

ARKADIUSZ PIWOWAR
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Katedra Ekonomiki i Organizacji Gospodarki Żywnościowej
**ŚRODKI BIOLOGICZNE I BIOTECHNICZNE W PRODUKCJI
ROŚLINNEJ**

Nadesłany: 27.06.2015 Zaakceptowany do druku: 27.09.2015

1. Wstęp

Środki produkcji w rolnictwie są niezbędne w realizacji procesów produkcyjnych, stwarzają szerokie możliwości dla poprawy ich efektywności (zwiększenie wydajności poprzez poprawienie warunków uprawy roślin i chowu zwierząt). W produkcji rolnej wykorzystuje się środki produkcji pochodzenia rolniczego i nierolniczego (przemysłowego). Do pierwszej grupy zaliczamy m.in. materiał siewny oraz zwierzęta hodowlane. Wśród środków produkcji pochodzenia przemysłowego wymienić z kolei można m.in.: maszyny i urządzenia techniczne, nawozy mineralne, pestycydy, pasze przemysłowe i leki weterynaryjne. Wraz z postępującym procesem industrializacji rolnictwa wzrasta znaczenie i wykorzystanie w gospodarstwach rolnych środków produkcji pochodzenia przemysłowego [Piwowar 2011, Piwowar 2014]. Zachodzące przeobrażenia w agrobiznesie, będące pochodną dążenia do zrównoważonego rozwoju, obligują do wprowadzania w szerszym zakresie do praktyki rolniczej środków biologicznych i biotechnicznych. Sprawia to, że współcześnie dynamicznie rozwija się m.in. przemysłowa produkcja środków produkcji, w której wykorzystuje się najnowsze osiągnięcia naukowo-badawcze z dziedziny biotechnologii i nanotechnologii. Jak wskazują przeprowadzone badania, udział środków biologicznych w ogólnym rynku środków ochrony roślin jest relatywnie niewielki, jednakże w ostatnich latach następuje jego dynamiczny wzrost ilościowy [Tomalak 2010]. W ostatnich latach dynamicznie rozwija się także rynek bionawozów i preparatów poprawiających strukturę gleby. Bionawozy mogą stanowić alternatywę lub

uzupełnienie dla popularnych w rolnictwie nawozów mineralnych. Z uwagi na konieczność posiadania przez rolników szerokiej wiedzy z zakresu nawożenia, w tym innowacyjnych środków produkcji i technik nawożenia, istotna jest pomoc doradcza [Piwowar 2013].

Omawiana w niniejszej pracy problematyka dotyczy innowacji w zakresie nawożenia roślin uprawnych i ochrony roślin. Praca ma charakter przeglądowny, a jej głównym celem jest charakterystyka głównych rodzajów biopreparatów i bionawozów wykorzystywanych w produkcji roślinnej. Omawiane biopreparaty w literaturze przedmiotu nazywane są: preparatami biologicznymi, biopreparatami oraz biostymulatorami. Podstawę opracowania stanowiły obserwacje rynku środków produkcji rolnej w Polsce oraz analiza literatury przedmiotu, w tym wyniki najnowszych badań nad skutecznością i efektywnością stosowania tych środków produkcji w rolnictwie. Podstawą opracowania jest również doświadczenie autora z pracy w przemyśle nawozowym.

2. Środki biologiczne i biotechniczne w rolnictwie – klasyfikacje, rodzaje, przykłady środków

Środki biologiczne i biotechniczne w produkcji roślinnej, zawierające w swym składzie mikroorganizmy i substancje pochodzenia naturalnego, można podzielić na dwie główne grupy: biopestycydy oraz bionawozy.

Biopestycydy to grupa środków ochrony roślin zawierających m.in. różne grupy mikroorganizmów (wirusy, bakterie i grzyby) oraz nicienie. Wśród drobnoustrojów będących składnikami czynnymi biopreparatów dominują bakterie (*Bacillus* i *Pseudomonas*) oraz grzyby (*Trichoderma*, *Beauveria*, *Coniothyrium*, *Matharhizium*, *Pythium*) [Martyniuk 2012]. Wśród biopestycydów można wyróżnić kilka grup, tj. bioherbicydy, biobakteriocydy, biofungicydy, bioinsektycydy, bionematocydy. Wykaz wybranych mikroorganizmów jako

składników czynnych biologicznych środków ochrony roślin przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Przykładowe mikroorganizmy jako czynne składniki w poszczególnych grupach biopestycydów

Grupa biopestycydów	Mikroorganizmy jako czynne składniki
Bioherbicydy	<i>Alternaria destruens</i>
Biobakteriocydy	<i>Agrobacterium</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Bacillus</i>
Biofungicydy	<i>Trichoderma</i> , <i>Gliocladium</i> , <i>Pythium</i> , <i>Coniothyrium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Streptomyces</i>
Bioinsektocydy	<i>Bacillus thuringiensis</i> , <i>Beauveria bassiana</i>
Bionematocydy	<i>Metarhizium</i> , <i>Paecilomyces</i> , <i>Verticillium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Heterorhabditis</i> , <i>Steinernema</i>

Źródło: [Martyniuk 2011].

Do grupy biopestycydów zaliczamy także środki biotechniczne, tj. biologicznie czynne substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego (olejki, saponiny, kwasy organiczne, chitozan), regulatory wzrostu roślin oraz semiozwiązki (feromony, atraktanty i repelenty) [Tomalak 2010, Martyniuk 2012].

Jak wspomniano we wstępie, na krajowym rynku dostępnych jest wiele biopestycydów. Przykładowy asortyment oferowanych w Polsce biopestycydów z wykazem producentów/dystrybutorów przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Przykłady biopestycydów dostępnych na polskim rynku

Nazwa	Producent/Dystrybutor	Substancja czynna/organizm pożyteczny
Dipel WG	Valent BioSciences, USA	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>
Novodor SC	Valent BioSciences, USA	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Tenebrionis</i> ATCC-1252, szczep NB 176
Madex MAX	Biofa AG Bio- Farming Systems, Niemcy	<i>Cydia pomonella</i> Granulosis Virus (CpGV)
Timorex Gold 24 EC	Biomor Israel Ltd., Izrael	Olejek z krzewu herbacianego
Spruzit EC	Neudorff GmbH KG, Niemcy	Naturalne pyretryny i olej rzepakowy

Polyversum WP	Biopreparaty spol. s.r.o., Republika Czeska	Pythium oligandrum
Constans XX	PROPHYTA Biologischer Pflanzenschutz, Niemcy	Coniothyrium minitans

⁷ Źródło: Opracowanie własne.

Wśród biopestycydów dostępnych na krajowym rynku można wymienić m.in. Dipel WG oraz Novodor SC. Podmiotem wprowadzającym te środki ochrony roślin na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, zgodnie z odpowiednim zezwoleniem MRiRW, jest Biocont Polska Sp. z o.o. z Krakowa. Dipel WG jest biologicznym środkiem owadobójczym o działaniu żołądkowym, przeznaczonym do zwalczania: gąsienic bielinka rzepnika, bielinka kapustnika, piętnówki kapustnicy i tantnisia krzyżowiaczka w białej kapuście oraz gąsienic pachówki strąkóweczki w grochu. Na roślinie działa powierzchniowo¹. Dipel WG jest selektywnym insektycydem, stąd jest nieszkodliwy dla pożytecznych owadów. Podkreślić przy tym należy, że dostępnych na rynku jest wiele biopreparatów zawierających bakterię *Bacillus thuringiensis*, zawierają one różne szczepy i są zalecane do ochrony przed różnymi gatunkami szkodników. Z kolei Novodor SC to środek owadobójczy o działaniu żołądkowym, przeznaczony do zwalczania larw stonki ziemniaczanej (w polskich warunkach najgroźniejszy szkodnik ziemniaka). Podobnie jak poprzedni produkt na roślinie działa powierzchniowo². Novodor S.C. można być stosowany w uprawach ekologicznych. Oprócz biopreparatów zawierających bakterie, na krajowym rynku dostępne są także biopestycydy zawierające wirusy. Przykładem takiego preparatu jest Madex MAX. Jest to biologiczny środek ochrony roślin przeznaczony do zwalczania gąsienic owocówki jabłkóweczki. Substancją czynną tego preparatu jest wirus granulozy owocówki jabłkóweczki (CpGV). Innym biopreparatem dostępnym na polskim rynku, zawierającym entomopatogenicznego wirusa CpGV, jest Carpovirusine Super S.C. Wśród biopestycydów dostępnych na rynku znajdują się także środki zawierające

¹ Etykieta Dipel WG, załącznik do zezwolenia MRiRW nr R-44/2010 z dnia 23.04.2010 r.

² Etykieta Novodor SC, załącznik do zezwolenia MRiRW nr R-40/2010 z dnia 22.04.2010 r.

naturalne substancje lub wyciągi roślinne (np. Timorex Gold oraz Spruzit). Wśród biopestycydów grzybobójczych wymienić można Polyversum WP. Środek ten zawiera niepatogenicznego grzyba *Pythium oligandrum*, który jest pasożytem niektórych gatunków grzybów chorobotwórczych. Jedynym zarejestrowanym w Polsce biologicznym preparatem opartym o gatunek grzyba *Coniothyrium minitans* (pasożyt grzybów z rodzaju *Sclerotinia*), jest Contans XX.

Coraz bardziej popularne w praktyce rolniczej są bionawozy i preparaty poprawiające właściwości gleb. Bionawozy zdefiniować można jako preparaty zawierające mikroorganizmy, które poprzez interakcje w ryzosferze powodują poprawę właściwości gleby oraz wzrost przyswajania składników pokarmowych przez rośliny [Vessey 2003]. W tym celu wykorzystywane są m.in. następujące bakterie: *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* i *Bacillus mucilaginosus*. Na krajowym rynku nawozów występują także produkty wytwarzane na bazie naturalnych ekstraktów z roślin lądowych i wodnych. Popularnym w polskich gospodarstwach rolnych jest m.in. preparat EM. Z punktu widzenia klasyfikacji prawnej, zgodnie z definicją zawartą w Ustawie z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu, jest to środek poprawiający właściwości gleby³. Przykładowe bionawozy i preparaty poprawiające właściwości gleb przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Przykładowe bionawozy i preparaty poprawiające właściwości gleb dostępne na polskim rynku

Nazwa	Producent	Charakterystyka
EM Efektywne Mikroorganizmy	Greenland Technologia EM, Polska	Środek poprawiający właściwości gleby, preparat mikrobiologiczny
BIO-ALGEEN S90	P.H.U. „POLGER-KIDO”, Polska	Głony morskie i produkty z glonów
MIKRO-VITAL	EKO-HYDROCLEAN P.H.U., Polska	Środek poprawiający właściwości gleby, preparat mikrobiologiczny
HB-101	F.I.S. IMPEX GROUP sp. z o.o., Polska	Środek poprawiający właściwości gleby, mieszanina soków roślinnych
BIOMASS SUGAR	ILLOVO SUGAR ESPAÑA,	Środek poprawiający właściwości

³ Środki poprawiające właściwości gleby są to substancje dodawane do gleby w celu poprawy jej właściwości lub jej parametrów chemicznych, fizycznych, fizykochemicznych lub biologicznych, z wyłączeniem dodatków do wzbogacenia gleby wytworzonych wyłącznie z produktów ubocznych pochodzenia zwierzęcego [Ustawa...2007].

	Hiszpania	gleby
BioFeed Amin	Agro Bio Products B.V., Holandia	Środek poprawiający właściwości gleby
UGmax	Przedsiębiorstwo Wdrożeniowo-Innowacyjne Bogdanowicz Andrzej, Polska	Środek poprawiający właściwości gleby

Źródło: Opracowanie własne.

Ze względu na skład surowcowy oraz technologię produkcji środki poprawiające właściwości gleb można podzielić na kilka grup, m.in.:

- środki pochodzenia organicznego i organiczno-mineralnego,
- pozostałości pofermentacyjne pochodzące z biogazowni,
- preparaty mikrobiologiczne [Rutkowska 2013].

W zagranicznej literaturze przedmiotu przyjmuje się, że preparaty zawierające efektywne mikroorganizmy można traktować jako bionawozy [Muthaura i in. 2010; Schenck zu Schweinsberg-Mickan i Müller 2009]. Według producenta preparat EM działa kompleksowo zarówno na glebę, jak i na rośliny uprawne. Po zastosowaniu preparatu zachodzą pożądane zmiany biochemiczne, które są kluczowe zarówno dla kondycji i żyzności gleby, jak i odporności oraz wzrostu roślin uprawnych. Twórcą preparatu EM jest japoński naukowiec Teruo Higa, który do jego stworzenia wykorzystał naturalnie występujące w środowisku mikroorganizmy, m.in. bakterie kwasu mlekowego i fotosyntetyczne, drożdże, promieniowce oraz grzyby [Mayer Scheid, Widmer, Fliebbach, Oberholzer 2010]. W tabeli 4 przedstawiono wybrane środki poprawiające właściwości gleb opiniowane w IUNG-PIB w Puławach.

Tabela 4. Wybrane środki poprawiające właściwości gleb opiniowane w IUNG-PIB w Puławach

Nazwa	Producent	Parametry jakościowe (minimum)
HUMERRA	RETERRA Sp. z o.o.	N – 1,0% P ₂ O ₅ – 0,4% K ₂ O – 0,8% MgO – 0,4% CaO – 3,0% S – 0,3%

		substancja organiczna– 30%
EKONEEM GRAN	ALLEGRO-EKO Sp. z o.o.	N – 4,00% P ₂ O ₅ – 0,8% K ₂ O – 0,9% MgO – 0,4% CaO – 1,0% substancja organiczna– 76%
NEEM GR	MATRIX AGROSERVICES	N – 1,5% P ₂ O ₅ – 1,0% K ₂ O – 0,4% MgO – 0,4% CaO – 0,75% S – 0,3% substancja organiczna– 65%

Źródło: [Rutkowska 2013].

Znajdujące się na rynku preparaty, których celem jest poprawa właściwości gleb, zawierają zróżnicowany skład chemiczny. Dla przykładu preparat Bio-Algeen oprócz makro- i mikroelementów jest wzbogacony glonami morskimi i wodorostami. Z kolei preparat EM zawiera mikroorganizmy, w tym m.in. bakterie kwasu mlekowego. Interesującą grupę preparatów w produkcji ogrodniczej stanowią te zawierające w swym składzie grzyby, a w szczególności grzyby mikoryzowe, które stymulują wzrost i plonowanie roślin. Wykorzystanie symbiozy mikoryzowej⁴ pozwala na uzyskanie znacznie lepszych efektów we wzroście i zdrowotności uprawianych roślin. Symbiotyczne grzyby mikoryzowe wprowadzane są do upraw w postaci szczepionek [Kubiak 2007].

3. Efektywność stosowania wybranych bionawozów i preparatów poprawiających właściwości gleb

Warto podkreślić, że dotychczasowe badania nad wpływem bionawozów i preparatów poprawiających właściwości gleb na wzrost i plonowanie roślin są niejednoznaczne [Kołodziejczyk 2014]. Badania przeprowadzane są zarówno w polowej produkcji roślinnej na gruntach ornych, jak i produkcji ogrodniczej (w tym głównie w sadownictwie i warzywnictwie).

⁴ mikoryza to zjawisko polegające na współżyciu korzeni lub innych organów roślinnych z grzybami

W literaturze przedmiotu dostępne są badania, których wyniki wskazują na zwiększenie żyzności gleby, wzrost plonów, a także na podniesienie odporności roślin na patogeny i szkodniki po zastosowaniu bionawozów i preparatów poprawiających właściwości gleb. Na przykład w literaturze krajowej pozytywne oddziaływanie biopreparatu EM na poprawę zdrowotności roślin opisali Boligłowa i Gleń [2008]. Badania wykazały, że zabiegi ochronne z zastosowaniem preparatu EM skutecznie chroniły pszenicę przed septoriozą i brunatną plamistością liści. Z innych badań wynika, że stosowanie efektywnych mikroorganizmów w pszenicy ozimej wpływa na zmniejszenie odłowu owadów doskonałych skrzypionki zbożowej (w fazie kłoszenia) rośliny, lednicy zbożowej (podczas kłoszenia i kwitnienia) oraz mszycy zbożowej (w fazie dojrzałości mleczno-woskowej) [Lamparski i in. 2013]. Jak wskazuje Martyniuk [2011] również w literaturze światowej znajdują się wyniki doświadczeń wskazujących na pozytywne oddziaływanie preparatu EM na plonowanie różnych gatunków roślin i poprawę właściwości gleb. Jednak są to opracowania opublikowane w nierecenzowanych materiałach konferencyjnych bądź (nieliczne) w czasopismach o niskim Impact Factor. Wiele badań dotyczyło efektywności stosowania preparatu w krajach azjatyckich [Condor-Golec 2007]. Z drugiej strony w czasopismach naukowych dostępne są pozycje literaturowe, w których autorzy krytycznie odnoszą się do skuteczności omawianych środków produkcji rolnej, w tym wspomnianego EM. Badania przeprowadzone w Szwajcarii dowiodły, że mikroorganizmy zawarte w EM nie miały wpływu na plonowanie roślin uprawnych [Mayer, Scheid, Oberholzer 2008]. Podobne rezultaty opublikowali holenderscy badacze [VanVliet, Bloem, de Goede 2006]. Sprzeczne wyniki badań w zakresie skuteczności preparatów stosowanych w uprawie roślin mogą być spowodowane m.in. zróżnicowanymi warunkami glebowo-klimatycznymi, a także jakością preparatów [VanVliet, Bloem, de Goede 2006].

Przeprowadzane w Polsce badania naukowe w zakresie bionawozów obejmują m.in. ich wpływ na aktywność enzymatyczną gleb. Jak wynika z badań

zastosowanie preparatów użyźniających (w tym EM i UG max) stymulowało aktywność dehydrogenaz, ureazy oraz proteazy [Bielińska i in. 2013]. Z kolei z badań Gajewskiego i in. [2013] wynika, że wpływ preparatu EM na właściwości fizyczne, chemiczne oraz na stan struktury poziomu orno-próchniczego gleby uprawnej był niewielki. Podobnie wyniki badań Jakubus i in. [2013] nie potwierdziły korzystnego oddziaływania preparatu EM na zintensyfikowanie procesu mineralizacji materii organicznej.

Interesujące są również badania w zakresie bakteryjnych czynników Nod, uznawanych za cząstki sygnałne i wpływające m.in. na powstawanie brodawek korzeniowych na roślinach motylkowatych (bobowatych) [Podleśny, Wielbo, Podleśna, Kidaj 2013]. Jak wynika z badań, aplikowanie czynników Nod bezpośrednio na nasiona lub opryskanie ich roztworem kilkudniowych siewek wywołuje zwiększenie liczby brodawek korzeniowych zasiedlanych przez rizobia autochtoniczne, przyspiesza kiełkowanie oraz wpływa korzystnie na liczbę i masę brodawek korzeniowych [Podleśny, Wielbo, Podleśna, Kidaj 2013; Kidaj i in. 2012].

Z kolei badania biostymulatora Kelpak SL, przeprowadzone w latach 2010-2011, dowiodły istotnego zwiększenia liczby i masy nasion oraz liczby strąków fasoli w porównaniu z kombinacją w której nie stosowano biostymulatora [Kocira, Kornas, Kocira 2013].

Badania nad skutecznością biopreparatu BIO-ALGEEN S90 w uprawie pomidorów przeprowadzili m.in. Mikiciuk i Dobrolimska [2014]. Jak wynika z ich badań rośliny potraktowane biostymulatorem cechowało znacznie większe tempo asymilacji CO₂ i większy wskaźnik efektywności wykorzystania wody w fotosyntezie. Zastosowanie biopreparatu spowodowało również wzrost zawartości chlorofilu a i b.

4. Podsumowanie

Nowoczesne środki produkcji rolnej są coraz częściej wynikiem prac badawczych z wykorzystaniem osiągnięć bio- i nanotechnologii. Postęp naukowo-techniczny w zakresie środków produkcji rolnej uwzględnia również rosnące wymagania w zakresie ochrony środowiska przyrodniczego. Na polskim rynku nawozów i środków ochrony roślin dostępnych jest coraz więcej biologicznych i biotechnicznych produktów, które w swym składzie zawierają mikroorganizmy i substancje pochodzenia naturalnego. Ich zadaniem jest stymulowanie procesów życiowych i zwiększanie odporności roślin na warunki stresowe w celu uzyskania większego i lepszego jakościowo plonu.

Przydatność biopreparatów w zabiegach ochrony roślin nie ulega wątpliwości. Wszystkie biologiczne środki ochrony roślin przed ich dopuszczeniem do obrotu i stosowania przechodzą wymagany cykl badań oraz muszą się wykazać odpowiednią skutecznością. Na podstawie przytoczonego przeglądu dotyczącego zastosowania bionawozów można natomiast stwierdzić, że część badaczy sceptycznie odnosi się do ich wpływu na zdrowotność roślin uprawnych, stąd konieczne są dalsze badania, które dadzą odpowiedź na pytania dotyczące skuteczności i efektywności w warunkach polowych oraz celowości ich stosowania w praktyce rolniczej. Jest to bardzo istotne z punktu widzenia ekonomiki gospodarstw rolnych oraz wdrażania koncepcji zrównoważonego rozwoju rolnictwa. Przedstawione w pracy wyniki badań dowodzą, że część bionawozów może być istotnym elementem zrównoważonej gospodarki nawozowej w gospodarstwach rolnych w Polsce.

LITERATURA

1. Bielińska E. J., Futa B., Bik-Mołodzińska M., Szewczuk C., Sugier D. (2013): Wpływ preparatów użyźniających na aktywność enzymatyczną gleb. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, vol. 58, nr 3, s. 15-19.

2. Boligłowa E., Gleń K (2008): Assessment of effective microorganisms activity (EM) in winter wheat protection against fungal diseases. *Ecological Chemistry and Engineering A.*, vol. 15, s. 23-27.
3. Córdor-Golec A. F., Pérez P. G., Lokare Y. C. (2007): Effective microorganisms: myth or reality? *Rev. Peru Biol.*, vol. 14, p. 315–319.
4. Gajewski P., Kaczmarek Z., Owczarek W., Jakubus M., Mocek A. (2013): Wpływ dodatków organicznych oraz preparatu EM-a na właściwości fizyczne, chemiczne oraz na stan struktury poziomej orno-próchniczno-gleby uprawnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, vol. 58(3), s. 119-123.
5. Jakubus M., Gajewski P., Kaczmarek Z., Mocek A. (2013): *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, vol. 58(3), s. 220-225.
6. Kidaj D., Wielbo J., Skorupska A (2012): Nod factors stimulate seed germination and promote growth and nodulation of pea and vetch under competitive conditions. *Microbiol Res.*, vol. 167(3), p. 144-50.
7. Kocira A., Kornas R., Kocira S. (2013): Effect assessment of Kelpak SL on the bean yield (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Central European Agriculture*, vol. 14(2), p. 67-76.
8. Kołodziejczyk M. (2014): Effectiveness of nitrogen fertilization and application of microbial preparations in potato cultivation” *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, vol. 38, p. 299-310.
9. Kubiak J. (2007): Przyszłościowa technologia mikrozytacji masowej produkcji ogrodniczej. *Inżynieria Rolnicza*, nr 9, s. 73-78.
10. Lamparski R., Kotwica K., Jaskulski D., Piekarczyk M., Wawrzyniak M. (2013): Wpływ stosowania biopreparatów w uprawie pszenicy ozimej na liczebność fitofagicznej entomofauny. *Fragm. Agron.* 30(3), s. 108–114.
11. Martyniuk S. (2012): Czy rozwój integrowanej ochrony roślin i rolnictwa ekologicznego zwiększy wykorzystanie biopestycydów w

praktyce rolniczej? *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, vol. 57, s. 35-37.

12. Martyniuk S. (2011): Skuteczne i nieskuteczne preparaty mikrobiologiczne stosowane w ochronie i uprawie roślin oraz rzetelne i nierzetelne metody ich oceny. *Post. Mikrobiol.*, nr 50,4, s. 321-328.
13. Mayer J., Scheid S., Oberholzer H. R. (2008): How Effective are 'Effective Microorganisms® (EM)'? Result from an Organic Farming Field Experiment" 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16-20, 2008.
14. Mayer J., Scheid S., Widmer F., Fliebbach A., Oberholzer H. (2010): How effective are "Effective microorganisms (EM)"? Results from a field study in temperature climate. *Appl. Soil Ecol.*, vol. 46, p. 230-239.
15. Mikiciuk M., Dobromilska R. (2014): Assessment of yield and physiological indices of small-sized tomato cv. 'Bianka F1' under the influence of biostimulators of marine algae origin. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, vol. 13(1), s. 31-41.
16. Muthaura Ch., Musyimi D. M., Ogur J. A., Okello S. V. (2010): Effective microorganisms and their influence on growth and yield of pigweed (*Amaranthus dubians*) *ARPN J. Agric. Biol. Sci.*, vol. 5(1), p. 17-21.
17. Piwowar A. (2011): Innowacje w zakresie nawożenia mineralnego i ich praktyczne zastosowanie. *Postępy Nauk Rolniczych*, nr 3, s. 47-56.
18. Piwowar A. (2013), Doradztwo w zakresie nawożenia w agrobiznesie. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego*, nr 1, s. 19-29
19. Piwowar A. (2014): Pierwszy agregat agrobiznesu – zaopatrzenie, [w:] *Agrobiznes i biobiznes. Teoria i praktyka* (red. S. Urban). Wyd. Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław, s. 20-32.
20. Podleśny J., Wielbo J., Podleśna A., Kidaj D. (2013): Przydatność stosowania preparatu czynników Nod (Lco_s) do przedsięwzięcia zaprawiania nasion grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). *Journal of Research and*

Applications in Agricultural Engineering, vol. 58(4), s. 124-129.

21. Rutkowska A. (2013): Środki wspomagające uprawę roślin jako element gospodarki nawozowej. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, z. 34, s. 159-171.
22. Schenck zu Schweinsberg-Mickan M., Müller T. (2009): Impact of effective microorganisms and other biofertilizers on soil microbial characteristics, organic-matter decomposition, and plant growth. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, vol. 172, p. 704-712.
23. Tomalak M. (2010): Rynek biologicznych środków ochrony roślin i przepisy legislacyjne. *Postępy w Ochronie Roślin*, nr 50, s. 1053-1063.
24. Van Vliet P. C. J., Bloem J., De Goede R. G. M. (2006): Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Micro-organisms® (EM) to slurry manure. *Applied Soil Ecology*, volume 32, p. 188-198.
25. Vessey J. K. (2003): Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant and Soil*, vol. 255, p. 571-586.
26. Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz. U. Nr 147, poz. 1033, z późn. zm.).

ARKADIUSZ PIWOWAR

ŚRODKI BIOLOGICZNE I BIOTECHNICZNE W PRODUKCJI ROŚLINNEJ

Słowa kluczowe: bionawozy, biopestycydy, rolnictwo

STRESZCZENIE

W niniejszej pracy przedstawiono rodzaje i przykłady środków biologicznych i biotechnicznych, wykorzystywanych w produkcji roślinnej. Jak wynika z analiz, na polskim rynku dostępnych jest wiele krajowych i zagranicznych biopestycydów i bionawozów, które mogą być alternatywą lub uzupełnieniem dla tradycyjnych agrochemikaliów, tj. pestycydów oraz nawozów mineralnych. W dotychczas przeprowadzonych badaniach naukowych brak jest jednoznaczności odnośnie wymiernych pozytywnych efektów stosowania niektórych bionawozów w produkcji rolnej.

ARKADIUSZ PIWOWAR

BIOLOGICAL AND BIOTECHNICAL PRODUCTS IN PLANT PRODUCTION

Keywords: biofertilizers, biopesticides, agriculture

SUMMARY

This study presents types and examples of biological and biotechnical products used in plant production. As the analyses show, there is a number of national and international biopesticides and biofertilizers on the Polish market, which can be an alternative or a supplement for traditional agrochemicals, that is pesticides and mineral fertilizers. When it comes to research studies conducted so far there is no clarity regarding positive effect of using some biofertilizers in agricultural production.

e-mail: arkadiusz.piwowar@ue.wroc.pl