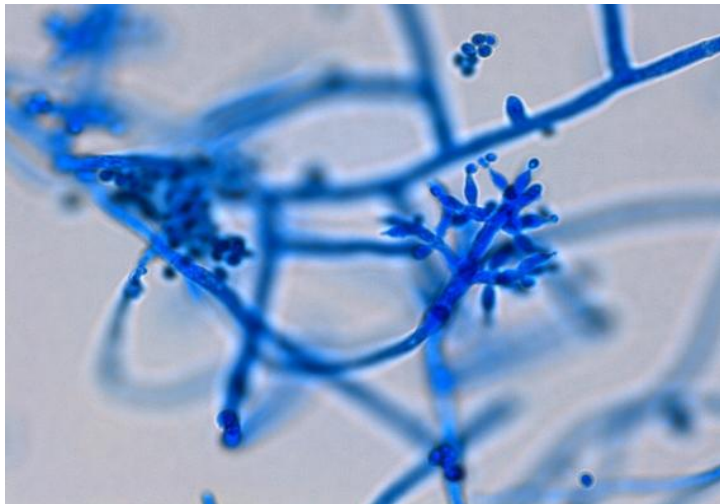


# Bakteryjne i grzybowe preparaty mikrobiologiczne stosowane w produkcji rolniczej

Kurs: Niewidoczne „zielone” stymulatory stosowane w rolnictwie



**Agnieszka Wolna-Maruwka**

**Katedra Gleboznawstwa i Mikrobiologii**



**MATEIAŁY DYDAKTYCZNE POWSTAŁY W RAMCH PROJEKTU**

„Najlepsi z natury! Podnoszenie kompetencji osób dorosłych przez UPP”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus, w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027, na podstawie umowy nr FERS.01.05-IP.08-0469/23



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską

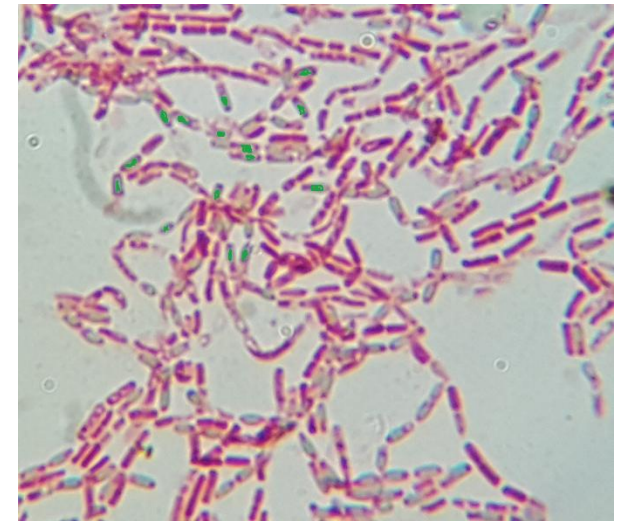
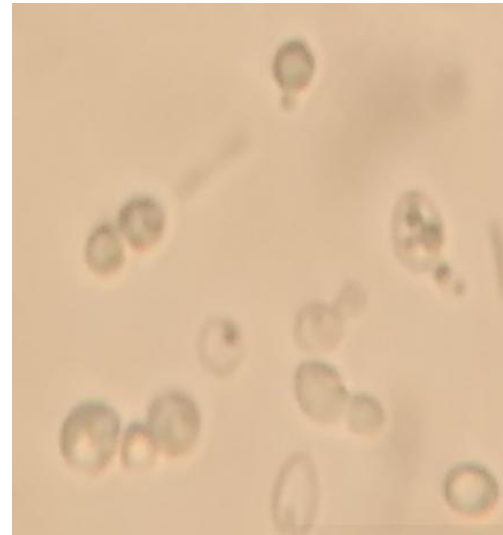
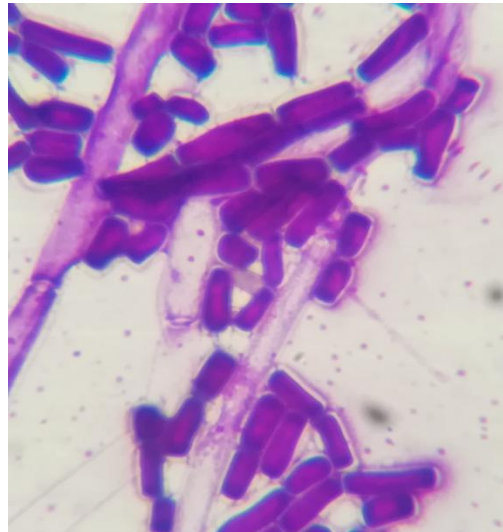
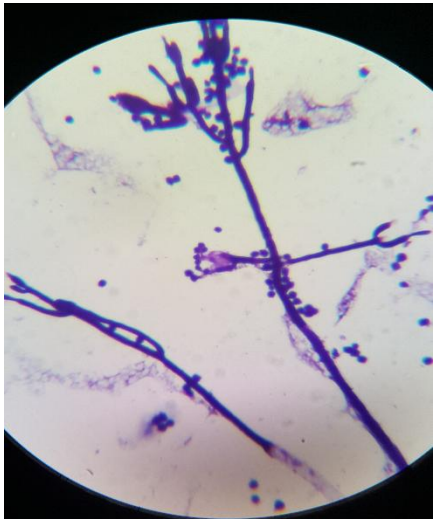


# Liczebność mikroorganizmów glebowych

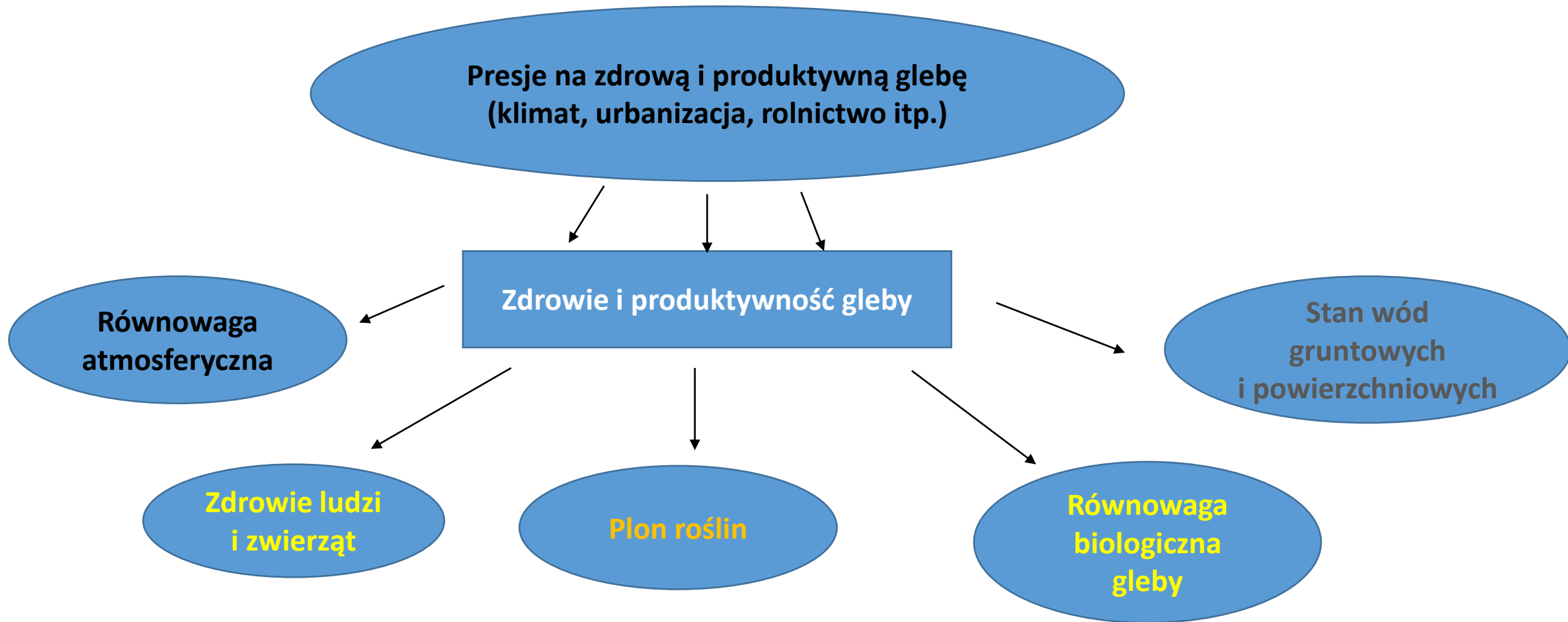
Biomasa mikroorganizmów stanowi ponad 5% materii organicznej gleby.

W 1g gleb żyznych występuje od kilku milionów do kilku miliardów komórek **bakterii** oraz kilkaset tysięcy **grzybów** mikroskopowych.

W 15-centymetrowej warstwie gleby pobranej z jednego hektara znajduje się od 1,5 do 7,2 ton **mikroorganizmów**.



**Gleba to żywy system**, który charakteryzuje produktywność biologiczna oraz zdolność do promowania jakości powietrza i środowiska wodnego oraz utrzymania zdrowia zwierząt i ludzi.



# Unijne wytyczne dotyczące ochrony gleb

- **Problem** – 40% gleb uprawnych w skali światowej jest poważnie zdegradowanych, a 24% ulega dalszej degradacji.
- **Rozwiązanie** – *Europejska Strategia Bioróżnorodności, Strategia „Od pola do stołu”*:
  - ograniczenie zużycia nawozów mineralnych o 20% do 2030 r.
  - ograniczenie zużycia pestycydów o 50%
  - ograniczenie utraty składników pokarmowych z gleby o 50%
  - zwiększenie powierzchni przeznaczonych pod uprawy ekologiczne

*Celem powyższych założeń jest nie tylko utrzymanie produktywności gleby na danym poziomie przy jednoczesnym pozytywnym wpływie praktyk rolniczych na środowisko glebowe, ale również zapobieganie zmianom klimatu.*

# Zalecenia - zabiegi polepszające jakość gleb i plon roślin uprawnych

- regulacja odczynu gleby
- analiza składu chemicznego gleby
- stosowanie nawożenia organicznego (np. obornik)
- właściwe zmianowanie
- stosowanie poplonów (np. rośliny bobowate)
- dokładne wymieszanie resztek roślinnych z glebą za pomocą np. brony talerzowej
- unikanie przyorywania resztek porażonych przez patogeny
- zabiegi wspomagające, oparte na stosowaniu mikroorganizmów

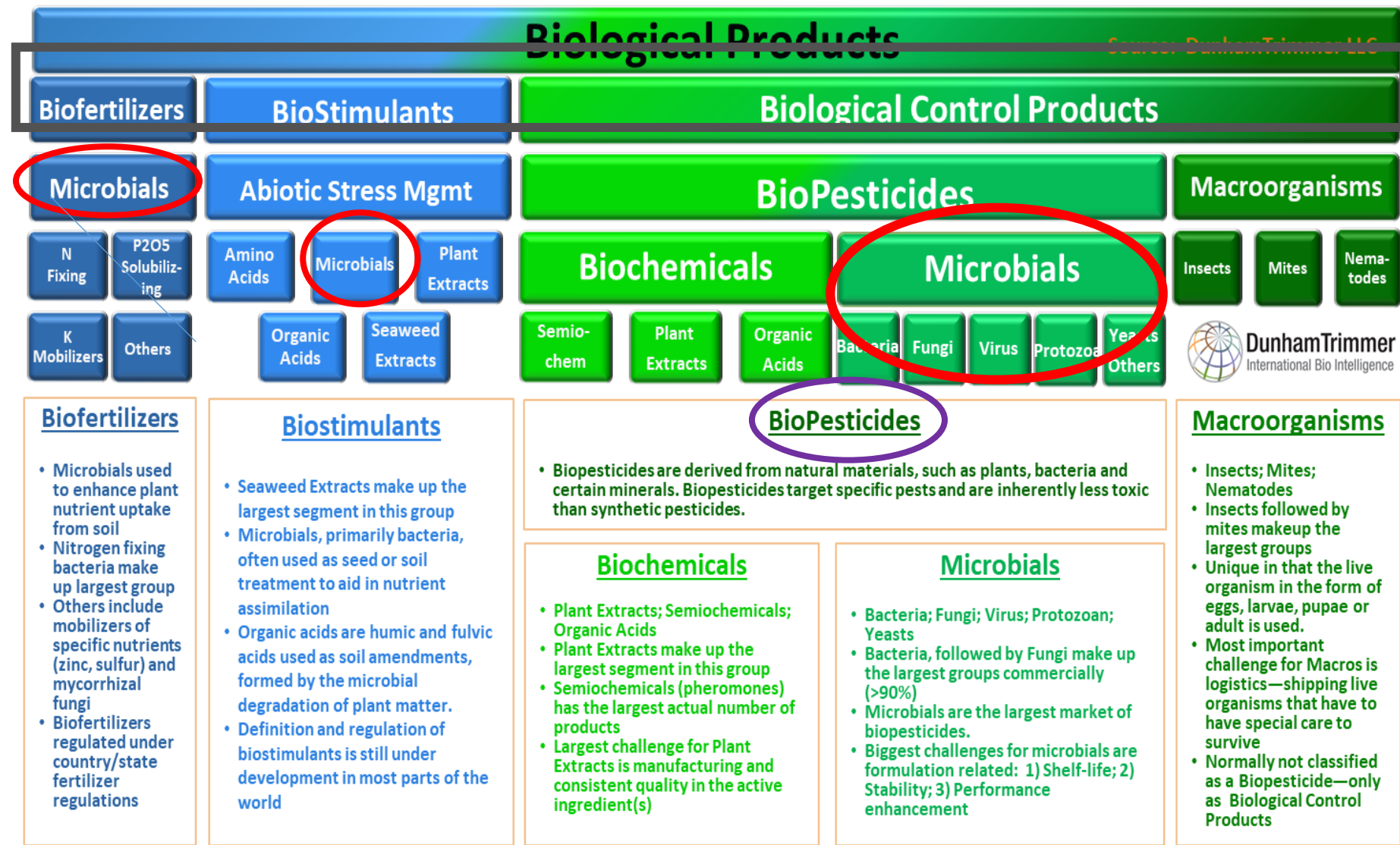
# Rola mikroorganizmów wchodzących w skład biopreparatów/bionawozów

---

- wzrost żyzności gleby
- wzbogacenie gleby i roślin lub w azot, fosfor, potas
- ograniczenie rozwoju patogenów
- poprawa rozwoju i kondycji fizjologicznej roślin
- wzrost ilości i jakości plonu

W skład biopreparatów/bionawozów najczęściej wchodzi mikroorganizmy:





Wykaz środków ochrony roślin dozwolonych w Polsce znajduje się na [stronie MRiRW.](https://www.gov.pl/web/rolnictwo/rejestr-srodkow-ochrony-roslin)  
(<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/rejestr-srodkow-ochrony-roslin>)

|      |                        |                                                                                                                                                                                           |              |                                                                                                                                                                   |
|------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 50   | Naturalis              | Beauveria bassiana szczep ATCC 74040 - 0,185 g                                                                                                                                            | R-50/2017 wu | Insektycyd                                                                                                                                                        |
| 51   | Neoram 37,5 WG         | miedź w postaci tlenochloru miedzi - 375 g                                                                                                                                                | R-203/2015   | Fungicyd, Bakteriocyd                                                                                                                                             |
| 52   | Nordox 75 WG           | miedź w postaci tlenku miedzi (II) - 750 g                                                                                                                                                | R-173/2015   | Fungicyd                                                                                                                                                          |
| 53   | Novodor SC             | Bacillus thuringiensis subsp. Tenebrionis - 20 g                                                                                                                                          | R-1/2013 wu  | Insektycyd                                                                                                                                                        |
| 54   | Oxycur 377,5 SC        | miedź w postaci tlenochloru miedzi - 377,5 g                                                                                                                                              | R-211/2015   | Fungicyd                                                                                                                                                          |
| 55   | Petzakol Extra GR      | fosforan III żelaza - 9,9 g                                                                                                                                                               | R-34/2015 wu | Moluskocyd                                                                                                                                                        |
| 56   | Pinoil 012 AL          | olej parafinowy - 12 g                                                                                                                                                                    | R-124/2014   | Insektycyd                                                                                                                                                        |
| 57   | Plantivax              | laminaryna - 45 g                                                                                                                                                                         | R-9/2015 wu  | Stymulator odporności                                                                                                                                             |
| 58   | PMV-01                 | pepino mosaic virus                                                                                                                                                                       | R-2/2017     | Induktor odporności                                                                                                                                               |
| 59   | Polygreen Fungicide WP | Pythium oligandrum - 10 g - 10 <sup>6</sup> oospor grzyba Pythium oligandrum M1 w 1 gramie środka                                                                                         | R-24/2016 wu | Fungicyd                                                                                                                                                          |
| 60   | Polyversum WP          | Pythium oligandrum - 10 g                                                                                                                                                                 | R-181/2012   | Fungicyd                                                                                                                                                          |
| 61   | Pomonellix             | cydiapomonellaGranulosisVirus (CpGV) - 1 x1013 jednostek w 1 l środka                                                                                                                     | R-1/2019     | Insektycyd                                                                                                                                                        |
| 62   | PreFeRaI               | Isaria fumosorosea, szczep Apopka 97 - 200 g                                                                                                                                              | R-7/2018 wu  | Insektycyd                                                                                                                                                        |
| 63   | Prestop WP             | gliocladium catenulatum - 32 %                                                                                                                                                            | R-28/2015 wu | Fungicyd                                                                                                                                                          |
| 64   | Promanal 60 EC         | olej parafinowy - 546 g                                                                                                                                                                   | R-123/2014   | Insektycyd                                                                                                                                                        |
| 65   | Promanal 60 RTU        | olej parafinowy - 12 g                                                                                                                                                                    | R-20/2017    | Insektycyd                                                                                                                                                        |
| 66   | Proradix               | Pseudomonas sp. szczep DSMZ 13134 - 6,6 - 6,6 x 10 <sup>10</sup> jtk/g                                                                                                                    | R-4/2018     | Fungicyd                                                                                                                                                          |
| 67   | RAK 3                  | (E,E)-8,10-dodekadieno-1-ol - (4 %) *<br>Octan n-tetradecylu - (0,98%) *<br>*zawartość mieszaniny obu substancji czynnych - 225 mg/dyspenser                                              | R-56/2018wu  | Atraktant                                                                                                                                                         |
| 68   | RAK 3+4                | E,E)-8,10-dodekadieno-1-ol - (3,82 %) *<br>Octan Z-11-tetradecenylu - (4,1 %) *<br>Octan n-tetradecylu - (1,9 %) *<br>*łączna zawartość wszystkich substancji czynnych - 450 mg/dyspenser | R-57/2018wu  | Atraktant                                                                                                                                                         |
| 69   | Remedier               | Trichoderma gamsi szczep ICC 080 - 20 g,<br>Trichoderma asperellum szczep ICC 012 - 20 g                                                                                                  | R-23/2017 wu | Fungicyd                                                                                                                                                          |
| 70   | Repentol 6 PA          | piasek kwarcowy - 300 g                                                                                                                                                                   | R-176/2017   | Repellent                                                                                                                                                         |
| 71   | Serenade ASO           | Bacillus subtilis szczep QST 713 - 13,96 g                                                                                                                                                | R-122/2015   | Fungicyd                                                                                                                                                          |
| 72   | Siarkol 80 WG          | siarka - 80 %                                                                                                                                                                             | R-13/2009    | Fungicyd                                                                                                                                                          |
| 2191 | R-8/2017wu             | <b>Triunum-G</b>                                                                                                                                                                          | Fungicyd     | Federalna Niemiec<br>Koppert BV<br>2654 BE Veilingweg, Belgia<br>Koppert BV - Belgia<br>Trichoderma harzianum Rifai szczep T-22-10 g - 1,5 x10 <sup>8</sup> jtk/g |
| 2192 | R-3/2017wu             | <b>Triunum-P</b>                                                                                                                                                                          | Fungicyd     | Koppert BV<br>2654 BE Veilingweg, Belgia<br>Koppert BV - Belgia<br>Trichoderma harzianum Rifai szczep T-22-10 g - 10 <sup>9</sup> jtk/g                           |

Wykaz produktów  
mikrobiologicznych/bionawozów  
(IUNG)

[https://www.iung.pl/wp-content/uploads/2023/06/Wykaz\\_produkty\\_nawozowe1.pdf](https://www.iung.pl/wp-content/uploads/2023/06/Wykaz_produkty_nawozowe1.pdf)

**Czy stosowanie preparatów mikrobiologicznych/bionawozów w rolnictwie może być jednym ze sposobów na uzyskanie optymalnych plonów roślin, przy jednoczesnym ograniczeniu zużycia nawozów mineralnych?**



# BIOLOGICZNE PREPARATY - WADY

- Wąskie spektrum działania
- Duża zależność od warunków środowiska!!!!
- Niemożność łącznego stosowania z wszystkimi pestycydami
- Często konieczne jest wprowadzanie antagonisty w regularnych odstępach czasu dla utrzymania odpowiedniej liczebności populacji
- Może zachodzić konieczność kontrolowania i regulowania pH, temperatury i wilgotności podłoża

# BIOLOGICZNE PREPARATY – WADY

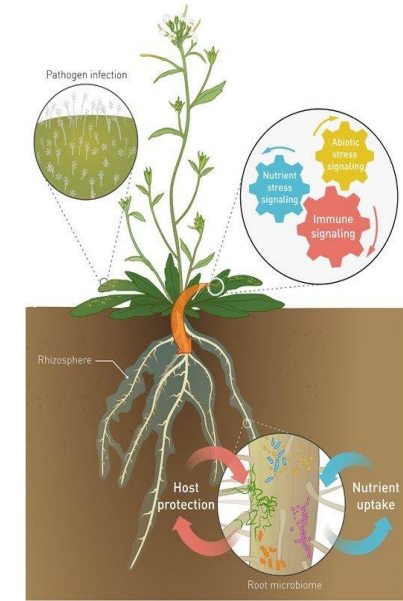
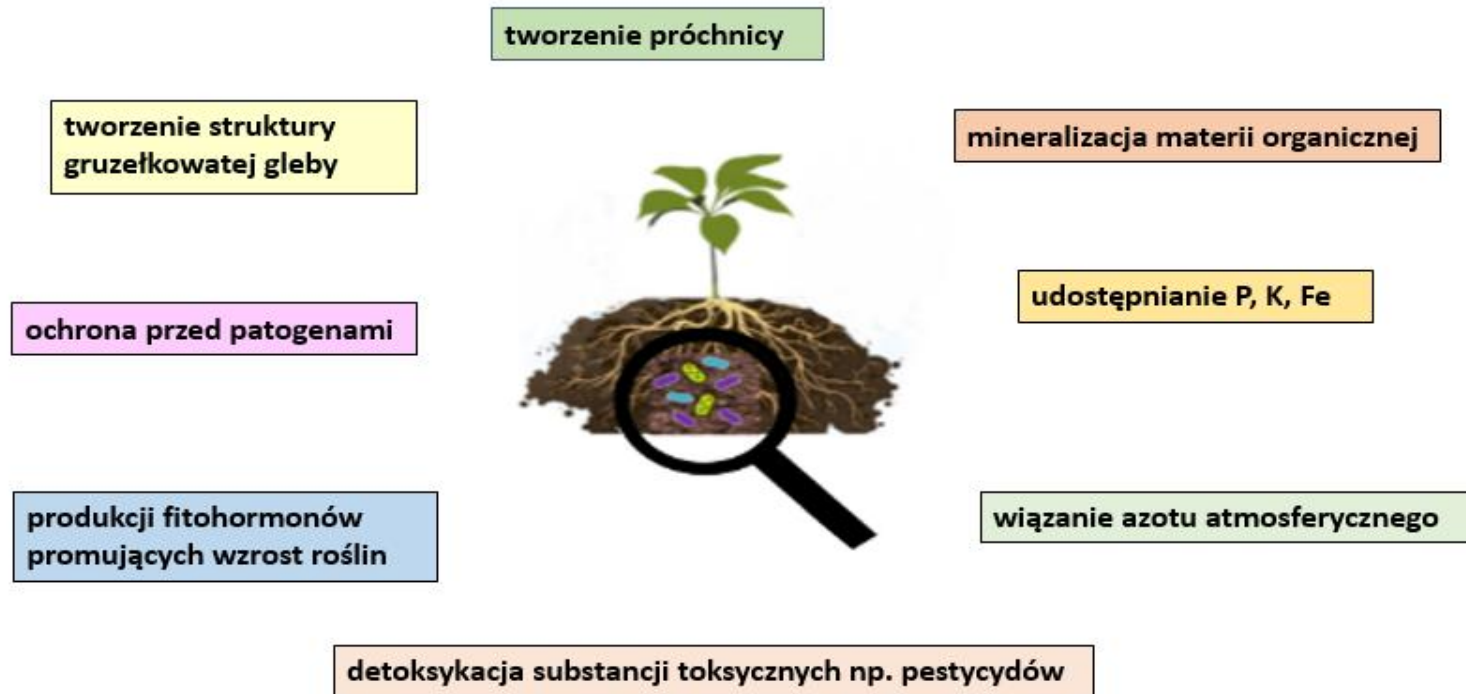
- Z reguły dają gorsze efekty ochronne niż środki chemiczne
- Stosowane muszą być zapobiegawczo
- Często nie są skuteczne jako środki interwencyjne
- W krajach UE biologiczne środki ochrony roślin wymagają takiej samej procedury rejestracyjnej jak konwencjonalne pestycydy (Dyrektywa UE), co jest głównym czynnikiem ograniczającym szersze stosowanie walki biologicznej w praktyce

# BIOLOGICZNE PREPARATY - ZALETY

- Naturalnie występujące w środowisku organizmy
- Bezpieczne dla organizmów nie będących obiektem zwalczania i nietoksyczne dla ludzi i środowiska
- Poprawiają biologiczną różnorodność podłoża
- Nie stwarzają zagrożenia wystąpienia szkodliwych pozostałości
- Może prowadzić do ustalenia się w podłożu długotrwałej aktywności antagonistycznej



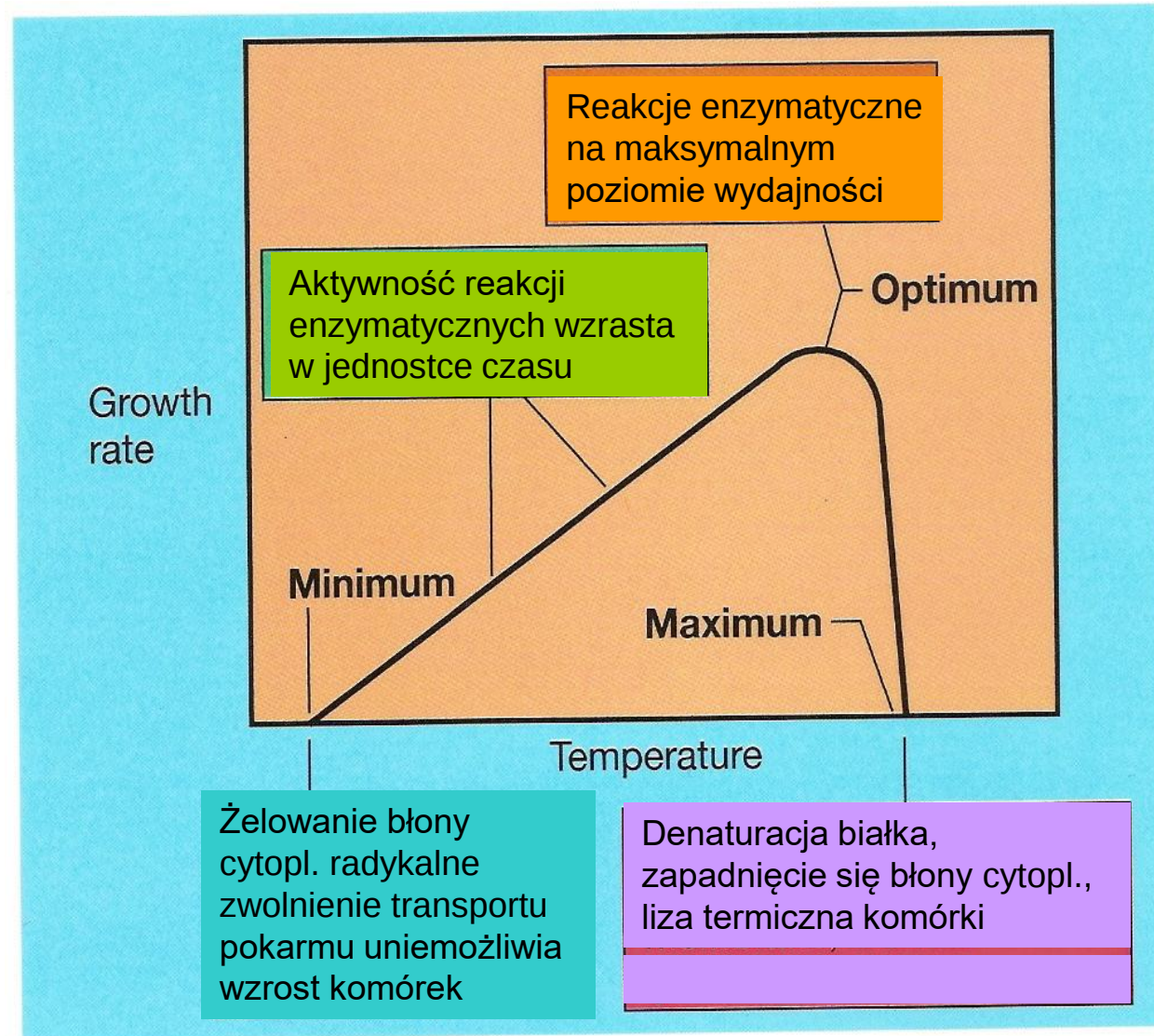
# BIOLOGICZNE PREPARATY - ZALETY



## Wpływ czynników środowiskowych na rozwój i aktywność mikroorganizmów wprowadzanych w postaci preparatów mikrobiologicznych

- Odczyn gleby – wartość pH powyżej 6 (zwłaszcza w przypadku bakterii azotowych)
- Konieczna dostępność tlenu (bakterie azotowe wytwarzają mechanizmy, które chronią nitrogenazę przed szkodliwym działaniem tlenu)
- Dostępność materii organicznej
- Najlepszy rozwój przy 60% całkowitej pojemności wodnej gleby (formy przetrwalne są odporne na wysychanie)
- Temperatura wzrostu i rozwoju bakterii - (optimum 25-30°C, inhibicyjny wpływ T poniżej 8°C)
- Przy większej koncentracji jonów amonowych i azotanowych w glebie tracą zdolności do wiązania azotu

# Wpływ T na komórki drobnoustrojów



## Przygotowanie preparatu mikrobiologicznego

**SKRINING (SCREENING)** drobnoustrojów lub produktów ich metabolizmu definiowany jest jako kompleksowe postępowanie, obejmujące zespół selektywnych zabiegów mających na celu:

- wykrycie i izolację spośród dużej liczby drobnoustrojów (lub metabolitów), które są celem badań
- ocena ich przydatności do danego procesu



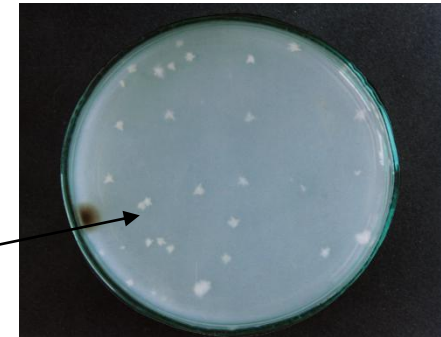
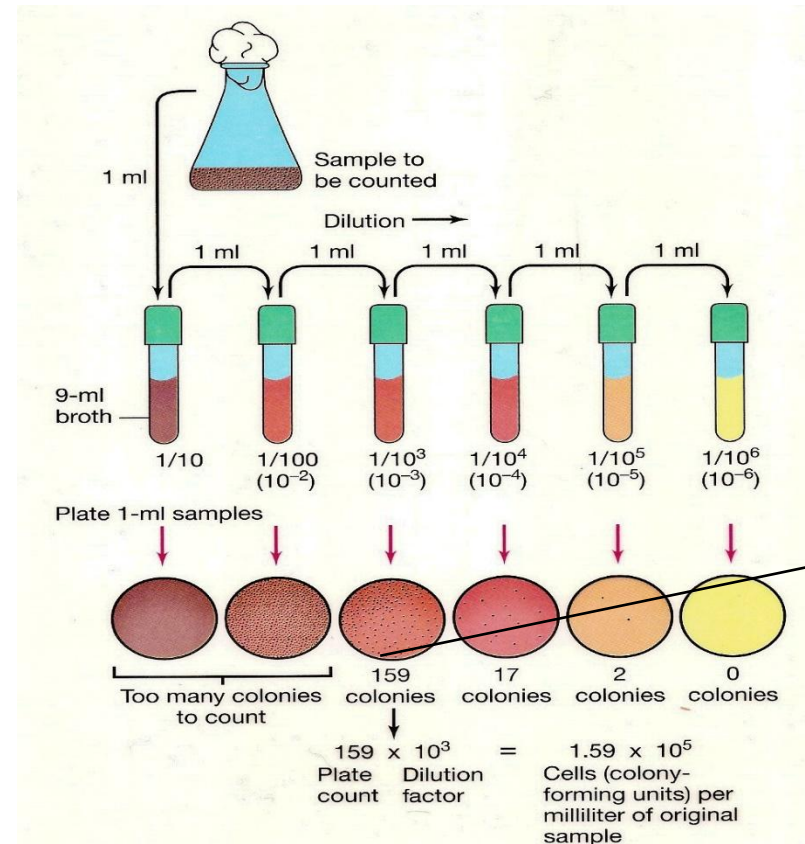
**Przygotowanie wysokiej jakości preparatu mikrobiologicznego jest niezwykle trudne, a proces jego wytwarzania wieloetapowy, na który składa się:**

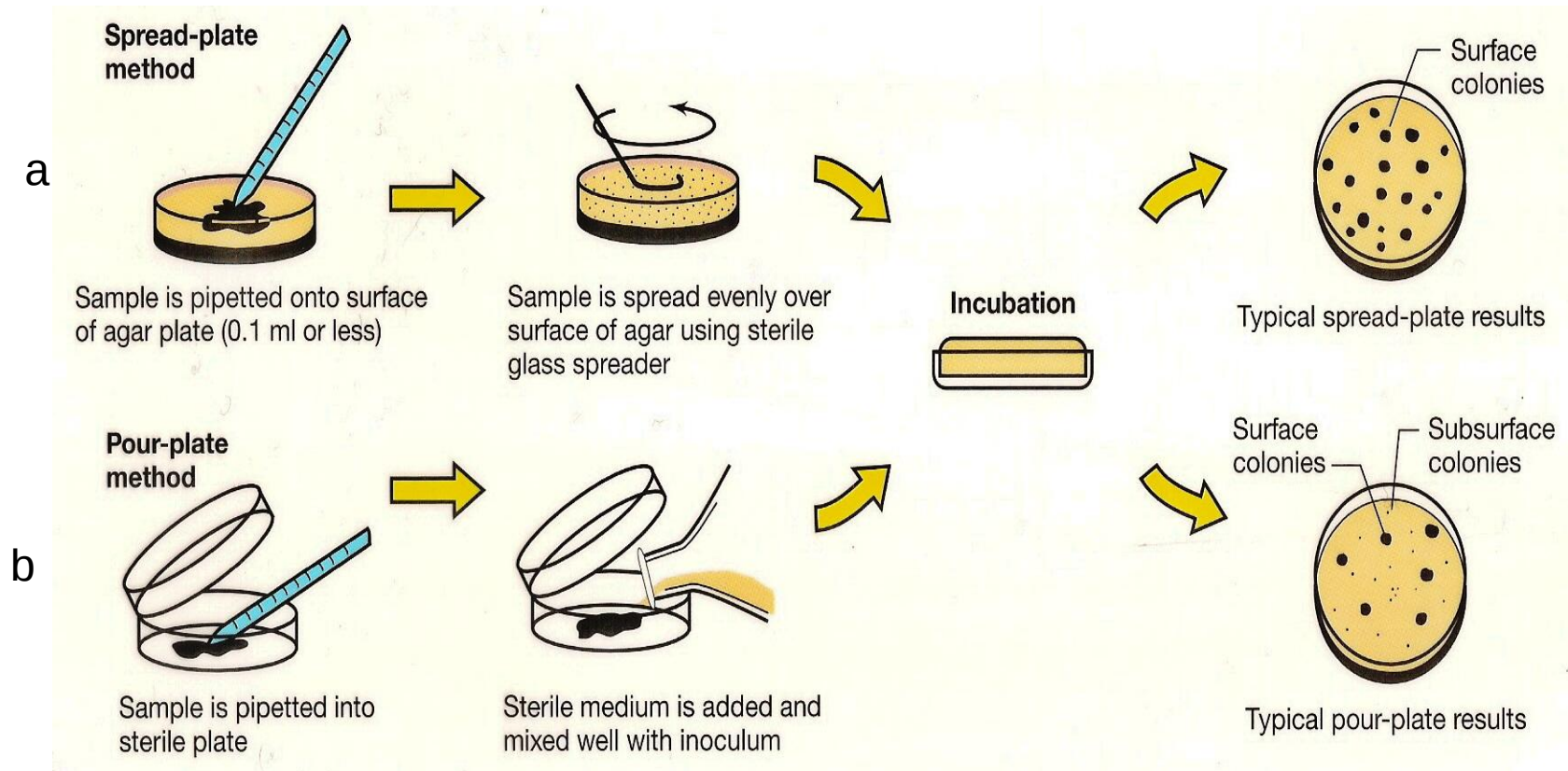
- zgromadzenie kolekcji różnych szczepów mikroorganizmów,
- określenie efektywności izolatów,
- dalsze testy potwierdzające aktywność izolatów w różnych warunkach (np. T, pH, wilgotność, wrażliwość na pestycydy),
- przygotowanie nośnika oraz mieszanie biomasy z nośnikiem i konfekcjonowanie szczepionki,
- długotrwałe rozmnażanie mikroorganizmów oraz kontrolowanie czystości uzyskiwanej biomasy,
- biotesty z roślinami – poszukiwanie najodpowiedniejszego „symbiotycznego partnera”,
- optymalizacja warunków przechowywania,
- istotne jest utrzymanie wysokiego poziomu sterylności, związanego z zachowaniem czystości produktu wprowadzanego do handlu.



## METODY POŚREDNIE

**Metoda Kocha** – 0,1-1ml odpowiedniej zawiesiny umieszcza się na sterylnych płytkach i zalewa przestudzoną pożywką. Po odpowiednim okresie inkubacji liczy się wyrosłe, widoczne gołym okiem kolonie drobnoustrojów. Ilość mikroorganizmów wyraża się w jtk (jednostkach tworzących kolonie).

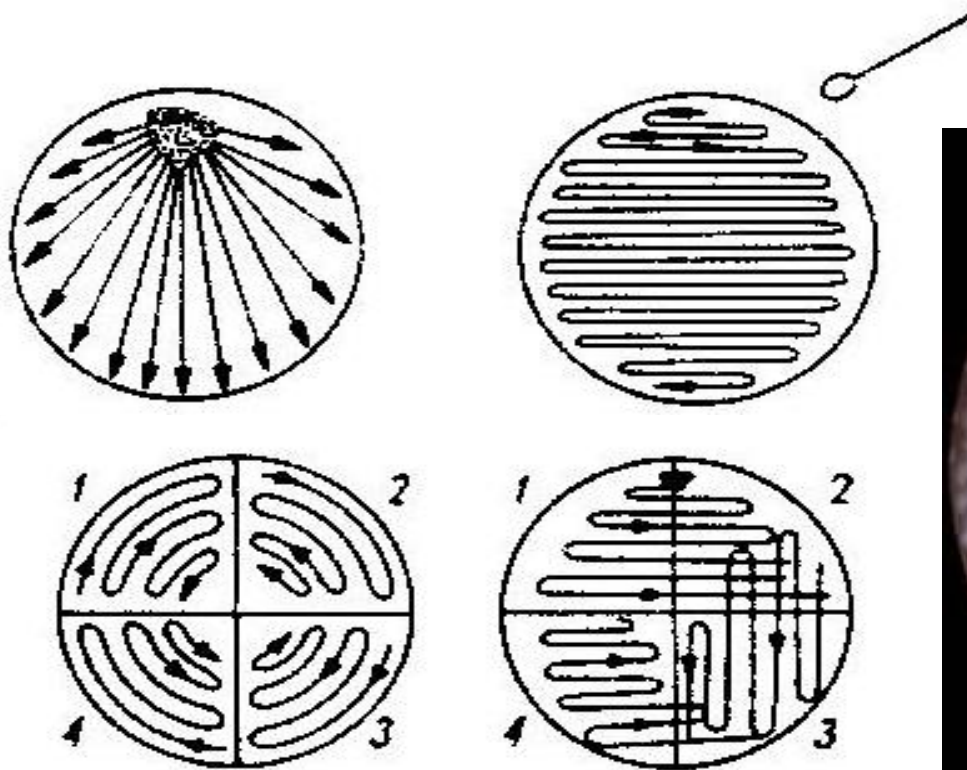




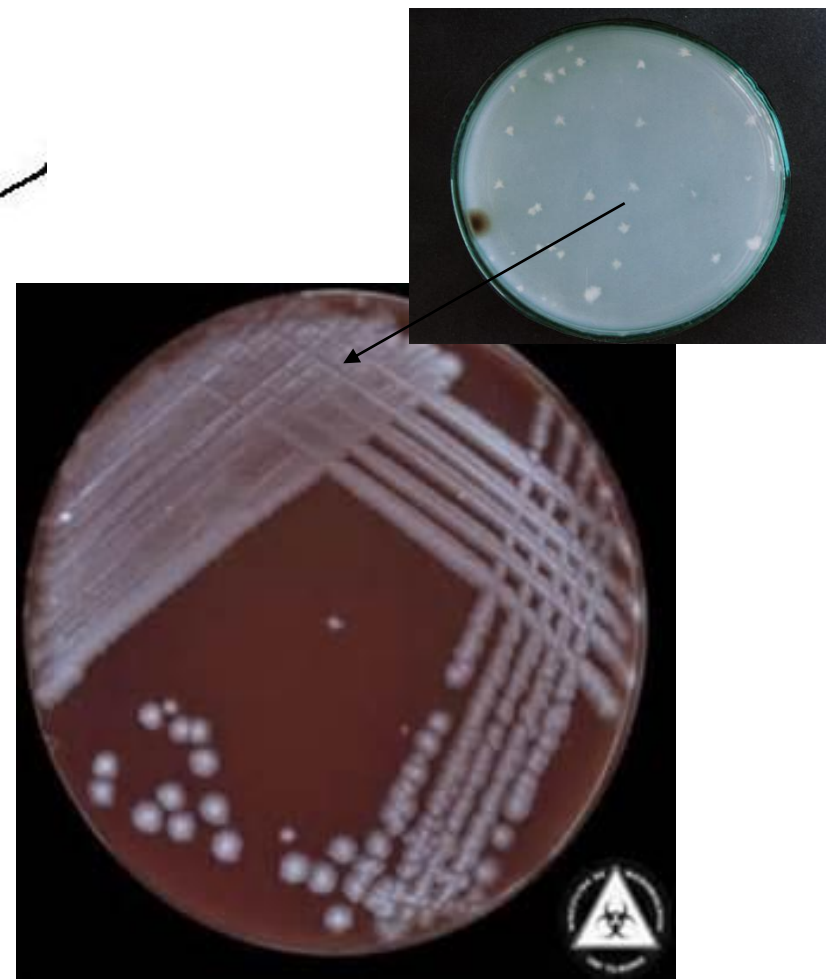
a. Posiew powierzchniowy

b. Posiew głębinowy

**Czysta kultura** – kultura drobnoustrojów wyprowadzona z 1 komórki (monokultura).

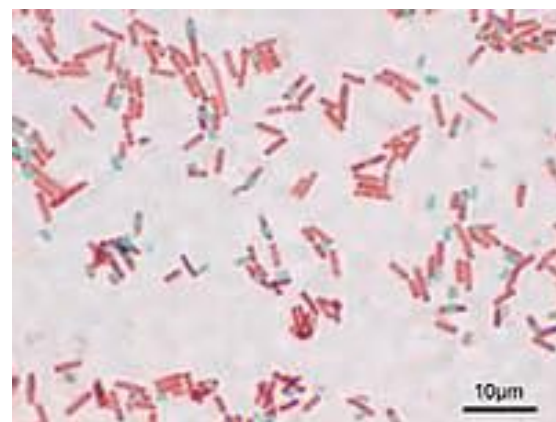
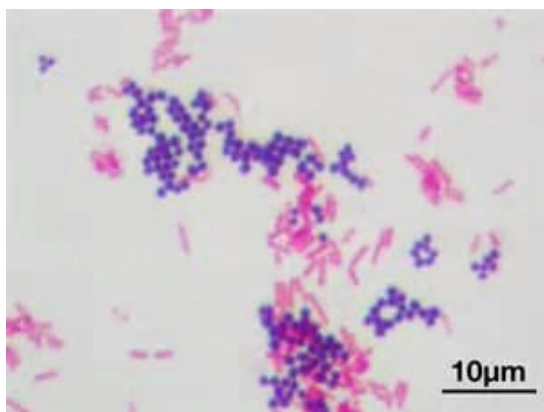


*Posiewy powierzchniowe eżą  
(posiew redukcyjny)*



# Identyfikacja mikroorganizmów - ciąg dalszy

## 1. Barwienie złożone – metodą Grama, Schaeffera-Fultona



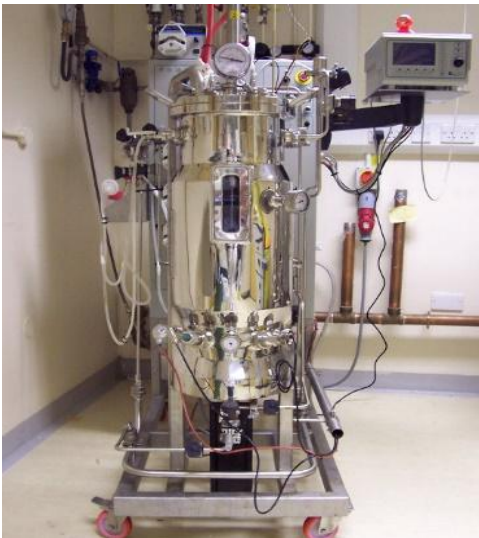
## 2. Testy potwierdzające:

- testy biochemiczne
- hybrydyzacja in situ (FISH)
- metoda PCR i sekwencjonowanie nowej generacji

# Wytwarzanie preparatów mikrobiologicznych na dużą skalę:

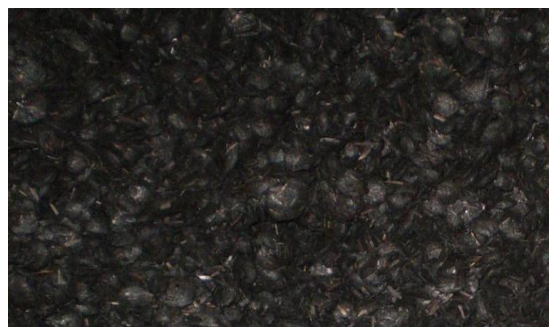
## Rozmnażanie drobnoustrojów

- odświeżenie izolatu na skosach agarowych
- hodowla płynna – „kultura mateczna”
- rozmnażanie w fermentorach – warunki kontrolowane, jałowe i optymalne



## Stosowanie odpadów organicznych (nośników) zainokulowanych mikroorganizmami umożliwia:

- optymalne namnożenie się wymaganych mikroorganizmów,
- zwiększenie przeżywalności mikroorganizmów po wprowadzeniu do gleby ,
- przyspieszenie rozkładu materii organicznej nośnika,
- wzbogacenie gleby w pożyteczne mikroorganizmy i substancje odżywcze,



## Odpady organiczne - nośniki dla mikroorganizmów

- Drobno zmielony, odkwaszony torf, nośnik dekstrozowy, pył z węgla brunatnego
- Słoma pszenna lub pszenżyta z dodatkiem odpadów warzywnych (marchew, buraki, ziemniaki)
- Wytłoczyny rzepakowe
- Wytłoczyny z jabłek, truskawek
- Podłoże popieczarkowe
- Wysłodki buraczane
- Kaczany kukurydziane
- Otręby pszenne
- Komposty wytworzone na bazie odpadów z produkcji cebuli, pomidorów, kapusty



## MIKROORGANIZMY WCHODZĄCE W SKŁAD PREPARTATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH

Bakterie promujące wzrost roślin (**PGPR-plant growth promoting rhizobacteria**) należą do różnych grup filogenetycznych

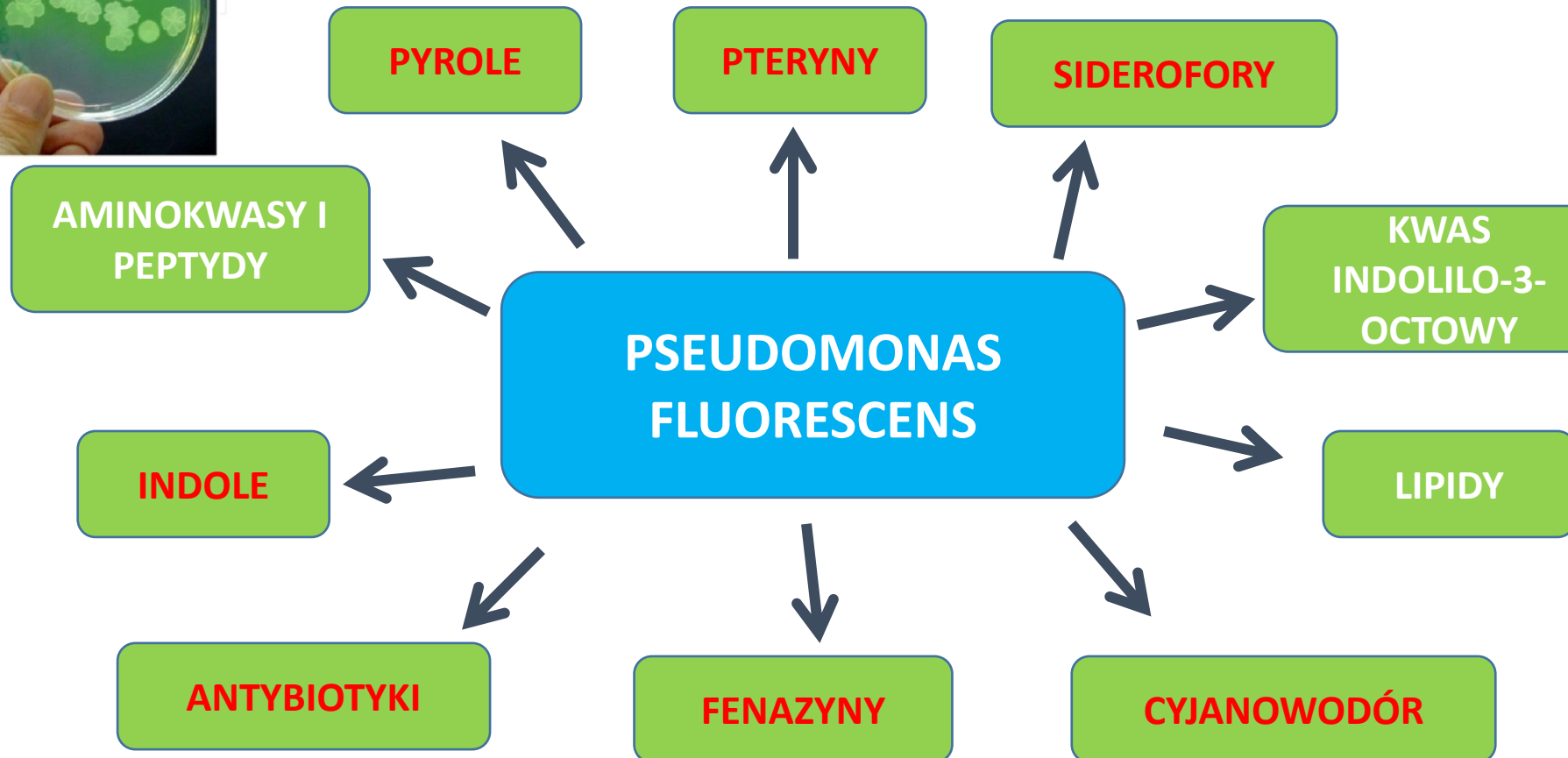
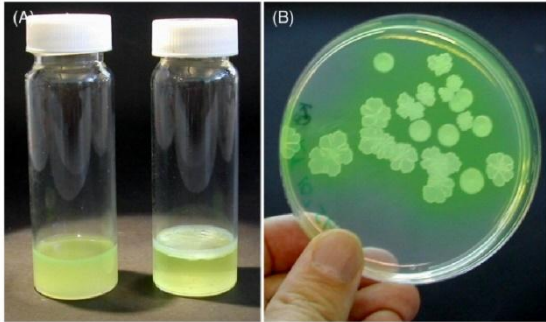
- *Azospirillum halopraeferens*
- *Azospirillum irakense*
- *Azospirillum lipoferum*
- *Azospirillum brasilense*
- *Azospirillum radiobacter*
- *Azotobacter chroococcum*
- *Agrobacterium radiobacter*
- *Arthrobacter citreus*
- *Bacillus cereus*
- *Bacillus coagulans*
- *Bacillus laterosporus*
- *Bacillus megaterium*
- *Bacillus mycoides*
- *Bacillus pasteurii*
- *Bacillus polymyxa*
- *Bacillus pumilus*
- *Bacillus sphaericus*
- *Curtobacterium flaccumfaciens*
- *Enterobacter agglomerans*
- *Enterobacter cloacae*
- *Erwinia herbicola*

*Flaovmonas oryzihabitans*  
*Hydrogenophaga pseudoflava*  
*Klebsiella planticola*  
*Kluyvera ascorbata*  
*Kluyvera cryocrescens*  
*Phyllobacterium rubiacearum*  
*Pseudomonas aureofaciens*  
*Pseudomonas corrugata*  
*Pseudomonas cepacia*  
*Pseudomonas chlororaphis*  
*Pseudomonas fluorescens*  
*Pseudomonas marginalis*  
*Bacillus subtilis*  
*Burkholderia cepacia*  
*Burkholderia gladioli*  
*Burkholderia graminis*  
*Burkholderia vietnamiensis*  
*Citrobacter freundii*  
*Pseudomonas putida*  
*Pseudomonas rubrilineans*  
*Rathayibacter rathayi*  
*Serratia marcescens*  
*Stenotrophomonas sp.*

| Działanie bezpośrednie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Działanie pośrednie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- produkcja fitohormonów: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ giberelin, auksyn, cytokinin</li> </ul> </li> <li>– obniżanie poziomu etylenu w roślinach przez bakteryjną deaminazę ACC<br/>(ACC - kwas 1-aminocyklo-propano-1-karboksylowy)</li> <li>– zwiększenie pobierania związków mineralnych: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ ułatwianie pobierania azotu</li> <li>■ rozpuszczanie związków fosforu</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– biologiczne zwalczanie patogenów: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ konkurencja o miejsce na korzeniu</li> <li>■ ograniczenie dostępności żelaza dla patogenów przez wiązanie w siderofory</li> <li>■ produkcja antybiotyków</li> <li>■ produkcja enzymów litycznych</li> </ul> </li> <li>– indukowanie odporności</li> </ul> |

## *Pseudomonas* sp. (PGPR-plant growth promoting rhizobacteria)

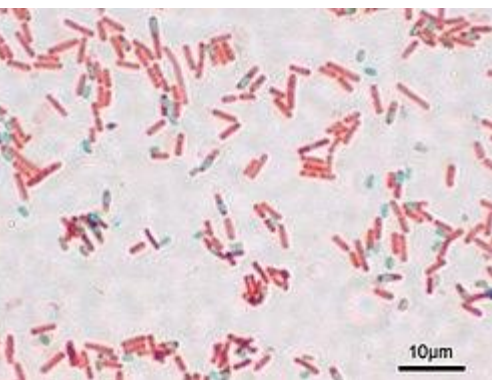
\* Mineralizacja materii organicznej – udostępnianie roślinom substancji mineralnych ( w tym azotowych) oraz ochrona fitosanitarna roślin



# *Bacillus subtilis*

## *Bacillus amyloliquefaciens*

**PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria)**



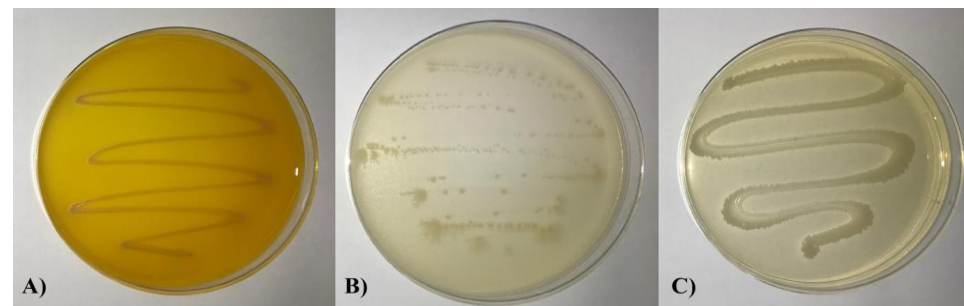
- \*gram-positive or gram-variable rods
- \*aerobic forms, and relatively anaerobic forms
- \*motile cells - the presence of cilia
- \*spores production

### Właściwości:

- Mineralizacja materii organicznej = udostępnianie roślin substancji mineralnych
- Produkcja fitohormonów
- Właściwości fitosanitarne

### Zalety:

- \*wyższa zawartość w glebie dostępnych dla roślin składników pokarmowych
- \*poprawa właściwości sorpcyjnych gleby
- \*poprawa vitalności roślin
- \*poprawa zdrowotności roślin
- \*wzrost plonu roślin
- \*mniejsze zużycie nawozów mineralnych



Optymalizacja wzrostu bakterii *Pseudomonas* sp./*Bacillus* sp. - konieczne odpowiednie przygotowanie podłoża (gleby):

- \*Regulacja odczynu (optymalne pH około 7)
- \*Regulacja wilgotności gleby (*Bacillus* sp. odporny na wysychanie, optymalny wzrost przy nasyceniu ok. 60% pojemności wodnej)
- \* Optymalna temperatura— 25-30C
- \*Dostarczenie materii organicznej (nawozy naturalne/organiczne, właściwe zagospodarowanie resztek poźniwnych)
- \*Nie ekspozycja na działanie promieniowania UV

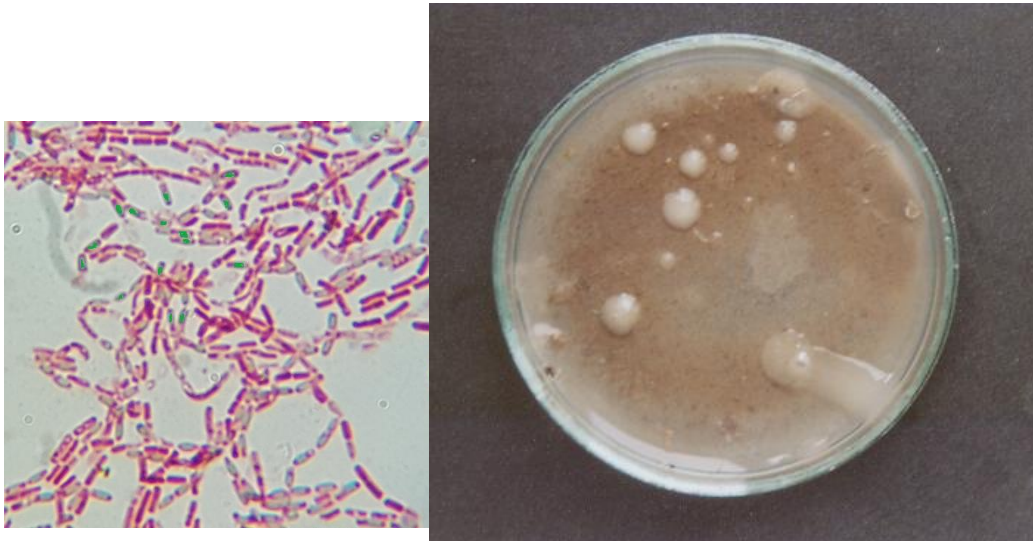
# Bakterie wiążące azot atmosferyczny

**Azot związany biologicznie jest wykorzystywany przez rośliny w około 100%, natomiast z nawozów mineralnych nie więcej niż w 50%.**

## Wolnożyjące

**tlenowe** – *Azotobacter*, *Azotomonas*, *Achromobacter*, *Azospirillum*  
**mikroaerofile** - *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Arthrobacter*  
**beztlenowce** – *Clostridium*  
**bakterie fotosyntetyzujące**  
**sinice**

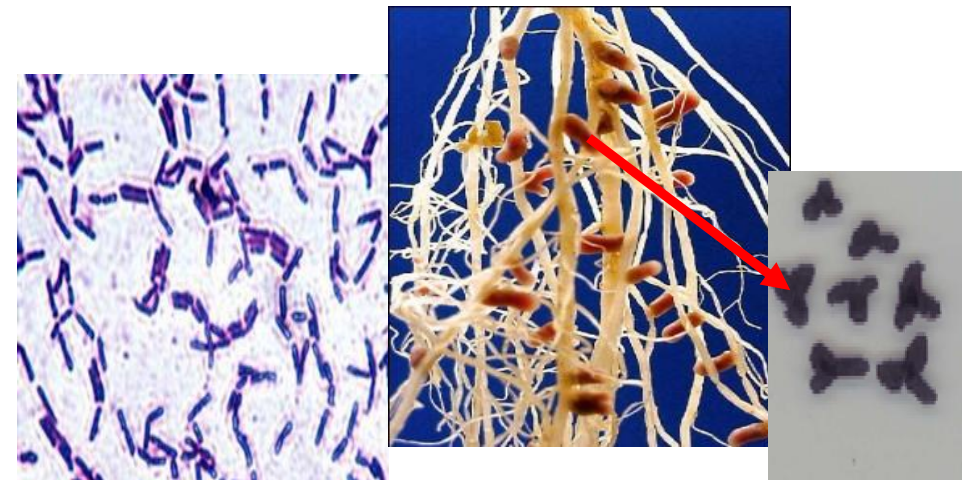
**Do 20-30 kg azotu/ha/rok**



## Symbiotyczne

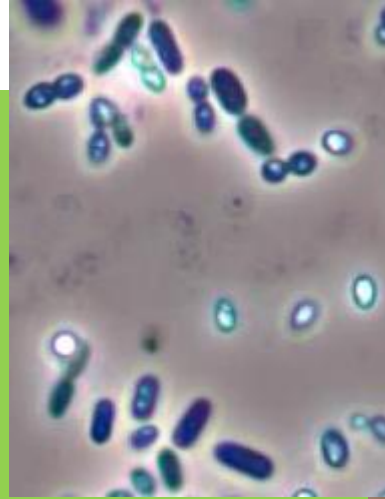
**bakterie brodawkowe** – *Rhizobium*,  
*Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, *Azorhizobium*,  
*Bradyrhizobium*, *Allorhizobium*.  
**promieniowce**

**Do 600 kg azotu/ha/rok**



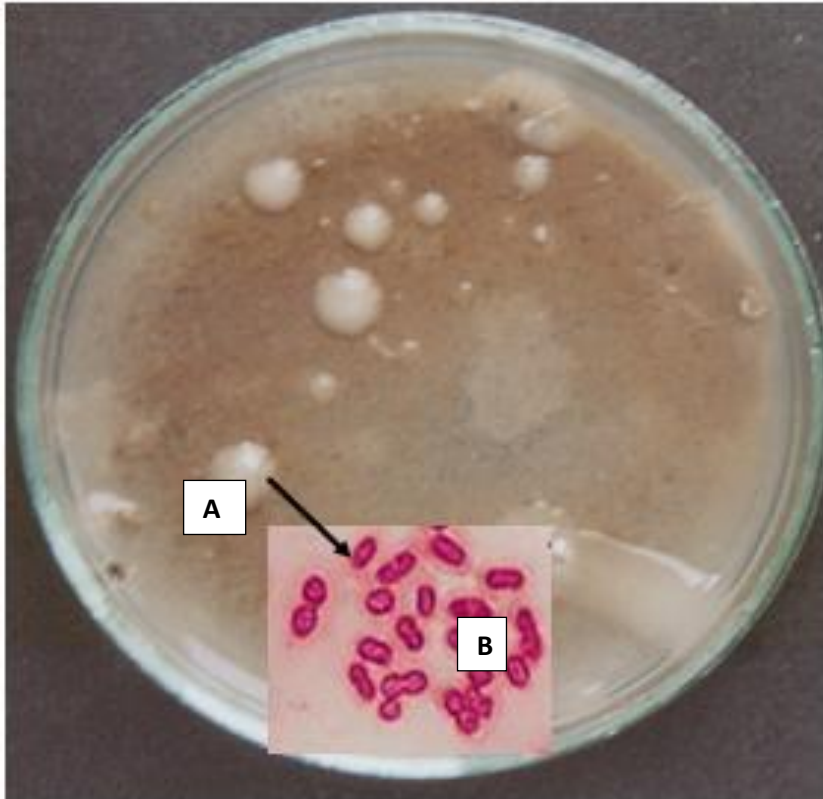
# *Azotobacter* sp.

- Asymilatory  $N_2$
- Owalne pałeczki o średnicy 1,5-3  $\mu m$
- Tlenowe, często ruchliwe
- Liczba *Azotobacter* sp. w glebach strefy umiarkowanej jest niewielka i wynosi od kilku komórek do kilku tysięcy komórek w 1 g gleby
- Najliczniej występuje w ryzosferze



# Zalety stosowania bakterii *Azotobacter* sp. (PGPR – Plant Growth Promoting Rhizobacteria)

## w uprawach roślin



Wzbogacanie gleby w azot

Mniejsze zużycie nawozów mineralnych

Wyższa zawartość w glebie dostępnych dla roślin składników pokarmowych

Ochrona roślin przed patogenami

Poprawa witalności roślin

Poprawa żyzności gleby

Wzrost plonu roślin

Metabolity *Azotobacter* sp. stymulują rozwój nitryfikatorów

bakterie z rodzaju *Azotobacter* na podłożu hodowlanym - A) oraz widok komórek bakterii spod mikroskopu - B)

Przy zmniejszeniu nawożenia mineralnego azotem o 25 - 50% odnotowano wzrost m.in. plonu pszenicy, kukurydzy, rzepaku, cebuli, zawartości cukru w burakach cukrowych, jak również niektórych mikroelementów (Zn, Fe) w zbożach średnio o 5 - 40% (Artyszak, A., Gozdowski, D. 2020 Agronomy; Tinna D i in. 2020 Scientia Horticulturae; Płaza, A., Rzężewska, E. 2021 Applied Ecology & Environmental Research El-Sorady, G. A. i in. 2022 Sustainability).

**Table 2** Effect Of *Azotobacter* On Crop Yield

| S. No | Crop        | Increase in yield over yield obtained with chemical fertilizers (%) |
|-------|-------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1     | Wheat       | 8–10                                                                |
| 2     | Rice        | 5                                                                   |
| 3     | Sorghum     | 15–20                                                               |
| 4     | Maize       | 15–20                                                               |
| 5     | Potato      | 13                                                                  |
| 6     | Carrot      | 16                                                                  |
| 7     | Cauliflower | 40                                                                  |
| 8     | Tomato      | 2–24                                                                |
| 9     | Cotton      | 7.27                                                                |
| 10    | Sugarcane   | 9–24                                                                |

(Bhattacharjee And Dey 2014)

Wani, S. A., Chand, S., Wani, M. A., Ramzan, M., & Hakeem, K. R. (2016). *Azotobacter chroococcum*—a potential biofertilizer in agriculture: an overview. *Soil science: agricultural and environmental perspectives*, 333-348.

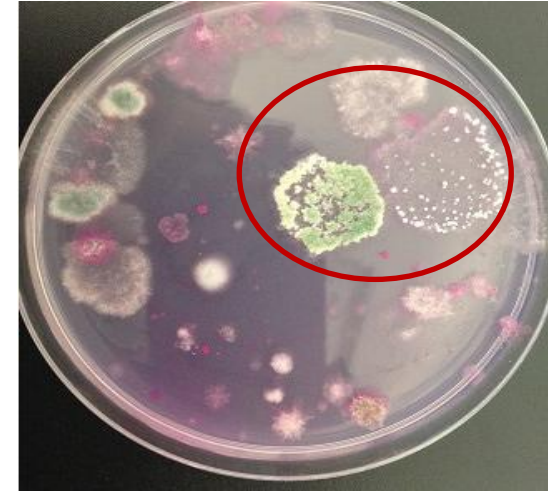
Optimalizacja wzrostu bakterii Azotobacter sp. - konieczne odpowiednie przygotowanie podłoża (gleby):

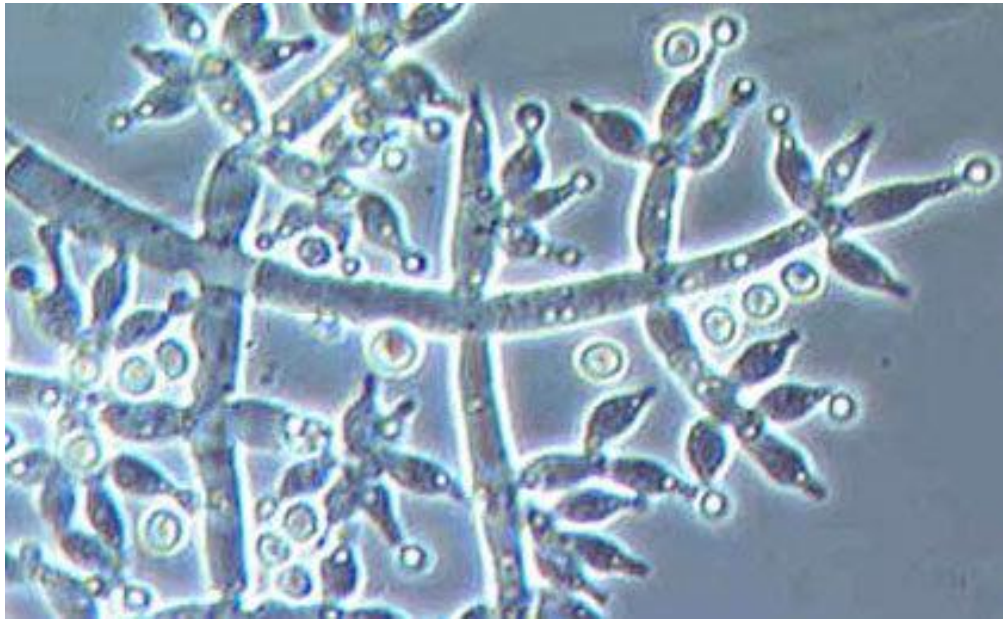
- \*Regulacja odczynu (optymalne pH powyżej 6)
- \*Regulacja wilgotności gleby (odporny na wysychanie, optymalny wzrost przy nasyceniu ok. 60% pojemności wodnej)
- \* Optymalna temperatura (optimum wzrostu 25-30C, min. 5C, max. 40C)
- \*Konieczna dostępność molibdenu/wanadu oraz fosforu (do związania 5mg N<sub>2</sub> zużywa 1 mg fosforu)
- \*Dostarczenie materii organicznej (nawozy naturalne/organiczne, właściwe zagospodarowanie resztek poźniwnych)
- \*Nie ekspozowanie na działanie promieniowania UV
- \*Duże dawki nawozów mineralnych będą hamowały wiązanie azotu (ponadto saletra amonowa czy siarczan amonu zakwaszają glebę)

## *Dlaczego Trichoderma sp. ????????*

### Zalety :

- niezwykle powszechne w przyrodzie
- zdolność do zasiedlania bardzo zróżnicowanych środowisk
- łatwe w izolowaniu z gleby, drewna oraz innych form materii organicznej
- rosną niezwykle szybko w hodowlach sztucznych i obficie produkują zarodniki konidialne
- grzyby naturalnie odporne na wiele toksycznych związków jak herbicydy, fungicydy oraz inne pestycydy, fenole, fitoaleksyny, flawonoidy i terpenoidy
- produkcja szerokiej gamy enzymów (celulazy, hemicelulazy, ksylanazy, pektynazy,  $\beta$ -1,3-glukanazy, chitynazy i proteazy)
- produkcja substancji antymikrobiologicznych

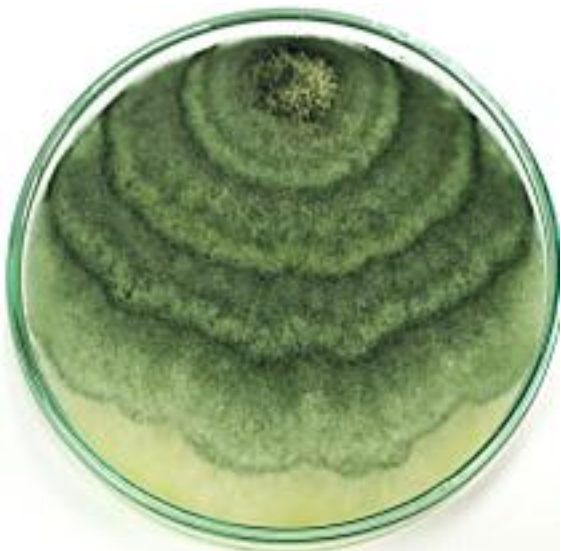




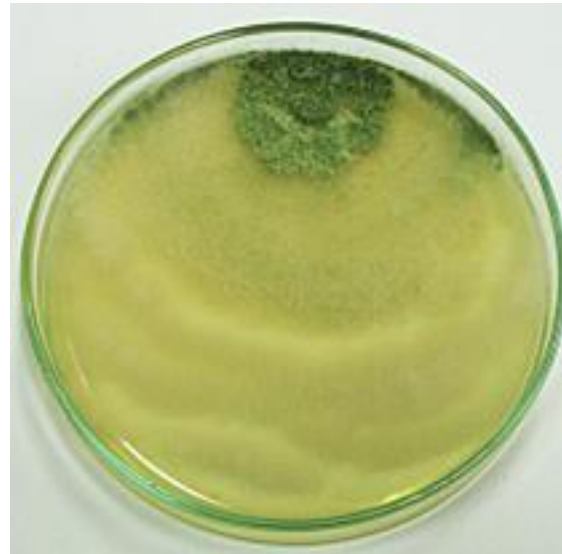
*T. atroviride*



*T. harzianum*



*T. virens*



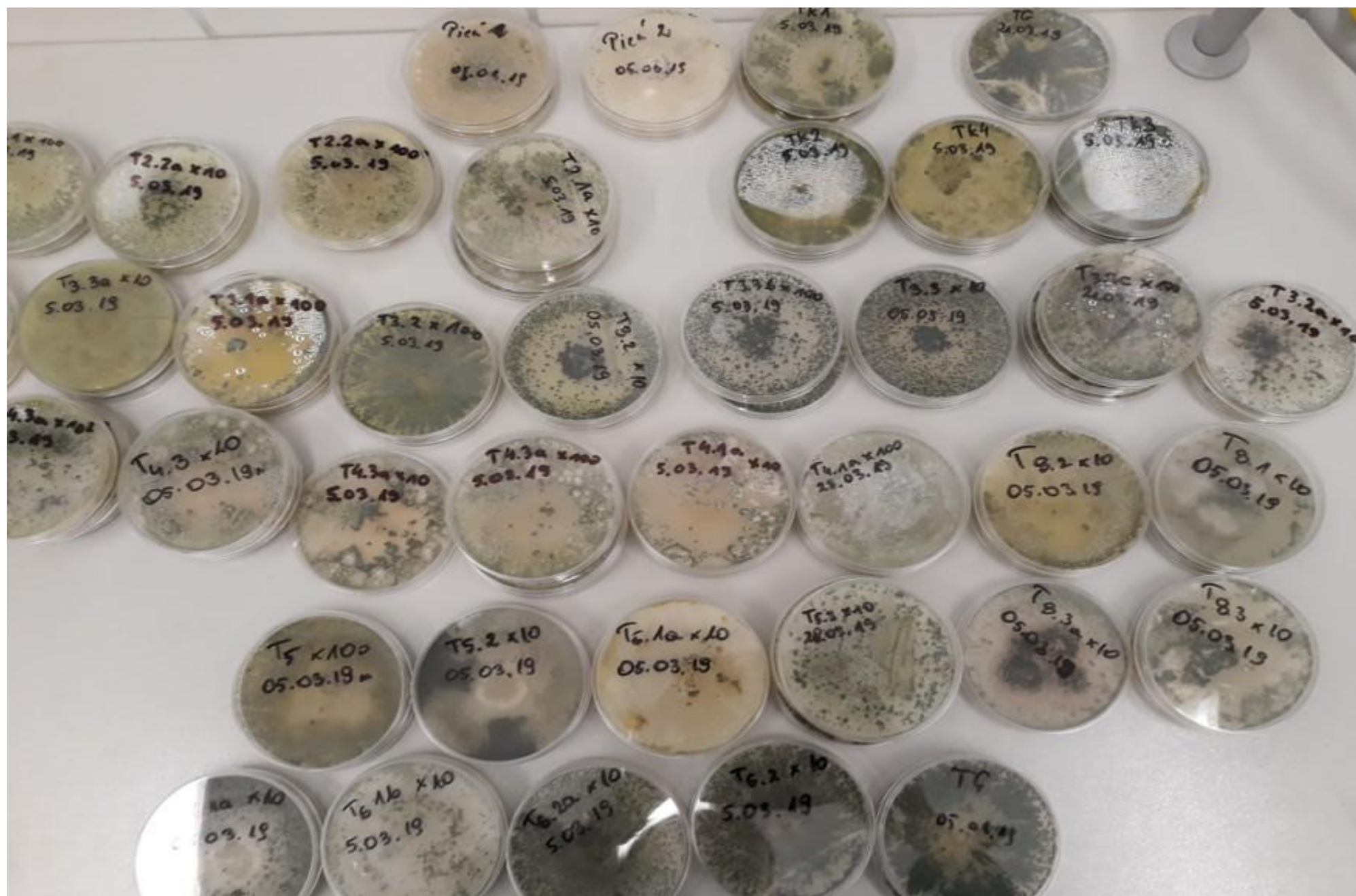
*T. longipilis*



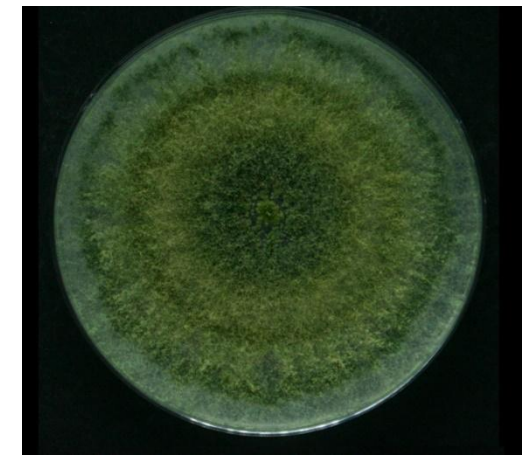
*T. aggressivum*



*T. koningii*



## *Trichoderma* sp. (BCAs – Biological Control Agents)

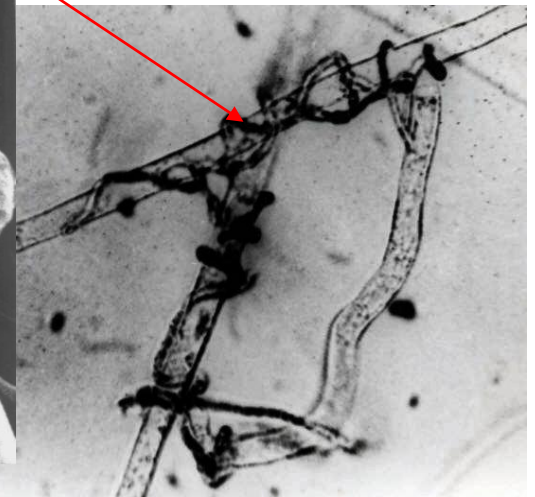
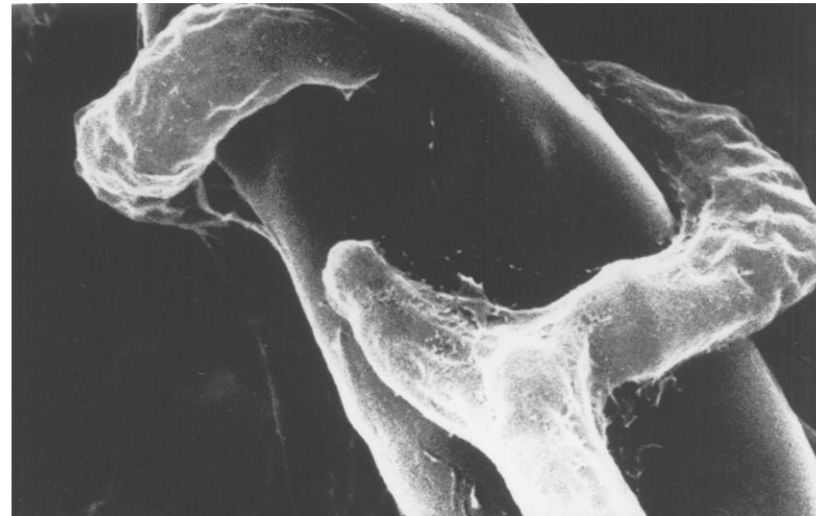


Antagonistyczne w stosunku do:

- bakterie: *Pseudomonas syringae*, *Escherichia coli*, *Bacteroides fragilis*
- grzyby: *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Botrytis* sp., *Rhizoctonia* sp., *Pythium ultimum*, *Phytophthora* sp., *Ceratocystis ulmi*, *Sclerotium* sp., *Ustilago avenae*, *Uncinula negator*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Sclerotinia* sp., *Gaeumanomyces* sp., *Cladosporium fulvum*

### Mechanizmy antagonizmu:

- Mykopasożytnictwo – intensywna produkcja enzymów litycznych  
(CWDEs- *Cell Wall Degrading Enzymes*)



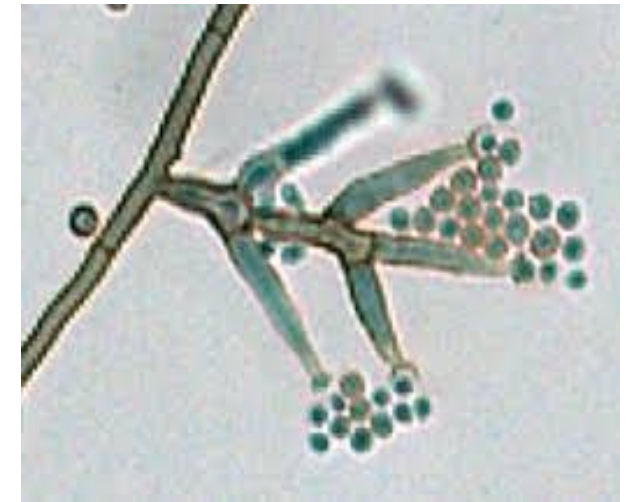
mykopasożytnictwo

# *Trichoderma* sp. (BCAs – Biological Control Agents)

## Produkcja metabolitów

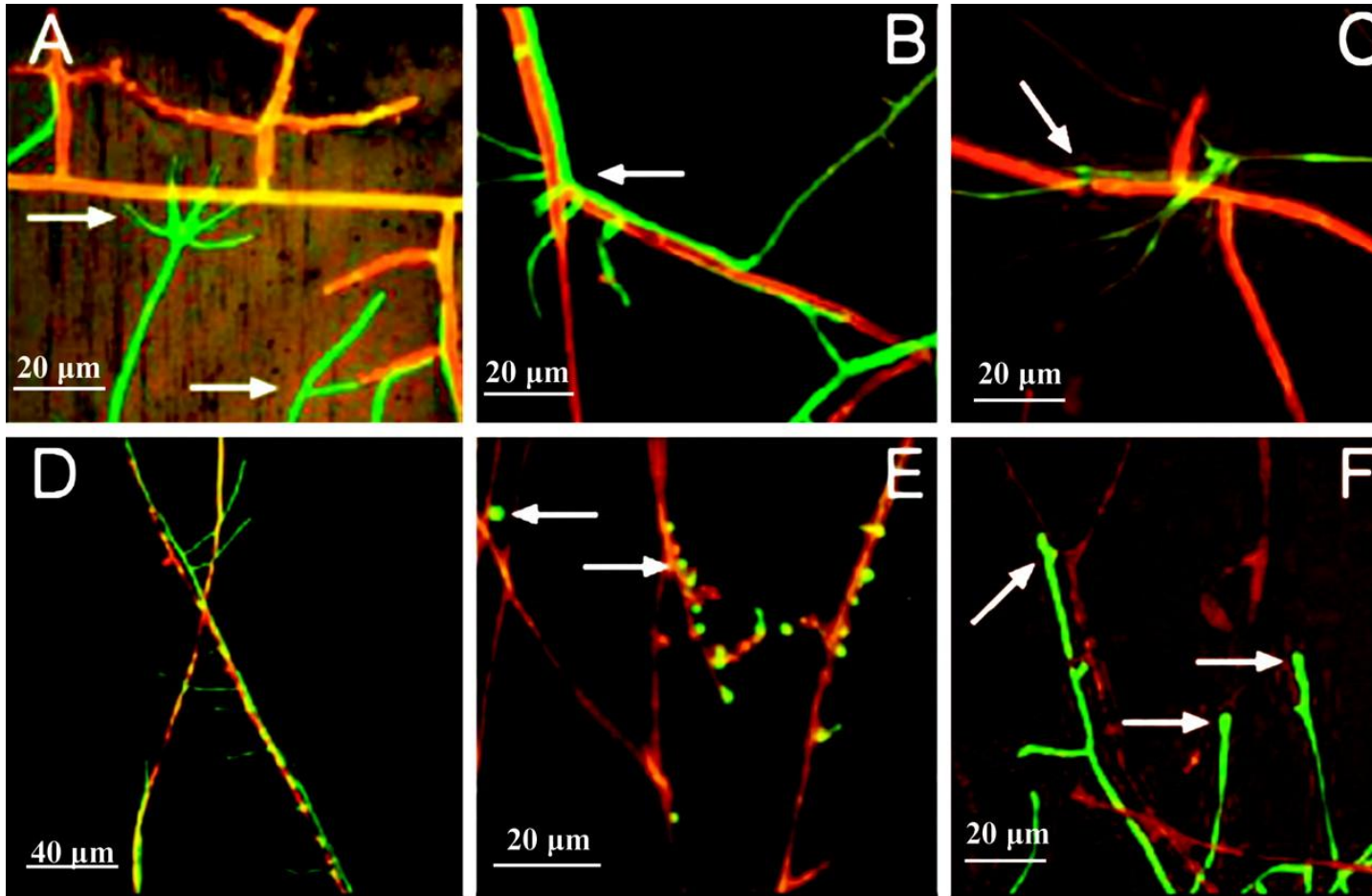
(ponad 1000 związków - *Hermosa et al. 2014*)

- Peptaibole (np. trichotoksyny, trichowirin, tricholin)
- Diketopiperazyny (np. gliotoksyn, gliowirin)
- Poliketydy (np. makrolidy, tetracykliny)
- Analogi piranu (6-pentyl-2H-piran-2-on (6-PAP)) – związek lotny - zapach kokosu
- Terpeny



# *Trichoderma* sp. (BCAs – Biological Control Agents)

- **KONKURENCJA** o przestrzeń zasiedlenia



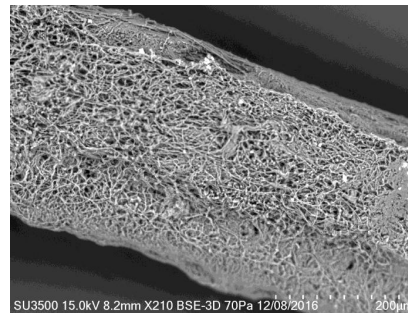
Pietr 2009

- konkurencja o składniki pokarmowe z innymi mikroorganizmami – produkcja sideroforów

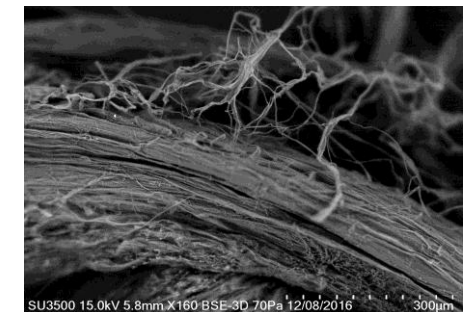
## *Trichoderma* sp. - promowanie wzrostu roślin

### PGPF - Plant Growth Promoting Fungi

- produkcja fitohormonów = szybsze kiełkowanie, rozbudowa systemu korzeniowego
- produkcja witamin
- zwiększanie dostępności związków biogennych np. fosforu (przez produkcję kwasu glukonowego, cytrynowego czy kumarynowego)
- uruchamianie składników pokarmowych z materii organicznej
- metabolity *Trichoderma* sp. - elitorami indukującymi odporność roślin



Korzeń buraka czerwonego zasiedlany  
przez *Trichoderma harzianum*



Korzeń kapusty pekińskiej –  
*Trichoderma atroviride*

## Czynniki wpływające na wzrost i zarodnikowanie *Trichoderma* sp. w danym środowisku

- Wartość pH (optimum 4,5-6,5)
- Wartość T (optimum 25-30°C)
- Dostęp światła
- Wilgotność podłoża (optimum 78%)
- Substancje odżywcze
- Czynniki biologiczne



Tabela 1. Przykładowe preparaty komercyjne na bazie grzybów *Trichoderma* (opracowanie

dr M. Szczech -[http://trichoderma.inhort.pl/?d=informacje\\_o\\_trichoderma&id=117](http://trichoderma.inhort.pl/?d=informacje_o_trichoderma&id=117))

| Kraj           | Produkt                                                                                                | Zwalczane patogeny                                                                                                                                                                                                | Źródło informacji                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nowa Zelandia  | Trichopel, Trichojet<br>Trichodowels<br>Trichoseal<br>ArborGuard, DRH<br>TrichoFlow WP <sup>TM</sup>   | <i>Armillaria</i> , <i>Pythium</i> ,<br><i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytophthora</i> ,<br><i>Armillaria</i> , <i>Colletotrichum</i> ,<br><i>Fusarium</i> , <i>Pythium</i> ,<br><i>Sclerotinia</i> , <i>Sclerotium</i> | Paderes, Hill and Wei-Young;<br>ScienceDirect<br>Scientia Horticulturae<br>Sureyya Altintas & Ugur Bal                                                                                                                                                                |
| Indie          | NIPROT<br>( <i>T. viride</i> )                                                                         | Grzybowe, glebowe patogeny                                                                                                                                                                                        | <a href="http://suppliers.jimtrade.com/14/13578/80971.htm">http://suppliers.jimtrade.com/14/13578/80971.htm</a>                                                                                                                                                       |
| Indie          | SARDAR ECO GREEN<br>( <i>T. harzianum</i> )                                                            | Ochrona przed grzybami w trakcie<br>wegetacji oraz podczas<br>przechowywania owoców i warzyw                                                                                                                      | <a href="http://www.gsflimited.com/sardar_eco_green.asp">http://www.gsflimited.com/sardar_eco_green.asp</a>                                                                                                                                                           |
| Indie          | Manidharma's <i>Trichoderma</i> sp. ( <i>T. viride</i> & <i>T. harzianum</i> )                         | Biostymulator roślin                                                                                                                                                                                              | <a href="http://www.indiamart.com/manidhar_mabiotech/biofertilizers.html">http://www.indiamart.com/manidhar_mabiotech/biofertilizers.html</a>                                                                                                                         |
| Indie          | UPLB <i>Trichoderma</i> (trzy różne izolaty)                                                           | Ochrona przed patogenami<br>grzybowymi                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Szwecja<br>USA | BINAB T<br>( <i>T. polysporum</i> , <i>T. viride</i> )                                                 | Ochrona przed patogenami<br>grzybowymi                                                                                                                                                                            | <a href="http://www.epa.gov/opp00001/biopesticides/ingredients/product/prod_128902.htm">http://www.epa.gov/opp00001/biopesticides/ingredients/product/prod_128902.htm</a><br><a href="http://www.algonet.se/~binab/index2.html">www.algonet.se/~binab/index2.html</a> |
| Izrael         | Trichodex                                                                                              | <i>Botrytis</i> , <i>Colletotrichum</i> , <i>Plasmopara</i> ,<br><i>Monilia</i> , <i>Fulvia</i> , <i>Pseudoperonospora</i>                                                                                        | D.E. Paderes, R.A. Hill, Wei-young Wang                                                                                                                                                                                                                               |
| USA            | Custom GP<br>( <i>T. harzianum</i> , <i>T. viride</i> ,<br><i>T. koningii</i> , <i>T. polysporum</i> ) | Stymulacja wzrostu roślin oraz<br>poprawa plonu                                                                                                                                                                   | <a href="http://www.custombio.com/agriculture/gp-b5-overview.html">http://www.custombio.com/agriculture/gp-b5-overview.html</a>                                                                                                                                       |
| USA<br>Kanada  | T-22 Root Shield/Plant Shield ( <i>T. harzianum</i> )                                                  | <i>Pythium</i> , <i>R. solani</i> , <i>Fusarium</i>                                                                                                                                                               | <a href="http://www.bioworksbioccontrol.com">www.bioworksbioccontrol.com</a>                                                                                                                                                                                          |
| Filipiny       | CFA ( <i>T. harzianum</i> )                                                                            | Jako dodatek do kompostu – krótszy<br>czas procesu kompostowania                                                                                                                                                  | Cuevas V.C. 2005                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Filipiny       | BIO-Quick<br>( <i>Trichoderma</i> sp.)                                                                 | Jako dodatek do kompostu – krótszy<br>czas procesu kompostowania                                                                                                                                                  | <a href="http://www.uplb.edu.ph/admin/ovcre/biotech/tech">http://www.uplb.edu.ph/admin/ovcre/biotech/tech</a><br>Mannix S.P. , 2006                                                                                                                                   |
| Filipiny       | TriCFAP                                                                                                | Pozytywny wpływ na trwałość<br>kompostu i procesy kompostowania                                                                                                                                                   | <a href="http://region4.dost.gov.ph/Technologies/index.htm">http://region4.dost.gov.ph/Technologies/index.htm</a>                                                                                                                                                     |
| Rosja          | Trichodermin<br>( <i>T. harzianum</i> )                                                                | <i>Fusarium</i> sp.                                                                                                                                                                                               | Kulikov S.N. et.al. 2006 Prikl. Biokhim. Mikrobio. 42: 86-92                                                                                                                                                                                                          |

## Preparaty mikrobiologiczne zawierające w swoim składzie szczepy *Trichoderma* sp.



- fungicyd Asperello T34 Biocontrol, Fytovita, spol. s.r.o. – Czechy, zawierający *Trichoderma asperellum*, szczep T34
- fungicyd Remedier, Isagro S.p.A – Republika Włoska, zawierający *Trichoderma asperellum* szczep ICC 012 oraz *Trichoderma gamsi* szczep ICC 080
- fungicyd Trianum-G, Koppert BV –Holandia, zawierający *Trichoderma harzianum* Rifai szczep T-22
- fungicyd Trianum-P, Koppert BV –Holandia, zawierający *Trichoderma harzianum* Rifai szczep T-22
- fungicyd Vintec, Bi-PA NV/SA - Belgia, zawierający *Trichoderma atroviride* szczep SC1
- fungicyd Xilon WP, Fytovita, spol. s.r.o. – Czechy, zawierający *Trichoderma asperellum* szczep T34

## Metodyka badań

Badania przeprowadzono w warunkach szklarniowych na dwóch typach gleb: żyznej (W2 I) i o niskiej zaw. składników pokarmowych dla roślin (W2 II). Marchew odmiany Speedo wsiewano do donic o pojemności około 6 l. Zastosowano dwie dawki bionawozów (16g (A) i 28g (B)/5,6 kg gleby).

### Analizy gleby:

BIF (Biochemiczny Wskaźnik Żyzności)  
Identyfikacja NGS za pomocą  
amplifikacji PCR fragmentu genu 16 S rRNA)

### Analizy roślin:

plon  
zawartość białka  
zawartość N, K, Ca, P, Mg, Zn

### Warianty doświadczalne

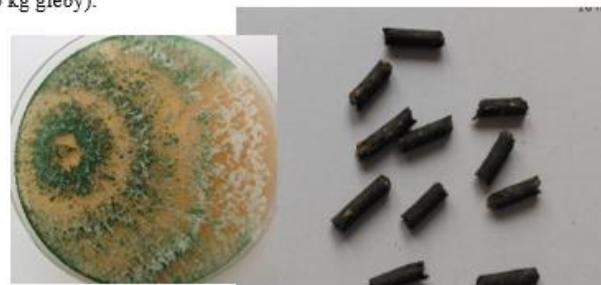
W2 I, W2 II – gleba bez bionawozów

W2 I WM – A, W2 II WM – A – gleba+bionawozów bez *Trichoderma* (dawka 16g);

W2 I WM – B, W2 II WM – B – gleba+bionawozów bez *Trichoderma* (dawka 28g)

W2 I WMTEko – A, W2 II WMTEko – A – gleba+bionawozów + *Trichoderma* (dawka 16g);

W2 I WMTEko – B, W2 II WMTEko – B – gleba+bionawozów + *Trichoderma* (dawka 28g)



Tab. 1 Wpływ różnych wariantów nawozowych na parametry marchwi uprawianej w glebie żyznej

| Parametr marchwi               | Wariant doświadczalny |               |               |                       |                       |
|--------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
|                                | W2 I-<br>Kontrola     | W2 I-<br>WM-A | W2 I-<br>WM-B | W2 I-<br>WMTEko-<br>A | W2 I-<br>WMTEko-<br>B |
| Średnica korzenia [mm]         | 19,81                 | 20,12         | 23,87         | 21,37                 | 21,09                 |
| Długość korzenia [cm]          | 5,69                  | 6,38          | 7,19          | 7,28                  | 6,32                  |
| Świeża masa całkowita [g]      | 154,93                | 150,52        | 169,70        | 159,98                | 119,77                |
| Świeża masa naci [g]           | 20,89                 | 19,81         | 23,55         | 21,84                 | 18,88                 |
| Zawartość N w marchwi [%]      | 0,59                  | 0,72          | 0,93          | 0,91                  | 1,02                  |
| Zawartość białka w marchwi [%] | 3,65                  | 4,39          | 5,68          | 5,62                  | 6,37                  |
| Zawartość K w marchwi [ppm]    | 42170,63              | 45033,14      | 50511,86      | 47981,70              | 51922,06              |
| Zawartość Ca w marchwi [ppm]   | 7502,14               | 7588,62       | 7892,33       | 7803,45               | 8499,09               |
| Zawartość P w marchwi [ppm]    | 3117,49               | 3426,10       | 4206,31       | 3825,22               | 3974,43               |
| Zawartość Mg w marchwi [ppm]   | 2206,91               | 2659,07       | 2614,93       | 2778,76               | 2984,29               |
| Zawartość Fe w marchwi [ppm]   | 582,07                | 389,99        | 397,68        | 554,39                | 628,55                |
| Zawartość Zn w marchwi [ppm]   | 49,66                 | 55,97         | 61,05         | 59,04                 | 70,80                 |

Tab. 2 Wpływ różnych wariantów nawozowych na parametry marchwi uprawianej w glebie o niskiej zaw. składników odżywczych

| Parametr marchwi               | Wariant doświadczalny |                |                |                        |                        |
|--------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|------------------------|------------------------|
|                                | W2 II-<br>Kontrola    | W2 II-<br>WM-A | W2 II-<br>WM-B | W2 II-<br>WMTEko-<br>A | W2 II-<br>WMTEko-<br>B |
| Średnica korzenia [mm]         | 21,07                 | 21,48          | 22,31          | 19,50                  | 21,75                  |
| Długość korzenia [cm]          | 6,11                  | 5,52           | 5,64           | 5,46                   | 6,27                   |
| Świeża masa całkowita [g]      | 114,98                | 109,84         | 120,63         | 121,85                 | 140,57                 |
| Świeża masa naci [g]           | 14,42                 | 14,59          | 17,69          | 17,08                  | 17,80                  |
| Zawartość N w marchwi [%]      | 0,48                  | 0,49           | 0,54           | 0,47                   | 0,57                   |
| Zawartość białka w marchwi [%] | 3,06                  | 3,11           | 3,39           | 2,97                   | 3,60                   |
| Zawartość K w marchwi [ppm]    | 42499,48              | 45091,75       | 50018,83       | 47953,33               | 51916,41               |
| Zawartość Ca w marchwi [ppm]   | 7904,21               | 8103,75        | 7962,48        | 6421,37                | 8979,59                |
| Zawartość P w marchwi [ppm]    | 3448,72               | 3657,02        | 3886,46        | 3337,51                | 3915,18                |
| Zawartość Mg w marchwi [ppm]   | 2306,95               | 1617,30        | 2389,48        | 1993,64                | 2864,32                |
| Zawartość Fe w marchwi [ppm]   | 489,50                | 637,49         | 439,92         | 310,05                 | 468,56                 |
| Zawartość Zn w marchwi [ppm]   | 45,38                 | 49,16          | 46,77          | 39,09                  | 55,27                  |

Badania finansowane ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego – Lubuskie 2020 (RPLB.01.01.00-08-0004/18).

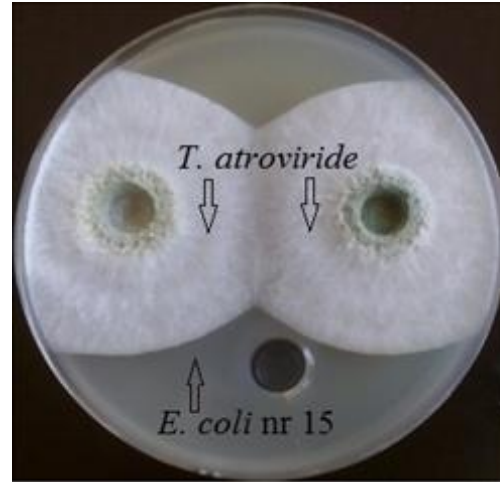
# Cele pracy

Celem badań było wykazanie wpływu dwóch izolatów *Trichoderma* sp. oraz nawożenia gnojowicą na właściwości sanitarne gleby uprawianej metodą pasową oraz tradycyjną, jak również na stan sanitarny roślin.

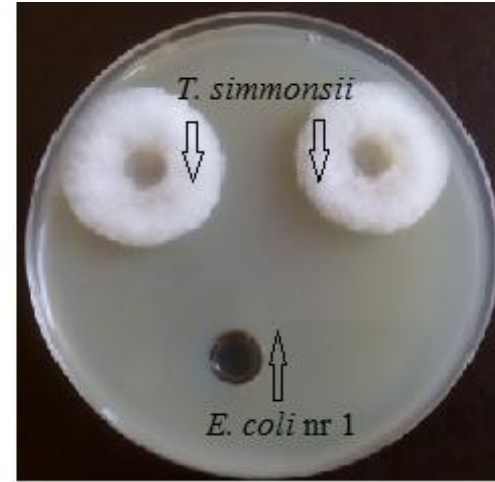
Ponadto celem badań było określenie wpływu zastosowanych w postaci oprysku szczepów *Trichoderma* sp., rodzaju nawożenia, jak również metody uprawy na plon kapusty pekińskiej i buraków ćwikłowych.



# Określenie rodzaju oddziaływań pomiędzy zastosowanymi izolatami *Trichoderma* sp. a szczepami *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. oraz *E. coli* wyizolowanymi z gleby spod uprawy testowanych roślin



Fotografia 1. Efekt oddziaływania pomiędzy TRS14 (po lewej) a szczepem *Alternaria* sp. nr 12



Fotografia 2. Efekt oddziaływania pomiędzy TRS66 (po lewej) a szczepem 1 *Alternaria* sp. nr 7

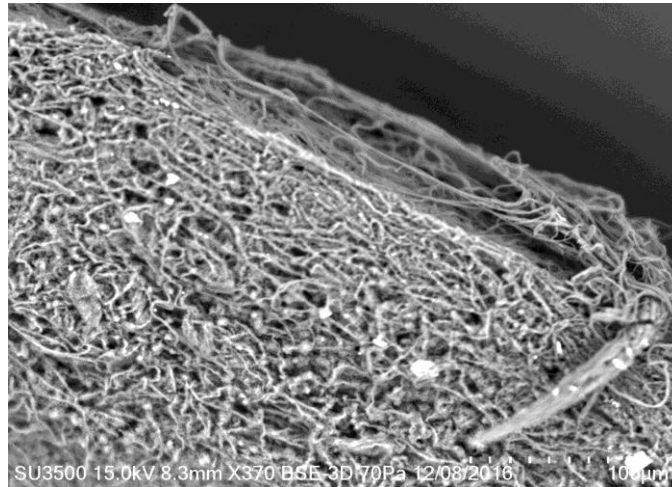


Fotografia 3. Efekt oddziaływania pomiędzy TRS14 (po lewej) a szczepem bulionowej *Fusarium* sp. nr 3

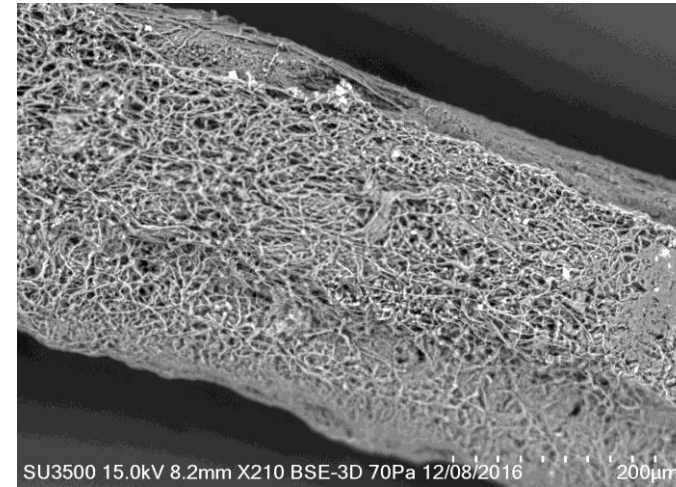


Fotografia 4. Efekt oddziaływania pomiędzy TRS66 (po lewej) a szczepem bulionowej *Fusarium* sp. nr 16

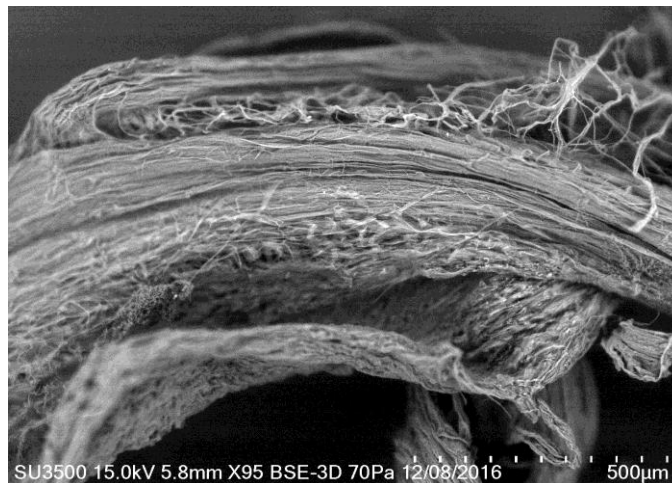
# Określenie zdolności szczepów *Trichoderma* do kolonizacji korzeni buraka ćwikłowego i kapusty pekińskiej w warunkach *in vitro*



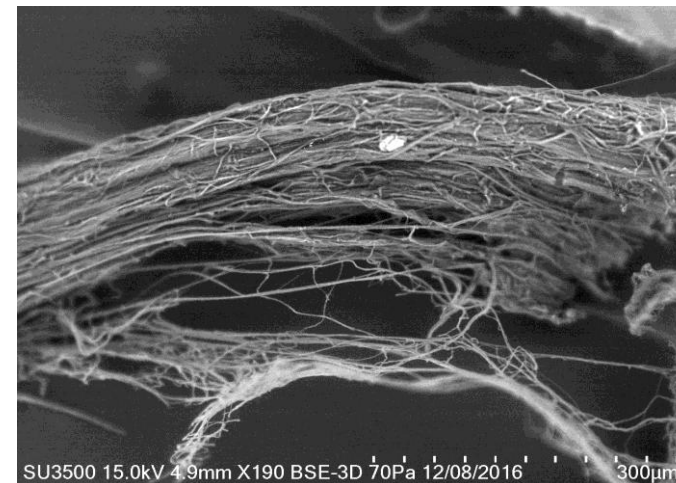
Fotografia 9. Kolonizacja korzenia buraka ćwikłowego przez TRS14 – powiększenie x210



Fotografia 10. Kolonizacja korzenia buraka ćwikłowego przez TRS66 – powiększenie x370

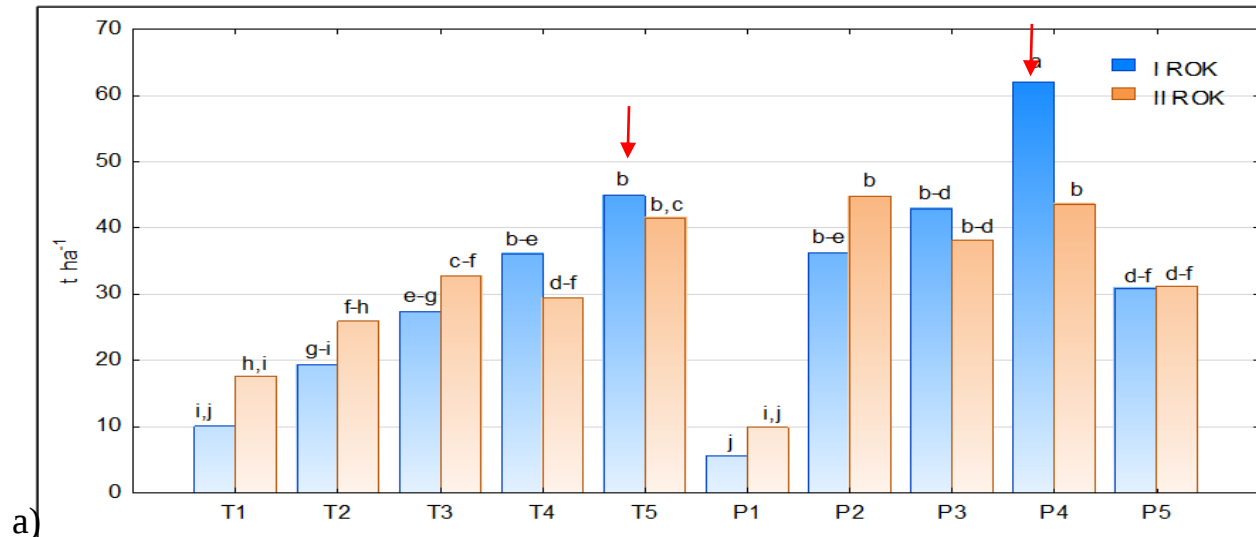


Fotografia 11. Kolonizacja korzenia kapusty pekińskiej przez TRS14 – powiększenie x95



Fotografia 12. Kolonizacja korzenia kapusty pekińskiej przez TRS66 – powiększenie x190

# Określenie plonu kapusty pekińskiej i buraków ćwikłowych



## OBJAŚNIENIA:

T - UPRAWA TRADYCYJNA

P - UPRAWA PASOWA

TRS14 – *T. atroviride*

TRS66 – *T. simmonsii*

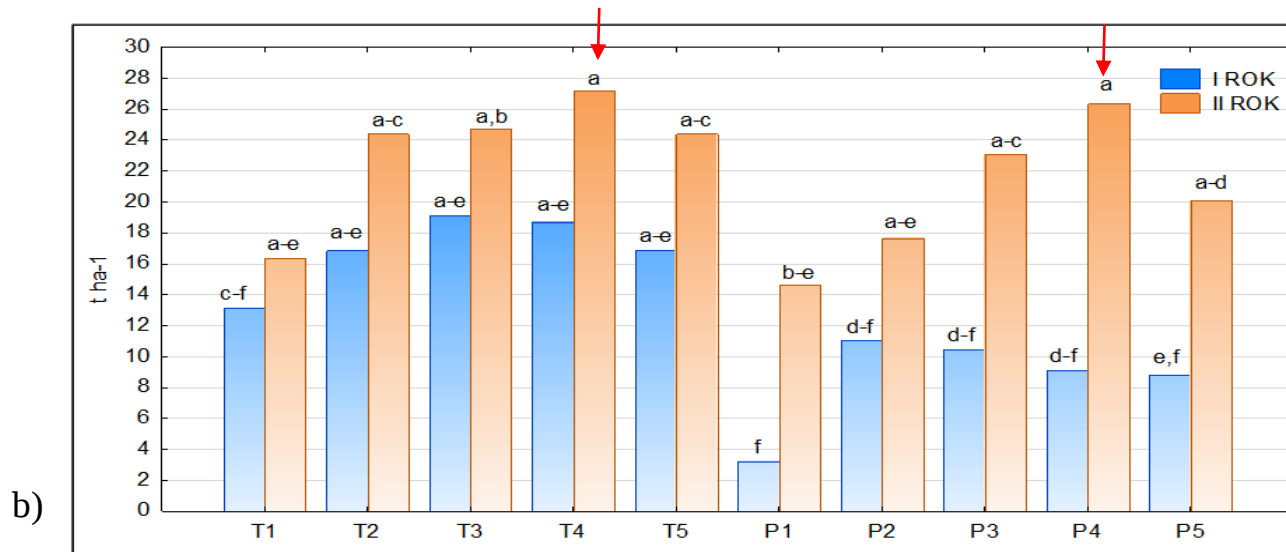
1 - KONTROLA

2 - GNOJOWICA

3 - GNOJOWICA + TRS14

4 - GNOJOWICA + TRS66

5 - 150 kg N · ha⁻¹ (90 kg N · ha⁻¹)



Rycina 3. Plon w 2015 i 2016 roku a) kapusty pekińskiej b) buraków ćwikłowych

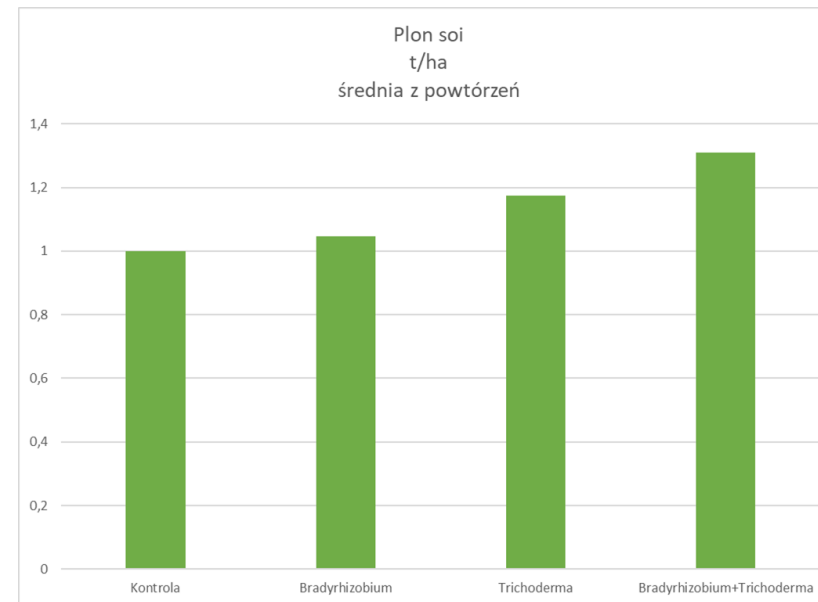
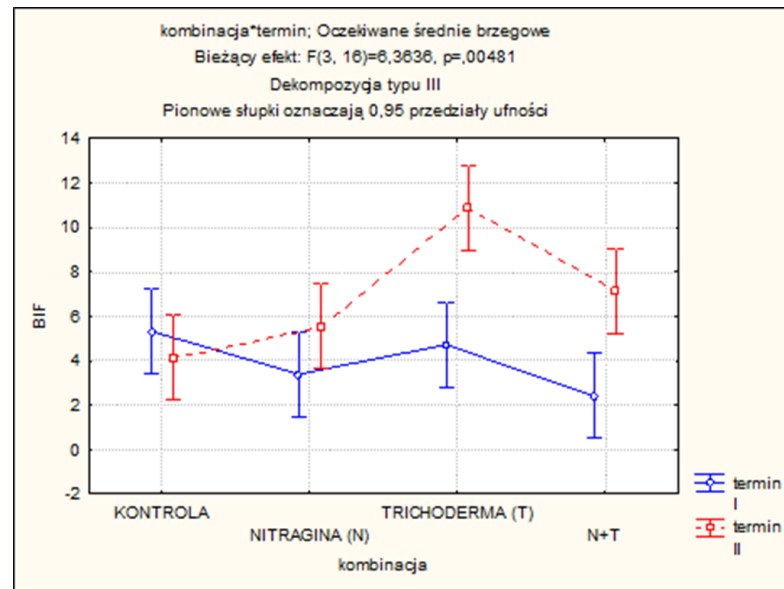
## Ponadto celem badań było określenie wpływu szczepów *Trichoderma* sp., którymi zaprawiano nasiona soi

Doświadczenie jednoczynnikowe założono na poletkach doświadczalnych w Złotnikach (20 m<sup>2</sup>), a poziomami czynnika był rodzaj inokulacji nasion soi (4 warianty):

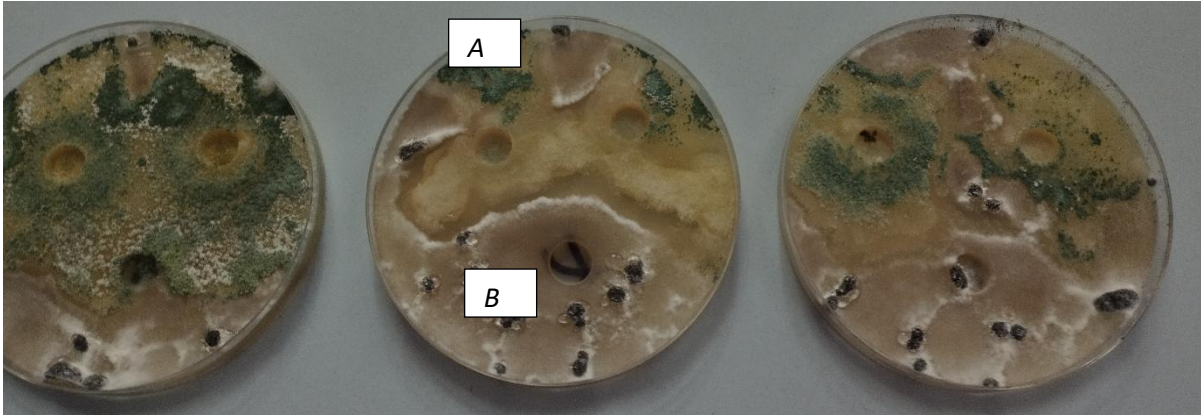
1. Nasiona niezaszczepione (wariant kontrolny);
2. Zaszczepiona nasiona *Bradyrhizobium japonicum*;
3. Nasiona zaszczepiona *Trichoderma*;
4. Nasiona roślin inokulowane *Bradyrhizobium japonicum* i *Trichoderma* (koinokulacja).

- Przed wysiewem nasiona zostały zaprawione odpowiednim szczepem.

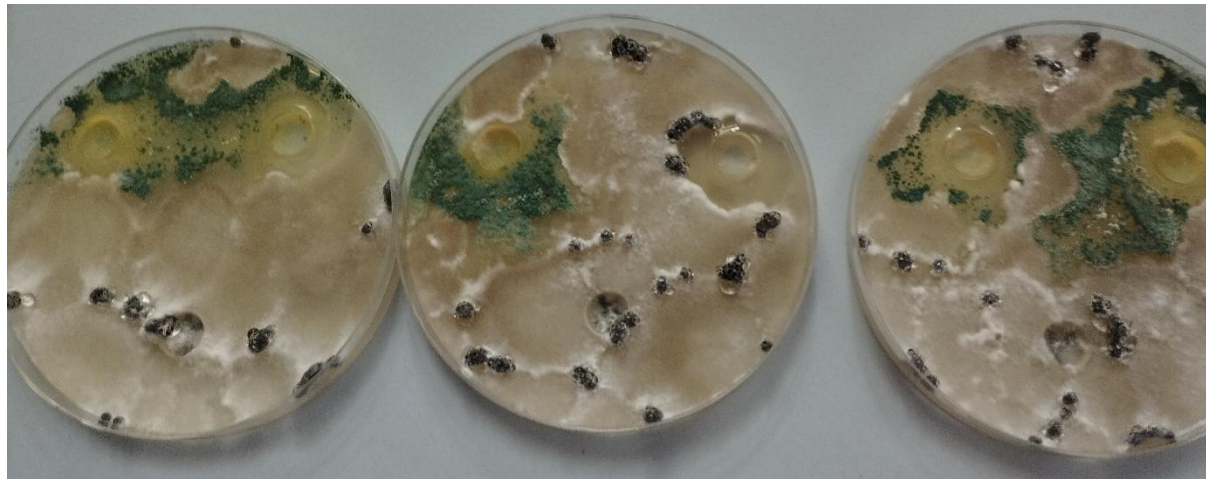
Odczyn gleby był obojętny (pH w 1N KCl 6.1). W warstwie 0-20 cm gleby: 1.05 % materii organicznej, dostępność P, K i Mg, wynosiła odpowiednio 8.3 mg·100 g<sup>-1</sup> gleby, K 12.1 mg·100 g<sup>-1</sup> gleby i Mg 4.2 mg·100 g<sup>-1</sup> gleby.



Sprawozdanie z wpływu preparatów mikrobiologicznych X (konsorcjum *Trichoderma* sp.) oraz Y ( 1 szczep *Trichoderma* sp.) na wzrost i rozwój grzybów patogennych z gatunku *Alternaria alternata*, *Leptoshpaeria biglobosa*, *Leptoshpaeria maculans* oraz *Sclerotinia sclerotiorum*



Fot. 1 Wpływ preparatu Y (rozcieńzonego z wodą wodociągową w stosunku 1:10) - A na *Sclerotinia sclerotiorum* - B

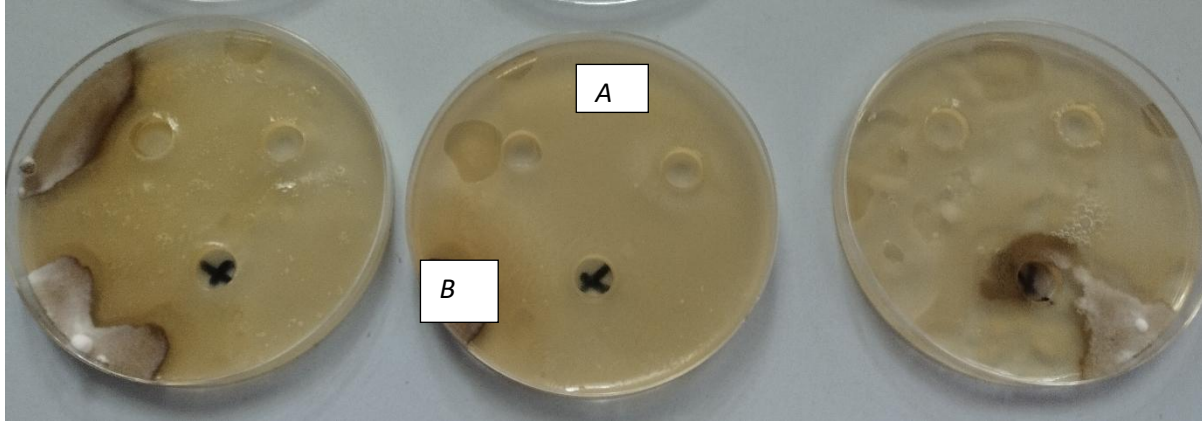


Fot. 2 Wpływ preparatu Y (rozcieńzonego z wodą wodociągową wg zaleceń firmy) na *Sclerotinia sclerotiorum*

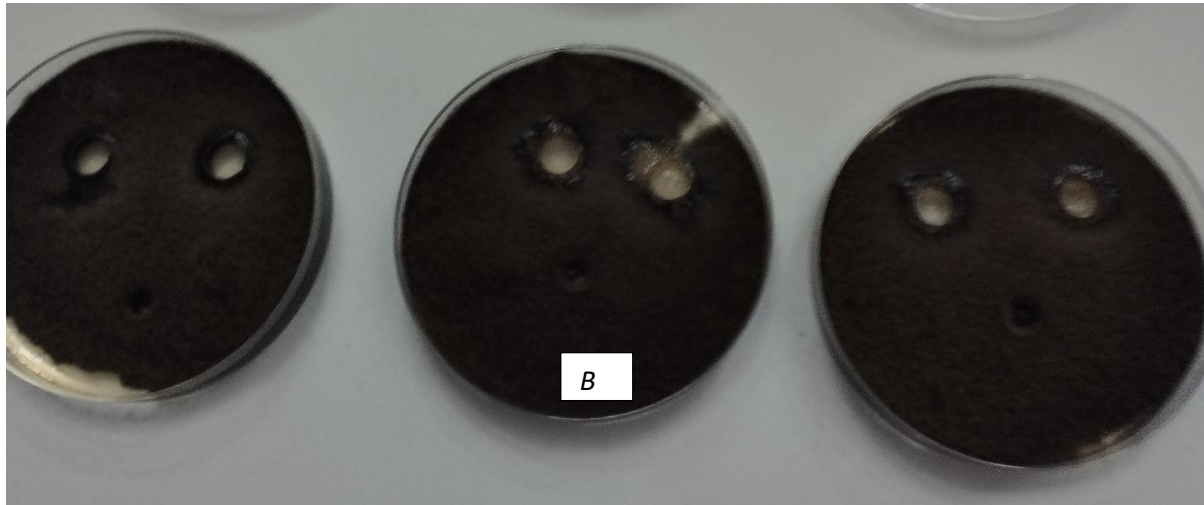
### Wniosek:

Wzrost i rozwój *Sclerotinia sclerotiorum* hamowany był po zastosowaniu preparatu rozcieńzonego z wodą w stosunku 1:10 (fot. 1). Dawka zalecana przez producenta wykazuje niewielki hamowanie rozwoju *S. sclerotiorum* (fot. 2), dlatego w warunkach polowych może nie przynieść oczekiwanych rezultatów.

Sprawozdanie z wpływu preparatów mikrobiologicznych X (konsorcjum *Trichoderma* sp.) oraz Y (1 szczep *Trichoderma* sp.) na wzrost i rozwój grzybów patogennych z gatunku *Alternaria alternata*, *Leptoshpaeria biglobosa*, *Leptoshpaeria maculans* oraz *Sclerotinia sclerotiorum*



Fot. 5 Wpływ preparatu X (rozcieńczonego z wodą wodociągową w stosunku 1:10) – A na *Sclerotinia sclerotiorum* - B



Fot. 7 Wpływ preparatu X (rozcieńczonego z wodą wodociągową wg zaleceń firmy) na *Alternaria alternata* -B

- **Wniosek:**

Wzrost i rozwój *Alternaria alternata* hamowany był po zastosowaniu preparatu rozcieńczonego z wodą w stosunku 1:10 (fot. 5). Dawka zalecana przez producenta nie wykazuje antagonistycznego wpływu wobec patogena (fot. 7), dlatego w warunkach polowych nie przyniesie oczekiwanych rezultatów.

# ***Zalecenia przy stosowaniu preparatów mikrobiologicznych***

1. Stosowanie preparatów mikrobiologicznych pochodzących z wiarygodnych źródeł, o potwierdzonych właściwościach biochemicznych. Zarejestrowanych przez odpowiednie jednostki.
2. Odpowiednie przechowywanie preparatów mikrobiologicznych (odpowiednia temperatura, w razie konieczności zacienione miejsce, odpowiedni okres przydatności).
3. Rozcieńczanie w wodzie odchlorowanej (chlor – niszczy ściany komórkowe mikroorganizmów oraz enzymy wewnątrzkomórkowe)
4. Obecność pestycydów w glebie może osłabiać lub niszczyć komórki mikroorganizmów.
5. Aplikacja - zgodnie z zaleceniem producenta:
  - *W dni pochmurne (rano lub wieczorem) – ochrona przed UV.*
  - *W przypadku preparatów stosowanych dolistnie stosowanie w godzinach porannych, kiedy roślinne aparaty szparkowe są otwarte.*
  - *W przypadku preparatów dolistnych najlepiej nie stosować w czasie obfitego deszczu, chyba że producent podaje inaczej.*
6. Odpowiedni czas aplikacji (nie za wcześnie/późno), zgodnie z zaleceniami producenta

## ***Zalecenia przy stosowaniu preparatów mikrobiologicznych – ciąg dalszy***

- 6. Różne reakcje roślin na preparaty mikrobiologiczne = dostosowywanie rodzaju preparatu do konkretnej rośliny.**
- 7. Stosować preparaty na odpowiednio przygotowane podłoże (odpowiednia temperatura, wilgotność, pH, obecność materii organicznej – nawozy naturalne/organiczne).**
- 8. Odpowiednia uprawa gleby, odpowiedni płodozmian.**

**Zabiegi „dobre” dla gleby będą optymalizować wzrost, rozwój i aktywność  
mikroorganizmów!!!**

**MATEIAŁY DYDAKTYCZNE POWSTAŁY W RAMCH PROJEKTU**

„Najlepsi z natury! Podnoszenie kompetencji osób dorosłych przez UPP”, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus, w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027, na podstawie umowy nr FERS.01.05-IP.08-0469/23



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego

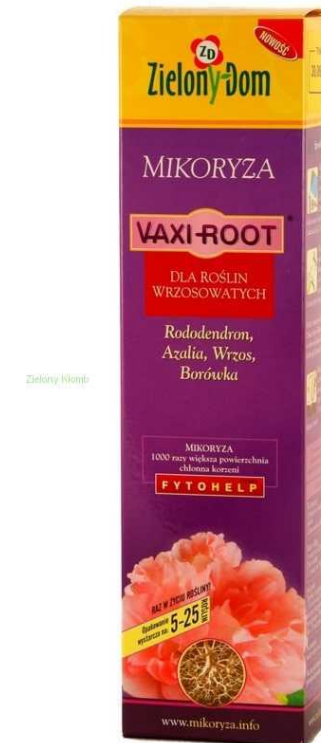
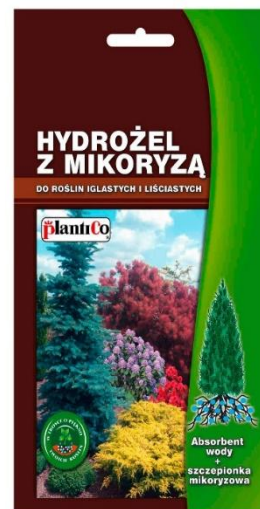
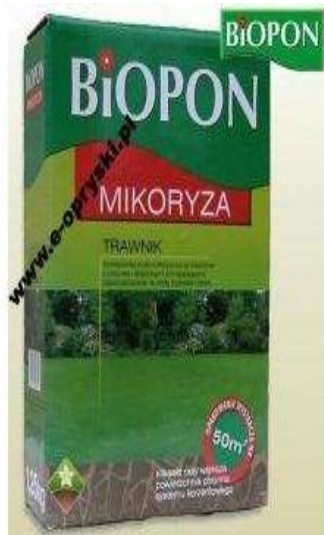


Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



# PREPARATY MYKORYZOWE

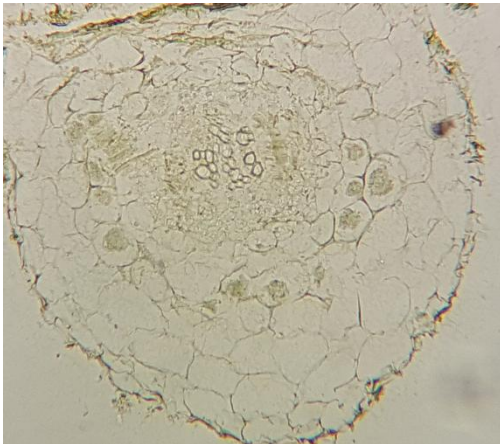


# MYKORYZA

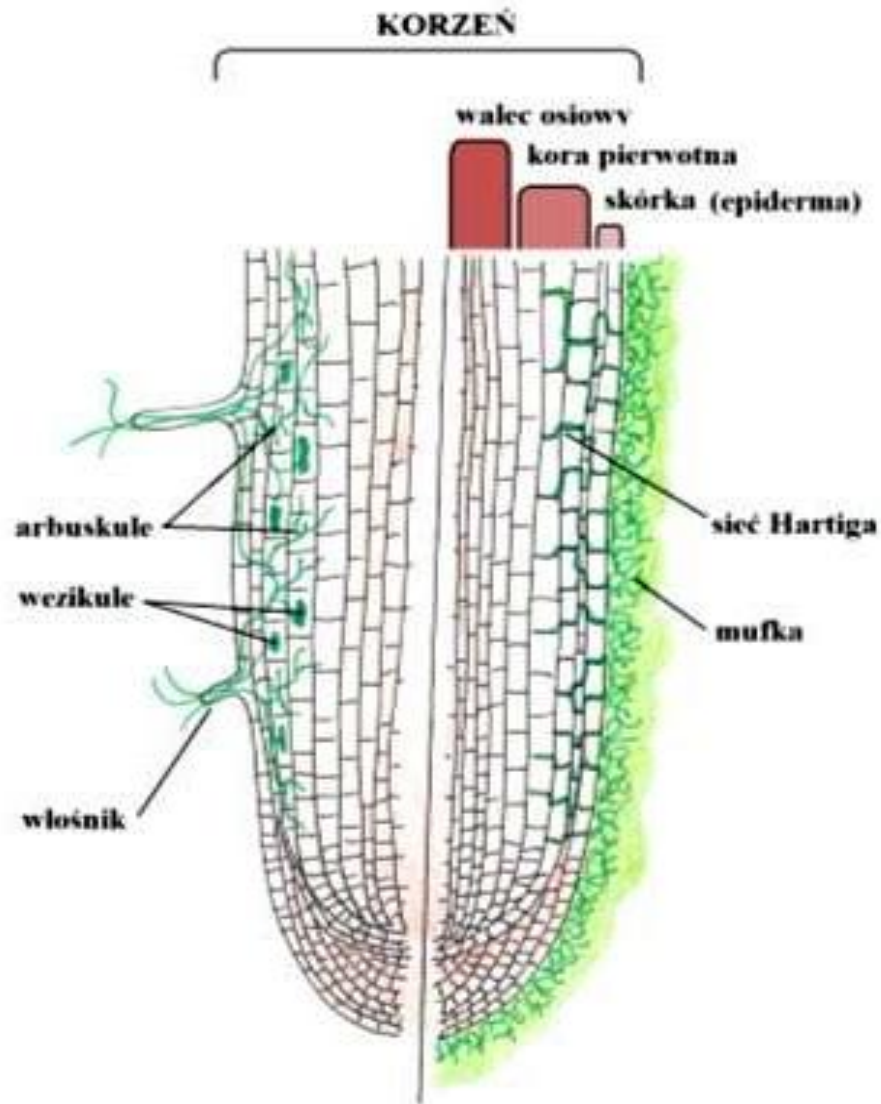
występowanie tkanek grzyba w korzeniach niektórych (prawdopodobnie większości) gatunków roślin, będące formą symbiozy



topola  
wierzba  
berberys  
jarzębina



E  
N  
D  
O  
M  
I  
K  
O  
R  
Y  
Z  
A



sosna  
jodła  
świerk  
modrzew  
dąb  
buk  
grab  
brzoza

# Obustronne korzyści

## Korzyści dla grzybów mykoryzowych

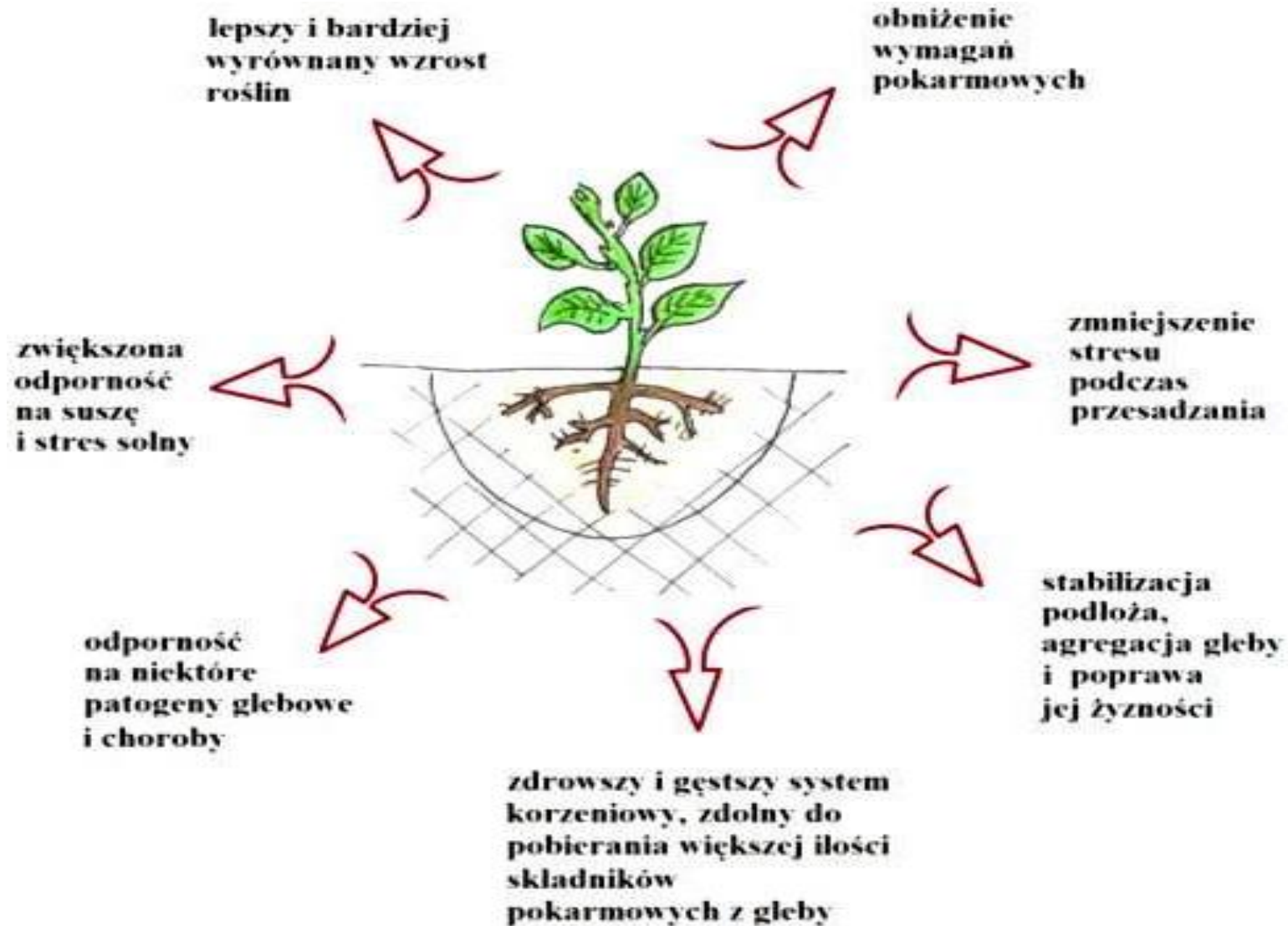
- korzystanie z produktów fotosyntezy jako źródła energii,
- produkcja substancji wzrostowych dla grzybów



## Korzyści dla roślin

- ułatwienie pobierania wody i soli mineralnych
- (grzybnia rozrasta się nawet na 50m)
- ochrona przed patogenami
- poprawa struktury gleby (produkcja glomalin, które tworzą stabilne agregaty z cząsteczkami gleby)

# Korzyści dla rośliny



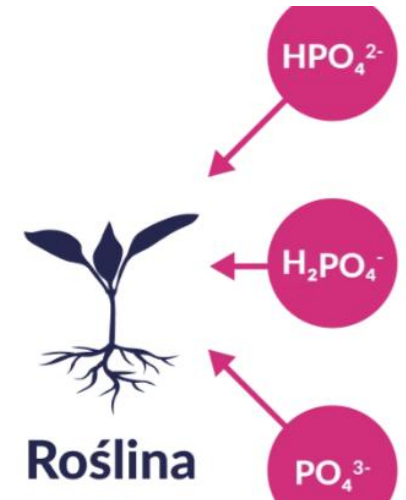
*Mikroorganizmy przeprowadzające proces  
solubilizacji związków fosforu*

# Mineralne związki fosforu w glebie

## Fosfor mineralny

*W Polsce całkowita zawartość fosforu (P) w glebach uprawnych wynosi od 500 do 800 mg P/kg, jednakże jedynie od 0,03 do 0,5 mg P/kg gleby występuje w formie dostępnej dla roślin.*

- minerały: fluoroapatyt -  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$  i hydroksyapatyt -  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$ .
- połączenia fosforu z wapniem (w glebach zasadowych)
- połączenia fosforu z glinem i żelazem (w glebach kwaśnych)
- związki zaabsorbowane na organiczno-mineralnym kompleksie sorpcyjnym.



O niedoborze tego ważnego makroskładnika w glebie świadczyć może wiele cech morfologicznych roślin, między innymi takich jak:

- \*silne zahamowanie wzrostu organów nadziemnych roślin,
- \*słabe krzewnie zbóż, ograniczone kwitnienie,
- \*zamieranie pędów bocznych,
- \*odcień fioletowy lub purpurowy liści,
- \*bardzo słabe zawiązywanie nasion,
- \*wcześniejsze dojrzewanie roślin.



Table 1. Genera of bacteria involved in phosphorus solubilization in soil

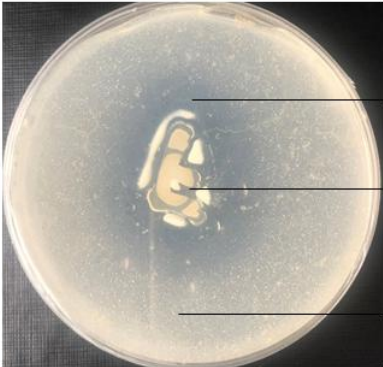
Tabela 1. Gatunki bakterii biorących udział w solubilizacji fosforu w glebie

Source: Authors' study based on R. Dhankhar, S. Sheoran, et al. The role of Phosphorus Solubilizing Bacteria (PSB) in soil management – an overview, international Journal of Development Research vol. 3, Issue, 9, 2013, p. 33

| Genus        | Species              |
|--------------|----------------------|
| Bacillus     | B. amyloliquefaciens |
|              | B. licheniformis     |
|              | B. polymyxa          |
|              | B. megaterium        |
|              | B. pumilus           |
|              | B. subtilis          |
|              | B. pasteurii         |
|              | B. atrophaeus        |
| Enterobacter | E. intermedium       |
|              | E. aerogenes         |
|              | E. taylorae          |
|              | E. asburiae          |
| Pseudomonas  | P. fluorescens       |
|              | P. putida            |
|              | P. mendocina         |
|              | P. striata           |
|              | P. fluorescens       |
|              | P. aeruginosa        |

Table 1. A brief summary of production of principal organic acids by P-solubilizing fungi.

| Organism                                                                                                                                                                                                                      | Predominant acids                                                                            | References                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. candidus</i> ,<br><i>A. niger</i> , <i>A. terreus</i> , <i>A. wentii</i> ,<br><i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Penicillium</i><br>sp., <i>Trichoderma isidiae</i> ,<br><i>Trichoderma</i> sp. | Lactic, Maleic, Malic,<br>Acetic, Tartaric, Citric,<br>Fumaric, Gluconic                     | Akintokun et al.<br>2007                                                                  |
| <i>A. flavus</i> , <i>A. candidus</i><br><i>Penicillium oxalicum</i><br><i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. niger</i> ,<br><i>P. canescens</i>                                                                                  | Glutaric<br>Malic, Gluconic, Oxalic<br>Oxalic, Citric, Gluconic,<br>Succinic                 | Shin et al. 2006<br>Maliha et al. 2004                                                    |
| <i>Penicillium rugulosum</i><br><i>A. niger</i>                                                                                                                                                                               | Citric, Gluconic<br>Succinic                                                                 | Reyes et al. 2001<br>Vazquez et al. 2000                                                  |
| <i>Penicillium variabile</i><br><i>Penicillium rugulosum</i><br><i>Penicillium radicum</i><br><i>Penicillium variabile</i>                                                                                                    | Gluconic<br>Gluconic<br>Gluconic<br>Gluconic                                                 | Fenice et al. 2000<br>Reyes et al. 1999a<br>Whitelaw et al. 1999<br>Vassilev et al. 1996a |
| <i>A. niger</i><br><i>A. awamori</i> , <i>A. foetidus</i> , <i>A. terricola</i> ,<br><i>A. amstelodemi</i> , <i>A. Tamari</i><br><i>A. japonicus</i> , <i>A. foetidus</i>                                                     | Citric, Oxalic, Gluconic<br>Oxalic, Citric<br>Oxalic, Citric, Gluconic<br>Succinic, Tartaric | Illmer et al. 1995<br>Gupta et al. 1994<br>Singal et al. 1994                             |
| <i>Penicillium bilaji</i>                                                                                                                                                                                                     | Citric, Oxalic                                                                               | Cunningham and<br>Kuiack 1992                                                             |
| <i>A. niger</i> , <i>P. simplicissimum</i><br><i>A. awamori</i> , <i>P. digitatum</i><br><i>Penicillium</i> sp.<br><i>A. niger</i>                                                                                            | Citric<br>Succinic, Citric, Tartaric<br>Oxalic, Itaconic<br>Succinic                         | Burgstaller et al. 1992<br>Gaur 1990<br>Parks et al. 1990<br>Venkateswarlu et al.<br>1984 |
| <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp.,<br><i>Chaetomium nigricolor</i><br><i>A. fumigatus</i> , <i>A. candidus</i>                                                                                                   | Oxalic, Succinic, Citric,<br>2-ketogluconic<br>Oxalic, Tartaric                              | Banik and Dey 1983<br>Banik and Dey 1982                                                  |



Strefa przejaśnienia wokół kolonii *Bacillus megaterium* świadcząca o uruchomieniu fosforu (forma dostępna dla roślin)

*Bacillus megaterium*

Fosfor w formie niedostępnej dla roślin

Rys. 1 Bakterie *Bacillus megaterium* przekształcające w glebie fosfor mineralny z formy niedostępnej w formę dostępną dla roślin

# Udział drobnoustrojów w przemianach fosforu

- **Biologiczne wietrzenie – mechanizmy:**

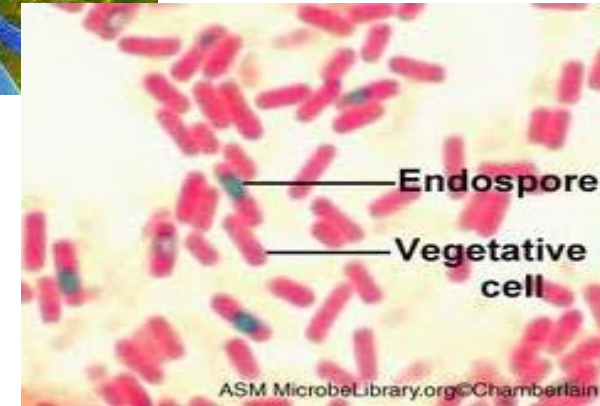
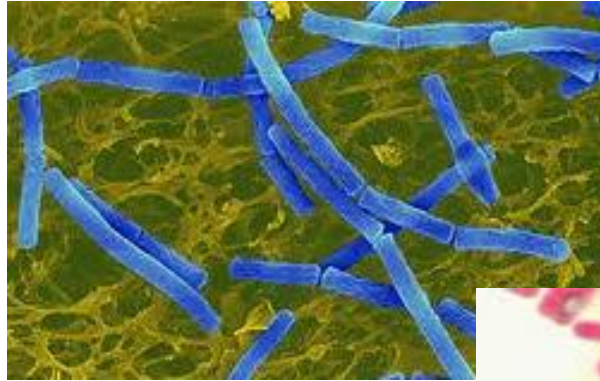
A) aktywność powoduje obniżenie odczynu środowiska:

- Produkcja CO<sub>2</sub>
- Produkcja kwasów organicznych
- Produkcja kwasów mineralnych

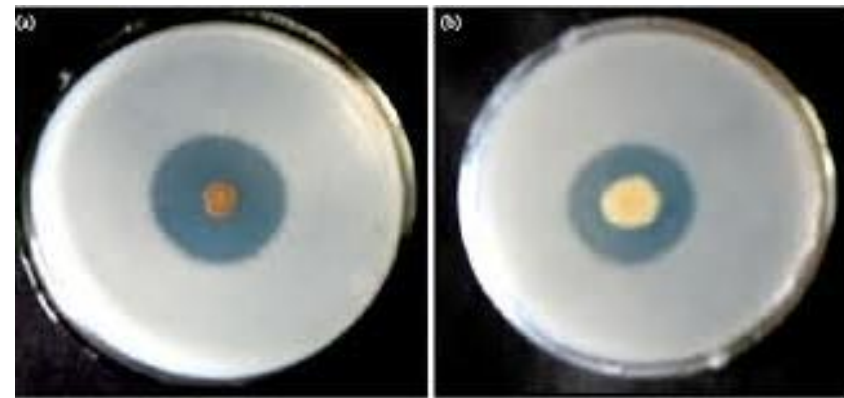
B) Aktywność enzymatyczna – niektóre drobnoustroje wytwarzają enzymy rozpuszczające fosforan wapnia:

*Pseudomonas calcis*

*Bacillus megaterium* var.  
*phosphaticum* (tlenowe, G+)



- Przekształcają w glebie związki fosforu nieorganicznego w formę przyswajalną przez rośliny
- Produkcja fitohormonów
- Produkcja witamin z grupy B



40 kg w czystej formie na 1 hektar/rok

# ***Zalecenia przy stosowaniu preparatów mikrobiologicznych***

1. Stosowanie preparatów mikrobiologicznych pochodzących z wiarygodnych źródeł, o potwierdzonych właściwościach biochemicznych. Zarejestrowanych przez odpowiednie jednostki.
2. Odpowiednie przechowywanie preparatów mikrobiologicznych (odpowiednia temperatura, w razie konieczności zacienione miejsce, odpowiedni okres przydatności).
3. Rozcieńczanie w wodzie odchlorowanej (chlor – niszczy ściany komórkowe mikroorganizmów oraz enzymy wewnątrzkomórkowe)
4. Obecność pestycydów w glebie może osłabiać lub niszczyć komórki mikroorganizmów.
5. Aplikacja - zgodnie z zaleceniem producenta:
  - *W dni pochmurne (rano lub wieczorem) – ochrona przed UV.*
  - *W przypadku preparatów stosowanych dolistnie stosowanie w godzinach porannych, kiedy roślinne aparaty szparkowe są otwarte.*
  - *W przypadku preparatów dolistnych najlepiej nie stosować w czasie obfitego deszczu, chyba że producent podaje inaczej.*
6. Odpowiedni czas aplikacji (nie za wcześnie/późno), zgodnie z zaleceniami producenta

## ***Zalecenia przy stosowaniu preparatów mikrobiologicznych – ciąg dalszy***

- 6. Różne reakcje roślin na preparaty mikrobiologiczne = dostosowywanie rodzaju preparatu do konkretnej rośliny.**
- 7. Stosować preparaty na odpowiednio przygotowane podłoże (odpowiednia temperatura, wilgotność, pH, obecność materii organicznej – nawozy naturalne/organiczne).**
- 8. Odpowiednia uprawa gleby, odpowiedni płodozmian.**

**Zabiegi „dobre” dla gleby będą optymalizować wzrost, rozwój i aktywność mikroorganizmów!!!**



**Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego**



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Dofinansowane przez  
Unię Europejską**



# Dziękuję za uwagę

