



Bakterie nawozowe

Lubań 2022



SIĘĆ NA RZECZ
INNOWACJI W ROLNICTWIE
I NA OBSZARACH WIEJSKICH



Krajowa Sieć
Obszarów Wiejskich



POMORSKI OŚRODEK
DORADZTWA ROLNICZEGO
W LUBANIU



Program
Rozwoju
Obszarów
Wiejskich
na lata 2014-2020

„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”,
Instytucja zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020
– Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej
„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020
Operacja opracowana przez Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Lubaniu

Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Lubaniu

ISBN 978-83-63125-42-4

Autor:

Teresa Jóźwik

Specjalista ds. technologii produkcji i rynku roślin bobowatych i kukurydzy
Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Lubaniu

Projekt okładki, opracowanie graficzne i skład tekstu:

Magdalena Dublinowska

Dział Metodyki Doradztwa, Szkoleń i Wydawnictw
Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Lubaniu

©Copyright by Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Lubaniu
Lubań 2022

Wszystkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, przetwarzanie i rozpowszechnianie
bez zgody PODR w Lubaniu jest zabronione

Opracowanie powstało dzięki udostępnionym materiałom graficznym pochodzą-
cym z firm: Agrarius, Agrosimex, Chemirol, Procam.

Nakład: 2000 szt.

Druk:

Zapól Sobczyk Spółka Komandytowa
Al. Piastów 42, 71-062 Szczecin



„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie”,
Instytucja zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020

– Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Operacja współfinansowana ze środków Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej

„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich” Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020

Operacja opracowana przez Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Lubaniu



Czym tak naprawdę jest SIR?

Sieć na rzecz innowacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich to struktura oparta na doradztwie rolniczym. Jej funkcjonowanie zapewniają publiczne jednostki doradztwa rolniczego, tj. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, jako koordynator oraz 16 Ośrodków Doradztwa Rolniczego, które odpowiedzialne są za realizację zadań w poszczególnych województwach. Zespoły SIR działają w ramach Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich (KSOW). Uczestnikami działań podejmowanych na rzecz Sieci mogą być wszystkie podmioty zaangażowane w rozwój rolnictwa i obszarów wiejskich. W działalność zaangażowane są również jednostki naukowobadawcze oraz przedsiębiorcy działający na rzecz obszarów wiejskich.

Garść informacji:

SIR powstała w 2015 r., aby wspierać wzrost innowacyjności w rolnictwie, produkcji żywności, leśnictwie i na obszarach wiejskich. Od tego czasu 16 ODR-ów aktywnie realizuje cele i operacje na rzecz Sieci. Każdy ośrodek organizuje wszelkiego rodzaju aktywności, aby móc stworzyć sieć kontaktów o jak największym zasięgu. Aktywności te prowadzone są w różnych formach takich jak np.: wyjazdy studyjne, webinaria, konferencje, konkursy, audycje radiowe czy też filmy. Wszystko po to, aby podtrzymać i upowszechnić ideę SIR.

Nasze cele:

Głównym celem jest wspieranie innowacji w rolnictwie, leśnictwie, produkcji żywności i na obszarach wiejskich. Szczególną uwagę skupia się na pozyskiwaniu i utrwalaniu sieci kontaktów pomiędzy rolnikami, a doradcami oraz innymi podmiotami wspierającymi innowacje. Zadania Sieci ułatwiają wymianę fachowej wiedzy i dobrych praktyk w danym zakresie oraz pomagają w tworzeniu się grup operacyjnych i opracowaniu różnych projektów. W osiągnięciu tych celów na terenie województwa pomorskiego pomaga Zespół ds. Sieci na rzecz innowacji w rolnictwie i na obszarach wiejskich, działający w Pomorskim Ośrodku Doradztwa Rolniczego w Lubaniu. W skład Zespołu wchodzi koordynatorzy i brokerzy innowacji, którzy wspólnie promują Sieć, identyfikują potrzeby grupy docelowej w zakresie organizacji i realizacji operacji, aktywizują potencjalnych partnerów oraz pomagają w tworzeniu grup operacyjnych.



Interwencja „Współpraca Grup Operacyjnych EPI” Plan Strategiczny Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023 – 2027

Celem interwencji jest tworzenie grup operacyjnych europejskiego partnerstwa innowacyjnego na rzecz wydajnego i zrównoważonego rolnictwa (GO EPI) oraz opracowanie i wdrożenie innowacyjnych projektów tych grup, z uwzględnieniem potrzeb rolników, łączące partnerów dysponujących wiedzą z wzajemnie uzupełniających się dziedzin oraz oparte na interaktywnym modelu innowacji.

Wspierane będą operacje w dwóch zakresach:

A. Wsparcie przygotowawcze

Wsparcie przygotowawcze udzielane jest na utworzenie EPI i opracowanie planu operacji EPI dotyczącej realizacji operacji z uwzględnieniem potrzeb rolników. Ten zakres operacji nie jest obligatoryjny.

W przypadku jeśli beneficjent uzyska Wsparcie przygotowawcze, EPI powstała w wyniku tej pomocy jest zobowiązana do aplikowania o środki oraz spełnienia warunków dostępu (w tym uzyskania co najmniej minimalnej liczby punktów) w ramach zakresu B. EPI powstałe w wyniku Wsparcia przygotowawczego mają obowiązek przystąpić do realizacji operacji pod rygorem zwrotu pomocy.

B. Realizacja operacji

Przedmiotem realizowanych operacji będą rozwiązania w zakresie nowych lub udoskonalonych produktów lub technologii, metod organizacji i marketingu w sektorach: rolnym, spożywczym i leśnym, w tym na rzecz rozwijania produkcji w systemach jakości żywności oraz rolnictwa 4.0. Operacje skoncentrowane będą na zakresie produkcji i przetwarzania produktów rolnych.

BAKTERIE NAWOZOWE

Bakterie nawozowe można podzielić na:

- wolnożyjące,
- symbiotyczne żyjące z roślinami i grzybami.

Bakterie mogą zasiedlać:

- glebę,
- strefę korzeniową - ryzosferę,
- przestrzenie międzykomórkowe.

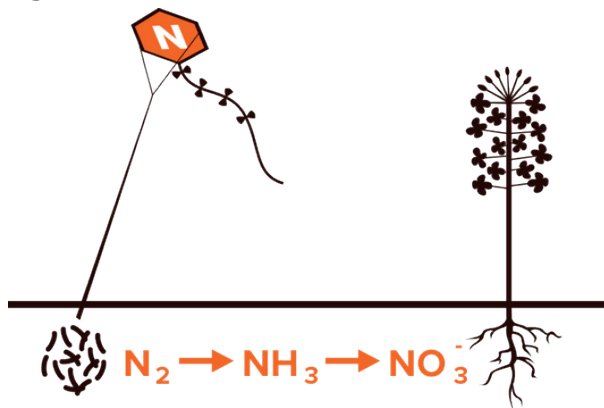
Bakterie mogą zasiedlać rośliny, wywołując:

- objawy w postaci narośli,
- zasiedlać tkanki bezobjawowo.

BAKTERIE AZOTOWE

Bakterie azotowe to organizmy wolnożyjące, inaczej diazotroficzne, mające zdolność do wiązania azotu atmosferycznego występującego w powietrzu i przekształcania go do postaci takiej, która może być wykorzystana przez organizmy żywe, np. rośliny, czyli do amoniaku. Nasza atmosfera ziemska obfituje w azot, ale ta forma tego pierwiastka nie jest przyswajalna dla większości organizmów. Bakterie diazotroficzne są niezależne od azotu występującego w związkach amonowych, azotanach i aminokwasach. Do przyswojenia azotu atmosferycznego potrzebny jest im enzym - nitrogenaza, przy pomocy którego z azotu N_2 produkują amoniak NH_3 . Azot atmosferyczny służy bakteriom do budowy aminokwasów i białek komórkowych, wchodzących w skład ich komórki. Po obumarciu komórek bakterii, azot ten staje się dostępny dla roślin, już jako forma organiczna.

$N_2 + 6H + \text{energia} \rightarrow 2NH_3$.



Rys. 1

Najważniejsze bakterie azotowe

Azotobacter

Azotobacter to grupa bakterii powszechnie występujących w glebie. W obrębie tej grupy znanych jest 7 najczęściej występujących gatunków. Na rynku dostępnych jest wiele preparatów zawierających te bakterie służących wzbogaceniu gleby w azot dostępny dla roślin. Bakterie z grupy Azotobacter mają swoje wymagania glebowe. Ich ilość zależy od odczynu gleby. Udowodniono, że najlepiej się rozwijają w glebach o odczynie neutralnym i lekko zasadowym, poniżej pH 6 ich ilość w glebie znacznie spada. Dlatego też stosowanie tych bakterii w formie nawozu musi być poprzedzone uregulowaniem odczynu gleby, bo w takich warunkach zastosowane preparaty będą działały najefektywniej.

Aktywność preparatów z bakteriami Azotobacter i ilość wiązanego azotu uzależniona jest również od zasobności gleby w wapń (Ca), potas (K), magnez (Mg), fosfor (P), a także molibden (Mo), którego oddziaływanie na proces wiązania azotu silnie uzależniony jest od dostarczenia odpowiedniej ilości żelaza. Molibden i żelazo wchodzi w skład wcześniej wspomnianej nitrogenazy.

Ważnym czynnikiem ograniczającym pracę bakterii jest też ilość i jakość stosowanych nawozów organicznych i mineralnych. Wiadomo, że nawożenie organiczne powoduje wzrost ilości próchnicy glebowej, a ta z kolei dostarcza węgiel do przemian energetycznych wykorzystywanych przez bakterie azotowe. Niekorzystny wpływ na bakterie ma nawożenie solami potasowymi, sodowymi i magnezowymi, w zbyt dużych ilościach, jednak nawożenie magnezem ma skutek odtruwający na zbyt duże zasolenie gleby pod wpływem nawożenia. Zasadne jest więc użycie wapna magnezowego celem poprawy pracy bakterii.

W sprzyjających warunkach bakterie mogą dostarczyć roślinom od 15 do 50 kg azotu na ha rocznie. Wymagają gleby żyznej i zasobnej, o uregulowanych stosunkach powietrzno-wodnych. Wrażliwe są na zbyt dużą zawartość amoniaku w glebie. W niekorzystnych warunkach glebowych, komórki bakterii zmniejszają się i przechodzą w formę cyst (liofilizacja), by w ten sposób przetrwać niekorzystne warunki do rozwoju. W tej postaci są nieproduktywne.

Bakterie Azotobacter wytwarzają również związki fitohormonalne, takie jak: auksyny, giberaliny i cytokininy, które wydzielane do podłoża mają wpływ na rozwój korzeni roślin, przyspieszając ich wzrost i poprawiając plonowanie. Bakterie z rodzaju Azotobacter wytwarzają też związki hamujące rozwój patogenów, szczególnie chorób grzybowych.

Preparaty bakteryjne z Azotobacter stosuje się w formie oprysku doglebowego przed siewem, po siewie, po wschodach wiosną po ruszeniu wegetacji jako oprysk nalistny i fazy aktywnego wzrostu roślin. Można też roztworem z bakteriami podlewać rośliny w formie fertygacji oraz zastosować donasiennicę jako zaprawę.



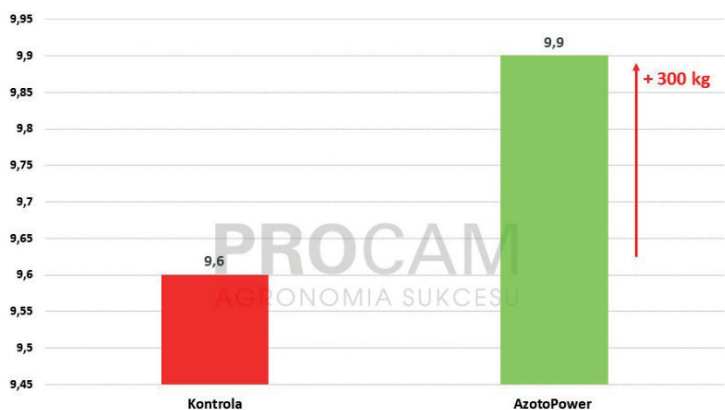
Rys. 2

Arthrobacter

Drugim rodzajem bakterii wolnożyjących wykorzystywanych w preparatach są bakterie z rodzaju Arthrobacter. Są to bakterie również wolno żyjące, występujące w glebie, które mają zdolność nie tylko przyswajania azotu atmosferycznego, ale także pobierania fosforu z trudno dostępnych źródeł. Stosowane są w mieszankach z innymi szczepami bakterii azotowych.



Fot. 1. Efekty działania mieszanki dwóch szczepów bakterii w uprawie pszenicy



Wykres 1. Wzrost plonowania dzięki dostarczonemu azotowi z produkcji bakterii azotowych wolno żyjących.

Bacillus azotofixans

Wolnożyjąca bakterią wykorzystywaną w preparatach jest również *Bacillus azotofixans*. Bakteria ta ma zdolność wiązania azotu atmosferycznego, ale też wspomaga rozkład resztek poźniwnych. Wydziela substancje doglebowe poprawiające strukturę gleby, jednocześnie wspomagając uwalnianie innych składników odżywczych dla roślin.

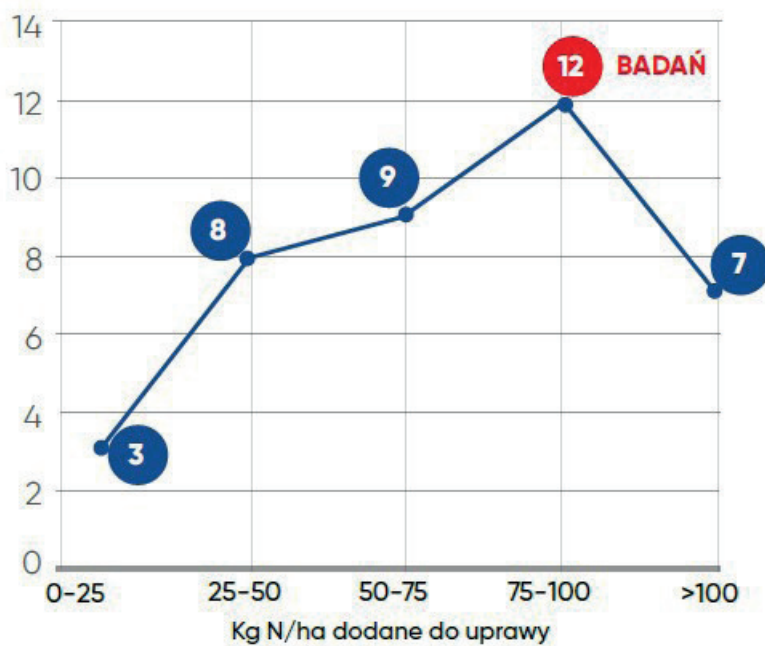
Methylobacterium symbioticum

Bakterią umożliwiającą wykorzystanie przez rośliny azotu atmosferycznego są także mikroorganizmy bytujące w przestrzeniach międzykomórkowych, do których należy *Methylobacterium symbioticum*. Gatunek ten wykorzystuje enzym - nitrogenazę do zamiany azotu N_2 na jony amonowe NH_4 . Preparaty zawierające ten rodzaj bakterii podaje się nalistnie. Ważnym czynnikiem są tutaj warunki sprzyjające wnikaniu bakterii do wnętrza rośliny. Zasiedlenie odbywa się przez aparaty szparkowe znajdujące się w liściach roślin, a następnie docierają w pobliże komórek fotosyntetycznych. Warunkiem udanej penetracji i migracji bakterii do wnętrza roślin są otwarte aparaty szparkowe, które otwierają się w warunkach dostatecznej wilgotności gleby i w trakcie opadów, w godzinach porannych, gdy roślina jest wychłodzona, a temperatura powietrza nie przekracza 25o C. Rośliny powinny być w fazie intensywnego wzrostu, kiedy intensywnie produkują metanol stanowiący pożywkę dla rozwoju i namnażania się bakterii.



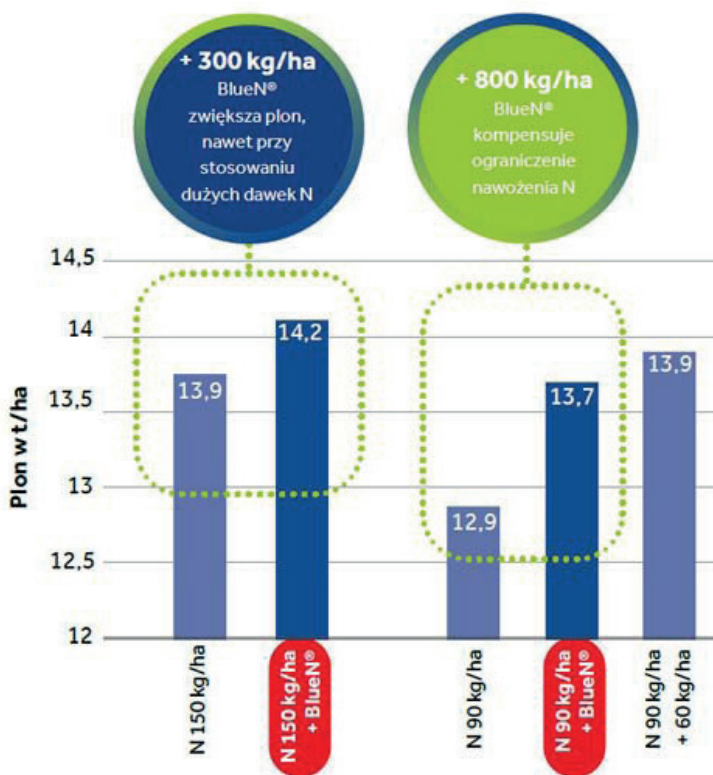
Rys. 3. Sposób zasiedlenia roślin przez bakterie *Methylobacterium symbioticum*

Liczba badań w każdej z grup kg/ha (dane z Europy)

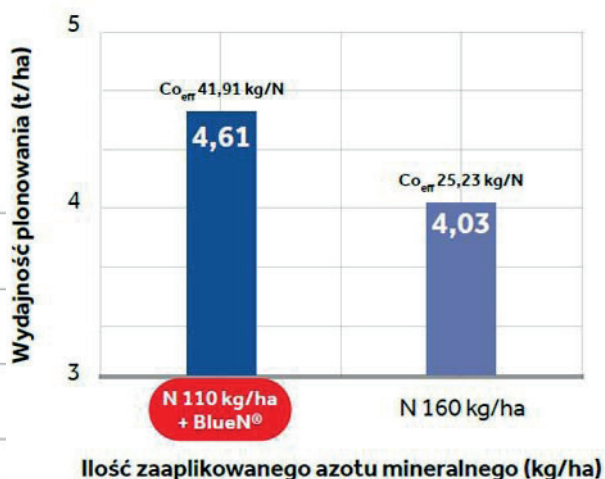


Wykres 2. Wyniki badań ilość wprowadzonego azotu

Kukurydza: plon w t/ha przy wilgotności ziarna 14%, średnia z 5 doświadczeń



Wpływ BlueN[®] na wydajność plonowania rzepaku ozimego



Rys. 4. Wpływ preparatów bakteryjnych na plonowanie kukurydzy i rzepaku

Warunki stosowania azotowych preparatów bakteryjnych:

- Preparaty te najlepiej zastosować na wilgotną glebę w obecności kwasów humusowych i cukrów, które będą stanowiły pożywkę energetyczną i węglową, potrzebną do rozwoju bakterii. Korzystnie wpłynie dodatek żelaza i molibdenu.
- Niektóre preparaty dopuszczone są do łącznego użycia razem ze środkami ochrony roślin, z wyłączeniem grzybobójczych i nawozami dolistnymi, natomiast inne nie. Taka informacja zawarta jest na etykiecie produktu.
- Producent podaje również charakterystykę warunków pogodowych, w jakich najlepiej jest stosować środki zawierające bakterie azotowe. Najlepiej jednak jak są to warunki umiarkowanego nasłonecznienia, dostatecznej wilgotności gleby i optymalnych temperatur około 12-18°C.

BAKTERIE FOSFOROWE

Bakterie fosforowe (***Phosphate Solubilizing Bacteria PSB***) to wyselekcjonowane szczepy, do których należy *Bacillus megaterium* i *Bacillus coagulans*, które uwalniają fosfor z zapasów mineralnych. Bakterie pobierają fosfor, ponieważ bierze on udział we wszystkich procesach życiowych tych bakterii, ale ilość uwolnionego fosforu przekracza ich zapotrzebowanie i reszta może być wykorzystana przez rośliny. Do tych procesów wymagana jest temperatura powyżej 50°C. Bakterie uwalniają fosfor przy pomocy enzymu fosfatazy. Zwiększa się w ten sposób zawartość fosforu w glebie. Roślina z pomocą tej bakterii może pobrać więcej fosforu z zablokowanych źródeł, z nawozu, z masy organicznej (słomy, poplonu, obornika), poprawiając w ten sposób odżywienie rośliny. Bakterie, poza wprowadzeniem do gleby fosforu przyswajalnego, wprowadzają do gleby i inne substancje, takie jak: siderofory, auksyny, cytokiny oraz witaminy. Mogą dostarczyć 30 – 45 kg fosforu (P) na ha.

Bacillus megaterium phosphaticum i *Bacillus coagulans* mogą być stosowane na wszystkie pozostałości po żniwach, takie jak: słoma, ściernisko, siewczka albo tylko na grunt rolny. Bakteria jest bardzo stabilna względem promieni UV i dlatego nie jest wymagane jej bezpośrednie przykrycie. Jeżeli jednak zastosujemy po oprysku wymieszanie z glebą, z resztkami poźniwnymi, to aktywność bakterii będzie znacznie bardziej intensywna i szybsza. Na wydajność pracy bakterii ma wpływ wilgotność gleby. W glebach uwilgotnionych dynamizm procesu rozwoju i namnażania bakterii będzie szybszy, a tym samym efektywniejsze będzie uwalnianie fosforu do gleby. Preparaty mogą być stosowane jako oprysk doglebowy lub nalistny, w początkowej fazie wegetacji. Ilość wody w opryskiwaczu 200-400 l/ha

UWAGI KOŃCOWE DO STOSOWANIA PREPARATÓW

- Przy stosowaniu preparatów bakteryjnych należy zwrócić uwagę na ilość aktywnych mikroorganizmów w preparacie, czyli ilość jtk, tzn. liczbę pojedynczych komórek, z których w wyniku podziałów powstaną kolonie komórek. Np. 1×10^9 jtk/g lub $1,3 \times 10^6$ jtk/g. Im więcej szczepów bakterii w preparacie, tym lepiej, ponieważ ich działanie wzajemnie się wspiera i wspomaga.
- Zwracać uwagę na warunki przechowywania i podawania preparatu oraz warunki przygotowania cieczy roboczej.