

Parasitic and antagonistic fungi in biological plant protection in Poland

Grzyby pasożytnicze i antagonistyczne w biologicznej ochronie roślin w Polsce

Danuta Sosnowska*

Summary

In recent years, with the use of integrated pest management, the range of parasitic and antagonistic fungi-based biopreparations registered to reduce the population of the most harmful plant agrophages has been increasing. In Poland, four bioinsecticides and five biofungicides based on parasitic fungi and five biofungicides based on antagonistic fungi have been registered. They are used in field and covered farming as well as in organic farming.

Key words: biological plant protection, biological plant protection products, parasitic and antagonistic fungi

Streszczenie

W ostatnich latach dzięki stosowaniu integrowanej ochrony roślin wzrasta asortyment biopreparatów opartych na grzybach pasożytniczych i antagonistycznych zarejestrowanych do ograniczania populacji najbardziej szkodliwych agrofagów roślin. W Polsce zarejestrowano cztery bioinsektycydy i pięć biofungicydów opartych na grzybach pasożytniczych oraz pięć biofungicydów opartych na grzybach antagonistycznych. Są one stosowane w uprawach polowych i pod osłonami oraz w uprawach ekologicznych.

Słowa kluczowe: biologiczna ochrona roślin, biologiczne środki ochrony roślin, grzyby pasożytnicze i antagonistyczne

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

*corresponding author: d.sosnowska@iorpib.poznan.pl

ORCID: 0000-0002-0463-5973

Wstęp / Introduction

O roli grzybów w regulacji populacji wielu szkodników wiadomo już od ponad 150 lat. W 1834 roku Włoch Agostino Bassi wykazał, że grzyb *Beauveria bassiana* (wtedy nazywał go *Botrytis paradosa*) infekuje jedwabnika (*Bombyx mori*) (Bassi 1935). Od tego momentu rozpoczęły się szerokie badania nad tą grupą grzybów. Okres mikrobiologicznego zwalczania owadów poprzez wykorzystanie grzybów owadobójczych rozpoczął się od momentu, kiedy w 1884 roku Rosjanin Krassiltschik wyprodukował 54 kg zarodników grzyba *Metarhizium anisopliae* i zastosował do zwalczania nałanka (*Anisoplia austriaca*) (Krassiltschik 1888). W Polsce dopiero w latach 1934–1938 Karpiński wyprodukował we własnym zakresie biopreparat zawierający zarodniki grzybów *B. bassiana* i *B. tenella* w ilości około 380 kg i zastosował je na powierzchni 21 ha do zwalczania pędraków chrabaszczy (*Melolontha* sp.) (Karpiński 1950). Pierwsze próby zastosowania grzybów w Polsce przeciwko szkodnikom buraka przeprowadził Danysz i Wize (Danysz i Wize 1901). Od tego momentu nastąpił znaczny rozwój badań nad poszukiwaniem najskuteczniejszych szczepów do zwalczania wielu groźnych szkodników roślin.

Aktualnie znamy ponad 1000 gatunków grzybów owadobójczych, z czego tylko kilkanaście gatunków jest zarejestrowanych na świecie w formie biopreparatów. Stosuje się je głównie do zwalczania szkodników upraw pod osłonami, gdyż warunki tam panujące są odpowiednie dla rozwoju grzybów w porównaniu do upraw polowych (Ekbohm 1979; Sosnowska i Piątkowski 1996; Sosnowska 2000, 2005; Fiedler i Sosnowska 2006, 2009). W warunkach polowych grzyby owadobójcze mają mniejsze zastosowanie, natomiast grzyby zwalczające sprawców chorób roślin większe. Wiadomo również, że w środowisku naturalnym grzyby pasożytnicze w sprzyjających warunkach ograniczają populacje wielu szkodników, często powodując ich epizooce, czyli masowe zamieranie (Bałazy 2002, 2004).

Biologiczne metody zwalczania są jedną z alternatywnych metod w stosunku do chemicznych środków ochrony roślin. Wiadomo, że co roku na świecie stosuje się około 3 mld ton pestycydów do zwalczania szkodników (Messing i Broudeur 2018). Nie jest to obojętne dla środowiska. W ostatnich latach zwiększył się asortyment pożytecznych makroorganizmów i mikroorganizmów dzięki działalności firm prywatnych (van Lenteren i wsp. 2018). Zwiększa się również sprzedaż mikrobiologicznych środków ochrony roślin na świecie, jednak nadal stanowi tylko 2,5% w porównaniu ze sprzedażą chemicznych środków ochrony roślin (Evans 2008). W latach 2005–2010 udział środków biologicznych w światowym rynku pestycydów wzrósł do 4,2% (Ravensberg 2011). W Polsce do roku 2014 zainteresowanie stosowaniem środków biologicznych opartych na grzybach pasożytniczych i antagonistycznych było małe. Asortyment zarejestrowanych środków był niewielki.

W latach 90. ubiegłego wieku w warunkach upraw szklarniowych zarejestrowany był tylko jeden bioinsektycyd oparty na grzybie owadobójczym *Isaria fumosorosea* do zwalczania mączlika szklarniowego na pomidorach (Sosnowska 2013, 2018). Obecnie jest ich dużo więcej, co jest związane z wprowadzeniem od 1 stycznia 2014 roku obowiązkowego stosowania przez wszystkich profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin zasad integrowanej ochrony roślin. Ponadto w Krajowym Planie Działania (KPD) na rzecz ograniczenia ryzyka związanego ze stosowaniem środków ochrony roślin na lata 2018–2022 przyjęto, że kluczowym celem dla Polski będzie upowszechnianie zasad integrowanej ochrony roślin oraz wdrożenie tych zasad, w szczególności przez promowanie niechemicznych metod ochrony, co ma prowadzić do zmniejszenia zależności produkcji roślinnej od chemicznych środków ochrony roślin i w efekcie ograniczenia ryzyka związanego z ich użyciem.

Grzyby pasożytnicze do ochrony roślin przed szkodnikami w polu, pod osłonami i w uprawach ekologicznych / Parasitic fungi for pest control in field, greenhouse and organic conditions

Mechanizm działania grzybów pasożytniczych dla owadów jest prosty i składa się z kilku etapów: adhezji (przylegania) zarodników do powierzchni ciała owadów, rozwoju grzyba na powierzchni kutikuli, przeniknięcia do wnętrza jamy ciała poprzez kutikulę, wtargnięcia do wnętrza ciała owada i kolonizacji jego organów wewnętrznych.

Stadium infekcyjnym grzyba jest zarodnik (spora), który musi dostać się na powierzchnię ciała owada. Pod wpływem wielu czynników, takich jak: temperatura, wilgotność, dostęp tlenu, jego żywotność, zarodnik kiełkuje i strzępką kiełkową przenika przez oskórek do wnętrza ciała owada. Strzępka kiełkowa po przeniknięciu przez oskórek owada rozpada się na stosunkowo duże, wielojądrowe odcinki zwane ciałami strzępkowymi, które w krótkim czasie wypełniają jamę ciała stawonoga. Dopóki gospodarz żyje, rozwój i rozmnażanie grzyba przebiega nie tak intensywnie, jak po jego śmierci. W pierwszej kolejności grzyb atakuje ciało tłuszczowe, a następnie przewód pokarmowy, później pozostałe organy. Trwa to w zależności od warunków zewnętrznych do tygodnia. Potem następuje śmierć owada. W delikatnych miejscach ciała owada grzybnia strzępkowa przerasta na zewnątrz dając początek trzonkom konidialnym na powierzchni ciała. Grzybnia ma najczęściej kolor biały i jest dobrze widoczna na ciele owada. Na strzępce pojawiają się struktury zarodnikotwórcze i zarodniki, które zarażają nowe osobniki szkodników.

Największy sukces w zastosowaniu grzybów owadobójczych osiągnięto w ochronie upraw pod osłonami.

W szklarniach można regulować temperaturę i wilgotność, czego nie da się dokonać w warunkach polowych. Jest to ważne, gdyż w początkowym etapie grzyby pasożytnicze do skielkowania zarodników i przeniknięcia do wnętrza ciała owada potrzebują sprzyjających warunków, najczęściej temperatury 25°C i przez pierwszą dobę od dostania się na powierzchnię ciała owada potrzebują wysokiej wilgotności od 80 do 90%. Czynniki biologiczne nie powodują objawów fitotoksyczności roślin, są bezpieczne dla zdrowia ludzi i środowiska, mogą być stosowane wspólnie z trzmielami i innymi organizmami pożytecznymi – entomofagami.

W praktyce, najwcześniej w uprawach szklarniowych został zarejestrowany w latach 90. ubiegłego wieku Preferal oparty na grzybie owadobójczym *Paecilomyces fumosoroseus* (obecnie *Isaria fumosorosea* szczep Apopka 97) do ograniczania populacji mątwika szklarniowego na pomidorach (Sosnowska i Piątkowski 1996). Był to wtedy jedyny bioinsektycyd zarejestrowany w Polsce. Obecnie zarejestrowano 4 bioinsektycydy zawierające grzyby pasożytnicze (tab. 1).

W skład bioinsektycydu Met 52 i 1020 wchodzi grzyb owadobójczy *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* szczep F52. Jest on w formie granul, gdzie nośnikiem jest ziarno ryżu. Przeznaczony jest do ochrony truskawki, agrestu, aronii, bzu czarnego, borówki, dzikiej róży, malin, porzeczek, roślin ozdobnych oraz winorośli w polu przed szkodnikiem opuchlakiem truskawkowcem. Z kolei bioinsektycyd 1020 oparty na tym samym szczepie grzyba *M. anisopliae* zarejestrowano do ochrony truskawki pod osłonami i roślin szklarniowych ozdobnych w uprawie kontenerowej i w donicach również przed opuchlakiem truskawkowcem (tab. 1). Wszystkie te środki stosuje się w uprawach ekologicznych.

Grzyb *B. bassiana* należy do najbardziej pospolitych gatunków spotykanych na owadach, również w Polsce. W naszym kraju obserwowano go na 80 gatunkach owadów, głównie chrząszczy i motyli (Lipa 1967). W latach 1984–1988 w Pabianicach rozpoczęto produkcję metodą węglaną biopreparatu opartego na polskim szczepie grzyba *B. bassiana* do zwalczania stonki ziemniaczanej (Bajan i Kmitowa 1997). W Instytucie Ekologii PAN opracowano wtedy założenia do przemysłowej produkcji, jednak ze względów technicznych ta wielkoprzemysłowa produkcja została zatrzymana.

W latach 90. ubiegłego wieku w warunkach Polski był testowany biopreparat oparty na *B. bassiana* do zwalczania stonki ziemniaczanej. Cztery zabiegi opryskiwania tym bioinsektycydem pozwoliły uzyskać plon ziemniaka nawet większy niż po zastosowaniu pyretroidów (Sosnowska 1997; Lipa i wsp. 1998). Obecnie w Polsce zarejestrowano jeden bioinsektycyd oparty na szczepie ATCC74040 grzyba *B. bassiana* (Naturalis) (tab. 1). Ma on bardzo szerokie zastosowanie do ochrony wielu upraw tylko pod osłonami,

nie w warunkach polowych. Ogranicza populacje mączlików, wciornastków, przedziorka chmielowca i mszycy sałatowo-porzeczkowej. Natomiast w uprawach małoobszarowych uprawianych pod osłonami ogranicza populacje drutowców i mączlików (tab. 1).

Grzyby pasożytnicze do ochrony roślin przed sprawcami chorób w polu, pod osłonami i w uprawach ekologicznych / Parasitic fungi for disease control in field, greenhouse and organic conditions

Największe zastosowanie w praktyce ma biofungicyd zawierający pasożytniczego grzyba *Pythium oligandrum* (tab. 2). Jego działanie polega na niszczeniu strzępek grzybów patogenicznych poprzez rozkład enzymatyczny, stymulując jednocześnie mechanizmy odpornościowe chronionej rośliny, poprzez między innymi wprowadzenie do niej fitohormonów oraz fosforu i cukrów. Stymulacja ta rozpoczyna się podczas bezpośredniego kontaktu grzybni i młodej tkanki roślin. Środek jest stosowany do ochrony upraw pod osłonami przed fytoftorą, zgorzelą podstawy łodygi, fuzariozą i zgnilizną twardzikową (tab. 2). Ma bardzo szerokie zastosowanie do ochrony upraw małoobszarowych. Truskawki chroni przed szarą pleśnią i chorobami przechowalniczymi. Ogórka uprawianego w gruncie chroni przed sprawcami zgorzeli siewek i mączniakiem rzekomym. Stosowany jest do ochrony borówki amerykańskiej, porzeczek czarnej i gruszy przed szarą pleśnią. Ma również zastosowanie w szklarniach i ogrodach wrzosowatych roślin ozdobnych do ochrony przed fytoftorą. Używany jest do ochrony trawników, pól golfowych i murawy na stadionach przed zgnilizną twardzikową i innymi chorobami strefy korzeniowej (tab. 2).

Działanie selektywne pasożytniczego grzyba *Coniothyrium minitans* zostało wykorzystane do ochrony roślin ozdobnych i warzywniczych w gruncie i pod osłonami oraz rzepaku ozimego do zwalczania sprawcy zgnilizny twardzikowej (*Sclerotinia* spp.) (tab. 2). Grzyb ten zastosowany dogłębnie działa tylko na przetrwalniki grzybów z rodzaju *Sclerotinia* powodując ich wyniszczenie i rozpadanie się.

W ochronie ogórka, pomidora i roślin ozdobnych (zielnych) znalazł zastosowanie inny gatunek grzyba pasożytniczego *Gliocladium catenulatum*, który powstrzymuje rozwój sprawcy czarnej zgnilizny zawiązków i pędów roślin dyniowatych na ogórku oraz szarej pleśni (*Botrytis cinerea*) na truskawce, pomidorze i roślinach ozdobnych (tab. 2).

Z kolei w uprawach sadowniczych stosuje się szczepy grzyba *Aureobasidium pullulans* do zwalczania sprawców zarazy ogniowej i chorób przechowalniczych owoców (tab. 2).

Tabela 1. Wykaz środków biologicznych opartych na grzybach pasożytniczych do ochrony roślin przed szkodnikami w polu i pod osłonami oraz w uprawach ekologicznych

Table 1. List of biopesticides based on parasitic fungi for plant protection against insect pests in Poland on field, plants under cover and on organic farming

Nazwa Name	Substancja czynna Active substance	Roślina Plants	Zwalczany szkodnik Controlled pest	
Met 52 granulat	<i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i> szczep F52 strain F52	truskawka (w polu), agrest, aronia, bez czarny, borówka, dzika róża, malina, porzeczka, rośliny ozdobne, rośliny szkółkarskie ozdobne (w polu), winorośl strawberry (in the field), gooseberry, chokeberry, elderberry, blueberry, wild rose, raspberry, currant, decorative plants, decorative nursery plants (in the field), grapevines	opuchlak truskawkowiec (<i>Otiorhynchus sulcatus</i>)	
1020	<i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>anisopliae</i> szczep F52 strain F52	truskawka (pod osłonami), rośliny szkółkarskie ozdobne (uprawa kontenerowa i w donicach) strawberry (under cover), ornamental nursery plants (containerized and potted)	opuchlak truskawkowiec (<i>Otiorhynchus sulcatus</i>)	
Naturalis	<i>Beauveria bassiana</i> szczep ATCC74040 strain ATCC74040	pomidor, papryka, bakłażan (pod osłonami), arbuz, melon, dynia, ogórek, cukinia (pod osłonami) tomato, pepper, eggplant (under cover), watermelon, melon, pumpkin, cucumber, zucchini (under cover)	mączlik szklarniowy, mączlik ostroskrzydły, wciornastki, przędziorek chmielowiec greenhouse whitefly, silverleaf whitefly, thrips, spider mite	
		sałata, cykorja (pod osłonami) lettuce, chicory (under covers)	mszyca sałatowo-porzeczkowa salad currant aphid	
		fasola, fasola szparagowa (pod osłonami) beans, green beans (under covers)	mączliki whiteflies	
		truskawka (pod osłonami) strawberry (under cover)	wciornastki, przędziorek chmielowiec thrips, spider mite	
		kwiaty i rośliny ozdobne (pod osłonami) flowers and ornamental plants (under covers)	mączliki whiteflies	
		Uprawy małoobszarowe Minor crops		
		pomidor, papryka, bakłażan (pod osłonami) tomato, pepper, eggplant (under covers)	drutowce wireworms	
		kalafior, brokuł (pod osłonami) cauliflower, broccoli (under covers)	mączlik warzywny cabbage whitefly	
		truskawka (pod osłonami) strawberry (under cover)	mączliki whiteflies	
Preferal WG	<i>Isaria fumosorosea</i> szczep Apopka 97 strain Apopka 97	ogórek, cukinia, dynia, melon, pomidor, papryka, oberżyna, fasola (pod osłonami) cucumber, zucchini, pumpkin, melon, tomato, pepper, eggplant, beans (under covers)	mączliki whiteflies	
		rośliny ozdobne (pod osłonami) ornamental plants (under covers)	mączliki whiteflies	

Źródło: lista środków ochrony roślin Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Source: list of Ministry of Agriculture and Rural Development of plant protection products

Grzyby antagonisticzne do ochrony roślin przed sprawcami chorób / Antagonistic fungi for disease control

Grzyby z rodzaju *Trichoderma* należą do mikroorganizmów, które wykazują działanie antagonisticzne i pasożytnicze w stosunku do innych gatunków grzybów. Strzępki grzybów z rodzaju *Trichoderma* oplatają grzybnie innych grzybów i odżywiają się nią, powodując jej zamieranie. Właściwości antagonisticzne tych grzybów są wykorzystywane do ograniczania wielu sprawców chorób roślin w systemie korzeniowym, jak np. grzybów z rodzaju *Fusarium* (Świerczyńska i wsp. 2011). Ponadto

Trichoderma spp. może stymulować wzrost i indukować odporność roślin (Wojtkowiak-Gębarowska 2006).

Badania Ropka i wsp. (2014) wykazały, że grzyb *Trichoderma viride* zastosowany wspólnie z grzybami owadobójczymi: *I. fumosorosea*, *B. bassiana* i *M. anisopliae* powodował ograniczenie wzrostu tych grzybów. Jednak nie obserwowano ich całkowitej inhibicji, co jest pozytywne w przypadku wspólnego stosowania tych biopreparatów do ochrony roślin przed agrofagami (Ropek i wsp. 2014).

W Polsce zarejestrowano 5 biopreparatów opartych na szczepach grzyba antagonisticznego z rodzaju *Trichoderma* (tab. 3). Są one stosowane w większości w warunkach upraw pod osłonami. Biofungicyd Aspe-

Tabela 2. Wykaz środków biologicznych opartych na grzybach pasożytniczych do ochrony roślin przed sprawcami chorób
Table 2. List of biopesticides based on parasitic fungi for plant protection against diseases in Poland

Nazwa Name	Substancja czynna Active substance	Roślina Plants	Zwalczany patogen Controlled pest
1	2	3	4
Blossom Protect	<i>Aureobasidium pullulans</i> szczep DSM 14940 i DSM 14941 strain DSM 14940 and DSM 14941	jabłoń również uprawy ekologiczne apple-tree also organic farming	zaraza ogniowa choroby przechowalnicze owoców fire blight fruit storage diseases
		Uprawy małoobszarowe Minor crops	
		grusza, pigwa również uprawy ekologiczne pear, quince also organic farming	zaraza ogniowa choroby przechowalnicze owoców fire blight fruit storage diseases
Boni Protect	kiełkujące komórki grzyba <i>Aureobasidium pullulans</i> szczep DSM 14940 i szczep 14941 germinating cells of the fungus <i>Aureobasidium</i> <i>pullulans</i> strain DSM 14940 and strain 14941	jabłoń, grusza również uprawy ekologiczne apple tree, pear also organic farming	choroby przechowalnicze owoców powodowane m.in. przez <i>Penicillium</i> <i>expansum</i> , <i>Botrytis cinerea</i> i <i>Monilia</i> <i>fructigena</i> fruit storage diseases caused by, among others by <i>Penicillium expansum</i> , <i>Botrytis cinerea</i> and <i>Monilia fructigena</i>
Contans WG	<i>Coniothyrium minitans</i> szczep CON/M/91-08 strain CON/M/91-08	rośliny ozdobne (w gruncie i pod osłonami) ornamental plants (in the ground and under covers)	zgnilizna twardzikowa (<i>Sclerotinia</i> spp.) scleroderma rot (<i>Sclerotinia</i> spp.)
		rośliny warzywnicze (w gruncie i pod osłonami) vegetable plants (in the ground and under covers)	zgnilizna twardzikowa (<i>Sclerotinia</i> spp.) scleroderma rot (<i>Sclerotinia</i> spp.)
		rzepak ozimy winter rapeseed	zgnilizna twardzikowa (<i>Sclerotinia</i> spp.) scleroderma rot (<i>Sclerotinia</i> spp.)
		Uprawy małoobszarowe Minor crops	
		tytoń tobacco	zgnilizna twardzikowa (<i>Sclerotinia</i> spp.) scleroderma rot (<i>Sclerotinia</i> spp.)

Tabela 2. Wykaz środków biologicznych opartych na grzybach pasożytniczych do ochrony roślin przed sprawcami chorób – cd.
Table 2. List of biopesticides based on parasitic fungi for plant protection against diseases in Poland – continued

1	2	3	4	
Polyversum WP	<i>Pythium oligandrum</i>	truskawka strawberry	szara pleśń, skórzasta zgnilizna owoców, mączniak prawdziwy, biała plamistość liści, czerwona plamistość liści gray mold, leathery fruit rot, powdery mildew, white leaf spot, red leaf spot	
		pomidor, papryka, ogórek, sałata (pod osłonami) tomato, pepper, cucumber, lettuce (under covers)	fytoftoroza, zgorzel podstawy łodygi, fuzarioza, zgnilizna twardzikowa phytophthorosis, gangrene of the stem base, fusariosis, rot rot	
		Uprawy małoobszarowe Minor crops		
		truskawka strawberry	szara pleśń, choroby przechowalnicze gray mold, storage diseases	
		pomidor, papryka, ogórek, sałata (pod osłonami) tomato, pepper, cucumber, lettuce (under cover)	fuzarioza, zgorzel podstawy łodygi, fytoftoroza, zgnilizna twardzikowa fusariosis, gangrene of the stem base, phytophthorosis, scleroderma rot	
		papryka uprawiana w gruncie, fasola szparagowa, pietruszka korzeniowa, kapusta, pelargonja i poinsecja (pod osłonami) ground peppers, green beans, root parsley, cabbage, geranium and poinsettia (under covers)	szara pleśń, zgnilizna twardzikowa gray mold, scleroderma rot	
		bób broad bean	choroby przechowalnicze: askochytoza, czekoladowa plamistość storage diseases: askochytosis, chocolate blotch	
		ogórek uprawiany w gruncie cucumber grown in the ground	zgorzel siewek, mączniak rzekomy gangrene of seedlings, downy mildew	
		chmiel – hop	mączniak rzekomy – downy mildew	
		borówka amerykańska, porzeczka czarna, czereśnia, grusza, śliwa, brzoskwinia american blueberry, blackcurrant, cherry, pear, plum, peach	szara pleśń gray mold	
		malina – raspberry	zamieranie pędów – dying of shoots	
		szkółki i ogrody wrzosowatych roślin ozdobnych, szkółki ozdobnych i leśnych drzew i krzewów iglastych nurseries and gardens of heather ornamental plants, ornamental nurseries and forest coniferous trees and shrubs	fytoftoroza phytophthorose	
		róże (szkółki i ogrody) roses (nurseries and gardens)	szara pleśń, zgnilizna twardzikowa gray mold, curd rot	
trawniki, pola golfowe, stadiony lawns, golf courses, stadiums	szara pleśń, zgnilizna twardzikowa, różowa plamistość liści, ryzoktonioza traw, pleśń śniegowa gray mold, tough rot, pink leaf spot, rhizoctonia of grass, snow mold			
Prestop WP	<i>Gliocladium catenulatum</i>	ogórek – cucumber	czarna zgnilizna zawiązków i pędów dyniowatych black rot of gourd buds and shoots	
		pomidor – tomato	szara pleśń – gray mold	
		rośliny ozdobne (zielne) ornamental (herbaceous) plants	szara pleśń gray mold	

Źródło: lista środków ochrony roślin Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Source: list of Ministry of Agriculture and Rural Development of plant protection products

Tabela 3. Wykaz środków biologicznych opartych na grzybach antagonistycznych do ochrony roślin przed sprawcami chorób w Polsce
 Table 3. List of biopesticides based on antagonistic fungi for plant protection against diseases in Poland

Nazwa Name	Substancja czynna Active substance	Roślina Plants	Zwalczany patogen Controlled pest
Asperello T34 Biocontrol	<i>Trichoderma asperellum</i> szczep T34 strain T34	goździki (<i>Dianthus</i> spp.) (pod osłonami) cloves (<i>Dianthus</i> spp.) (under covers)	fuzaryjne wędnięcie fusarioze wilting
		pomidor, papryka, oberżyna (pod osłonami w szklarniach) tomato, pepper, eggplant (under covers in greenhouses)	zgorzel siewek i gnicie korzeni (<i>Pythium</i> sp.) gangrene of seedlings and root rot (<i>Pythium</i> sp.)
Trianum-G	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai szczep T-22 strain T-22	pomidor (pod osłonami) tomato (under cover)	fuzarioza zgorzelowa gangrenous fusariosis
		sałata i inne liściaste rośliny warzywne (pod osłonami) lettuce and other leafy vegetable plants (under cover)	rizoktonioza (czarna zgnilizna) rhizoctoniosis (black rot)
		ogórek i inne rośliny warzywne dyniowate (pod osłonami) cucumber and other gourds (under cover)	miękka zgnilizna korzeni i podstawy pędów ogórka, zgorzel siewek (<i>Pythium</i> spp.) soft rot of roots and bases of cucumber shoots, seedling gangrene (<i>Pythium</i> spp.)
Trianum-P	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai szczep T-22 strain T-22	sałata i inne liściaste rośliny warzywne (pod osłonami) lettuce and other leafy vegetable plants (under cover)	rizoktonioza (czarna zgnilizna) rhizoctoniosis (black rot)
		marchew i inne korzeniowe rośliny warzywne (pod osłonami) carrots and other root vegetable crops (under covers)	choroby zgorzelowe (<i>Pythium</i> spp.) gangrenous diseases (<i>Pythium</i> spp.)
		ogórek i inne rośliny warzywne dyniowate (pod osłonami) cucumber and other gourds (under cover)	miękka zgnilizna korzeni i podstawy pędów ogórka, zgorzel siewek (<i>Pythium</i> spp.) soft rot of roots and bases of cucumber shoots, seedling gangrene (<i>Pythium</i> spp.)
Vintec	<i>Trichoderma atroviride</i> SCI	winorośl (szkółki) grapevines (nurseries)	choroby pnia winorośli określanej jako Esca kompleks vine trunk diseases as Esca complex
Xilon WP	<i>Trichoderma asperellum</i> szczep T34 strain T34	goździki (<i>Dianthus</i> spp.) (pod osłonami typu szklarnie) cloves (<i>Dianthus</i> spp.) (under greenhouse covers)	fuzaryjne wędnięcie goździka fusaric wilting of a carnation
		pomidor, papryka, oberżyna (pod osłonami, szklarnie) tomato, pepper, eggplant (under covers, greenhouses)	zgorzel siewek i gnicie korzeni (<i>Pythium</i> sp.) gangrene of seedlings and root rot (<i>Pythium</i> sp.)

Źródło: lista środków ochrony roślin Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi
 Source: list of Ministry of Agriculture and Rural Development of plant protection products

Asperello T34 Biocontrol zawierający gatunek *T. asperellum* szczep 34 jest stosowany do ochrony goździków przed fuzaryjnym wędnięciem, do ochrony pomidora, papryki i oberżyny przed zgorzelą siewek i gniciem korzeni.

Szczep T-22 *T. harzianum* (Trianum-G) jest zarejestrowany do ochrony pomidora przed fuzariozą zgorzelową, do ochrony sałaty przed rizoktoniozą oraz do ochrony ogórka przed miękka zgnilizną korzeni i podstawy pędów.

dów ogórka oraz przed sprawcą zgorzeli siewek (tab. 3). Z kolei Trianium-P oparty na tym samym szczepie jest zarejestrowany do ochrony marchwi przed chorobami zgorzelowymi i ogórka przed miękką zgnilizną korzeni i podstawy pędów ogórka oraz przed zgorzelą siewek.

Inny gatunek grzyba *T. atroviride* SCI (Vintec) jest stosowany do ochrony winorośli w szkółkach przed chorobami pnia.

Podsumowanie / Summary

W ostatnich latach na świecie zwiększył się asortyment pożytecznych makroorganizmów i mikroorganizmów dzięki działalności firm prywatnych (van Lenteren i wsp. 2018). Zwiększa się również sprzedaż mikrobiologicznych środków ochrony roślin. Ten trend można również zauważyć w Polsce. Asortyment biologicznych środków ochrony roślin zwiększa się i nie są to tylko środki oparte na grzybach pasożytniczych i antagonistycznych, ale również na bakteriach i wirusach. W integrowanej ochronie roślin są one ważnym uzupełnieniem programu ochrony, ponadto są one szczególnie istotne dla ekologicznej uprawy roślin.

Nadal mało jest zarejestrowanych środków biologicznych w uprawach polowych, natomiast najwięcej w uprawach pod osłonami. Jest to zrozumiałe, gdyż działanie czynników biologicznych jest związane z warunkami środowiska. Wymagają one odpowiedniej temperatury i wilgotności. Te parametry można regulować w szklarniach, natomiast w warunkach polowych już nie. Niewielki asortyment biopreparatów do ochrony upraw polowych może być zastąpiony działaniami, które będą wspomagać opór środowiska. Takim działaniem człowieka może być uprawa roślin, które są źródłem pokarmu dla organizmów pożytecznych, często są dla nich schronieniem czy roślinami miododajnymi (np. robinia akacja, gryka zwyczajna, ogórecznik lekarski), tworzenie infrastruktury ekologicznej obejmującej miedze, zadrzewienia śródpolne, oczka wodne, zakrzewienia czy nawet zawieszanie budek lęgowych dla ptaków. Wspierają one działanie czynników biologicznych w środowisku i nawet przy braku środków biologicznych mogą powodować naturalne działanie tych czynników prowadzące do ograniczania populacji wielu szkodników.

Literatura / References

- Bajan C., Kmitowa K. 1997. Thirty year studies on entomopathogenic fungi in the Institute of Ecology, PAS. Polish Ecological Studies 23 (3–4): 133–154.
- Bałazy S. 2002. Grzyby entomopatogeniczne na obszarach rolniczych. W: Działalność naukowa – wybrane zagadnienia 14. Polska Akademia Nauk, Warszawa: 120–124.
- Bałazy S. 2004. Znaczenie obszarów chronionych dla zachowania zasobów grzybów entomopatogenicznych. [Significance of protected areas for the preservation of entomopathogenic fungi]. Kosmos Problemy Nauk Biologicznych 53 (1): 5–16.
- Bassi A. 1935. Del mal del segno, calcinaccio o moscardino, mallatia che affigge i bachi da seta e sul modo di liberarne le bigattaie anchele piu infestate. Part I: Theoria. Orcesi, Lodi, s. 1–9, 1–67.
- Danysz J., Wize K. 1901. Znaczenie muskardiny kak sredstva v borbie so sveklovichnym dolgonosikom (*Cleonus punctiventris*). Viestnik Sakharnoj Promyshlennosti, Kiev, 24: 16.
- Ekbom B.S. 1979. Investigations on the potential of a parasitic fungus *Verticillium lecanii* for biological control of the greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*). Swedish Journal of Agricultural Research 9: 129–138.
- Evans J. 2008. Biopesticides: from cult to mainstream. Agrow Magazine 27: 11–14.
- Fiedler Ż., Sosnowska D. 2006. Wpływ temperatury na efektywność patogenów grzybowych w ograniczaniu liczebności różnych stadiów rozwojowych *Frankliniella occidentalis* (Pergande). [The influence of temperature on effectiveness of the fungi pathogens in reduction of difference stages of *Frankliniella occidentalis* (Pergande)]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 46 (2): 487–490.
- Fiedler Ż., Sosnowska D. 2009. Aktualny stan ochrony roślin warzywnych w uprawach szklarniowych przed szkodnikami z wykorzystaniem czynników biologicznych. [Present status of plant protection on vegetable crops in greenhouses against pests using biological agents]. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin 49 (3): 1474–1479.
- Karpiński J.J. 1950. Zagadnienie walki z chrabąszczem za pomocą *Beauveria densa* Pic. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio E, 5: 29–75.
- Krassilstschik I.M. 1888. La production industrielle des parasites vegetaux pour la destruction des insectes nuisibles. Bulletin Biologique de la France et de la Belgique 19: 461–472.
- Lipa J.J. 1967. Zarys patologii owadów. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 342 ss.
- Lipa J.J., Sosnowska D., Pruszyński S. 1998. Advances in biological control of *Leptinotarsa decemlineata* in Poland. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 28 (4): 463–469. DOI: 10.1111/j.1365-2338.1998.tb00753.x
- Messing R., Broudeur J. 2018. Current challenges to the implementation of classical biological control. BioControl 63 (1): 1–9. DOI: 10.1007/s10526-017-9862-4
- Ravensberg W.J. 2011. A Roadmaps to the Succesfull Development and Commercialization of Microbial Pest Control Products for Control of Arthropods. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, 383 ss. ISBN 978-94-007-0436-7. DOI: 10.1007/978-94-007-0437-4
- Ropek D., Krysa A., Rola A., Frączek K. 2014. Antagonistyczny wpływ *Trichoderma viride* na grzyby owadobójcze *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* i *Metarhizium anisopliae* w warunkach *in vitro*. [Antagonistic effect of *Trichoderma viride* on entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* and *Metarhizium anisopliae* *in vitro*]. Polish Journal of Agronomy 16: 57–63.

- Sosnowska D. 1997. Biologiczne zwalczanie stonki ziemniaczanej. *Ochrona Roślin* 7: 6–7.
- Sosnowska D. 2000. Owadobójcze grzyby w biologicznym zwalczaniu szkodników roślin uprawianych w szklarniach. *Ochrona Roślin* 8: 31–32.
- Sosnowska D. 2005. Biopreparaty grzybowe w biologicznym zwalczaniu szkodników upraw szklarniowych i polowych. [Fungi biopesticides in biological control of greenhouse and field pests]. *Postępy Nauk Rolniczych* 52 (5): 17–27.
- Sosnowska D. 2013. Postępy w badaniach i wykorzystanie grzybów pasożytniczych w integrowanej ochronie roślin. [Progress in research and the use of pathogenic fungi in integrated plant protection]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 53 (4): 747–750. DOI: 10.14199/ppp-2013-018
- Sosnowska D. 2018. Pasożytniczy grzyb *Isaria fumosorosea* do biologicznego zwalczania mączlika szklarniowego w uprawach pomidora w szklarniach. *Szklarnie, Tunele, Osłony* 5: 33–35.
- Sosnowska D., Piątkowski J. 1996. Efficacy of entomopathogenic fungus *Paecilomyces fumosoroseus* against whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) in greenhouse tomato cultures. *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes* (P.H. Smits, red.). *IOBC-WPRS Bulletin* 19 (9):179–182.
- Świerczyńska I., Korbas M., Horoszkiewicz-Janka J., Danielewicz J. 2011. Antagonistyczne oddziaływanie *Trichoderma viridae* na patogeny z rodzaju *Fusarium* w obecności biopreparatów. [Antagonistic effect of *Trichoderma viridae* on pathogenic fungi of the genus *Fusarium* in the presence of biopreparations]. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 56 (4): 157–160.
- van Lenteren J., Bolckmans K., Kohl J., Ravensberg W., Urbaneja A. 2018. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. *BioControl* 63: 39–59. DOI: 10.1007/s10526-017-981-4
- Wojtkowiak-Gębarowska E. 2006. Mechanizmy zwalczania fitopatogenów glebowych przez grzyby z rodzaju *Trichoderma*. [Mechanisms biological control soil-borne plant pathogen by fungus from genus *Trichoderma*]. *Postępy Mikrobiologii* 45 (4): 261–273.