

ALEKSANDRA GRZYB, ZYTA WARACZEWSKA, ALICJA NIEWIADOMSKA,
AGNIESZKA WOLNA-MARUWKA

Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

CZYM SĄ BIOPREPARATY I JAKIE JEST ICH ZASTOSOWANIE?

WHAT ARE BIOPREPARATIONS AND WHAT IS THEIR USE?

Abstrakt. Celem niniejszego artykułu jest przybliżenie zagadnień dotyczących definicji biopreparatów, ich klasyfikacji oraz procedury rejestracji tych środków. Dodatkowo na podstawie dostępnej literatury opisana została skuteczność biopreparatów używanych w rolnictwie w walce ze szkodnikami i patogenami roślin, a także w innych niż rolnictwo dziedzinach. W dostępnej literaturze przytoczono wiele definicji biopreparatów. Pod pojęciem tym rozumie się układ mikroorganizmów z określonym składem gatunkowym i aktywnością przystosowaną do prowadzenia określonego procesu. Wyselekcjonowane mikroorganizmy są bezpieczne dla środowiska, gdyż wspomagają procesy naturalne, do których mają uwarunkowania genetyczne. Poszukiwanie nowych środków podtrzymujących rozwój i plonowanie wybranych roślin jest konieczne w realiach współczesnego rolnictwa i zgodne z wprowadzoną w krajach Unii Europejskiej od 1 stycznia 2014 r. obowiązkową, integrowaną ochroną roślin. Wraz z rozwojem technologii biopreparaty znalazły szersze zastosowanie poza rolnictwem, między innymi w przydomowych i komunalnych oczyszczalniach, górnictwie, kompostowaniu i redukcji skażeń środowiska.

Słowa kluczowe: biopreparaty, mikroorganizmy, szkodniki, ochrona roślin

Wprowadzenie

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat rozwój rolnictwa i przemysłu doprowadził do nadużywania środków chemicznych w celu lepszego plonowania i ochrony roślin, co przyczyniło się do poszukiwania alternatywnych preparatów bezpiecznych dla środowiska i zdrowia ludzkiego.

Obecnie dzięki pogłębianiu świadomości i rozwojowi metod biologicznych dąży się do ograniczenia stosowania środków chemicznych na rzecz biopreparatów. Nazwa

„biopreparat” pochodzi od greckiego słowa *bios* oznaczającego życie i łacińskiego *preparatum*, czyli „przygotowane”. Biopreparaty definiuje się jako konsorcja mikroorganizmów o składzie gatunkowym i aktywności przystosowanych do prowadzenia określonego procesu w warunkach przemysłowych. Skuteczność preparatów wynikająca z właściwości mikroorganizmów wykorzystywanych do konstruowania konsorcjów bakteryjnych zwanych biopreparatami pozwala na zastosowanie ich w różnych dziedzinach produkcji. Do użytku coraz częściej wprowadza się biopreparaty oparte na związkach organicznych oraz na bazie mikroorganizmów antagonistycznych (Pięta i in., 2004). Celem niniejszej pracy jest przybliżenie zagadnienia biopreparatów, zyskującej na popularności grupy środków do produkcji rolnej w Polsce, używanej głównie w ochronie roślin, ale także do innych celów.

Co to są biopreparaty?

Istnieje kilka definicji biopreparatów. Może być to środek zawierający formy przetrwalnikowe bakterii chorobotwórczych atakujących niektóre gatunki owadów lub preparat, w skład którego wchodzi właściwie zdefiniowany i przygotowany układ mikroorganizmów z odpowiednią budową i aktywnością do prowadzenia określonego procesu w warunkach przemysłowych. Szyrkowska i Zwoździak (2010) nazywają biopreparaty naturalnymi mieszaninami bakteryjno-enzymatycznymi, które mają na celu wspomagać procesy przemian związków nieorganicznych oraz biodegradacji związków organicznych. Kwaśny i Balcerzak (2014) wskazują w swojej pracy, iż „preparaty bakteryjno-enzymatyczne zawierają wyselekcjonowane szczepy różnych mikroorganizmów (nie tylko bakterii), które są bezpieczne dla środowiska, nie stanowią zagrożenia dla ludzi i zwierząt”. W zależności od składu biopreparatów autorzy wyróżniają trzy typy: bakteryjne, bakteryjno-enzymatyczne i enzymatyczne. Preparaty te można podzielić także na zawierające pojedyncze szczepy mikroorganizmów (jednoskładnikowe biopreparaty) oraz na wieloszczepowe (tzw. konsorcja) mające w składzie kilka szczepów mikroorganizmów wykazujących zróżnicowane właściwości i charakteryzujących się szerokim spektrum działania. Malusà i in. (2010) dzielą preparaty na zawierające jeden lub kilka biologicznie aktywnych związków organicznych (witaminy, enzymy, hormony roślinne), jak również mikro- i makroelementy. W odrębnej grupie stawiają biopreparaty wyprodukowane z wykorzystaniem żywych mikroorganizmów. Są to produkty zawierające różne rodzaje bakterii i grzybów, a w szczególności grzybów mikoryzowych stymulujących wzrost i plonowanie roślin. W tej grupie znajdują się także preparaty mikrobiologiczne będące szczepionkami zawierającymi żywe mikroorganizmy pasożytnicze, drapieżne lub antagonistyczne w stosunku do patogenów roślinnych.

Papciak i Zamorska (2004) opisują wspomaganie biologiczne, technikę zwiększania wydajności biologicznej systemu oczyszczania poprzez dodatek odpowiednich szczepów bakteryjnych (biopreparatów). Wyselekcjonowane szczepy bakterii są bezpieczne dla środowiska dlatego, że wspomagają procesy naturalne, do czego mają genetyczne przystosowanie. Zasada działania biopreparatów polega na wykorzystaniu przez zawarte w nich mikroorganizmy substancji organicznych jako źródła węgla, energii i elektronów, dzięki czemu mogą wzrastać i rozmnażać się, a substancje organiczne ulegają przy tym stopniowej biodegradacji do nieszkodliwych produktów końcowych. Najczęściej

biopreparaty zawierają mieszaninę bakterii, substancje pokarmowe, nośnik, ewentualnie enzymy.

Kasza (2005) wskazuje, iż biopreparaty tworzy się na bazie starannie dobranych szczepów mikroorganizmów (bakterii oraz grzybów) izolowanych z naturalnych środowisk. Szczepy zawarte w biopreparatach mogą być przechowywane w formie liofilizatów, zamrażane lub umieszczane w specjalnej zawieszynie. Warunkiem koniecznym pozwalającym na skuteczne użycie technologii mikrobiologicznej jest dobór biopreparatu zawierającego takie mikroorganizmy, które w danym środowisku znajdują optymalne warunki działania, tzn. mają cechy umożliwiające ich adaptację i rozwój.

Według Sapiiehy-Waszkiewicz i in. (2005) biopreparaty mogą mieć w swoim składzie również wyciągi z roślin. Przykładem takich preparatów są Biosept 33 SL oraz Bioczos. Biosept 33 SL zawiera 33% ekstraktu z grejpfruta, natomiast w Bioczosie znajduje się wyciąg z czosnku. Oba środki wykorzystuje się do zwalczania chorób roślin pochodzenia grzybowego i bakteryjnego, w tym mączniaka prawdziwego i szarej pleśni.

Biopreparaty a integrowana ochrona

Biomasa mikroorganizmów w glebach stanowi około 85% całej biomasy wszystkich organizmów żyjących w tym środowisku, a około 90% dwutlenku węgla powstającego w glebach ma pochodzenie drobnoustrojowe. Dane te świadczą o dużej aktywności metabolicznej i ogromnym znaczeniu mikroorganizmów dla większości procesów zachodzących w środowisku glebowym (Dahm, 2010). W badaniach przeprowadzonych przez Čepulienė i Jodaugienė (2017) wykazano, że preparaty biologiczne mają tendencję do zmniejszania gęstości gleby oraz zwiększania jej wilgotności, przyczyniając się do wzrostu aktywności mikrobiologicznej pedosfery, a tym samym plonowania roślin. W ostatnich latach na świecie podejmuje się działania związane ze strategią zrównoważonego rozwoju rolnictwa, w tym także sadownictwa. Ich celem jest uzyskiwanie wysokiej jakości plonów przy zachowaniu równowagi biologicznej ekosystemów. Również w uprawach sadowniczych w Polsce coraz powszechniej wprowadza się i upowszechnia integrowaną produkcję owoców (IPO), której zasadniczy element to integrowana ochrona roślin. Podstawą IPO jest dążenie do zminimalizowania używanych agrochemikaliów powodujących niekorzystne efekty uboczne, co zwiększa korzyści dla środowiska i zdrowia ludzi. Wymogi ochrony środowiska naturalnego i zdrowia człowieka ukierunkowują na stosowanie w produkcji rolniczej metod ekologicznych (Malusà i in., 2010; Sapiieha-Waszkiewicz i in., 2005). W celu ochrony roślin przed patogenami i szkodnikami poszukuje się środków pochodzenia naturalnego. W krajach Unii Europejskiej od 1 stycznia 2014 r. wprowadzona została obowiązkowa integrowana ochrona roślin (Pruszyński i in., 2012). W Polsce wdrożono ją w formie Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Dz. U. z 2019 r. poz. 972). Zgodnie z zasadami integrowanej ochrony roślin określonymi w załączniku 3 do dyrektywy 2009/128/WE: „(...) nad metody chemiczne przedkładać należy zrównoważone metody biologiczne, fizyczne i inne metody niechemiczne, jeżeli zapewniają one zadowalającą ochronę przed organizmami szkodliwymi” (Dziennik Urzędowy UE, 2009). Kluczowa rola mikroorganizmów glebowych w kształtowaniu żyzności gleby powoduje, że od dawna

w wielu krajach prowadzono badania ukierunkowane na wykorzystywanie różnych grup pożytecznych drobnoustrojów w praktyce rolniczej. Ich efektem było opracowanie i wdrożenie do produkcji licznych biopreparatów, wśród których dominują specyfiki wykorzystywane w biologicznej ochronie roślin (Martyniuk i Księżak, 2011). Środki zawierające ekstrakty z roślin i pożyteczne mikroorganizmy glebowe umożliwiają zwalczanie chorób i szkodników alternatywnymi metodami. Nowe rodzaje preparatów wymagają przygotowania innowacyjnych środków technicznych i przestrzegania zasad ich stosowania. Pozwoli to na skuteczną aplikację poprzez zapewnienie odpowiednich parametrów ich stosowania, tak by nie zmniejszyć populacji oraz efektywności działania żywych mikroorganizmów obecnych w biopreparatach (Malusà i in., 2010).

Biopestycydy, bionawozy, preparaty mikrobiologiczne

Na podstawie literatury przedmiotu, w obrębie biopreparatów wyróżnić można biopestycydy (preparaty entomopatogenne, w skład których wchodzi mikrobiologiczne insektycydy powodujące ograniczenie liczebności szkodliwych owadów), bionawozy (preparaty wpływające na zwiększenie przyswajalności pierwiastków trudnodostępnych dla roślin, a także zapobieganie procesowi gnicia gleby oraz polepszenia jej warunków próchnicotwórczych) i preparaty mikrobiologiczne (zawierające w swoim składzie m.in. bakterie z rodziny *Rhizobiaceae* wchodzące w symbiozę z roślinami bobowatymi i wiążące azot atmosferyczny czy grzyby mikoryzowe charakteryzujące się korzystnym wpływem na wzrost i rozwój roślin, a także przyczyniające się do ich ochrony przed patogenami).

W 2005 roku w krajach członkowskich Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju zarejestrowanych było ponad 210 biologicznych środków ochrony roślin (biopestycydów), których działanie bazowało na mikroorganizmach. Tak liczna grupa biopreparatów wskazuje, że badania prowadzone w wielu ośrodkach naukowych zakończyły się sukcesem i wdrożeniem do produkcji biopestycydów zawierających różne grupy mikroorganizmów (wirusów, bakterii i grzybów) oraz mikroskopijne nicienie (Martyniuk, 2012). Należy podkreślić, że rejestracja biologicznych środków ochrony roślin odbywa się na podobnych zasadach jak chemicznych środków ochrony. Jest to proces rygorystyczny oraz bardzo kosztowny. Zapewnia to bezpieczeństwo stosowania (dla ludzi i środowiska) oraz odpowiednią jakość, co w przypadku powyższych środków jest szczególnie ważne. Rejestracja wymaga podania wielu ważnych informacji, takich jak: dokładna nazwa i charakterystyka mikroorganizmu, dane dotyczące kolekcji, w której czysta kultura mikroorganizmu została zdeponowana, ilościowy skład preparatu, metoda oznaczania (identyfikacji) składu produktu, warunki przechowywania i okres przydatności, zakres (cel) i zasady stosowania, wyniki badań potwierdzające skuteczność biopreparatu (Tomalak, 2010). Oprócz aspektu środowiskowego nie można pominąć podłoża ekonomicznego (związanego z niższymi kosztami produkcji substancji naturalnych w porównaniu do chemicznych pestycydów) oraz społecznego (bezpiecznego dla użytkowników) znaczenia biopestycydów (Mołoń i Durak, 2018). Jeżeli preparat mikrobiologiczny ma pełnić funkcję biologicznego środka ochrony roślin (biopestycydu) w Polsce, to musi zostać zarejestrowany w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi na mocy Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) 1107/2009, które uchyliło

Dyrektywę 91/414 (Parlament Europejski..., 2009). Zezwolenie określa rośliny lub produkty roślinne i obszary, na które środek ochrony roślin może być stosowany, oraz cele jego przyszłego wykorzystania. Jest to bardzo kosztowna procedura, a badania trwają do 5 lat. Aktualne wymagania i procedury rejestracyjne UE są zbyt złożone i drogie dla polskich producentów biologicznych środków ochrony roślin. Mały rynek tych produktów i niewielki potencjał badawczy oraz finansowy małych i średnich firm w Polsce istotnie ograniczają dalszy rozwój i liczbę podejmowanych prób rejestracji.

Dla praktyki rolniczej dostępne są również bionawozy, czyli preparaty, które wykorzystuje się do stymulowania wzrostu i plonowania niektórych gatunków roślin uprawnych. Zawierają one materię organiczną oraz jeden lub kilka aktywnych związków organicznych, np. aminokwasy, witaminy, enzymy, hormony roślinne, makro- i mikroelementy stymulujące wzrost i rozwój roślin uprawnych. W występujących na rynku bionawozach często używane są związki organiczne hamujące wzrost i rozwój wielu bakterii oraz grzybów, takich jak *Penicillium* spp., *Colletotrichum* spp. i *Botrytis cinerea*. Są to między innymi alifatyczne aldehydy, endogenne flawonoidy, monoterpény, chitozan i nutkaton. Z literatury przedmiotu dowiadujemy się, że chitozan ogranicza wzrost i rozwój bakterii oraz grzybów porażających pomidory oraz rośliny ozdobne (Pięta i in., 2004; Saniewska, 2002). Bionawozy dostarczają roślinom niezbędnych substancji, naturalnie przez nie syntetyzowanych w wielu procesach biochemicznych. Powoduje to oszczędność energii, która może być wykorzystywana do innych procesów biochemicznych w roślinie. Dzięki stosowaniu bionawozów można zasilać rośliny i dodatkowo zabezpieczyć system korzeniowy przed infekcjami. W tej grupie związków znajdują się preparaty, których mechanizm działania jest podobny do działania fungicydów. Ta kategoria biopreparatów także podlega rejestracji w Ministerstwie Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Bionawozy zawierające materiał organiczny, a czasami także pewne mikroorganizmy, zgodnie z wytycznymi zawartymi w artykule czwartym Ustawy z dnia 10 lipca 2007 o nawozach i nawożeniu (Dziennik..., 2007) oraz Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 roku (Ministerstwo..., 2008), podlegają dwuletnim badaniom w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, które powinny potwierdzać pozytywny wpływ produktu na rozwój i kondycję roślin, żyzność gleb oraz polepszenie plonów.

Inną kategorią biopreparatów są szczepionki bakteryjne. Pierwsze z nich zawierają bakterie symbiotyczne roślin bobowatych (motylkowatych), drugie to szczepionki stosowane w leśnictwie do mikoryzacji sadzonek w szkółkach drzew. Takie preparaty również muszą zostać zarejestrowane przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi po dwuletnich badaniach prowadzonych przez IUNG w Puławach na podobnych zasadach jak bionawóz. Wyniki badań przedstawiają właściwości fizykochemiczne, chemiczne i biologiczne preparatu wraz z opinią o spełnianiu wymagań jakościowych.

W ostatnim dwudziestolecu szeroko propagowane są preparaty poprawiające nie tylko mikrobiologiczne, ale także chemiczne i fizyczne właściwości gleb oraz podnoszące plonowanie roślin. W odniesieniu do tych preparatów procedura rejestracyjna jest uproszczona i nie stawia ona nawet wymogu prowadzenia badań potwierdzających skuteczność rolniczą tych produktów. Preparaty mikrobiologiczne stosowane w rolnictwie ekologicznym nie podlegają rejestracji. Martyniuk i Księżak (2011) wspominają o producentach i dystrybutorach różnych biopreparatów, którzy wprowadzają na rynek środki o wątpliwej efektywności i jakości z mikrobiologicznego punktu widzenia. Jednym

z bardziej znanych produktów jest preparat pochodzenia japońskiego – tzw. Efektywne Mikroorganizmy (EM). Biopreparaty te nie spełniają większości z wymienionych wymogów stawianych produktom wykorzystywanym w ochronie i uprawie roślin. Nieznany jest skład gatunkowy drobnoustrojów wykorzystywanych w EM-ach, producent podaje jedynie, iż zawierają one 80 gatunków mikroorganizmów beztlenowych i tlenowych reprezentowanych przez bakterie fermentacji mlekowej, bakterie fototroficzne, promieniowce, drożdże i inne grzyby, ale brak jest jakiegokolwiek informacji na temat koncentracji wymienionych grup drobnoustrojów. W badaniach przeprowadzonych przez Gałązkę i in. (2017) wykazano, że jedyną korzyścią stosowania EM było zwiększenie ilości dostępnego fosforu w glebie. Preparaty mikrobiologiczne niewymagające rejestracji bywają często reklamowane jako panaceum zwalczające liczne choroby i szkodniki, co jest nadużyciem prawa, ponieważ bezpieczeństwo tych niezarejestrowanych preparatów w żaden sposób nie zostało potwierdzone.

Zastosowanie biopreparatów w rolnictwie

Jak wcześniej wspomniano, biopreparaty są wykorzystywane jako alternatywna metoda zwalczania chorób i szkodników roślin uprawnych oraz ozdobnych. Dobre efekty eliminowania niektórych chorób zbóż powodowanych przez grzyby z rodzaju *Fusarium* uzyskano, stosując biopreparaty na bazie chitozanu (Borkowski i Dyki, 2004). Związek ten indukuje odporność roślin, zabezpieczając je przed porażeniem przez grzyby i bakterie. Chitozan w bezpośrednim kontakcie ze strzępkami grzybów patogennych powoduje zmiany w strukturze ścian komórkowych (Szpitter i Królicka, 2005). Solarska i in. (2013) zaobserwowali, że po zastosowaniu biopreparatu własnego grzyby z rodzaju *Fusarium* nie wytwarzały zarodników. Z kolei Świerczyńska (2010) w swoich badaniach laboratoryjnych testowała różne stężenia biopreparatów. Zastosowane środki hamowały rozwój kolonii grzybów z rodzaju *Fusarium* średnio o ponad 50% w stosunku do kontroli. W dawce zwiększonej pięciokrotnie Bioczos BR hamował w 100% rozwój *Fusarium* spp. Wielgusz i Heller (2011) stwierdzili, że zaprawianie nasion lnu włóknistego preparatami zawierającymi bakterie *Pseudomonas fluorescens* i *Pseudomonas aureofaciens* zmniejsza liczbę gatunków grzybów w warstwie ryzosferowej.

W walce z patogenami roślin zastosowanie znalazły preparaty na bazie grzybów z rodzaju *Trichoderma*. Z badań przeprowadzonych przez Ciesielską i in. (2011) wynika, że najskuteczniejszymi szczepami do walki z tymi patogenami są: *T. harzianum*, *T. asperellum*, *T. viride*, *T. gamsii* oraz *T. polysporum*. Antagonistyczne oddziaływanie szczepów *Trichoderma* spp. polega na produkcji hydrolaz (chitynaz, celulaz, pektynaz, proteaz) oraz związków fenolowych, które indukują odporność roślin. Gatunkiem o najsilniejszych właściwościach fitosanitarnych okazała się *T. harzianum*, która wchodzi w skład preparatów stosowanych do dezynfekcji biologicznej gleby i zaprawiania nasion. Ponadto Kowalska i in. (2012) wykazali, że niektóre gatunki *Trichoderma* stymulują wzrost roślin oraz zwiększają ich tolerancję na stres wywołany czynnikami abiotycznymi. Z doświadczeń przeprowadzonych przez Sobolewskiego i in. (2013) wynika, że zarodniki *Trichoderma* sp. mają istotny wpływ na zwiększenie masy i wysokości młodych roślin.

W praktyce do usunięcia szkodników z upraw szklarniowych wykorzystuje się również biopreparaty bazujące na grzybach pasożytniczych. Są to m.in. *Isaria fumosorosea* oraz *Beauveria bassiana*. Środki te pozwalają na zwalczanie gąsienic owadów na warzywach oraz roślinach ozdobnych. Niestety w ostatnich latach nie obserwuje się postępu w rozszerzaniu składu gatunkowego grzybów pasożytniczych wykorzystywanych w ochronie roślin do zwalczania szkodników (Sosnowska, 2013).

Inne zastosowania biopreparatów

Ochrona przed szkodnikami oraz zwiększanie plonowania roślin to nie jedyne możliwości wykorzystania biopreparatów. Zainteresowanie tym zagadnieniem skłoniło wiele ośrodków badawczych do zastosowania szerokiej aktywności mikroorganizmów w innych dziedzinach niż rolnictwo.

Mikroorganizmy produkują wiele enzymów – proteazy, fosfatazy, celulazy, amylazy, lipazy oraz ksylanazy, które znalazły zastosowanie w preparatach mikrobiologicznych, a ich działanie ma na celu optymalizację procesu kompostowania. Współczesna produkcja dużej ilości odpadów stanowi poważny problem dla środowiska. Odpowiednie postępowanie w celu ich bezpiecznego zutylizowania stało się priorytetem w wielu krajach. Procesowi kompostowania, obok odpadów pochodzenia roślinnego, poddawane są również odpady z przemysłu mięsnego i drobiowego (Kosicka i in., 2014). Zdaniem Błaszczyka (2010) to temperatura w kolejnych fazach kompostowania decyduje o sukcesji różnych populacji mikroorganizmów. Wahania temperatury w trakcie tego procesu wywierają duży wpływ na ich aktywność biologiczną. Oprócz odpowiedniej temperatury ważnym czynnikiem jest także dobór preparatu, który umożliwi kompostowanie materiału. Z badań przeprowadzonych przez Choińską i in. (2012) wynika, że inokulacja kompostowanego materiału pochodzenia zwierzęcego szczepionką wielogatunkową przyczynia się do zapoczątkowania rozkładu głównego składnika budulcowego szczeciny, którym jest keratyna.

Biopreparaty należą do jednej z biologicznych metod dezodoryzacji. Są alternatywą w przypadku, gdy zastosowanie biofiltrów jest niemożliwe (Kwaśny i Balcerzak, 2014). Wyselekcjonowane grupy mikroorganizmów przyspieszają procesy rozkładu odpadów organicznych. Borowski i in. (2010) rozpatrywali działanie biopreparatu w celu zmniejszenia uciążliwości zapachowej pomiotu kurzego. Rezultatem badań była redukcja emisji lotnych związków organicznych, takich jak formaldehyd, dimetyloamina, trimetyloamina, kwas izomasłowy i tiole.

Kolejnym obszarem, w którym stosuje się biopreparaty, jest biodegradacja związków ropopochodnych zanieczyszczających gleby i wody. Wymaga ona współdziałania kompleksu mikroorganizmów. Uzyskane wyniki z badań Papciak i Zamorskiej (2004) wskazują, że dobrze dobrane biopreparaty mogą być skutecznym narzędziem likwidującym związki ropopochodne w środowisku wodnym i glebowym, a zastosowanie biopreparatu DBC-plus typu R-5 zawierającego formy przetrwalnikowe bakterii saprofitycznych wspomagało procesy biodegradacji oleju napędowego w glebie. Kaszycki i in. (2002) podają przykład wykorzystania biopreparatów do oczyszczania gruntu skażonego styrenem po awarii cysterny. Biologiczna degradacja tego związku wymaga enzymów z grupy monoooksygenaz, wytwarzanych przez bakterie z rodziny *Pseudomonadaceae*.

Według Kaszyckiego i in. (2001) różnorodność gatunkowa jest czynnikiem warunkującym wysoki potencjał biopreparatu pod względem rozkładu szeregu substancji ropopochodnych. Większość oznaczonych szczepów charakteryzuje się określonymi aktywnościami enzymatycznymi pozwalającymi na rozkład związków o długich łańcuchach węglowych. O efektach użycia biopreparatu decyduje również sposób inokulacji podłoża, który musi być równomierny. Biopreparaty mogą być wprowadzane do gleby w postaci zawiesiny o odpowiednim stężeniu lub osadzone na nośniku (Kołwzan, 2002).

Biopreparaty stosowane są również w górnictwie naftowym. Wykorzystuje się je do wtórnego odzysku ropy naftowej metodą MEOR (Microbial Enhanced Oil Recovery), likwidacji uszkodzeń strefy przyodwiertowej i szczelin oraz szeroko rozumianej gospodarki odpadami. Główną zaletą biopreparatu jest zdolność zawartych w nim mikroorganizmów do samodzielnego przemieszczania się w złożu, przez co mogą docierać w miejsca niedostępne dla związków chemicznych. Mikroorganizmy potrafią zachowywać pełną zdolność działania, dopóki mają wystarczającą ilość właściwego substratu. Namnażanie się mikroorganizmów w sprzyjających warunkach przedłuża działanie biopreparatu i obniża koszt stosowania technologii (Kasza, 2005).

Mikroorganizmy mogą namnażać się poprzez wykorzystanie substancji organicznych ze ścieków, które ulegają przy tym stopniowej biodegradacji do nieszkodliwych produktów końcowych (Papciak i Zamorska, 2004). Biologiczne oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego może ulegać komplikacjom, gdyż coraz częściej zdarza się, że w ściekach bytowo-gospodarczych znajdują się domieszki zanieczyszczeń pochodzenia przemysłowego. Rozwiązanie tego problemu stanowią preparaty zawierające szczepy bakterii rozkładające problematyczne zanieczyszczenia (Zamorska i in., 2002). W ostatnich latach przeprowadzono wiele badań dotyczących intensyfikacji rozkładu toksycznych związków chemicznych przez osad czynny wzbogacony wyselekcjonowanymi z różnych źródeł pojedynczymi szczepami bakterii i grzybów mikroskopowych oraz ich konsorcjami (Michalska i Mrozik, 2018). Kołwzan i in. (2018) podają, że życie zarówno żywych komórek grzybów, jak i preparatów enzymatycznych pozwala na skuteczne usuwanie ze ścieków ksenobiotyków, które charakteryzują się wysoką toksycznością i słabą podatnością na biodegradację. Efektem aktywności takich preparatów w ściekach jest spadek zawartości fosforanów, azotu amonowego, azotu ogólnego oraz zmniejszenie wartości ChZT. Nowak i in. (2013) wykazują, że fermentacja ścieków z celulozowni po wstępnej obróbce grzybem *Phanerochaete chrysosporium* jest bardziej skuteczna w porównaniu do ścieków surowych. Zauważono większy stopień degradacji związków o wysokiej masie cząsteczkowej. W badaniach Djejala i Amrane (2013) udowodniono przydatność biopreparatu handlowego firmy Aquaprox w intensyfikacji usuwania zanieczyszczeń mleczarskich. Zauważono wzrost skuteczności likwidowania zanieczyszczeń opisywanych przez ChZT z 55% do 75%. Zamorska i in. (2002) wykazały brak znaczącego wpływu badanego preparatu DBCplus typ R5 na efektywność rozkładu oleju napędowego w ściekach, poprawiła się jedynie sedimentacja w komorze osadu czynnego. Ponadto z badań González i Cuadrosa (2015) wynika, że wstępna obróbka ścieków z produkcji oliwy z wykorzystaniem grzybów powoduje nawet kilkukrotny wzrost ilości wytwarzanego biogazu. Zależność tę zaobserwowali również Oszust i in. (2017) po użyciu multienzymatycznego biopreparatu na bazie *Trichoderma atroviride*, użytego w fermentacji ścieków organicznych. Michalska i Mrozik (2018) zwracają uwagę, że brak szczegółowego składu biopreparatów wynika z ich

ochrony patentowej. Podsumowując, biopreparaty uczestniczą w intensyfikacji rozkładu zanieczyszczeń toksycznych, tłuszczów i olejów, pozwalają na kontrolę pęcznienia i przyrostu osadu oraz ograniczają osad nadmierny, wspomagają oczyszczanie ścieków w niskich temperaturach i proces nityfikacji (Michalska i Mroziak, 2018).

Biopreparaty używane w środowisku leśnym ograniczają populacje gąsienic motyli, brudnicy mniszki, barczatki sosnowki, strzygoni choinówki i poprocha cetyniaka. Kapaściński (2002) podaje, że preparaty na bazie produktów przemiany materii *Bacillus thuringiensis* po wnikięciu do przewodu pokarmowego gąsienic powodują jego perforację i zamieranie owadów.

Podsumowanie

Z przedstawionego przeglądu literatury dotyczącego biopreparatów wynika, że ich zastosowanie w różnych dziedzinach życia przynosi wiele korzyści zarówno środowiskowych, zdrowotnych, jak i ekonomicznych. Do ich niewątpliwych zalet należy zaliczyć fakt, że zawierają mikroorganizmy o określonym składzie gatunkowym, a jego aktywność jest przystosowana do prowadzenia określonego procesu w warunkach przemysłowych. Ze względu na wciąż rosnącą liczbę odkrywanych mikroorganizmów i możliwość współdziałania różnych gatunków konieczne są dalsze badania w celu stworzenia najbardziej optymalnych biopreparatów, które zostaną rzetelnie zanalizowane przez jednostki naukowe, a następnie wprowadzone na rynek. Ważne jest, aby konsument miał gwarancję, że produkt dostępny na rynku będzie skuteczny i bezpieczny.

Literatura

- Błaszczak, M. K. (2010). *Mikroorganizmy w ochronie środowiska*. Warszawa: Wyd. Nauk. PWN.
- Borkowski, J., Dyki, B. (2004). Kilka uwag o chitozanie. *Wiad. Botaniczne*, 48, 1–2, 66–67.
- Borowski, S., Gutarowska, B., Durka, K., Korczyński, M., Opaliński, S., Kołacz, R. (2010). Dezodoryzacja nawozu organicznego metodą biologiczną. *Przem. Chem.*, 89, 4, 318–322.
- Ciesielska, J., Malusà, E., Sas-Paszt, L. (2011). Środki ochrony roślin stosowane w rolnictwie ekologicznym. Opracowanie innowacyjnych technologii dla ekologicznej produkcji roślin sadowniczych, 3, 1–81.
- Choińska, A., Rodziewicz, A., Cybulski, K. (2012). Opracowanie wieloorganizmowej szczepionki do kompostowania szczyliny. *Inż. Ap. Chem.*, 51, 4, 103–105.
- Čepulienė, R., Jodaugienė, D. (2017). Influences of biological preparations on soil properties in the spring wheat crop. W: A. Rauplienė (red.), *Bioeconomy Challenges International scientific conference Rural development 2017* (s. 31–36). Kowno: Uniwersytet Aleksandra Stulginskisa. <http://doi.org/10.15544/RD.2017.013>
- Dahm, H., Wrótniak-Drzewiecka, W., Pauter, A. (2010). Microbial biofertilizers. W: L. Szajdak, A. Karabanow (red.), *Physical, chemical and biological processes in soils* (s. 537–547). Poznań: Wyd. Prodrug.
- Djelal, H., Amrane, A. (2013). Biodegradation by bioaugmentation of dairy wastewater by fungal consortium on a bioreactor lab-scale and on a pilot-scale. *J. Environ. Sci.*, 25, 9, 1906–1912. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(12\)60239-3](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(12)60239-3)

- Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej (2009). Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów. *Dz. Urz. UE L 309/71*.
- Gałązka, A., Gawryjolek, K., Kocoń, A. (2017). The effect of the same microbial products on basic biological activities of soil under cereal crops. *Plant Soil Environ.*, 63, 3, 111–116. <http://dx.doi.org/10.17221/690/2016-PSE>
- González, A., Cuadros, F. (2015). Effect of aerobic pretreatment on anaerobic digestion of olive mill wastewater (OMWW): An ecoefficient treatment. *Food Bioprod. Process.*, 95, 339–345. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2014.10.005>
- Kapuściński, R. (2002). Biopreparaty w ochronie i użytkowaniu środowiska leśnego. *Inż. Ekol.*, 7, 55–58.
- Kasza, P. (2005). Zastosowanie biopreparatów do zwiększania efektywności hydraulicznego szczelinowania skał. *Wiertnictwo, Nafta, Gaz*, 22, 1, 179–189.
- Kaszycki, P., Szumilas, P., Kołoczek, H. (2001). Biopreparat przeznaczony do likwidacji środowiskowych skażeń węglowodorami i ich pochodnymi. *Inż. Ekol.*, 4, 15–22.
- Kaszycki, P., Krawczyk, A., Kołoczek, H. (2002). Stan i perspektywy biodegradacji ropopochodnych zanieczyszczeń w glebach południowej części Polski. *Inż. Ekol.*, 7, 15–22.
- Kołwzan, B. (2002). Wykorzystanie mikroorganizmów do oczyszczania gruntów skażonych produktami naftowymi. *Inż. Ekol.*, 7, 36–44.
- Kołwzan, B., Adamiak, W., Dziubek, A. M. (2018). Możliwości zastosowania grzybów w technologiach oczyszczania i remediacji wybranych elementów środowiska. *Ochr. Śr.*, 40, 1, 3–20.
- Kowalska, J., Remlein-Starosta, D., Drożdżyński, D. (2012). Using of *Trichoderma asperellum* in organic strawberry production. *Prog. Plant Prot.*, 52, 2, 351–353.
- Kosicka, D., Wolna-Maruwka, A., Trzeciak, M. (2014). Aspekty stosowania *Trichoderma* sp. w ochronie roślin i rozkładzie materii organicznej. *Kosmos*, 4, 63, 635–642.
- Kwaśny, J., Balcerzak, W. (2014). Charakterystyka wybranych metod pośrednich ograniczania emisji substancji złośliwych. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, 16, 4, 125–134.
- Malusà, E., Grzyb, Z., Rozpara, E., Wawrzynczak, P., Rutkowski, K. P., Nowak, D. (2010). Środowiskowe i zdrowotne znaczenie ekologicznej produkcji owoców. *Post. Nauk Roln.*, 62, 1, 109–121.
- Martyniuk, S., Księżak, J. (2011). Ocena pseudomikrobiologicznych biopreparatów stosowanych w uprawie roślin. *Pol. J. Agron.*, 6, 27–33.
- Michalska, J., Mroziak, A. (2018). Zastosowanie bioaugmentacji w procesach biologicznego oczyszczania ścieków i utylizacji osadów. *Ochr. Śr.*, 40, 1, 35–44.
- Mołoń, A., Durak, R. (2018). Biopestycydy jako stymulatory odporności roślin. *Pol. J. Sustain. Develop.*, 22, 1, 69–74. <https://doi.org/10.15584/pjdsd.2018.22.1.9>
- Nowak, J., Górna, B., Nowak, W. (2013). Wykorzystanie grzybów strzępkowych do biodegradacji ścieków z przemysłu ziemniaczanego z jednoczesną produkcją biomasy pleśniowej na cele paszowe. *Żywn. Nauka Technol. Ja.*, 20, 6, 191–203.
- Oszust, K., Pawlik, A., Janusz, G., Ziemiński, K., Cyran, M., Siczek, A., Frąc, M. (2017). Characterization and influence of a multi-enzymatic biopreparation for biogas yield enhancement. *BioRes.*, 12, 3, 6187–6206. <http://dx.doi.org/10.15376/biores.12.3.6187-6206>
- Papciak, D., Zamorska, J. (2004). Możliwości zastosowania biopreparatu DBC-plus do wspomagania procesów biodegradacji substancji ropopochodnych. *Zesz. Nauk. Politech. Rzesz. Budownictwo i Inżynieria Środowiska*, 38, 218, 95–107.
- Pięta, D., Patkowska, E., Pastucha, A. (2004). Oddziaływanie biopreparatów na wzrost i rozwój niektórych grzybów chorobotwórczych dla roślin motylkowatych. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 3, 2, 171–177.
- Pruszyński, S., Bartkowski, J., Pruszyński, G. (2012). *Integrowana ochrona roślin w zarysie*. Poznań: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie.

- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi (2008). Rozporządzenie z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu. *Dz.U.* 2008 nr 119 poz. 765.
- Parlament Europejski i Rada (WE) (2009). Rozporządzenie nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczące wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylające dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG. *Dz. U. UE* L309/1
- Saniewska, A. (2002). Aktywność antygrzybowa endogennych flawonoidów grejpfruta (*Citrus paradisi*). *Mat. Symp. Nauk. „Fitopatologia polska w Europie”*. Warszawa, 17–19 września 2002, s. 62.
- Sapicha-Waszkiwicz, A., Marjańska-Cichoń, B., Miętowski, R., Żurek, M. (2005). Reakcja grzybów owadobójczych na fungicydy pochodzenia roślinnego i syntetycznego in vitro. *Acta Agrobot.*, 58, 1, 101–111. <https://doi.org/10.5586/aa.2005.016>
- Sobolewski, J., Gidelska, A., Szczech, M., Robak, J. (2013). *Trichoderma spp.* as a seed dressing bioproduct against damping-off seedlings of vegetables crops. *Prog. Plant Prot.*, 53, 2, 340–344. <http://dx.doi.org/10.14199/ppp-2013-093>
- Solarska, E., Kuzdrański, A., Wójcik, W., Targoński, Z. (2010). Mikotoksyny w pszenicy ozimym uprawianym w ekologicznym systemie produkcji. *J. Res. Appl. Agr. Eng.*, 55, 4, 102–107.
- Sosnowska, D. (2013). Progress in research and the use of pathogenic fungi in integrated plant protection. *Prog. Plant Prot.*, 53, 4, 747–750.
- Szpitter, A., Królicka, A. (2005). Stymulujący wpływ elicytorów biotycznych na produkcję farmakologicznie czynnych metabolitów wtórnych w roślinnych kulturach in vitro. *Biotechnologia*, 4, 71, 82–108.
- Szynkowska, M. I., Zwoździak, J. (red.). (2010). Współczesna problematyka odorów. Warszawa: Wyd. Nauk.- Tech.
- Świerczyńska, I. (2010). Wpływ wybranych biopreparatów na wzrost kilku gatunków grzybów z rodzaju *Fusarium* w warunkach laboratoryjnych. *J. Res. Appl. Agr. Eng.*, 55, 4, 158–161.
- Tomalak, M. (2010). Rynek biologicznych środków ochrony roślin i przepisy legislacyjne. *Prog. Plant Prot.*, 3, 50, 1052–1063.
- Dziennik Ustaw (2007). Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu. *Dz.U.* 2007 nr 147 poz. 1033.
- Wielgusz, K., Heller, K. (2011). Wpływ zaprawiania nasion lnu metodami ekologicznymi na zróżnicowanie flory grzybowej w glebie. *J. Res. Appl. Agr. Eng.*, 56, 4, 198–202.
- Zamorska, J., Papciak, D., Puskarewicz, A. (2002). Zastosowanie biopreparatów w technologii oczyszczania ścieków. *Inż. Ekol.*, 7, 49.

WHAT ARE BIOPREPARATIONS AND WHAT IS THEIR USE?

Abstract. The aim of this article is to present the issue of what biopreparations are, how they are classified and what is the procedure of their registration. In addition, the effectiveness of biopreparations used in agriculture, in the fight against pests and pathogens of plants, as well as in areas other than agriculture on the basis of available literature has been described. Biopreparations have many definitions. This term is understood as the arrangement of microorganisms, which has a defined species composition and activity adapted to conduct a specific process. Selected microorganisms are safe for the environment because they support natural processes for which they are genetically adapted. The search for new measures supporting the development and yielding of selected plants is necessary in the realities of modern agriculture, and in accordance with the mandatory, integrated plant protection introduced in the European Union since 1 January 2014.

With the development of technologies, biopreparations have found a wider application outside of agriculture, among others in household and municipal sewage treatment plants, mining, composting and reduction of environmental pollution.

Keywords: biopreparations, microorganisms, pests, plant protection

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Aleksandra Grzyb, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul Szydlowska 50, 60-656 Poznań, Poland, e-mail: o.grzyb26@gmail.com

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

18.07.2019

Do cytowania – For citation:

*Grzyb, A., Waraczewska, Z., Niewiadomska, A., Wolna-Maruwka, A. (2019). Czym są biopreparaty i jakie jest ich zastosowanie? *Nauka Przyr. Technol.*, 13, 2, 65–76. <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.00275>*