone składniki pokarmowe.

Celem pracy była ocena wpływu hydrolizatu o dużej zawartości jonów amonowych i siarczanowych, otrzymanego na skutek biodegradacji keratyny pierza przez grzyby keratynolityczne *Arthroderma tuberculatum*, na przemiany związków azotu w dwóch glebach o różnej zawartości węgla organicznego.

W tym celu założono doświadczenie wazonowe na rędzinie ( $C_{org} = 5,3 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) i glebie bielcowej ( $C_{org} = 24,73 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), stosując rzepak *Brassica napus* L. var. *napus* jako roślinę testową oraz hydrolizat. Doświadczenie prowadzono w 4 wariantach doświadczalnych: wariant 1 i 2 (kontrolne nawilżane wodą z rośliną i bez rośliny), wariant 3 i 4 (gleby nawilżane hydrolizatem z rośliną i bez). Okresowo oznaczano liczebność drobnoustrojów proteolitycznych, aktywność proteazy oraz nasilenie procesu amonifikacji i nityfikacji.

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że liczebność drobnoustrojów proteolitycznych po wprowadzeniu hydrolizatu do gleb była wyższa w rędzinie niż w glebie bielcowej w wariantach z hydrolizatem jak i bez tego bionawozu. Hydrolizat na ogół powodował spadek liczebności tych mikroorganizmów w obu badanych glebach w wariantach z rzepakiem i bez tej rośliny. Wprowadzony do rędziny hydrolizat spowodował wzrost aktywności proteazy w wariantach z rośliną. W glebie piaszczystej aktywność tego enzymu była wyższa w wariantach z rzepakiem i bez tej rośliny w porównaniu z próbami kontrolnymi. Wprowadzenie hydrolizatu do gleby bielcowej w wariantach z rośliną spowodowało nasilenie procesu amonifikacji przez pierwsze dwa tygodnie trwania doświadczenia natomiast w rędzinie osłabienie tego procesu. Wzbogacenie hydrolizatem obu gleb nasiliło proces nityfikacji we wszystkich wariantach doświadczalnych.

*Badania finansowane ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Lublinie, Nr 8/2020/D/IN*

## RODZAJE PRODUKTÓW MIKROBIOLOGICZNYCH STOSOWANYCH W ROLNICTWIE

JAROSŁAW CIEPIEL

*Zakład Mikrobiologii Rolniczej  
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy  
e-mail: jciepiel@iung.pulawy.pl*

Spełnienie wymagań jakie stawia przed rolnikami Unia Europejska (np. program azotanowy, Dz.U. z 2018 r. poz. 1339) wiąże się z coraz powszechniejszym stosowaniem biopreparatów. Ma to na celu ograniczenie lub całkowitą rezygnację ze stosowania nawozów chemicznych i środków ochrony roślin.

Całe spektrum działania tych produktów opiera się na żywych mikroorganizmach (bakterie, grzyby) lub na produktach ich metabolizmu. Produkty pochodzenia biologicznego, ze względu na skład, dzielą się na: grzybowe, bakteryjne, bakteryjno/grzybowo enzymatyczne, bakteryjno-grzybowe i enzymatyczne. Wśród biopreparatów możemy wyodrębnić bionawozy, biostymulatory, biopestycydy, oraz preparaty mikrobiologiczne.

Biopreparaty mikrobiologiczne stosowane w rolnictwie mają za zadanie ochronę roślin poprzez zahamowanie rozwoju patogennych grzybów lub bakterii. Stymulują wzrost roślin, zwiększają pobieranie składników pokarmowych, utrzymują właściwą strukturę gleby, a także sprzyjają zwiększeniu retencji wody. Drobnoustroje występujące w biopreparatach mogą być źródłem witamin, aminokwasów oraz stymulatorów do rozwoju i wzrostu roślin. Wspomagają rośliny w przyswajaniu trudno dostępnych pierwiastków, korzystnie wpływają na tworzenie się próchnicy glebowej, przy jednoczesnym zapobieganiu gniciu. Ważnym aspektem stosowania biopreparatów jest niższy koszt uprawy w stosunku do rolnictwa konwencjonalnego. Nierzadko rolą biopreparatów jest przywrócenie żyzności gleby w miejscach o niekorzystnych warunkach, tj. gleby zasolone, o niskiej zawartości składników pokarmowych czy występowaniu metali ciężkich.

Do produkcji biopreparatów wykorzystuje się substancje pochodzenia naturalnego, mogą to być ekstrakty roślinne, polisacharydy lub substancje humusowe.

O skuteczności biopreparatów decydują warunki środowiskowe, ważna jest wilgotność gruntu, powietrza czy występowanie opadów atmosferycznych. Odpowiednia produkcja i dopasowanie biopreparatu do warunków panujących w danej uprawie korzystnie wpłynie na jakość i zwiększenie plonów, eliminując przy tym negatywne skutki stosowania chemicznych środków ochrony roślin oraz nadmiernej ilości nawozów mineralnych.

*Badania realizowane w ramach realizacji zadania 1.7 z dotacji pochodzącej ze środków rezerwy budżetowej MRiRW w 2023 r. pt. „Preparaty mikrobiologiczne”.*

## WPLYW WYBRANYCH OSMOPROTEKTANTÓW NA KIELKOWANIE I WZROST PSZENICY JAREJ – DOŚWIADCZENIE MODELOWE

KAROLINA FURTAK, KAROLINA GAWRYJOLEK

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

Osmoprotektanty to cząsteczki, które wyrównują różnicę osmotyczną między organizmem zewnątrz- i wewnątrzkomórkowym, nie zakłócając przy tym funkcji enzymatycznych białek ani innych biomolekuł. W roślinach narażonych na stresy abiotyczne (zasolenie/susza) osmoprotektanty pomagają zachować turgor komórkowy i napędzają gradient pobierania wody. Badania dotyczące soi wykazały, że dodatek egzogennych osmoprotektantów do gleby wpływał pozytywnie na zawartości proliny i azotu w liściach soi oraz na zwiększenie plonu nasion w warunkach stresu suszy.

Celem prezentowanych badań było określenie wpływu wybranych osmoprotektantów na kiełkowanie i wzrost pszenicy jarej w warunkach stresu solnego.

Wykonano pilotażowe doświadczenie w kontrolowanych warunkach z zastosowaniem trzech osmoprotektantów: ektoiny, mio-inozytolu i betainy. Nasiona pszenicy jarej były wysadzone na podłożu Hoaglanda z dodatkiem 25 mM osmoprotektantów. Warianty obejmowały podłoże zasolone – z dodatkiem 14% NaCl oraz niezasolone – kontrolę. Doświadczenie prowadzono w warunkach fitotronowych przez 17 dni. Po 7 i 17 dniach dokonano pomiarów: ilości wykiełkowanych nasion, długości korzeni, długości pędów oraz suchej masy roślin.

Badania wykazały, że dodatek ektoiny wpływał pozytywnie na siłę kiełkowania, długość korzenia i suchą masę roślin w obu wariantach doświadczenia. Dodatek betainy w warunkach stresu solnego wpływał pozytywnie na długość pędu i suchą masę pszenicy. Natomiast dodatek mio-inozytolu wiązał się z dłuższym korzeniem i wyższą suchą masą roślin w warunkach optymalnych oraz dłuższymi pędami w warunkach zasolenia.

Kolejnym etapem prac będzie zastosowanie wybranych osmoprotektantów jako dodatku doglebowego w celu określenia ich oddziaływania na jakość środowiska glebowego oraz wzrost pszenicy w warunkach szklarniowych.

*Badania wykonano w ramach realizacji tematu statutowego IUNG-PIB nr 1.14 pt. Ocena wpływu wybranych osmoprotektantów na środowisko glebowe i wzrost pszenicy jarej*

## OCENA ODDZIAŁYWANIA WYBRANYCH SZCZEPÓW BAKTERII NA KIELKOWANIE PSZENICY JAREJ W WARUNKACH SYMULOWANEGO STRESU SOLNEGO

KAROLINA FURTAK, KAROLINA GAWRYJOLEK

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

W ramach realizacji projektu pt. *Poszukiwanie bakterii adaptujących się do ekstremalnych warunków wilgotności gleby oraz ocena wpływu stresu hydrologicznego na jakość środowiska glebowego* (nr 2019/35/N/NZ9/00830) z zalanej gleby wyizolowano bakterie, które wykazały zdolność do produkcji egzopolimerów (EPS) oraz wzrostu na podłożu z dodatkiem 14% NaCl i w warunkach stresu termicznego.

Wybrane cztery najaktywniejsze szczepy zostały użyte w pilotażowym doświadczeniu, które miało na celu określenie ich wpływu na kiełkowanie i wzrost pszenicy jarej w warunkach optymalnych oraz zasolenia. Na podłożu Hoaglanda wysiano po 10 nasion pszenicy jarej, na które nakroplono powierzchniowo po 20  $\mu$ L płynnej 48-godzinnej hodowli bakterii. Warunki stresowe zostały zasymulowane poprzez dodanie do podłoża 14% NaCl. Doświadczenie prowadzono przez 17 dni w warunkach kontrolowanych – fitotronowych. Po 7 i 17 dniach oceniono ilość wykiełkowanych nasion, długość korzeni, długość pędu oraz suchą masę roślin.

Odnotowano, że w przypadku szczepu F2/M/4/11 sucha masa roślin w warunkach optymalnych była aż o 41,93% wyższa w porównaniu do kontroli, a w warunkach zasolenia o 19,23% wyższa od wartości kontrolnych. W warunkach optymalnych odnotowano również pozytywny wpływ bakterii na średnią długość pędu pszenicy, a w dwóch przypadkach również na średnią długość korzenia.

Uzyskane wyniki wskazują, że wyizolowane bakterie posiadają właściwości umożliwiające im przetrwanie w warunkach stresu osmotycznego (stres termiczny, wodny i solny), a więc posiadają pewne mechanizmy osmoprotekcyjne. Dodatkowo, stwierdzono ich pozytywny wpływ na pszenicę jarą (sucha masa, długość pędów). Dalsze badania będą dotyczyły dokładnej charakterystyki uzyskanych szczepów w celu rozpoznania mechanizmów pozwalających im dostosowywać się do warunków stresowych.

*Badania wykonano w ramach projektu nr 2019/35/N/NZ9/00830 pt. Poszukiwanie bakterii adaptujących się do ekstremalnych warunków wilgotności gleby oraz ocena wpływu stresu hydrologicznego na jakość środowiska glebowego (Preludium 18) finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (NCN).*

## WPLYW EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW NA WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE REKULTYWOWANEJ GLEBY

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

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

Udział drobnoustrojów w kształtowaniu żyzności i zdrowotności gleby jest powszechnie znany. Szeroki zakres przewidywanych pozytywnych rezultatów, związanych z zastosowaniem Efektywnych Mikroorganizmów (EM) uzasadnia prześledzenie jego wpływu na stan autochtoniczny mikroflory gleby oraz jej aktywność biochemiczną.

Celem badań była ocena wpływu efektywnych mikroorganizmów (EM) na właściwości biologiczne rekultywowanej gleby.

Badania przeprowadzono w ścisłym doświadczeniu poletkowym w którym oceniano wpływ odpadów (wapno poflotacyjne, osad ściekowy i wełna mineralna) na efektywność rekultywacji gleby pokopalnianej. Odpady wprowadzono w dawkach: 100 Mg·ha<sup>-1</sup> wapna poflotacyjnego, 100 Mg·ha<sup>-1</sup> osadu ściekowego oraz 200, 400 i 800 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> wełny mineralnej. Na przygotowanych poletkach wysiano mieszaninę traw. Po 4 latach każde poletko podzielono na dwie części. Na jednej połowie każdego poletka kontynuowano powyższy schemat doświadczenia. Na drugiej zaś zastosowano oprysk EM. Do oprysku użyto roztwór zawierający w jednej części roztwór efektywnych mikroorganizmów firmy Pro-Biotics i dziewięć części wody (stosunek 1:10) w przeliczeniu na 1 ha zastosowano dawkę 20 litrów nierozcieńczonej mieszaniny efektywnych mikroorganizmów. W badaniach laboratoryjnych oznaczono zawartość enzymów glebowych (dehydrogenaz, fosfatazy i ureazy) oraz liczebność grzybów i bakterii.

Istotny wpływ na aktywność ocenianych enzymów w rekultywowanej glebie miało wprowadzenie EM. Zastosowana szczepionka efektywnych mikroorganizmów nie miała jednoznacznego wpływu na aktywność dehydrogenaz, chociaż różnice w aktywności były istotne. W większości wariantów rekultywacyjnych gleba, na której zastosowano szczepionkę charakteryzowała się mniejszą aktywnością dehydrogenaz. W badanych glebach aktywność fosfatazy kształtowała się w bardzo szerokim zakresie, od 17,00 do 188,4 mmol PNP·kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>. Podobnie jak w przypadku dehydrogenaz, stosowana szczepionka EM miała istotny ale nie jednoznaczny wpływ na aktywność fosfatazy. Aktywność ureazy mieściła się w zakresie od 0,80 do 44,9 mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> kg<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>. Z wyjątkiem gleby, którą rekultywowano osadem ściekowym, we wszystkich wariantach rekultywacji większą aktywność ureazy stwierdzono w glebie bez szczepionki EM.

Wprowadzenie do gleby mieszaniny EM wpłynęło na istotne zwiększenie liczebności grzybów. W glebie obiektu kontrolnego odnotowano prawie 3-krotny wzrost liczebności grzybów, w pozostałych wariantach wzrost ten był około 2-krotny. Efektywne mikroorganizmy zastosowane na tle ocenianych wariantów rekultywacji wpłynęły na zwiększenie liczebności bakterii. Największy wzrost liczebności bakterii pod wpływem EM-ów odnotowano w wariantach z wełną mineralną

## ZASTOSOWANIE MIKROORGANIZMÓW I OTOCZKOWANIA NASION DLA POPRAWY ŻYŻNOŚCI GLEB I PŁONU ROŚLIN W EKOLOGICZNEJ I KONWENCJONALNEJ UPRAWIE ROŚLIN BOBOWATYCH

**ANNA GAŁĄZKA, ANNA MARZEC-GRZĄDZIEL, JAROSŁAW CIEPIEL,  
KAROLINA GAWRYJOLEK, MONIKA KOZIEL**

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

Wykorzystanie w uprawie preparatów mikrobiologicznych poprawiających wzrost i plonowanie roślin oraz wpływających korzystnie na żyzność i aktywność biologiczną gleby naturalnie zwiększa potencjał biologiczny gleb, w tym ich zasobność w składniki mineralne i materię organiczną. Rozwiązanie to będzie podstawą do opracowania innowacyjnej technologii dla zwiększenia wzrostu i plonowania roślin bobowatych. Głównym celem projektu jest optymalizacja doboru mikroorganizmów oraz komponentów otoczki dla nasion w celu poprawy żyzności gleb i plonu roślin w ekologicznej i konwencjonalnej uprawie roślin bobowatych.

Cele szczegółowe projektu obejmowały:

- wybór najbardziej efektywnych mikroorganizmów dla wybranych roślin bobowatych oraz przygotowanie inokulum bakteryjnego do otoczkowania nasion,
- analizę genetyczną i fenotypową wybranych szczepów mikroorganizmów w celu pełnej ich charakterystyki dla celów patentowych,
- optymalizację warunków wzrostu badanych mikroorganizmów oraz składowych otoczki do stosowania dla nasion roślin,
- ocenę oddziaływania nowych kompozycji mikroorganizmów i otoczek nasion.

W nowoczesnej agrotechnice wielu roślin uprawnych, w tym także bobowatych, przedsięwzięcie zaprawianie nasion i otoczkowanie nasion są jednymi z najczęściej poszukiwanych zabiegów. Otoczkowanie nasion bakteriami symbiotycznymi może w znaczący sposób ułatwić ich wysiewanie, a same bakterie mogą powodować istotne przyrosty plonów, zwłaszcza wtedy, gdy w glebie brak jest bakterii brodawkowych specyficznych dla danej rośliny, np. dla soi w glebach Polski, lub gdy liczebność tych bakterii w środowisku glebowym jest niska, np. na skutek wieloletniej przerwy w uprawie rośliny-gospodarza, np. lucerny. Zastosowanie w uprawie preparatów mikrobiologicznych poprawiających wzrost i plonowanie roślin zwiększa potencjał biologiczny gleb, w tym ich zasobność w składniki mineralne i materię organiczną. Nasze badania dotyczą właśnie takiego opracowania innowacyjnej technologii dla zwiększenia wzrostu i plonowania roślin bobowatych.

*Badania wykonano w ramach projektu AgriBioFood PULS IUNG 4.0  
(Program pn. Inkubator Innowacyjności 4.0 nr umowy MNiSW/2020/333/DIR)*

## RÓŻNORODNOŚĆ METABOLICZNA SZCZEPÓW BAKTERII WYIZOLOWANYCH Z RYZOSFERY JĘCZMIENIA I KUKURYDZY

KAROLINA GAWRYJOLEK, ANNA GAŁĄZKA

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

Bakterie wspomagające wzrost roślin (ang. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*, PGPR) stanowią grupę wolno żyjących bakterii glebowych zasiedlających strefę korzeniową roślin lub jako endofity w ich powierzchniowych tkankach (ryzobakterie). Bakterie te wpływają na rozwój rośliny w sposób bezpośredni oraz pośredni. Bezpośrednie wspomaganie polega na dostarczeniu roślinie składników mineralnych (np. poprzez ułatwianie pobierania azotu lub rozpuszczania związków fosforu), wytworzenie fitohormonów lub poprawę struktury gleby. Pośredni sposób oddziaływania polega na ochronie rośliny przed negatywnym działaniem patogenów. Bakterie promujące wzrost roślin są traktowane jako biologiczne czynniki nawozowe. Celem badań było określenie aktywności metabolicznej szczepów bakterii wyizolowanych z ryzosfery jęczmienia i kukurydzy. Szczepy bakteryjne pochodziły z kolekcji Zakładu Mikrobiologii Rolniczej IUNG-PIB w Puławach. W badaniach wykorzystano 12 szczepów bakteryjnych. Aktywność metaboliczną określono przy użyciu systemu Biolog, wykorzystując płytki Gen III. Na podstawie wyników wykonano mapy cieplne oraz analizę skupień metodą Warda, obrazujące zróżnicowanie szczepów pod kątem intensywności zużycia analizowanych związków. Badane szczepy wykazały zróżnicowaną aktywność pod względem wykorzystywania jako źródło węgla poszczególnych grup związków. Najbardziej aktywne szczepy mogą posłużyć w dalszych badaniach pod kątem inokulacji i badania ich wpływu na rozwój roślin.

*Badania wykonano w ramach realizacji zadania 1.7 z dotacji pochodzącej ze środków rezerwy budżetowej MRiRW w 2023 r. pt. „Preparaty mikrobiologiczne”*



## PRZEŻYWALNOŚĆ BAKTERII W BIOPRODUKTACH DLA EKOLOGICZNEJ UPRAWY OWOCÓW MIĘKKICH

AGATA GRYTA, KAROLINA OSZUST, MAGDALENA FRĄC

*Institut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk,  
20-290 Lublin, ul. Doświadczalna 4  
e-mail: m.frac@ipan.lublin.pl*

Owoce miękkie takie jak truskawka czy malina są bardzo popularnymi owocami deserowymi oraz przetwórczymi. Ich uprawa odgrywa ważną rolę w produkcji rolniczej i ogrodniczej na świecie, jak również w Polsce. Areał uprawy truskawki oraz malin w Polsce stale wzrasta, rośnie też zainteresowanie konsumentów owocami pochodzącymi z plantacji ekologicznych. Producenci ekologiczni są zobowiązani w ramach Rozporządzenia Rady Wspólnoty Europejskiej nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 roku w sprawie produkcji ekologicznej do ograniczenia stosowania nawozów mineralnych oraz środków chemicznych na korzyść wykorzystania preparatów ekologicznych o naturalnym pochodzeniu, takich jak środki mikrobiologiczne. Natomiast uprawy owoców miękkich są w szczególności narażone na patogeny roślinne takie jak: *Botrytis* spp., *Verticillium* spp. *Colletotrichum* spp. czy *Phytophthora* spp., które wywołują straty ekonomiczne obniżając ilość zebranych owoców o odpowiedniej jakości, jak również mogą powodować porażenia całych plantacji i usychanie roślin. Najważniejsze choroby roślin powodowane przez fitopatogeny grzybowe to szara pleśń, wercilioza, antraknoza i fytoftoroza.

Bakterie, w szczególności z grupy Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR, bakterie stymulujące wzrost roślin) są często wykorzystywane w preparatach mikrobiologicznych stosowanych w uprawie i ochronie roślin.

W ramach przeprowadzonych badań opracowano nowe biopreparaty bakteryjne dedykowane i spełniające wymagania ekologicznej uprawy owoców miękkich takich jak truskawka i malina. Badania nad preparatami obejmowały okresowe analizy przeżywalności bakterii (określenie ogólnej liczebności) w biopreparatach przechowywanych w różnych warunkach: w temperaturze pokojowej (21–23°C), w warunkach chłodniczych (4°C) oraz w podwyższonej temperaturze składowania (35°C), w celu określenia stabilności biopreparatów również w warunkach, które mogą wystąpić podczas transportu i przechowywania biopreparatów w miesiącach letnich. Wielkość populacji mikroorganizmów w badanych preparatach przed rozpoczęciem przechowywania kształtowała się na poziomie 108–109 jtk/g lub jtk/ml, w czasie przechowywania tj. po 3, 6 miesiącach liczebność bakterii utrzymywała się na poziomie 105–107 jtk/g lub jtk/ml, a nawet na poziomie 108–109 jtk/g lub jtk/ml w zależności od składu i warunków przechowywania biopreparatów. Odnotowane wyniki, świadczą o tym, że biopreparaty cechują się dobrą stabilnością wielkości populacji i zachowują swoje właściwości w czasie przechowywania.

*Praca finansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu BIOSTRATEG,  
numer umowy BIOSTRATEG3/344433/16/NCBR/2018*



## AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNA JAKO WSTĘPNA OCENA MIKROBIOMU GLEBOWEGO

EMILIA GRZĘDA, SYLWIA SIEBIELEC, MAŁGORZATA WOŹNIAK

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

Celem głównym projektu INNO-MIK jest opracowanie technologii wytwarzania bionawozów na bazie odpadów organicznych i bakterii wspomagających rozwój roślin uprawnych w warunkach suszy jako wsparcie dla rozwoju gospodarki odpadami w cyklu zamkniętym oraz strategii adaptacji i mitygacji zmian klimatu w rolnictwie. Funkcje, różnorodność oraz liczebność bakterii w glebie zależą od wielu czynników środowiskowych, takich jak: struktura gleby, jej właściwości chemiczno-fizyczne, dostępność składników odżywczych, warunki pogodowe oraz zabiegi rolnicze. W ramach działań realizowanych w projekcie INNO-MIK przeprowadzona została ocena aktywności mikrobiologicznej gleby na podstawie oznaczenia aktywności fosfatazy zasadowej, fosfatazy kwaśnej. Oznaczenie tych parametrów przeprowadzono metodą kolorymetryczną z zastosowaniem PNP (p-nitrofenylofosforan sodu; z ang. *sodium p-nitrophenyl phosphate*), po 1-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C, przy długości fali 410 nm (Tabatabai i Bremner 1969). Z kolei oznaczenie aktywności dehydrogenaz wykonano metodą kolorymetryczną z zastosowaniem jako substratu 3-procentowego TTC (chlorku trójfenyloctetrazolu; z ang. *triphenyltetrazole chloride*), po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 37°C, przy długości fali 485 nm (Casida i in. 1964). Aktywność enzymatyczna gleb jest często stosowanym wskaźnikiem w badaniach mikrobiologicznych środowiska glebowego. Enzymy glebowe uczestniczą w obiegu pierwiastków, odgrywają ważną rolę w syntezie i rozkładzie próchnicy, uwalnianiu oraz dostarczaniu substancji mineralnych dla roślin, detoksykacji ksenobiotyków, nityfikacji, a także denityfikacji (Bielińska i in. 2014). Wśród wszystkich enzymów dehydrogenazy są jednym z ważniejszych parametrów wykorzystywanych jako wskaźnik ogólnej aktywności mikrobiologicznej gleby. Dehydrogenazy odgrywają istotną rolę podczas początkowych etapów utleniania materii organicznej gleby (Zhang i in. 2016). Z kolei fosfatazy odpowiadają za proces hydrolizy organicznych połączeń fosforu oraz stanowią wskaźnik potencjalnego tempa mineralizacji tych związków w środowisku glebowym (Salazar i in. 2011).

- Bielińska E.J., Futa B., Mocek-Płóćiniak A., 2014. Soil Enzymes As Bioindicators of Soil Quality and Health, Libropolis Scientific 550 Publishers Society: Lublin, Poland. ISBN 978-83-63761-25-7.
- Salazar S., Sanchez L.E., Alvarez A., Valvedre A., Galindo P., Igual, J.M., Peixa A., Santa-Regina I., 2011. Correlation among soil enzyme activities under different forest system management practices. *Ecological Engineering*, 37: 1123-1131.
- Zhang C., Liu G., Xue S., Wang G., 2016. Soil bacterial community dynamics reflect changes in plant community and soil properties during the secondary succession of abandoned farmland in the Loess Plateau. *Soil Biology and Biochemistry*, 97: 40-49.

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

## PRZYGOTOWANIE PODŁOŻY MIKROBIOLOGICZNYCH W LABORATORIUM JAKO WAŻNY ASPEKT BADAŃ DOTYCZĄCY IZOLACJI BAKTERII ZE ŚRODOWISKA GLEBOWEGO

EMILIA GRZĘDA, SYLWIA SIEBIELEC, MAŁGORZATA WOŹNIAK

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

Podłoża mikrobiologiczne stanowią istotny aspekt naszych badań. Przygotowanie pożywki hodowlanej jest jednym z kluczowych działań laboratoryjnych w pracy z bakteriami i niewątpliwie ma zasadniczy wpływ na wiarygodność uzyskanych wyników w prowadzonych testach mikrobiologicznych. Istnieje wiele kryteriów wyboru i podziału pożywek dla różnych grup mikroorganizmów zasiedlających środowisko glebowe, na podstawie: składu chemicznego pożywek, wymagań pokarmowych drobnoustrojów, celu analizy (ogólna liczebność, szybki wzrost, identyfikacja czystych kultur itp.) czy konsystencji potrzebnej do hodowli (płynna, półpłynna, stała). W naszych badaniach najczęściej stosuje się oznaczenie ogólnej liczebności takich grup mikroorganizmów, jak:

- bakterii z rodzaju *Azotobacter* (Fenglerowa 1965),
- bakterii właściwych i promieniowców (Wallace i Lochhead 1950),
- bakterii amonifikacyjnych (Rodina 1968),
- bakterii rozpuszczających fosforany (Pikovskaya 1948),
- bakterii kopiotroficznych (Hattori R., Hattori T. 1980),
- bakterii oligotroficznych (Hattori R., Hattori T. 1980);
- oraz ogólnej liczebności grzybów (Martin 1950).

Dodatkowo metody te pozwalają m.in. na wstępną charakterystykę bakterii i grzybów poprzez określenie ich właściwości biostymulacyjnych (zdolność do syntezy fitohormonów; zdolność do produkcji sideroforów; zdolność do solubilizacji fosforanów; zdolność do wiązania azotu atmosferycznego) oraz stanowią istotne źródło materiału badawczego do dalszych analiz mikrobiologicznych, w tym badań molekularnych.

W ramach projektu Lider XII przeprowadziliśmy szereg prac dotyczących izolacji bakterii z różnych środowisk (w tym obszarów narażonych na stresse środowiskowe – hałdy pohutnicze) oraz wyżej wymienionych mechanizmów promowania wzrostu i rozwoju roślin, co pozwoliło nam wytypować szczepy o cechach bakterii określanymi mianem PGPR (z ang. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*).

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

## GRZYBY JAKO SKŁADNIK PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH WYKORZYSTYWANYCH W ROLNICTWIE – CHARAKTERYSTYKA I ZASTOSOWANIE

AGATA JANCZAREK

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

Obecność fitopatogenów w środowisku prowadzi do poważnych strat lub uszkodzenia upraw na całym świecie, tym samym zmniejsza ilość towarów rolnych oraz obniża jakość plonów. Stosowanie środków chemicznej ochrony roślin mimo swojej skuteczności względem szkodników negatywnie wpływa na środowisko oraz żyjące w nim organizmy. Zgodnie z ograniczeniami Unii Europejskiej należy zredukować używanie pestycydów na rzecz środków biologicznych, które opracowywane są ze składników pochodzenia naturalnego np. ekstraktów roślinnych, polisacharydów czy substancji humusowych. Ponadto mogą zawierać pożyteczne bakterie i grzyby.

Grzyby są królestwem zaliczanym do eukariantów wykazującym szereg różnic morfologicznych oraz ekologicznych. Szacuje się, że wśród grzybów wyróżnia się od 1,5 do 7,1 miliona gatunków z czego około 60 000 zostało już opisane. Ze względu na dużą liczebność do grzybów zalicza się jednokomórkowe organizmy jak drożdże czy wielokomórkowe organizmy jak grzyby strzępkowe, w tym grzyby makroskopowe tworzące owocniki. Grzyby zasiedlają większość środowisk chociaż głównie są to ekosystemy lądowe. Biorą udział w obiegu składników odżywczych. Mogą być patogenami, pasożytami lub symbiontami innych organizmów. Badacze coraz częściej podejmują się wykorzystywania grzybów pozytywnie działających na rośliny jako potencjalnych czynników biokontroli. Do opracowywania biopreparatów wykorzystuje się m.in. grzyby z rodzaju *Trichoderma*, grzyby mykoryzowe, grzyby endofityczne czy grzyby entomopatogenne.

## WPLYW NISKICH TEMPERATUR NA EFEKTYWNOŚĆ SYMBIOTYCZNĄ SZCZEPÓW *RHIZOBIUM LEGUMINOSARUM* WYIZOLOWANYCH Z BRODAWEK KORZENIOWYCH KONICZYNY CZERWONEJ

MONIKA JANCZAREK, MARTA KOZIEL, KATARZYNA BUCZEK, ANNA GROMADA, PAULINA ADAMCZYK

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

*Rhizobium leguminosarum* należy do bakterii glebowych, które posiadają zdolność nawiązywania symbiotycznych interakcji z koniczyną łąkową (*Trifolium pratense*) i przekształcania azotu atmosferycznego do form azotu dostępnych dla rośliny. Różne czynniki środowiskowe wpływają na wydajność tego procesu. Należą do nich: zasolenie, susza, niska temperatura, czy obecność metali ciężkich.

W ramach tej pracy określono wpływ szerokiego zakresu temperatur (10–25°C) na efektywność symbiozy koniczyny łąkowej z bakteriami *R. leguminosarum*. W tym celu, przeprowadzono doświadczenia roślinne z użyciem nasion *T. pratense* jako gospodarza roślinnego oraz bezazotowego podłoża Fahraeus. Do doświadczeń wykorzystano 16 szczepów wyizolowanych z brodawek korzeniowych koniczyny rosnącej w klimacie umiarkowanym oraz 15 szczepów wyizolowanych z roślin z klimatu subpolarnego. Doświadczenia prowadzono w kontrolowanych warunkach przez okres 5 tygodni. Określono następujące parametry symbiotyczne: dynamikę zakażenia korzeni gospodarza roślinnego przez bakterie, dynamikę tworzenia brodawek korzeniowych oraz masę łodyg i korzeni zakażonych roślin.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że temperatura ma istotny wpływ na przebieg i efektywność symbiozy. Temperatura w zakresie 20–25°C okazała się optymalna dla tego procesu, natomiast niskie temperatury (10–15°C) negatywnie wpływały na szybkość infekcji korzeni roślin i liczbę tworzonych brodawek korzeniowych. Z tych powodów zaobserwowano również istotnie niższe masy roślin rosnących w temperaturach 10–15°C od roślin uprawianych w temperaturach 20–25°C.

Szczegółowa analiza wykazała, że w warunkach stresu zimna szczepy z klimatu subpolarnego indukowały szybciej i znacznie większą liczbę brodawek na korzeniach makrosymbionta od szczepów z klimatu umiarkowanego, co przyczyniło się do efektywniejszej symbiozy i większej masy roślin. Uzyskane wyniki potwierdziły, iż szczepy pochodzące z klimatu subpolarnego charakteryzują się dużo lepszym przystosowaniem do niskich temperatur w porównaniu do szczepów z klimatu umiarkowanego.

*Badania zostały sfinansowane z funduszy projektu NCN nr 2018/31/B/NZ9/00663*

## PRZESTRZENNO-CZASOWA ANALIZA PERCEPCJI INTERNETOWEJ PREPARATÓW BIOBÓJCZYCH W POLSCE ORAZ INNYCH KRAJACH EUROPY

ANDRZEJ JARYNOWSKI<sup>1,2</sup>, VITALY BELIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instytut Badań Interdyscyplinarnych w Głogowie, Polska*

<sup>2</sup>*Instytut Biometrii i Epidemiologii Weterynaryjnej, Wolny Uniwersytet Berliński, Niemcy*

Proponujemy nową metodę obliczeniową nasłuchiwania mediów w celu monitorowania stosowania substancji przeciwdrobnoustrojowych i ich percepcji w perspektywie jednego zdrowia. Badania wypełnią ważną lukę poprzez analizę i integrację czterech głównych pytań badawczych 1) dotyczących przestrzenno-czasowych trajektorii zainteresowania poszczególnymi grupami środków biobójczych stosowanych w rolnictwie z podziałem na agrofagi przeciw którym są stosowane: bakterie, wirusy, chwasty, szkodniki; 2) zainteresowanych interesariuszy (rolnicy, administracja fito-sanitarna, konsumenci żywności, itp.) i postaw wobec substancji biobójczych w perspektywie jednego zdrowia; 3) zgodności predykcyjnej w porównaniu z dotychczasowym nadzorem zużycia oraz biomonitoringu w roślinach i żywności/paszy; 4) komunikacji i świadomości w tym kontekście.

W naszym badaniu, poprzez analizę ilościową cyfrowych śladów preparatów biobójczych w internecie (media nowe społeczno-kontentowe i media tradycyjne), koncentrujemy się na zliczaniu słów i ich współzależności w postaci map semantycznych, modelowaniu tematycznym oraz analizie wydźwięku. W celu weryfikacji stosowalności nowego narzędzia przeprowadzono mały pilotaż.

- A. W tym celu przeszukano niemiecki i polski Internet z wykorzystaniem narzędzia EventRegistry na występowanie fraz ‘środki przeciwdrobnoustrojowe’ wraz z ‘rolnictwo’ oraz ich wariacji od 2014 do 2022.
- B. Dodatkowo przeprowadzono analizę polskiego, słowackiego, węgierskiego, bułgarskiego i rumuńskiego internetu na obecność fraz ‘pestycydy’ wraz z ‘zboże’ oraz ich wariacji od maja 2022 do kwietnia 2023 przy użyciu Brand24.

Już wstępne wyniki pilotażu zapewniają wgląd w dynamikę zainteresowania substancjami przeciwdrobnoustrojowym i hierarchię społecznej percepcji zagrożeń, wpływ profilów psychosocjologicznych, socjolingwistycznych i kulturowych oraz znaczenie czynników społeczno-gospodarczych.

- A. Największą różnicę między Polską a Niemcami zaobserwowano w roku 2018, kiedy temat glifosatu o ponad rząd wielkości był słabiej dyskutowany w naszym kraju.
- B. Zainteresowanie pestycydami w zbożu w kwietniu 2023 propagowało od dużego zainteresowania w infosferze słowackiej i węgierskiej 11-13.04. Po czym temat uzyskał szybko bardzo duże zasięgi w Polsce 14.04, żeby zapikować w Rumunii i Bułgarii 18-19.04.

Projekt będzie korzystać z najnowocześniejszych metod uczenia maszynowego do analizy danych zebranych z polskich i europejskich mediów internetowych w celu uzyskania dodatkowej wiedzy o preparatach biobójczych w rolnictwie i ich społecznej percepcji.

## EFEKTYWNOŚĆ SZCZEPIENIA NASION PSZENICY OZIMEJ WYBRANYMI SZCZEPAMI BAKTERII SOLUBILIZUJĄCYMI FOSFORANY WYZOŁOWANYMI Z GLEB ORNYCH POLSKI

MONIKA KOZIEL, STEFAN MARTYNIUK

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

Bakterie solubilizujące fosforany (PSB) obecne są niemal w każdej glebie, jednakże ich liczebność i skład gatunkowy uzależniony jest od wielu chemicznych, fizycznych i biologicznych właściwości gleby (np. odczyn, skład granulometryczny, zawartość materii organicznej, zawartość fosforu), ale także od wielu czynników klimatycznych (tj. pora roku, temperatura, opady). Biorąc pod uwagę gleby użytkowane rolniczo, oddziaływania wyżej wymienionych czynników modyfikowane są w mniejszym lub większym stopniu przez zabiegi agrotechniczne związane z uprawą roślin. W ostatnich latach przeprowadzono wiele badań nad selekcją i identyfikacją mikroorganizmów posiadających właściwości solubilizacji fosforanów. Coraz więcej prowadzonych jest również badań mających na celu wykorzystywanie fosforu trudno dostępnego znajdującego się w glebie, a efektywność jego wykorzystania na gruntach rolnych można poprawić poprzez inokulację roślin uprawnych PSB.

Celem badań było sprawdzenie efektywności inokulacji pszenicy ozimej (odmiana Memory) wybranymi szczepami PSB. Doświadczenie prowadzono w wazonach o pojemności 500 cm<sup>3</sup> na piasku wzbogaconym pożywką mineralną zawierającą nierozpuszczalny Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.

Do przeprowadzonego doświadczenia wykorzystano 27 szczepów bakterii solubilizujących fosforany pochodzących z kolekcji Zakładu Mikrobiologii Rolniczej IUNG-PIB w Puławach. Szczepy wyizolowano z prób glebowych pochodzących z krajowego monitoringu chemizmu gleb, a selekcji szczepów dokonano na podstawie wielkości strefy solubilizacji (przezroczysta strefa halo) tworzonej wokół kolonii bakteryjnych.

Zaszczepienie nasion pszenicy bakteriami solubilizującymi fosforany na ogół nie miało istotnego wpływu na wzrost części nadziemnych i korzeni tej rośliny. Największą średnią masę części nadziemnych i korzeni uzyskano dla szczepów F55 (*Sphingomonas panacis*), F207 (*Pseudomonas azotoformans*), F417 (*Paraburkholderia fungorum*), F21 (*Phyllobacterium trifolii*) i F431 (*Pseudomonas helmanticensis*). W przypadku średniej suchej masy części nadziemnych i korzeni najwyższy wynik zanotowano dla szczepów F21 (*Phyllobacterium trifolii*), F55 (*Sphingomonas panacis*), F159 (*Paraburkholderia ginsengisoli*), F171 (*Pseudonana arsenicoxydans*), F175 (*Paraburkholderia caledonica*), F257 (*Bacillus ginsengihumi*), F331-2 (*Paraburkholderia caledonica*) i F431 (*Pseudomonas helmanticensis*).

*Badania były realizowane w ramach Statutowego Projektu Badawczego nr 1.22 (2018–2021)  
oraz zadania 1.7 Rezerwy Budżetowej MRiRW w 2023 r. pt. „Preparaty mikrobiologiczne”*

## BIOPREPARATY ZAWIERAJĄCE MIKROORGANIZMY SOLUBILIZUJĄCE FOSFORANY (PSM) DOSTĘPNE NA ŚWIATOWYM RYNKU

MONIKA KOZIEL, SYLWIA SIEBIELEC

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

W ostatnich latach duże zainteresowanie budzą preparaty bionawozowe zwiększające biodostępność fosforu wprowadzonego z nawożeniem lub z minerałów glebowych oparte na mikroorganizmach PSM. Po raz pierwszy preparat mikrobiologiczny pod nazwą Fosfobakteryna, zawierający zarodniki bakterii *Bacillus megaterium* var. *phosphaticum* zaadsorbowane na kaolinicie, zastosowano do inokulacji nasion lub doglebowo na obszarze ZSRR w latach 50. ubiegłego wieku. Doświadczenia nad efektywnością Fosfobakteryny przeprowadzono również w Indiach i USA, a różnice w skuteczności zależały od warunków agronomicznych, klimatycznych i rodzaju testowanych upraw. Do krajów o rozwiniętym rynku bionawozów lub biopreparatów fosforowych zaliczyć możemy m.in. Indie, Chiny i USA.

Do bionawozów fosforowych dostępnych na światowym rynku możemy zaliczyć m.in.: Pr70Release, JUWEI C.B.I., Biosuper, Symbion-P, JumpstartR, TagTeam, B6 (OMEX), PHOSFERT.

Skuteczność biopreparatów różni się w zależności od rodzaju gleby, odmiany rośliny i innych parametrów. Zawartość fosforu w glebie jest prawdopodobnie jednym z kluczowych czynników decydujących o skuteczności produktu. Stosowanie bionawozów na szeroką skalę miałyby istotne znaczenie dla gospodarki żywnościowej, środowiska glebowego i budżetu wielu państw, poprzez częściowe zastąpienie fosforu wprowadzanego do gleby z nawożeniem mineralnym i zmniejszenie jego uwsteczniania.



## WYKORZYSTANIE EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW DO KSZTAŁTOWANIA WŁAŚCIWOŚCI ODPADÓW PRZEZNACZONYCH DO WYKORZYSTANIA NA CELE NAWOZOWE

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

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

Rosnąca ilość wytwarzanych odpadów, zarówno komunalnych jak i przemysłowych wymaga poszukiwania innowacyjnych rozwiązań w ich zagospodarowaniu. Zgodnie z ideą gospodarki obiegu zamkniętego i promowanym przez UE programem Europejski Zielony Ład, takim rozwiązaniem może być wykorzystanie odpadów do celów nawozowych. Odpady wykorzystywane jak nawozy lub środki użyźniające powinny być bezpieczne dla środowiska, co często wymaga optymalizacji ich właściwości. Liczne badania wskazują, że w tym celu można wykorzystać efektywne mikroorganizmy (EM), które są kombinacją regeneratywnych mikroorganizmów tlenowych i beztlenowych.

Celem badań była ocena wpływu efektywnych mikroorganizmów (EM) na kształtowanie właściwości odpadów przeznaczonych do wykorzystania na cele nawozowe.

W doświadczeniu zastosowano dwie grupy odpadów: organiczne (osad ściekowy) i mineralne (skała płonna). Ocenę wpływu preparatu EM na kształtowanie właściwości osadu ściekowego realizowano poprzez kompostowanie osadów ściekowych z dodatkiem zróżnicowanych dawek preparatu (0,9, 1,8 i 2,7 dm<sup>3</sup>) przez okres 4 miesięcy. Wykorzystano pięć pojemników, wykonanych z kręgów studziennych, betonowych, o objętości 0,9 m<sup>3</sup> każdy. Obiekty kontrolne stanowiły osad ściekowy higienizowany wapnem i osad ściekowy bez dodatków. W badaniach laboratoryjnych oceniano zawartość azotu i fosforu ogólnego, zawartość wapnia i magnezu. Skałę płonną inkubowano bez i z dodatkiem osadu ściekowego, osadu ściekowego oraz popiołu i odpadowej wełny mineralnej. Badane odpady skojarzono do wagi 400 g w proporcjach bez i z dodatkiem EM. W badaniach laboratoryjnych oznaczono zawartość przyswajalnego P, K i Mg.

Uzyskane wyniki wykazały, że dodatek preparatu EM wpłynął na zmniejszenie objętości osadu ściekowego, proporcjonalnie do czasu realizacji doświadczenia oraz odorowość osadu ściekowego. Zmiany analizowanych właściwości, z wyjątkiem suchej masy, nie wykazały znaczącego wpływu preparatu EM. Zastosowanie szczepionki EM do inkubowanych odpadów spowodowało zmniejszenie: zawartości przyswajalnego K pod wpływem EM średnio o 9,3%, a bez ich dodatku o 27%; zawartości przyswajalnego P pod wpływem EM średnio o 45%, a bez ich dodatku o 39%; zawartości Corg. pod wpływem EM średnio o 35%, a bez ich dodatku o 41%, a zwiększenie zawartości przyswajalnego Mg pod wpływem EM średnio o 5,3%, a bez ich dodatku o 2%.



## ZASTOSOWANIE FUNGICYDÓW I INOKULANTÓW RYZOBIALNYCH JAKO SKUTECZNY SPOSÓB OCHRONY UPRAW SOI W WARUNKACH ZMIAN KLIMATYCZNYCH

TETIANA NYZHNYK<sup>1,2</sup>, EDYTA KIEDRZYŃSKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Instytut Fizjologii i Genetyki Roślin Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, Kijów, Ukraina*

<sup>2</sup>*Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii Polskiej Akademii Nauk, Łódź, Polska*

Dostępność wody dla uprawy roślin staje się czynnikiem ograniczającym we wszystkich strefach agroklimatycznych świata, a problem odporności roślin na suszę jest kluczem do zrównoważonego rozwoju rolnictwa. Naruszenie równowagi w układzie roślina-patogen-środowisko oraz ochrona roślin jest jednym z najważniejszych elementów technologii upraw rolniczych, w tym również roślin strączkowych. Proces biologicznego wiązania azotu przez mikroorganizmy jest jedynym naturalnym źródłem zaopatrzenia roślin w azot, nie naruszającym równowagi ekologicznej środowiska. Stworzenie efektywnych symbiotycznych układów soi z udziałem szczepów bakterii brodawkowych w połączeniu z zaprawianiem nasion fungicydami może być alternatywnym sposobem dostarczania roślinom azotu ze środowiska i jednocześnie przyczyniać się do biologicznej ochrony roślin przed niekorzystnymi czynnikami. Jest to również ważne dla poprawy środowiska glebowego i jakości zasobów wodnych, gdyż przyczynia się do ograniczenia stosowania nawozów spowalniając eutrofizację wód. W celu poprawy ochrony biologicznej i zwiększenia zdolności soi do wiązania azotu w niesprzyjających warunkach środowiskowych zastosowaliśmy zaprawianie nasion fungicydem (fludionem, 25 g/L) w połączeniu z późniejszą inokulacją aktywnymi rizobiami. Badania prowadzono na różnych etapach formowania się symbiozy soi z rizobiami w warunkach kontrolowanych ze sztuczną suszą, a także w warunkach naturalnych z niekontrolowanym wpływem czynników środowiskowych na polu. Zastosowanie zaprawiania nasion fungicydem i inokulantem osłabiło negatywny wpływ suszy we wczesnych stadiach formowania się symbiozy. Świadczy o tym szybki powrót wiązania azotu cząsteczkowego i powstawanie guzków na korzeniach soi po ekspozycji na stres. Takie traktowanie nasion fungicydem i inokulantem przyczyniło się do lepszego funkcjonowania aparatu symbiotycznego w warunkach suszy w okresie aktywnego wiązania azotu przez soję dzięki wzrostowi wiązania azotu na jednostkę masy brodawki. Udowodniono skuteczność zaprawiania nasion fungicydem i zaszczepiania aktywnymi rizobiami w uprawie polowej soi w celu wydłużenia okresu wiązania azotu w fazach generatywnej i reprodukcyjnej rozwoju roślin. Zapewniło to wzrost plonów ziarna, co jest ważnym wynikiem dla zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego. Nasze badania obejmują elementy nowoczesnych agrotechnologii uprawy soi w kontekście uzyskiwania bezpiecznych ekologicznie i ekonomicznie produktów produkcji roślinnej przy jednoczesnym ograniczaniu nawożenia i ochronie zasobów wodnych przed zanieczyszczeniem.

*Badania prowadzono w ramach badań podstawowych Narodowej Akademii Nauk Ukrainy oraz w ramach badań statutowych ERCE PAN oraz projektu NCN, FARMIKRO nr 2021/43/B/ST10/01076*

**NAWAZOWY PRODUKT MIKROBIOLOGICZNY DO NATURALIZACJI  
RYZOSFERY ROŚLIN MALIN O WŁAŚCIWOŚCIACH ANTAGONISTYCZNYCH  
W STOSUNKU DO FITOPATOGENÓW GRZYBOWYCH NALEŻĄCYCH  
DO RODZAJU *BOTRYTIS*, *VERTICILLIUM*, *COLLETOTRICHUM*  
I *PHYTOPHTHORA* Z ZASTOSOWANIEM SZCZEPÓW GRZYBA  
Z RODZAJU *TRICHODERMA***

**KAROLINA OSZUST, MICHAŁ PYLAK, MAGDALENA FRĄC**

*Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences,  
ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin, Poland  
e-mail: m.frac@ipan.lublin.pl*

Grzybowe patogeny malin, takie jak: *Botrytis* sp., *Verticillium* sp., *Colletotrichum* sp. czy *Phytophthora* sp., wywołują straty w produkcji tych owoców, powodując choroby, odpowiednio takie jak szara pleśń, wercilioza, antraknoza i fytoftoroza. Jednym z nowo opracowanych rozwiązań do ograniczania skutków występowania tych chorób, poprawy właściwości gleby i parametrów wzrostu roślin jest nawozowy produkt mikrobiologiczny do naturalizacji ryzosfery malin. Produkt ten wykazuje właściwości antagonistyczne w stosunku do wymienionych fitopatogenów grzybowych, a także charakteryzuje się właściwościami hydrolitycznymi przyspieszającymi rozkład materii organicznej w glebie. Składnikiem aktywnym biopreparatu jest 11 wyselekcjonowanych z ryzosfery malin dzikorosnących, niewykluczających swojego działania szczepów *Trichoderma* spp. (G61/18, G63/18, G64/18, G65/18, G67/18, G69/18, G70/18, G78/18, G109/18, G379/18, G398/18), hodowanych na nośniku z otrąb pszennych korzystnie durum, suszonych wyłoków jabłkowych i koncentratu białek serwatkowych z dodatkiem wodnego roztworu mikroelementów oraz glukozy i sacharozy rozpuszczonej w wodnym roztworze wodorofosforanu amonu. Pozostałe komponenty bioproduktu obejmują zmielone składniki nośnika; dodatek mieszanki suplementacyjnej, w tym adenozyiny, adonitolu, arabitolu, erytrytolu, mannitolu i sorbitolu.

W celu wyboru odpowiednich suplementów do biopreparatu przeprowadzono badania dotyczące konkurencyjności pokarmowej między wyselekcjonowanymi pożytecznymi szczepami *Trichoderma* spp., izolowanymi z ryzosfery malin dzikorosnących, a izolatami poszczególnych roślinnych patogenów grzybowych atakujących plantacje owoców miękkich, biorąc pod uwagę stopień zużycia związków węglowych oraz intensywność wzrostu na 95 substratach (Biolog® FF MicroPlates). Na tej podstawie wyselekcjonowano składniki mieszanki suplementacyjnej, na których zaobserwowano bardzo dobry wzrost izolatów *Trichoderma* spp., przy jednoczesnym braku odpowiedzi fitopatogenów *Colletotrichum* sp., *Botrytis* sp., *Verticillium* sp. i *Phytophthora* sp., co daje przewagę konkurencyjną pożytecznym grzybom *Trichoderma* spp. do zasiedlenia niszy ekologicznej w obecności alkoholi cukrowych.

*Praca finansowana przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu BIOSTRATEG,  
numer umowy BIOSTRATEG3/344433/16/NCBR/2018*

## WYKORZYSTANIE BAKTERII PGPR W FITOSTABILIZACJI SKŁADOWISK I GLEB

SYLWIA SIEBIELEC<sup>1</sup>, GRZEGORZ SIEBIELEC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Mikrobiologii Rolniczej,

<sup>2</sup>Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów,

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy,

e-mail: [ssiebielec@iung.pulawy.pl](mailto:ssiebielec@iung.pulawy.pl); [gs@iung.pulawy.pl](mailto:gs@iung.pulawy.pl)

Dotychczasowe badania naukowe wskazują, że wykorzystanie bakterii PGPR (bakterie ryzosferowe promujące wzrost roślin) może być skuteczną techniką nie tylko w rolnictwie, ale również w remediacji silnie zanieczyszczonych gruntów. Takie podejście jest dość powszechnie stosowane w bioremediacji zanieczyszczeń organicznych (Karaś i in. 2021). Jak dotychczas w literaturze naukowej niewiele jest prac poświęconych wykorzystaniu szczepów bakterii do wspomaganie efektywności fitostabilizacji składowisk lub gleb zanieczyszczonych metalami. Brak jest również informacji, czy stosowanie PGPR na gruntach zdegradowanych chemicznie może zwiększać skuteczność działania dodatków do gleb lub poprzez wspomaganie odporności roślin zmniejszać koszty zabiegów remediacyjnych.

Potencjalne mechanizmy mikrobiologicznego bezpośredniego wspomaganie remediacji gleb skażonych potencjalnie toksycznymi pierwiastkami śladowymi obejmują przede wszystkim biosorpcję przez mikroorganizmy, biomineralizację (w przypadku jeśli celem jest mobilizacja jonów pierwiastków w celu ich wymycia) oraz bioutlenianie (Jin i in. 2018). Dodatkowo PGPR mogą stanowić wsparcie dla roślin w przewyciężaniu skutków stresu chemicznego wywołanego zanieczyszczeniem lub zasoleniem oraz adaptacji do niekorzystnych warunków wilgotnościowych. PGPR mogą również wspomagać rozwój pokrywy roślinnej przy niedoborach składników nawozowych, w sytuacji kiedy obiekty po rekultywacji nie są regularnie nawożone. Lepsze zrozumienie funkcji PGPR oraz interakcji roślin i powiązanych mikroorganizmów w zastosowaniach na obszarach skażonych metalami mogłoby dostarczyć nowych możliwości dla stosowanych metod fitoremediacyjnych (Vocciante i in. 2021).

Karaś M.A., Wdowiak-Wróbel S., Sokołowski W., 2021. Selection of Endophytic Strains for Enhanced Bacteria-Assisted Phytoremediation of Organic Pollutants Posing a Public Health Hazard. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(17): 9557.

Jin Y., Luan Y., Ning Y., Wang, L., 2018. Effects and mechanisms of microbial remediation of heavy metals in soil: a critical review. *Applied Sciences* 8(8): 1336. doi:10.3390/app8081336.

Vocciante M., Grifoni M., Fusini D., Petruzzelli G., Franchi E., 2021. The Role of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) in Mitigating Plant's Environmental Stresses. *Applied Sciences*, 12:1231. doi:10.3390/app12031231.

*Badania finansowane w ramach projektu Narodowego Centrum Nauki  
o numerze 2015/17/N/ST10/03182 – Preludium 9*

## INNOWACYJNE TECHNOLOGIE PRODUKCJI BIONAWOZÓW SIĘGAJĄCE DO PODSTAW ZRÓWNOWAŻONEGO ROLNICTWA I ROZWIĄZAŃ OPARTYCH NA NATURZE

SYLWIA SIEBIELEC<sup>1</sup>, GRZEGORZ SIEBIELEC<sup>2</sup>, MAŁGORZATA WOŹNIAK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Zakład Mikrobiologii Rolniczej,

<sup>2</sup>Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów,

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy,

e-mail: [ssiebielec@iung.pulawy.pl](mailto:ssiebielec@iung.pulawy.pl); [m.wozniak@iung.pulawy.pl](mailto:m.wozniak@iung.pulawy.pl); [gs@iung.pulawy.pl](mailto:gs@iung.pulawy.pl)

Projekt INNO-MIK „Opracowanie innowacyjnej technologii wytwarzania wzbogaconych mikrobiologicznie bionawozów wspomagających zrównoważoną produkcję roślinną i jej adaptację do zmian klimatu” uzyskał finansowanie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) w ramach konkursu Lider XII. Projekt jest realizowany w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym w Puławach.

Celem głównym projektu jest opracowanie technologii wytwarzania bionawozów na bazie odpadów organicznych i bakterii wspomagających rozwój roślin uprawnych w warunkach suszy jako wsparcie dla rozwoju gospodarki odpadami w cyklu zamkniętym oraz strategii adaptacji i mitygacji zmian klimatu w rolnictwie. W projekcie rozwijamy technologie otrzymywania trzech rodzajów bionawozów na bazie: płynnego pofermentu oraz kompostu i toryfikatu w formie stałej, dla zapewnienia szerszego wykorzystania odpadów organicznych i zapewnienia szerszego wachlarza zastosowań tych innowacyjnych bionawozów. We wszystkich przypadkach bionawozy będą nośnikiem bakterii wspomagających rozwój roślin w warunkach suszy.

Duży potencjał zastosowania takich rozwiązań wynika z:

- zapotrzebowania gospodarstw rolnych na wdrażanie praktyk łagodzących skutki suszy w produkcji roślinnej,
- dużego udziału gleb mało zasobnych w materię organiczną w połączeniu z niedoborami obornika w niektórych regionach,
- konieczności zwiększenia przyrodniczego wykorzystania biodegradowalnych odpadów organicznych zgodnie z założeniami gospodarki w obiegu zamkniętym,
- konieczności odzysku składników nawozowych zawartych w odpadach organicznych aby zgodnie z założeniami Europejskiego Zielonego Ładu ograniczyć stosowanie nawozów syntetycznych,
- planów rozwoju sektora energetyki odnawialnej, zakładających rozwój biogazowni,
- dużej powierzchni gruntów rolnych i dużej liczby gospodarstw rolnych w kraju.

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

## WYKORZYSTANIE NAWOZOWYCH PRODUKTÓW MIKROBIOLOGICZNYCH FIRMY BIO-GEN W ODŻYWIANIU ROŚLIN UPRAWNYCH

MAGDALENA ŚWIDERSKA-OSTAPIAK, ARTUR WYCZLING

*Przedsiębiorstwo Wdrożeń i Zastosowań Biotechnologii i Inżynierii Genetycznej  
BIO-GEN sp. z o.o.*

BIO-GEN to spółka biotechnologiczna specjalizująca się w badaniach i produkcji biopreparatów wspierających rolnictwo i środowisko. Firma powstała w 1990 r. i od tego czasu konsekwentnie realizowała rozwój w sektorze rozwiązań biopreparatów dla branży rolniczej. Obecnie w naszej ofercie znajduje się już ponad 40 preparatów biologicznych o różnym przeznaczeniu, w tym: wspierające nawożenie, rewitalizację gleby, stymulację roślin, zaprawianie nasion, probiotyki dla zwierząt, utylizatory nieczystości organicznych czy preparaty do rekultywacji zbiorników wodnych. Wiele z naszych produktów spełnia wymagania rolnictwa ekologicznego.

Stosowanie preparatów biologicznych w produkcji rolnej staje się coraz bardziej powszechne dzięki ich skuteczności i opłacalności. Z drugiej strony ich popularyzacja wynika z konieczności przechodzenia w stronę produkcji rolnej, która zmniejsza obciążenie środowiska. Wynika to wprost z założeń Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej, która w ramach Europejskiego Zielonego Ładu, zakłada istotnie zmniejszenie nawożenia mineralnego i ograniczenie stosowania środków ochrony roślin. Preparaty mikrobiologiczne ułatwiają roślinom przewycięzanie stresu wynikającego z działania niekorzystnych czynników środowiska. W ten sposób rośliny stają się odporniejsze na stres wywołwany zarówno przez suszę jak i nadmiar wody, nadmierne ubicie gleby, zanieczyszczenie syntetycznymi związkami organicznymi czy wreszcie porażenie roślin przez choroby i szkodniki.

Naszymi flagowymi preparatami są w chwili obecnej preparaty z kategorii nawozowych produktów mikrobiologicznych - AzotoPower i FosfoPower. Oba preparaty wspomagają gospodarowanie nawożeniem wszystkich gatunków roślin uprawnych. AzotoPower pozwala na zmniejszenie dawek nawozów azotowych, zwiększa plon oraz poprawia jego jakość. Ponadto produkty metabolizmu bakterii oraz zasymilowany przez nie azot wzbogacają glebę, wpływając na poprawę jej żyzności i lepsze plonowanie roślin w uprawach następczych. AzotoPower zawiera bakterie z rodzajów *Azotobacter* i *Arthrobacter*. Są to wolnożyjące i niesymbiotyczne mikroorganizmy, znajdujące zastosowanie w różnego rodzaju uprawach, asymilujące od 30 do 50 kg N/ha rocznie. FosfoPower, pozwala na przekształcanie nieprzyswajalnych form fosforu do form dostępnych dla roślin. Zawiera wyselekcjonowane szczepy bakterii PSB (*Phosphorus Solubilizing Bacteria*) wytwarzające m.in. kwasy organiczne oraz enzymy które efektywnie rozpuszczają trudnodostępne formy fosforu z glebowych zasobów nieorganicznych jak i organicznych. Nadwyżki, które powstają w wyniku tych procesów mogą być wykorzystane przez rośliny. Stosowanie FosfoPower pozwala roślinom na korzystanie z niedostępnych form fosforu zawartych w glebie, zwiększa efektywność mineralnego nawożenia fosforowego oraz umożliwia zmniejszenie dawek nawozów fosforowych.

## WPLYW EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW EM NA ZMIANY JAKOŚCI GLEB NA PRZYKŁADZIE BADAŃ NA POLETKACH DOŚWIADCZALNYCH

WOJCIECH TOŁOZKO, MICHAŁ GRZYB

*Katedra Geografii Fizycznej, Wydział Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego,  
ul. Narutowicza 88, 90-139 Łódź*

W ramach eksperymentu polowego przeprowadzone zostały 2 badania gleb każdego z 21 wydzielonych poletek testowych. W uśrednionych próbkach gleb z 21 poletek dwukrotnie przeprowadzono badanie: składu granulometrycznego, odczynu gleb, zawartości węgla organicznego w przeliczeniu na próchnicę glebową, frakcji substancji humusowych i właściwości sorpcyjnych. Pierwszy raz pobrano próbki w pierwszych dniach kwietnia 2019 roku – czyli na początku sezonu wegetacyjnego i jeszcze przed zastosowaniem złożonej kombinacji nawożenia tych poletek. Drugi raz próbki gleby z tych 21 poletek testowych, ale z założoną już na nich uprawą truskawki, zostały pobrane po zakończeniu sezonu wegetacyjnego tj. pod koniec października 2019 r.

Na każdym poletku znajdowała się inna kombinacja efektywnych mikroorganizmów, słomy, obornika i osadów ściekowych. Poletko 1 (EM dawka 100 l/ha), poletko 2 (EM dawka 100 l/ha + przekopanie słomą w dawce 5 ton/ha), poletko 3 (EM dawka 100 l/ha + wyścielenie gleby słomą w dawce 10 ton/ha), poletko 4 (EM dawka 100 l/ha + obornik bydlęcy w dawce 35 ton/ha), poletko 5 (EM dawka 400 l/ha + wyścielenie gleby słomą w dawce 2 tony/ha), poletko 6 (osad ściekowy w dawce 1 tona/ha), poletko 7 (kontrola), poletko 8 (EM dawka 200 l/ha), poletko 9 (EM dawka 200 l/ha + przekopanie słomą w dawce 5 ton/ha), poletko 10 (EM dawka 200 l/ha + wyścielenie gleby słomą w dawce 10 ton/ha), poletko 11 (EM dawka 200 l/ha + obornik bydlęcy w dawce 35 ton/ha), poletko 12 (nawóz mineralny wieloskładnikowy YaraMila™ Complex w dawce 340 kg/ha), poletko 13 (osad ściekowy w dawce 2 tony/ha), poletko 14 (EM dawka 400 l/ha + wyścielenie gleby słomą w dawce 10 tony/ha + osad ściekowy w dawce 4 tony/ha), poletko 15 (EM dawka 400 l/ha), poletko 16 (EM dawka 400 l/ha + przekopanie słomą w dawce 5 ton/ha), poletko 17 (EM dawka 400 l/ha + wyścielenie gleby słomą w dawce 10 ton/ha), poletko 18 (EM dawka 400 l/ha + obornik bydlęcy w dawce 35 ton/ha), poletko 19 (obornik bydlęcy w dawce 35 ton/ha), poletko 20 (osad ściekowy w dawce 4 ton/ha), poletko 21 (EM dawka 100 l/ha + przekopanie słomą w dawce 5 ton/ha + osad ściekowy w dawce 4 ton/ha).

Na poletkach 1, 8 i 15 wykonano 3 warianty zasilenia gleb tylko efektywnymi mikroorganizmami, bez nawożenia organicznego. W każdym z tych trzech wariantów eksperymentu, nastąpił mniej lub bardziej wyraźny ubytek ilości próchnicy glebowej (tylko EM bez dodatku komponentów organicznych). Przy dawce EM-ów w ilości odpowiednio 100 l/ha, 200 l/ha i 400 l/ha, na poletkach pojawiły się po upływie pół roku (wiosna–jesień 2019) różne ubytki próchnicy glebowej:  $-0,01\%$ ,  $-0,32\%$ ,  $-0,66\%$ .

Zastosowanie do gleby efektywnych mikroorganizmów bez dodatkowego nawożenia organicznego może doprowadzić do degradacji poziomu próchnicznego poprzez obniżenie ilości próchnicy glebowej, a to prowadzi do obniżenia produktywności gleby.



## REAKCJE DWÓCH ODMIAN PAPRYKI NA INOKULACJĘ *SERENDIPITA INDICA* I *TRICHODERMA ATROVIRIDE*

ALEKSANDRA TRZEWIK, BEATA KOWALSKA, MAGDALENA SZCZECH

*Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy*

*Serendipita indica* i *Trichoderma atroviride* to grzyby, które wpływają na zwiększenie biomasy oraz odporności wielu gatunków roślin. *S. indica* jest endofitem zasiedlającym korzenie. *T. atroviride* intensywnie kolonizuje glebę oraz strefę korzeniową. Zastosowanie obu rodzajów grzybów, działających w różnych strefach, może zwiększyć efektywność ich działania na wzrost i rozwój roślin.

Celem badań było określenie reakcji dwóch odmian papryki ‘Kapturek F1’ oraz ‘Red Knight F1’ na inokulację *S. indica* i *T. atroviride*.

Nasiona papryki wysiewano do podłoża zainokulowanego *S. indica* w stężeniu 1%, po 3 tygodniach siewki przesadzano i podlano zawiesiną zarodników *T. atroviride* (105/1 g podłoża). Po 4 tygodniach oceniano długość pędu, masę części nadziemnej, system korzeniowy, liczbę i długość aparatów szparkowych oraz stopień kolonizacji korzeni papryki przez *S. indica*. Wykonano także analizę mikrobiologiczną gleby ryzosferowej pod kątem liczebności *Trichoderma* spp. oraz bakterii *Pseudomonas* spp. Dla każdej odmiany założono 4 kombinacje: 1 – kontrola; 2 – *S. indica*; 3 – *T. atroviride*; 4 – *S. indica* i *T. atroviride*.

Dla odmiany ‘Red Knight F1’ wykazano korzystny wpływ jednoczesnej aplikacji *S. indica* wraz z *T. atroviride* na wzrost i rozwój 7-tygodniowych roślin. Rośliny miały średnio o 25% dłuższy pęd, 10% większą masę części nadziemnej, 20% więcej korzeni oraz 45% więcej aparatów szparkowych na 1 mm<sup>2</sup> w porównaniu do roślin kontrolnych (nieinokulowanych). Dla odmiany ‘Kapturek F1’ nie zaobserwowano korzystnego wpływu na wzrost i rozwój roślin papryki w kombinacji, w której wykorzystano *S. indica* wraz z *T. atroviride*. Zanotowano natomiast pozytywny efekt na rozwój roślin traktowanych tylko *S. indica*. Rośliny miały średnio o 30% dłuższy pęd i masę części nadziemnej oraz 37% więcej korzeni w porównaniu do roślin kontrolnych.

Analiza mikrobiologiczna podłoża wykazała tendencję do zwiększenia liczebności *Trichoderma* w kombinacjach z *S. indica*, u obu badanych odmian. W kombinacjach, w których zastosowano *S. indica* wraz z *T. atroviride* zanotowano znacząco więcej fluoryzujących bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, które mają korzystny wpływ na wzrost roślin. Ocena kolonizacji korzeni papryki potwierdziła obecność chlamydospor *S. indica* na poziomie 55% i 47% odpowiednio dla odmian ‘Red Knight F1’ i ‘Kapturek F1’.

*Badania zostały sfinansowane przez Ministerstwo Edukacji i Nauki ze środków statutowych (ZBS/4/2019)  
Instytutu Ogrodnictwa-PIB*



## PROMIENIOWCE Z RODZAJU *STREPTOMYCES* JAKO POTENCJALNIE DOBRY KOMPONENT BIOPREPARATÓW

MAŁGORZATA WOŹNIAK<sup>1</sup>, SYLWIA SIEBIELEC<sup>1</sup>, GRZEGORZ SIEBIELEC<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zakład Mikrobiologii Rolniczej,

<sup>2</sup>Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów,

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,

ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy,

e-mail: m.wozniak@iung.pulawy.pl; ssiebielec@iung.pulawy.pl; gs@iung.pulawy.pl

Promieniowce stanowią jedną z najliczniejszych grup mikroorganizmów zamieszkujących środowisko glebowe. Jednym z najbardziej znanych rodzajów promieniowców jest rodzaj *Streptomyces*. Bakterie te odgrywają niezwykle istotną rolę w obiegu materii organicznej, produkcji antybiotyków i metabolitów wtórnych. Ważną cechą promieniowców jest ich wyjątkowa zdolność do przetrwania w niesprzyjających warunkach. Ponadto promieniowce są niezwykle cenne biotechnologicznie, co jest związane z ich zdolnością do produkcji wielu związków stymulujących wzrost i rozwój roślin. Dostępne dane literaturowe wskazują również na wysoki potencjał tych bakterii do łagodzenia stresu abiotycznego. Ze względu na swoje właściwości promieniowce wykazują wysoki potencjał wykorzystania jako efektywne promotory wzrostu roślin (mikrobiologiczne bionawozy) zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju. W badaniach zespołu projektowego wykazano, że bakterie z rodzaju *Streptomyces* wykazują potencjał w optymalizacji procesów fitostabilizacyjnych obiektów narażonych na niekorzystne warunki środowiskowe (susza, brak składników nawozowych w podłożu, zanieczyszczenie) poprzez zwiększenie efektywności zabiegów remediacyjnych, wpływając na plon roślin. Kolejne badania zespołu projektowego wskazują, iż zastosowanie połączenia egzogennej materii organicznej i inokulacji bakteriami z rodzaju *Streptomyces* aktywuje rośliny do wzrostu oraz pozytywnie oddziałuje na parametry mikrobiologiczne gleb. W następnym doświadczeniu wykazano, że inokulacja ryzosfery aksamitki szczepem RP92 – *Streptomyces costaricanus* wyizolowanym z ryzosfery *Cytisus striatus* wykazuje potencjał w procesach inaktywacji zanieczyszczeń oraz poprawy rozwoju roślin na obszarach skażonych, co prowadzi do ograniczenia wtórnej dyspersji zanieczyszczeń.

Ponadto badania prowadzone w ramach projektu Lider INNO-MIK dowodzą, iż szczepy scharakteryzowane podczas realizacji pierwszego etapu badań wykazują *in vitro* wysoki potencjał w zakresie promowania wzrostu i rozwoju roślin uprawnych narażonych na stesy środowiskowe, co więcej zostały zidentyfikowane jako bakterie z rodzaju *Streptomyces* sp.

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

## ZNACZENIE *PERNA CANALICULUS* W BIOSTYMULACJI GLEB ZANIECZYSZCZONYCH KREZOLAMI

MAGDALENA ZABOROWSKA, JADWIGA WYSZKOWSKA, AGATA BOROWIK, JAN KUCHARSKI

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

Endemiczny omulek *Perna canaliculus* jest głównym gatunkiem skorupiaków hodowanym w Nowej Zelandii eksportowanym do około 60 krajów świata, w tym głównie USA, Chin i Tajlandii. Jest źródłem peptydów, lipidów i polisacharydów oraz wiarygodnym rezerwuarem węgla, azotu i fosforu. Z racji tego, że *Perna canaliculus* pełni funkcje filtratora, jest szczególnie podatny na bioakumulację zanieczyszczeń. Dzięki pełnionej funkcji pretenduje również do miana bioindykatora dla szerokiej gamy zanieczyszczeń organicznych, w tym krezoli. Zarówno Komisja Europejska jak i Agencja Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych zdefiniowały krezole jako zanieczyszczenia priorytetowe. Definicję tę ukonstytuowano na podstawie toksyczności oraz częstotliwości ich występowania w środowisku, co ostatecznie koresponduje z przenikaniem tych zanieczyszczeń do matryc środowiskowych, w tym gleby.

Uwzględniając powyższe fakty, glebę poddano presji czterech poziomów zanieczyszczenia *o*-krezolem 0; 0,1; 1; 10; 50 mg *o*-krezolu kg<sup>-1</sup> s.m. gleby, aby po 15, 30 i 45 dniach ekspozycji na ten ksenobiotyk prześledzić reakcję ośmiu grup mikroorganizmów hodowlanych, na podstawie ich liczebności oraz wskaźnika rozwoju kolonii (CD) i ekofizjologicznej różnorodności (EP) bakterii organotroficznych, promieniowców oraz grzybów. Istotnymi parametrami przeanalizowanymi w eksperymencie były również różnorodność genetyczna bakterii oraz aktywność dehydrogenaz, ureazy, katalazy, fosfatazy kwaśnej, fosfatazy alkalicznej,  $\beta$ -glukozydazy, arylosulfatazy i katalazy. Potencjalnie negatywne oddziaływanie *o*-krezolu na mikrobiom gleby niwelowano poprzez biostymulację *Perna canaliculus*.

Stwierdzono, iż *o*-krezol istotnie zaburzył stan równowagi gleby, wpływając negatywnie zarówno na liczebność bakterii immobilizujących azot, promieniowców jak i grzybów. Najmniej wrażliwym na presję *o*-krezolu okazał się *Pseudomonas* sp., który podobnie jak bakterie z rodzaju *Arthrobacter*, *Devosia* oraz *Bacillus* reprezentujące phylum *Proteobacteria* i *Firmicutes* uznano za mikroorganizmy o potencjale biodegradującym ten związek organiczny. Funkcję czułych wskaźników zanieczyszczenia gleby *o*-krezolem przypisano fosfatazie kwaśnej, fosfatazie alkalicznej i ureazie.

*Perna canaliculus* spełniła oczekiwaną funkcję skutecznego biostymulatora mikrobiomu gleby określoną zarówno na podstawie wzrostu bioróżnorodności grzybów, namnażania bakterii uczestniczących w przemianach azotu oraz aktywności analizowanych enzymów.

## WPLYW EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW NA ZAWARTOŚĆ I WSKAŹNIKI JAKOŚCIOWE SUBSTANCJI ORGANICZNEJ REKULTYWOWANEJ GLEBY

GRAŻYNA ŻUKOWSKA, MAGDALENA MYSZURA-DYMEK, MARTA BIK-MALODZIŃSKA, BARBARA FUTA,  
SYLWIA WESOŁOWSKA

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

W glebie substancja organiczna ulega przemianom przeprowadzanym przez różne grupy drobno-ustrojów, a ich tempo uzależnione jest od warunków klimatycznych, struktury gleby oraz stopnia zanieczyszczenia środowiska glebowego. Dane literaturowe wskazują, że wprowadzenie do gleby szczepionki efektywnych mikroorganizmów (EM) daje szereg pozytywnych efektów, między innymi zwiększenie zawartości substancji organicznej.

Celem badań była ocena wpływu efektywnych mikroorganizmów (EM) na zawartość i wskaźniki jakościowe substancji organicznej rekultywowanej gleby.

Badania przeprowadzono w doświadczeniu poletkowym w którym oceniano wpływ odpadów (wapno po flotacyjnie, osad ściekowy i wełna mineralna) na efektywność rekultywacji gleby pokopalnianej. Odpady wprowadzono w dawkach: 100 Mg·ha<sup>-1</sup> wapna po flotacyjnego, 100 Mg·ha<sup>-1</sup> osadu ściekowego, 200, 400 i 800 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> wełny mineralnej. Na przygotowanych poletkach wysiano mieszaninę traw. Po 4 latach każde poletko podzielono na dwie części. Na jednej połowie każdego poletka kontynuowano powyższy schemat doświadczenia. Na drugiej zaś zastosowano oprysk EM. Do oprysku użyto roztwór zawierający w jednej części roztwór efektywnych mikroorganizmów firmy Pro-Biotics i dziewięć części wody (stosunek 1: 10) w przeliczeniu na 1 ha zastosowano dawkę 20 litrów nierozcieńczonej mieszaniny efektywnych mikroorganizmów. Ocenę jakości substancji organicznej przeprowadzono w oparciu o zawartość labilnych frakcji substancji organicznej i skład frakcyjny substancji organicznej.

Zawartość labilnych frakcji substancji organicznej, wydzielonych 0,05 M NaOH, w glebie kontrolnej doświadczenia poletkowego wynosiła 42,7 %Corg. W glebie nawożonej osadem ściekowym na omawiane frakcje substancji organicznej przypadało 27,00 %Corg. W glebie nawożonej wełną w dawce 200 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> na tle osadu na labilne frakcje substancji organicznej przypadało 21,95 %Corg. i była to zawartość istotnie mniejsza w porównaniu do kontroli NPK. Zwiększenie dawki wełny stosowanej łącznie z osadem ściekowym nie miało wpływu na zmiany udziału opisywanej frakcji. EM zastosowane na tle ocenianych wariantów rekultywacji wpłynęły na zwiększenie udziału labilnych frakcji substancji organicznej.

EM-y zastosowane na tle ocenianych wariantów rekultywacji wpłynęły na istotne zwiększenie udziału połączeń próchnicznych wydzielanych mieszaniną 0,1M Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + 0,1 M NaOH oraz na zmniejszenie udziału niskocząsteczkowych połączeń próchnicznych, którym przypisuje się podobieństwo do kwasów fulwowych i humin w rekultywowanej glebie. Niezależnie od wariantu rekultywacji po zastosowaniu EM stwierdzono zwiększenie wartości stosunku kwasów huminowych do kwasów fulwowych, co może świadczyć o pozytywnym wpływie EM na żyzność gleby.