

# Mikroorganizmy glebowe – małe stworzenia, wielka siła?

Z uwagi na narastające zużycie nawozów sztucznych i coraz powszechniejszy problem przenawożenia naukowcy na całym świecie poszukują alternatywnych środków, mających na celu zwiększenie plonów roślin użytkowych, a także poprawę ich jakości. Potencjalnych rozwiązań tego problemu jest wiele, najciekawszy (i najbardziej „ekologiczny”) z nich tkwi jednak w samej glebie. Czy to możliwe, że odpowiedni skład mikroflory glebowej ma wpływ na ilość i jakość naszego późniejszego pożywienia? Zarówno badania naukowe, jak i doświadczenia pionierów w kwestii stosowania koncentratów mikrobiologicznych w Polsce zdają się potwierdzać owe przypuszczenia.

## Co w glebie piszczy?

Czym jest gleba? Pytanie z pozoru bardzo proste, odpowiedź też niby oczywista. Glebą nazywamy powierzchniową warstwę litosfery, czyli skorupy ziemskiej. Jest to obowiązkowy i integralny składnik ekosystemów, składa się w różnych proporcjach z materii mineralnej i organicznej. **O ile nad częścią mineralną gleby skupieni jesteśmy od zawsze, o tyle sferę ożywioną często zostawiamy samej sobie. Wiele jednak wskazuje na to, że równowaga mikrobiologiczna jest w co najmniej równym stopniu istotna, co odpowiedni skład mineralny ziemi uprawnej.** Gleba jest bowiem środowiskiem życia dla milionów gatunków mikroorganizmów, z których znaczna większość pozostaje nieopisana. Ich interakcje mogą mieć wyraźny wpływ na otoczenie, którym mogą być również nasze rośliny uprawne.

Najliczniejszymi mikroorganizmami glebowymi są oczywiście bakterie. Stanowią one znaczącą większość życia w najpłytszych warstwach ziemskiej litosfery. Jeden gram ubogiej w próchnicę gleby to dziesiątki milionów, a w żyznych nawet kilka miliardów komórek bakteryjnych! Sumaryczna waga wszystkich bakterii na ziemi przekracza ciężar roślin i zwierząt. Z jednej strony sama wartość statystyczna może człowiekowi uświadomić potencjalny wpływ najmniejszych form życia na jakość gleby, z drugiej można zadać pytanie – jaki wpływ na tak różnorodne środowisko może mieć ingerencja człowieka, poprzez eliminowanie lub wprowadzanie konkretnych gatunków mikroorganizmów przy tak



wielkiej konkurencji? Właśnie słowo „konkurencja” wydaje się być tutaj kluczowe. Wyobraźmy sobie młodego naukowca, który odkrył recepturę na nowy lek na ból głowy. Nawet gdyby związał się kontraktem z firmą farmaceutyczną, to przy obecnym rynku tabletek przeciwbólowych zapewne by się nie przebił. Jeśli jednak wytrzymałby starcia z konkurencją i przetrwał na rynku – stałby się z pewnością jednym z wiodących graczy. Podobnie jest z mikroorganizmami i ich odwieczną rywalizacją. Każde słabsze ogniwo ginie natychmiast, przetrwują tylko najsilniejsi. Właśnie w tym tkwi największy potencjał i największa moc tego mikroświata.

O tym, że bez drobnoustrojów nie istniałaby flora w obecnym kształcie, świadczą mogą najpopularniejsze, najmniej wyszukane przykłady współpracy na poziomie komórkowym między roślinami i bakteriami lub komórkami grzybowymi. Już w pierwszych latach nauki biologii w szkole młodzież uczy się o bakteriiach brodawkowych, pomagających roślinom motylkowym przyswajać azot atmosferyczny. Bez pomocy

tych kilku gatunków cała wielka rodzina roślin nie byłaby w stanie normalnie funkcjonować. Innym przykładem, tym razem globalnym, są bakterie nityfikacyjne, które przetwarzają amoniak w azotany, które bez problemu przyswajane są przez wszystkie gatunki roślin.

Drugą niezwykle istotną grupą mikroorganizmów są grzyby jednokomórkowe, takie jak drożdże, pleśniaki i kropidlaki. Wytwarzane przez nie substancje (choćby doskonale wszystkim znane antybiotyki) mają niebagatelny wpływ na populację innych mikroorganizmów, w tym chorobotwórczych. Ich obecność w otoczeniu rośliny przyczynia się więc do spadku częstotliwości chorób roślin o podłożu bakteryjnym.

**Najważniejszym oddziaływaniem między grzybami a roślinami jest mikoryza. Mikoryza to klasyczny przykład mutualizmu, czyli współpracy międzygatunkowej, z której oba organizmy czerpią wymierne korzyści. Grzyby czerpią z niej korzyść, pobierając z rośliny produkty fotosyntezy, jako że same nie potrafią jej prowadzić. To, co zyskuje w zamian roślina, wraz z kolejnymi odkryciami naukowców, coraz trudniej opisać.** Po pierwsze zapewniają dostęp do związków mineralnych, głównie związków azotu i fosforu. Po drugie zapobiegają „ucieczce” pozostałych mikroorganizmów z obrębu rośliny. Strzępki grzybni tworzą wokół korzeni sieć, która utrzymuje glebę wilgotną i zapewnia odpowiednie środowisko życia dla bakterii, które, jak wiadomo, mogą produkować przyswajalne formy, np. azotu. Obieg się zamyka. Innymi słowy, w przypadku braku obecności grzybów mikoryzowych pozostałe mi-

kroroorganizmy nie mają odpowiedniego punktu zaczepienia, a skoro posiadły zdolność ruchu – migrują w poszukiwaniu lepszego życia. Z całą pewnością można więc stwierdzić, że grzyby mikoryzowe są dla rośliny tym, czym jest kuchnia dla domowego ogniska – bez bijącego od niej ciepła trudno utrzymać rodzinę w jednym miejscu.

Świadomość wzajemnych relacji w świecie mikrobiologicznym doprowadziła do pierwszych badań nad wykorzystaniem drobnoustrojów w celu poprawy jakości gleb już w latach 60. ubiegłego stulecia. Jednym z badaczy był Teuro Higa z Uniwersytetu Ryukyu w Okinawie, późniejszy autor koncepcji „Efektywnych Mikroorganizmów”. Japończyk był pierwszą osobą, która zasugerowała, że odpowiednio dobrany zestaw mikroorganizmów może mieć znaczący wpływ na jakość gleby, co niesie za sobą ilościową i jakościową poprawę plonów.

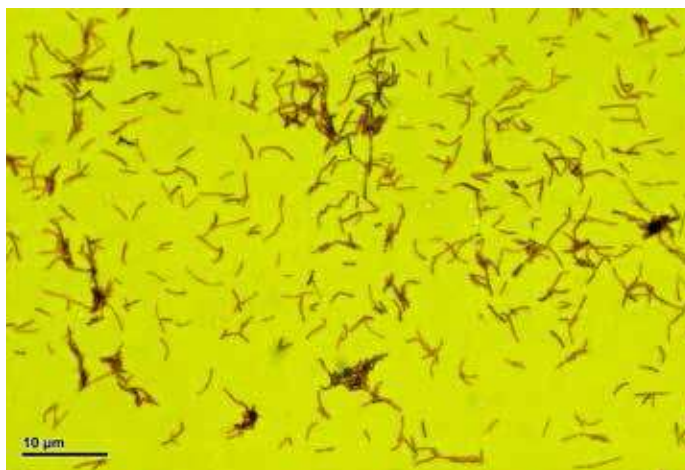
### Koncepcja Efektywnych Mikroorganizmów

Higa, obecnie emerytowany profesor uczelni w Okinawie, przez lata pracował nad odpowiednim zestawem mikroorganizmów oraz metodami ich hodowli w celu utrzymywania równowagi między jednokomórkowcami. Tak dobrana mieszanka docelowo stanowić miała remedium na szerzący się problem niszczenia gleb w wyniku działań przemysłu i zbyt intensywnego rolnictwa. Ostatecznie opracował ciągle udoskonalany zestaw drobnoustrojów, nazwanych przez niego „Efektywnymi Mikroorganizmami”. W ich skład wchodzi kilkadziesiąt gatunków bakterii i grzybów, reprezentujących kilka grup, z których każda ma mieć inną funkcję. Zaliczamy do nich:

- **BAKTERIE FOTOSYNTETYZUJĄCE**, które wydzielają metabolity na zewnątrz komórek, co korzystnie wpływa na wzrost innych mikroorganizmów, ma działać również bezpośrednio na rośliny. Metabolitami tych bakterii są bioaktywne peptydy, aminokwasy, glukoza.
- **PROMIENIOWCE**, korzystające z aminokwasów produkowanych przez bakterie fotosyntetyzujące, w celu produkcji własnych peptydów. Wy-

tworzą antybiotyki, ograniczające populacje bakterii chorobotwórczych. Przyspieszają wiązanie azotu przez bakterie azotowe, same znajdują się w brodawkach korzeniowych roślin motylkowych.

- **BAKTERIE KWASU MLEKOWEGO**, pełniące podobną rolę jak w jelitach ssaków – wytwarzają kwas mlekowy, zapobiegający nadmiernemu wzrostowi szkodliwych mikroorganizmów. Dodatkowo przyspieszają rozkład materii organicznej.
- **DROŹDŹE**, produkujące enzymy i antybiotyki. Niektóre metabolity drożdżowe stanowią substraty dla promieniowców i bakterii kwasu mlekowego.
- **KROPIDLAKI I PLEŚNIAKI**, rozkładające materię organiczną (saprofity), wydzielają alkohol i antybiotyki, ograniczając wzrost bakterii chorobotwórczych. Kropidlaki produkują insektycydy, likwidujące szkodliwe owady.



Wszystkie gatunki są więc dobrane w taki sposób, aby produkty jednych były równocześnie substratami dla drugich. Jeśli połączymy wszystkie wzajemne relacje międzygatunkowe, otrzymamy sieć powiązań, dającą wyobrażenie siły i znaczenia współpracy pomiędzy drobnoustrojami. Wygląda to trochę jak wielka maszyna zbudowana z małych trybików, z których wyciągnięcie jednego sprawia, że cały mechanizm przestaje funkcjonować. „Korporacja”, jaką tworzą organizmy jednokomórkowe, jest fascynująca i mogłaby stanowić wzór dla niejednego przedsiębiorstwa.

Hodowla profesora Higi oparta jest o pożywkę na bazie melasy z trzciny cukrowej, będącej źródłem cukrów i związków mineralnych, znacząco przy-

spieszających rozwój mikroorganizmów w mieszance. Sama koncepcja wzajemnie wspierających się mikroorganizmów, produkujących przydatne również dla roślin metabolity, wydaje się być genialna w swej prostocie. Pożyteczne mikroorganizmy z jednej strony pozostają między sobą w równowadze, z drugiej mają dominować nad resztą po zastosowaniu ich bezpośrednio w miejscu działania – na przykład na polu uprawnym. Dane na temat stosowania Efektywnych Mikroorganizmów przez dłuższy czas w gospodarstwach rolnych zdają się potwierdzać ich pozytywny wpływ na jakość upraw i późniejsze zbiory.

Higa poszedł ze swoimi badaniami jeszcze dalej. W swoich publikacjach utrzymuje, że Efektywne Mikroorganizmy mogą być z powodzeniem stosowane w oczyszczalniach ścieków, co zresztą nie może dziwić – oczyszczanie biologiczne przy użyciu bakterii jest stosowane od lat. Mieszanki oparte o Efektywne Mikroorganizmy stosowane były między innymi do oczyszczania jezior w Bangladeszu, uzdatniano nimi wodę w Republice Południowej Afryki. Badania prowadzone w Australii wyraźnie wykazały zmniejszenie ilości osadu po oczyszczeniu wody po zastosowaniu Efektywnych Mikroorganizmów. Wygląda więc na to, że i na tym polu można osiągać sukcesy za pomocą mieszanki drobnoustrojów. Poważnym problemem i ograniczeniem w ich stosowaniu na tym polu jest jednak krótkotrwały efekt – kraje rozwijające nie mogą pozwolić sobie na ciągły zakup

dość kosztownych mieszanek, w rozwiniętej części świata systemy oczyszczające ścieki są już na tyle dobrze rozwinięte, że znaczenie Efektywnych Mikroorganizmów spada znacząco.

My wróćmy jednak do uprawy roślin. Jakie mogą być korzyści stosowania koncentratów mikrobiologicznych dla plantatorów? Rolnicy stosujący Efektywne Mikroorganizmy na wielką skalę od co najmniej kilku lat jednoznacznie wyrażają zadowolenie z efektów ich użycia. Jak to wygląda w praktyce?

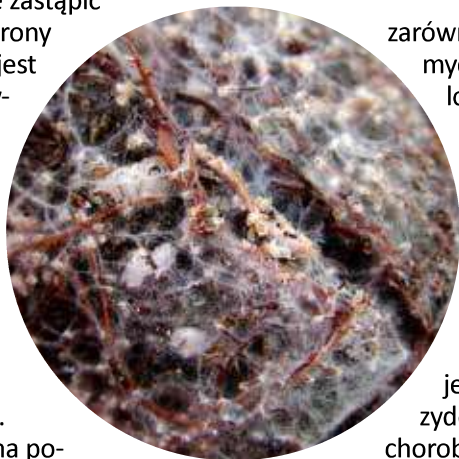
### Efekty „Efektywnych”

Jeśli chodzi o polskie rolnictwo na szeroką skalę, w dalszym ciągu główny nacisk kładziony jest na coraz nowocześniejsze maszyny rolnicze i inwestowa-

nie w nowoczesne nawozy sztuczne. Tak zwana biologizacja upraw, a więc stosowanie czynników biologicznych, takich jak Efektywne Mikroorganizmy, nie należy do standardów. Pionierzy stosujący mieszanki na swoich polach podkreślają zadowalające efekty. „Zainwestowanie złotówki w Efektywne Mikroorganizmy to zaoszczędzenie dwóch złotych na środkach ochrony roślin” - słowa właściciela jednego z takich gospodarstw brzmią wręcz niewiarygodnie. Czy oznacza to, że same mikroorganizmy są w stanie zastąpić nawozy i środki ochrony roślin? Odpowiedź jest oczywiście negatywna – byłoby to zbyt piękne – plantatorzy mogą jednak pozwolić sobie na znaczne ograniczenie stosowania środków chemicznych (w przypadku gospodarstw konwencjonalnych).

Przykładowo – słoma pozostała po zbiorach kukurydzy może zostać przetworzona za pomocą mikroorganizmów i z powodzeniem zastosowana jako nawóz naturalny. Dane z gospodarstw wskazują, że plony na glebach traktowanych Efektywnymi Mikroorganizmami są wysokie nawet w przypadku najniższych klas ziemi. W ciągu kilku lat ilość próchnicy w glebie zwiększa się nawet kilkukrotnie, podobnie jak i sam plon.

Interesujący jest także wzrost odporności na choroby. Dotyczy on



zarówno plonów, jak i samych roślin. Jest to dość logiczne – występujące w równowadze mikroorganizmy kolonizują również samą roślinę – na przykład skórkę bulwy ziemniaka, nie dopuszczając do obecności na niej niepożądanych jednokomórkowych rezydentów wywołujących choroby.

**Poważną wadą stosowania oprysków na bazie Efektywnych Mikroorganizmów jest konieczność corocznego powtarzania zabiegów. Z drugiej strony, w przypadku stosowania nawozów i oprysków chemicznych problem jest ten sam.** Tutaj jednak dochodzą kwestie pogodowe – warunki rozwoju drobnoustrojów muszą być przez pewien czas odpowiednie – nie ma mowy o ich stosowaniu w czasie większej ulewy czy w środku suszy – wrażliwsze gatunki mikroorganizmów

- Równowaga mikrobiologiczna jest w co najmniej równym stopniu istotna, co odpowiedni skład mineralny ziemi uprawnej.
- Grzyby mikoryzowe są dla rośliny tym, czym jest kuchnia dla domowego ogniska – bez bijącego od niej ciepła trudno utrzymać rodzinę w jednym miejscu.
- Erozja jest zwykle zjawiskiem nieodwracalnym, przy rozsądnym stosowaniu nawozów nie ma z nią problemu, rozsądek jednak rzadko kiedy idzie w parze z ludzką naturą, gdy liczy się na zyski.

z pewnością by tego nie przetrwały, cały zabieg mijałby się więc z celem. Kolejnym dużym ograniczeniem dotyczącym koncentratów mikrobiologicznych jest konieczność ciągłego nabycia ich u producenta – teoretycznie można prowadzić hodowlę na własną rękę, niestety jednak trudno o to, by w gospodarstwie rolnym istniało laboratorium kontrolujące skład gatunkowy takiego koncentratu – w tym wypadku zachwianie równowagi z pewnością wpływa na efektywność. Plantatorowi pozostaje więc coroczny zakup koncentratu i pożywki, z których przygotowuje opryski.

Tyle w kwestiach czysto rolniczych. **Pozostaje pytanie, czy zastąpienie części chemicznych środków ochrony roślin ich biologicznymi „konkurentami” ma wpływ na środowisko? Odpowiedź jest oczywista. Nadmierne stosowanie nawozów sztucznych niesie ze sobą szereg zagrożeń.** Do najważniejszych należą:

- zanieczyszczenie wód gruntowych i powierzchniowych
- trudno odwracalne lub nieodwracalne niekorzystne zmiany w glebie (erozja)
- przenawożenie

### Wielkie perspektywy mikroorganizmów

Olbrzymi świat maleńkich organizmów daje nam ogromne możliwości. Wiedzą o tym naukowcy, klonujący nowe szczepy wytwarzające zaawansowane produkty biotechnologiczne. Wiedzą o tym lekarze, zalecając stosowanie probiotyków przy każdej infekcji. Pora, by dowiedzieli się o tym rolnicy, którzy przy odrobinie cierpliwości mogą wiele zyskać dzięki jednokomórkowym przyjacielom. Mowa o wymiernych korzyściach natury finansowej oraz satysfakcji z dbania o swoją ziemię, co w Polsce ma nieraz wymiar symboliczny. Czyste środowisko to w tym wypadku czysty zysk.

**W przypadku Efektywnych Mikroorganizmów możemy mówić o jeszcze jednym, ciekawym paradoksie. Tutaj długoletni rozwój nauki i badań nad drobnoustrojami doprowadził do tego, że za pomocą organizmów żywych zastępujemy częściowo chemię. Lata rozwoju, by wrócić do natury. Człowiek pewnie jeszcze nie raz się przekona, że środowisko daje rozwiązanie większości znanych nam problemów – pozostaje tylko dobrze poszukać.**

Literatura dostępna u autora

#### Patryk Motyka

Autor jest magistrantem na Wydziale Biochemii Biofizyki i Biotechnologii UJ. Recenzent: prof. dr hab. Katarzyna Turnau, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi UJ. Publikacja realizowana w ramach Krajowego Naukowego Ośrodka Wiodącego KNOW.

**Instytut Jakości JCI – działający w ramach Jagiellońskiego Centrum Innowacji niezależny ośrodek badawczy, którego misją jest budowanie świadomości społecznej poprzez edukację i dostarczanie konsumentowi rzetelnych informacji na temat kosmetyków, suplementów diety i zdrowej żywności. Misja Instytutu realizowana jest przede wszystkim poprzez opiniowanie produktów i wyróżnianie ich Znakiem Jakości JCI, prowadzenie własnych badań rankingowych a także publikacje popularnonaukowe na temat zdrowego odżywiania. Więcej na: [www.jci.pl](http://www.jci.pl), e-mail: [instytut@jci.pl](mailto:instytut@jci.pl)**

