

# **Biopreparaty grzybowe w biologicznym zwalczaniu szkodników upraw szklarniowych i polowych**

***Danuta Sosnowska***

*Zakład Biologicznych Metod i Kwarantanny, Instytut Ochrony Roślin*

*ul. Mieczurina 20, 60-318 Poznań*

*e-mail: D.Sosnowska@ior.poznan.pl*

**Słowa kluczowe:** biopreparaty grzybowe, grzyby owadobójcze, grzyby nicienobójcze, biologiczne zwalczanie

## **Wstęp**

Metoda biologiczna polegająca na wykorzystaniu naturalnych zjawisk zachodzących w przyrodzie wśród organizmów żywych, czyli pasożytnictwa i drapieżnictwa, od dawna cieszy się ogromnym zainteresowaniem. Szczególną uwagę poświęca się tej metodzie w ostatnich latach, kiedy nastąpił zwrot w kierunku ochrony środowiska i ograniczenia stosowania chemicznych środków ochrony roślin na rzecz innych metod. Należą do nich czynniki biologiczne stosowane w praktyce w postaci grzybów, bakterii, wirusów, pierwotniaków, nicieni i entomofagów. Według ustawy o ochronie roślin z dnia 18 grudnia 2003 roku zabiegi środkami ochrony roślin wykonuje się z uwzględnieniem stosowania w pierwszej kolejności metod biologicznych, agrotechnicznych, hodowlanych lub integrowanej ochrony roślin. Również wzrost zainteresowania produkcją ekologiczną powoduje, że środki biologiczne są priorytetem w gospodarstwach ekologicznych, gdyż z kolei ustawa o rolnictwie ekologicznym z dnia 20 kwietnia 2004 roku praktycznie eliminuje stosowanie syntetycznych środków chemicznych w gospodarstwach ekologicznych na rzecz środków biologicznych. Dlatego zainteresowanie stosowaniem tych środków w naszym kraju i na świecie będzie rosło.

Grzyby entomopatogeniczne stanowią niewielką grupę około 3000 poznanych dotychczas gatunków, które zdolne są infekować żywe stawonogi i wywoływać u nich procesy chorobowe [3]. O ich roli w regulowaniu liczebności populacji wielu szkodników roślin wiadomo już od bardzo dawna. W populacji występują najczęściej na

poziomie enzootycznym i wtedy odgrywają ważną, ale często niezauważalną rolę. W sprzyjających warunkach mogą powodować masowe zamieranie populacji.

Pierwsze prace dotyczące możliwości praktycznego stosowania grzybów owadobójczych pochodzą z XIX stulecia z Rosji. W 1872 roku Miechnikov po raz pierwszy zastosował *Metarhizium anisopliae* do zwalczania nałanka (*Anisopliae austriaca*) na zbożach, a jego współpracownik Krasilshchik w 1884 r. wyprodukował dużą ilość zarodników tego grzyba i zastosował do zwalczania szarka komośnika (*Bothynoderes punctiventris*) na burakach. Były to pierwsze biopreparaty zastosowane w świecie do zwalczania szkodników roślin [18]. Pierwsze próby zastosowania grzybów w Polsce przeciwko szkodnikom buraka przeprowadzili Danysz i Wize [8]. Od tego momentu nastąpił ogromny rozwój badań nad poszukiwaniem najskuteczniejszych izolatów do zwalczania wielu groźnych szkodników roślin. Poznano mechanizm działania wielu grzybów, jednak jak do tej pory liczba stosowanych w praktyce gatunków jest niewielka.

W niniejszej publikacji przedstawiono światowy rynek biopreparatów grzybowych stosowanych do zwalczania szkodników roślin na podstawie danych z literatury i badań własnych prowadzonych w Instytucie Ochrony Roślin na przestrzeni ostatnich lat.

## **Biopreparaty oparte na zarodnikach grzybów z rodzaju *Beauveria***

---

Grzyb *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILL. należy do najbardziej pospolitych gatunków spotykanych na owadach, również w Polsce. Zainfekowane osobniki wkrótce po śmierci przybierają czerwoną barwę, później ich ciało pokrywa się białą warstwą trzonków i zarodników konidialnych. W Polsce obserwowano go na 80 gatunkach owadów, głównie chrząszczy i motyli [21]. Na świecie zarejestrowano kilka biopreparatów opartych na zarodnikach grzybów z rodzaju *Beauveria*. Stosowane są głównie do gleby do zwalczania stadiów zimujących słodyszka rzepakowego, owocówki jabłkówekczki i chrabąszcza majowego oraz w formie opryskiwań do zwalczania stonki ziemniaczanej i omacnicy prosowianki (tab. 1).

Biopreparat Boverin w Rosji zastosował Telenga [35] i uzyskał zachęcające wyniki w zwalczaniu stonki ziemniaczanej. Zwalczano również gąsienice owocówki jabłkówekczki. Po zabiegach wiosennych nastąpiło zmniejszenie porażenia owoców o 70% [17].

Bardzo dobre wyniki uzyskano po zastosowaniu grzyba do zwalczania szkodników upraw szklarniowych. Biopreparat Naturalis zarejestrowany w latach dziewięćdziesiątych w USA znacznie zredukował populacje tak groźnych szkodników, jak mączlik szklarniowy (*Trialeurodes vaporariorum*), wciornastek zachodni (*Frankliniella*

Tabela 1. Wykaz biopreparatów opartych na grzybach z rodzaju *Beauveria*

Gatunek grzyba	Nazwa handlowa środka	Obiekt zwalczany	Kraj stosowania
<i>Beauveria bassiana</i> (BALS.) VUILL.	Boverol	stonka ziemniaczana ( <i>Leptinotarsa decemlineata</i> )	Czechy
<i>B. bassiana</i>	Boverin	stonka ziemniaczana, owocówka jabłkóweczka ( <i>Carpocapsa pomonella</i> )	Rosja
<i>B. bassiana</i>	Ostrinol	omacnica prosowianka ( <i>Ostrinia nubilalis</i> )	Francja
<i>B. bassiana</i>	Naturalis	szkodniki upraw szklarniowych (mączliki, wciornastki, mszyce)	USA, Włochy
<i>B. bassiana</i>	Mycotrol, Botanigard	stonka ziemniaczana szkodniki upraw szklarniowych	Kanada, USA, Szwajcaria
<i>B. bassiana</i>		słodyszek rzepakowy ( <i>Meligethes aeneus</i> ) formy zimujące	Finlandia
<i>B. brongniartii</i> (SACC.) PETCH	Melo-cont	chrabąszcz majowy ( <i>Melolontha melolontha</i> )	Austria, Szwajcaria

*occidentalis*), mszyca brzoskwińczo-ziemniaczana (*Myzus persicae*) i przedziorek chmielowiec (*Tetranychus urticae*), a więc wykazuje szerokie spektrum działania [21]. Naturalis był szczególnie efektywny w zwalczaniu wciornastka zachodniego, jego skuteczność była nawet porównywalna z chemicznym środkiem ochrony roślin [5]. W Polsce badania nad tym gatunkiem grzyba w latach pięćdziesiątych rozpoczęła Błońska [4]. Stwierdziła ona wysoką śmiertelność wśród larw stonki ziemniaczanej. W latach późniejszych w Instytucie Ekologii PAN opracowano metodę laboratoryjnej a następnie przemysłowej produkcji biopreparatu na bazie zarodników konidialnych *B. bassiana*. Polegała ona na hodowli wgłębnej grzyba, którą przeprowadzano we współpracy z Pabianickimi Zakładami Farmaceutycznymi POLFA na skalę przemysłową [2]. Jednak ze względów technicznych produkcja została wstrzymana i do tej pory nie została uruchomiona.

W latach dziewięćdziesiątych w warunkach Polski był testowany biopreparat Mycotrol do zwalczania stonki ziemniaczanej w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Ochrony Roślin w Winnej Górze. Cztery zabiegi opryskiwania tym biopreparatem pozwoliły uzyskać plon ziemniaka nawet większy niż po zastosowaniu pyretroidów [32]. Po zastosowaniu środka Mycotrol uzyskano plon  $37 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , podczas gdy w kontroli bez zabiegów był on istotnie niższy i wynosił  $24 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  [22]. Na skuteczność grzyba w warunkach polowych ogromny wpływ miała temperatura. Zastosowanie tego biopreparatu w USA w stanie Maryland, gdzie latem temperatura w roku 1996 dochodziła do  $45^\circ\text{C}$  nie było skuteczne w zwalczaniu stonki ziemniaczanej, gdyż w temperaturze powyżej  $37^\circ\text{C}$  zarodniki grzyba w ogóle nie kiełkują [24]. W Polsce w czasie trwania badań średnia temperatura dochodziła do  $24^\circ\text{C}$  i to

wystarczyło żeby uzyskać dużą skuteczność grzyba w warunkach polowych, spadek średniej temperatury do 19°C w tym samym czasie w Czechach był już mniej korzystny dla rozwoju grzyba i tam obserwowano mniejszą skuteczność [24].

Największe efekty daje zastosowanie biopreparatów grzybowych w warunkach szklarniowych, gdzie łatwiej jest kontrolować mikroklimat, a szczególnie temperaturę i wilgotność, które są czynnikami mogącymi ograniczać skuteczność grzybów w warunkach polowych. *B. bassiana* stosowano na Węgrzech oddzielnie i w mieszaninach z innymi grzybami do zwalczania wciornastaka zachodniego (*F. occidentalis*). Wyniki pokazały, że najskuteczniejsze były grzyby *B. bassiana* i *Metarhizium anisopliae* [11]. Działanie *B. bassiana* było uzależnione od wilgotności i stadium rozwojowego szkodnika. Zwiększało się wraz ze wzrostem wilgotności, a najskuteczniejszy był względem stadiów larwalnych wciornastaka zachodniego, mniej skuteczny względem imago i stadiów glebowych – pseudopoczwarki [23, 30].

## Biopreparaty oparte na zarodnikach grzyba *Lecanicillium lecanii*

*Lecanicillium lecanii* (dawniej *Verticillium lecanii*, przemianowany przez Zare i in. [38] na *L. lecanii*) jest pospolitym gatunkiem występującym w rejonach tropikalnych. Głównie atakuje różne gatunki czerwców, które pokrywa białym nalotem grzybni. Może powodować wysoką śmiertelność mszycy *Macrosiphoniella sanborni* na chryzantemach [14] oraz mączlików, jak *Bemisia tabaci* [25] i *Trialeurodes vaporariorum* [7]. Biopreparaty oparte na tym gatunku grzyba są stosowane tylko w ochronie upraw szklarniowych (tab. 2). Najczęściej stosowanym biopreparatem do zwalczania mszyc w szklarniach jest Vertalec, a do zwalczania wciornastków i mączlików w Europie – Mycotal. Najnowsze analizy taksonomiczne oparte na molekularno-genetycznych markerach DNA wykazały, że wyjściowe szczepy do produkcji komercyjnych bioinsektycydów Mycotal i Vertalec, reprezentują według Zare i in. [38] dwa

**Tabela 2.** Wykaz biopreparatów opartych na *Lecanicillium lecanii*

Gatunek grzyba	Nazwa handlowa środka	Obiekt zwalczany	Kraj stosowania
<i>Lecanicillium lecanii</i>	Mycotal	mączlik szklarniowy ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> ), wciornastki	Wielka Brytania, Holandia
<i>L. lecanii</i>	Vertalec	mszyce w szklarniach	Wielka Brytania, Europa, Kanada
<i>L. lecanii</i>	MicroGermin Plus	mszyce, przedziorki, mączliki i wciornastki w szklarniach	Dania
<i>L. lecanii</i>	Verticillin	mszyce, wciornastki, mączliki w szklarniach	Rosja, Białoruś
<i>L. lecanii</i>	Verticillin-M	szkodniki upraw szklarniowych	Rosja

gatunki różne od typowych szczepów *V. lecanii*, mianowicie *Lecanicillium muscarium* i *L. longisporum*. Szczepy tego grzyba badano względem różnych stadiów rozwojowych wciornastka zachodniego (*F. occidentalis*), jednego z najgroźniejszych szkodników upraw szklarniowych, który wykazuje dużą odporność na stosowane chemiczne insektycydy. W Niemczech wykazano, że najbardziej wrażliwe na działanie grzyba były larwy i owady dorosłe szkodnika, a najmniej stadia pseudopoczwarki i poczwarki [29]. Samo zastosowanie grzyba w szklarniach często nie daje oczekiwanego rezultatu. Podjęto próby zastosowania grzyba łącznie z innymi czynnikami biologicznymi, jakimi są entomofagi. Wielu badaczy wykazało, że *L. lecanii* może być stosowany z *Amblyseius cucumeris* jako czynnik wspomagający zwalczanie wciornastka zachodniego [12]. Jednak stosowanie go łącznie z pasożytniczą błonkówką *Encarsia formosa* może spowodować niewielką śmiertelność pasożyta. W Szwecji obserwowano porażenie *E. formosa* przez *L. lecanii* przy wysokiej wilgotności [9]. W Polsce opracowano sposób wytwarzania biopreparatu zawierającego zarodniki konidialne *L. lecanii*. Był on zalecany do zwalczania mszyc, mączlików i przedziorków [1]. Sposób produkcji przemysłowej tego preparatu zgłoszony został do opatentowania w 1993 roku. W badaniach nad introdukcją do gleby grzybów owadobójczych stwierdzono, że grzyby te oprócz właściwości infekcyjnych posiadają również właściwości repelentne. Zostały one zgłoszone przez nieistniejącą już Pracownię Biologicznych Metod Zakładu Agrocenologii PAN do opatentowania jako środek biologiczny do odstraszania stonki ziemniaczanej. Patent otrzymano, jednak w kraju nie są one produkowane na skalę przemysłową.

### Biopreparaty oparte na zarodnikach grzyba *Paecilomyces fumosoroseus*

Grzyb *P. fumosoroseus* (WIZE) BROWN et SMITH wywołuje chorobę zwaną różową muskardyną wśród wielu szkodników roślin, jak śmietka kapuściana (*Hylemyia brassicae*), owocówka jabłkowieczka (*Carpocapsa pomonella*), brudnica nieparka (*Lymantria dispar*), białka wierzbówka (*Stilpnotia salicis*) i wiele innych.

**Tabela 3.** Wykaz biopreparatów opartych na *Paecilomyces fumosoroseus*

Gatunek grzyba	Nazwa handlowa środka	Obiekt zwalczany	Kraj stosowania
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	PFR-97	mączliki, wciornastki i mszyce w uprawach szklarniowych	USA (Floryda)
<i>P. fumosoroseus</i>	Preferal	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> w uprawach szklarniowych	Polska, Belgia
<i>P. fumosoroseus</i>	Paecilomycine-B	<i>Tetranychus urticae</i> , <i>T. vaporariorum</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Liriomyza</i> sp. w uprawach szklarniowych	Białoruś

Porażony owad pokryty jest grzybnią koloru białego lub kremowo-żółtego z odcieniem różowym. Biopreparaty oparte na tym gatunku grzyba stosuje się w uprawach szklarniowych do zwalczania najgroźniejszych szkodników, jak mączliki, wciornastki i mszyce. W USA zarejestrowano PFR-97. Biopreparat oparty jest na szczepie, który infekuje wszystkie stadia rozwojowe mączlików [20, 31]. Grzyb jest nieszkodliwy dla entomofagów i trzmieli stosowanych w szklarniach.

Jedyny zarejestrowany w Polsce biopreparat grzybowy do zwalczania szkodników roślin to Preferal oparty na szczepie grzyba *P. fumosoroseus* pochodzącym z Florydy. Jest on zalecany tylko do zwalczania mączlika szklarniowego (*T. vaporariorum*) w uprawach szklarniowych (tab. 3). W szklarniach produkcyjnych uzyskano po jego zastosowaniu skuteczność dochodzącą do 85%. Bardzo dobre wyniki otrzymano po zastosowaniu grzyba wspólnie z pasożytniczą błonkówką *Encarsia formosa* [33, 34].

## Biopreparaty oparte na zarodnikach grzybów *Hirsutella thompsonii* i *Metarhizium anisopliae*

Grzyb *M. anisopliae* (METSCH.) SOROK. powoduje u owadów chorobę zwaną zieloną muskardyną. W formie biopreparatów jest stosowany przede wszystkim do zwalczania wielu szkodników znajdujących się w glebie. W Danii uzyskano 94% skuteczności po jego zastosowaniu do zwalczania stadium imago wciornastka zachodniego (*F. occidentalis*) [36, 37]. Wykorzystuje się biopreparaty oparte na tym gatunku grzyba do zwalczania opuchlaka (*Otiorrhynchus sulcatus*) na truskawkach w Niemczech

**Tabela 4.** Wykaz biopreparatów opartych na grzybach *H. thompsonii* i *M. anisopliae*

Gatunek grzyba	Nazwa handlowa środka	Obiekt zwalczany	Kraj stosowania
<i>H. thompsonii</i>	Micar	szpeciele ( <i>Eriphyodea</i> ) na cytrusach	USA
<i>M. anisopliae</i>	Metaquino	szkodniki trzciny cukrowej ( <i>Homoptera: Cercopidae</i> )	Brazylia
<i>M. anisopliae</i>	BIO 1020	opuchlak truskawkowiec ( <i>Otiorrhynchus sulcatus</i> )	Niemcy
<i>M. anisopliae</i>		pasikoniki ( <i>Tettigonia</i> sp.)	Costa Rica
<i>M. anisopliae</i>		rohatyniec tropikalny ( <i>Oryctes rhinoceros</i> )	Filipiny
<i>M. anisopliae</i>	Green Muscle	szarańcza	
<i>M. anisopliae</i>	Bay Bio, Bio Blast	szkodniki glebowe	USA
<i>M. anisopliae</i>	Metathripol	wciornastki ( <i>Thrips tabaci</i> i <i>Frankliniella occidentalis</i> )	USA
<i>M. anisopliae</i>	Bio-Path	karaczany ( <i>Periplaneta americana</i> )	USA

[26], szkodników trzciny cukrowej w Brazylii, pasikoników i przede wszystkim szarańczy (tab. 4). Jedyne biopreparat oparty na *M. anisopliae* (Metathripol) do zwalczania wciornastków w uprawach szklarniowych jest stosowany w USA.

Znany jest biopreparat oparty na gatunku grzyba *H. thompsonii* FISCHER pod nazwą Micar, który zarejestrowano w USA do zwalczania szpecieli na cytrusach (tab. 4).

## Biopreparaty oparte na zarodnikach grzybów z rodzaju *Aschersonia* i *Entomophthoraceae*

Znanych jest około 30 gatunków grzybów z rodzaju *Aschersonia*. Atakują one wyłącznie gatunki pluskwiaków równoskrzydłych (*Homoptera*) z rodziny mączlików (*Aleurodidae*), czerwców (*Coccodea*) i miseczników (*Lecaniidae*). Zainfekowane owady wypełniają się zbitą warstwą strzępek w postaci różnokolorowej grzybni – stromy. Grzyb spotykany był na tych owadach w Chinach, na Kubie i Gruzji. W 1971 r. wprowadzono go do byłego Związku Radzieckiego na Sachalinie celem zwalczania mączlików, jednak uzyskano słabą skuteczność na poziomie 10% i zaprzestano badań [13]. Późniejsze badania w Gruzji pokazały jego wysoką skuteczność w zwalczaniu mączlika cytrusowego (*Dialeurodes citri*). Biopreparat zaczęto stosować w szklarniach w Rosji na powierzchni około 300 tys. m<sup>2</sup>, a jego produkcję prowadziło 12 rejonowych białolaboratoriów [15]. Jednak ze względu na ekonomiczne trudności i rozpad dawnego Związku Radzieckiego, zaprzestano jego masowej produkcji. Biopreparat oparty na tym gatunku grzyba był stosowany w Czechach, gdzie uzyskano 87% skuteczności w zwalczaniu larw mączlika szklarniowego [19], w Chinach, gdzie uzyskano 90% skuteczności [10] i w Holandii, gdzie uzyskano 75% skuteczności w zwalczaniu tego groźnego szkodnika wielu upraw szklarniowych [28].

**Tabela 5.** Wykaz biopreparatów opartych na grzybach z rodzaju *Aschersonia* i rodziny *Entomophthoraceae*

Gatunek grzyba	Nazwa handlowa środka	Obiekt zwalczany	Kraj stosowania
<i>Aschersonia</i> sp.	Aschersonin	mączliki – <i>Trialeurodes vaporariorum</i> i <i>Dialeurodes citri</i>	Gruzja, Chiny, Rosja, Holandia, Czechy
<i>Entomophthora thaxteriana</i> (toksyny)	Mikoafidin-T Entoks	mszyce, wciornastki i przedziorki w szklarniach i uprawach polowych	Rosja
<i>Entomophaga maimaga</i>		brudnica nieparka ( <i>Lymantria dispar</i> )	USA
<i>Entomophthora plutellae</i>		tantniś ( <i>Plutella</i> sp.)	Tajlandia
<i>Zoophthora radicans</i>		mszyce	Australia

Grzyby owadomorkowe (*Entomophthorales*) ze względu na trudności w masowej hodowli w warunkach *in vitro* w praktyce są w mniejszym stopniu stosowane niż grzyby mitosporowe. Wykorzystuje się ich toksyny do zwalczania szkodników upraw szklarniowych i groźnego szkodnika lasów – brudnicy nieparki (tab. 5).

## Biopreparaty do zwalczania fitofagicznych nicieni

Zwalczanie nicieni szkodników roślin jest bardzo trudne ze względu na środowisko glebowe, w którym występują i które chroni je przed różnymi zabiegami zwalczania. Najlepsze wyniki daje zastosowanie chemicznych nematocydów, jednak są one drogie i zanieczyszczają środowisko glebowe. Pierwsze biopreparaty do zwalczania tych szkodników zawierały zarodniki drapieżnego grzyba *Arthrobotrys robusta* do zwalczania niszczyka (*Ditylenchus myceliophagus*) w pieczarkarniach. Jego skuteczność jest uzależniona od wielu czynników, jak np. działanie grzybów antagonistów znajdujących się w glebie [6]. Z tych względów nie można było uzyskać odpowiedniej skuteczności grzybów. Do tego dochodziły trudności związane z ich masową hodowlą. W związku z tym w ostatnich latach wzrosło zainteresowanie innymi grzybami, które należą do grupy grzybów mitosporowych. Obecnie stosuje się tylko dwa gatunki tych grzybów: *Pochonia chlamydosporia* (GODDARD) ZARE et GAMS i *Paecilomyces lilacinus* (THOM) SAMSON. Są one głównie stosowane do zwalczania guzaków korzeniowych (*Meloidogyne* spp.) w uprawach szklarniowych [16, 27] (tab. 6). Szerokie spektrum zastosowania ma ostatnio zarejestrowany w Niemczech biopreparat BioAct, który zwalcza zarówno nicienie tworzące cysty (*Heterodera*), jak i guzaki korzeniowe (*Meloidogyne* spp.).

**Tabela 6.** Wykaz biopreparatów do zwalczania nicieni – szkodników roślin

Gatunek grzyba	Nazwa handlowa środka	Obiekt zwalczany	Kraj stosowania
<i>Arthrobotrys robusta</i>	Royal 300 Royal 350	niszczyk pieczarkowiec ( <i>Ditylenchus myceliophagus</i> ) w pieczarkarniach	Filipiny
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Bio-con	guzaki korzeniowe ( <i>Meloidogyne</i> spp.)	Filipiny
<i>P. lilacinus</i>	PIPlus	guzaki korzeniowe ( <i>Meloidogyne</i> spp.)	RPA
<i>P. lilacinus</i>	BioAct	<i>Meloidogyne</i> spp., <i>Radopholus similis</i> , <i>Heterodera</i> spp., <i>Globodera</i> spp., <i>Pratylenchus</i> spp.	Niemcy
<i>Pochonia chlamydosporia</i>		guzaki korzeniowe ( <i>Meloidogyne</i> spp.)	Kuba, Kenia
<i>P. chlamydosporia</i>		małwik ziemniaczany ( <i>Globodera rostochiensis</i> )	Wielka Brytania

---

## Podsumowanie

---

Omówione w pracy biopreparaty grzybowe do zwalczania szkodników roślin nie są zarejestrowane w Polsce oprócz środka Preferal. Trudno wyjaśnić tak małe zainteresowanie producentów tymi środkami. Być może przyczyną są częste niepowodzenia po ich zastosowaniu, wpływ czynników abiotycznych i biotycznych na ich skuteczność, krótki termin ich przechowywania i duże zróżnicowanie wśród izolatów jednego gatunku grzyba. Jednak ze wzrostem powierzchni upraw ekologicznych zainteresowanie tą grupą środków biologicznych na pewno wzrośnie. Natomiast w ochronie upraw szklarniowych będą one czynnikami wspomagającymi działanie już szeroko stosowanych drapieżnych i pasożytniczych owadów.

---

## Literatura

---

- [1] Bajan C. 1999. Badania nad polskim owadobójczym preparatem grzybowym. I Krajowy Kongres Biotechnologii, Wrocław, 20–25 września 1999: 317–319.
- [2] 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.
- [3] Bałazy S. 2000. Zróżnicowanie grup funkcjonalnych grzybów entomopatogenicznych. *Biotechnologia* 3(50): 11–32.
- [4] Błońska A. 1957. Patogeniczne grzybki stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* SAY) z rodzaju *Beauveria*. *Roczniki Nauk Rolniczych* 74 A: 359–372.
- [5] Bradley C.A., Lord J.C., Jaronski S.T., Gill S.A., Draves A.J., Murphy B.C. 1998. Myco-insecticides in thrips management. Brighton Crop Protection Conference: Pests & Diseases, vol 1: Proceedings of an International Conference, Broghton, UK, 16–19 November: 177–182.
- [6] Cayrol J.C., Frankowski J.P. 1980. New information on the nematophagous fungus *Arthrobotrys irregularis* (Royal 350). *Revue Horticulture* 203: 33–38.
- [7] Chandler D., Heale J.B., Gillespie A.T. 1993. Competitive interaction between strains of *Verticillium lecanii* on two insect hosts. *Ann. Appl. Biol.* 122: 435–440.
- [8] Danysz J., Wize K. 1901. Znaczenije muskardiny kak sredstva v borbie so sveklovicznym dolgonosikom (*Cleonus punctiventris*). *Viestnik Sakharnoj Promyszlenosti*, Kiev, 24: 16.
- [9] Ekbohm B.S. 1981. Humidity requirements and storage of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii* for use in greenhouses. *Annals Entomologica Fennica* 47: 61–62.
- [10] Fang Qi-Xia, Hua-Tao-Cheng, Gong Yan-Xiu, Zhon-Yu-kou, Hu Ya Mei, Yan Shu-Fang, Zhou Yue-Yue, Wang Hui-Ming. 1983. Studies in the control of greenhouse whitefly *Trialleurodes vaporariorum* with *Aschersonia*. *Acta Entomol. Sin.* 3(26): 278–286.
- [11] Gindin G., Barash I., Racciah B., Singer S., Benzeer J.S., Klein M., Jenser G., Adam L. 1996. The potential of some entomopathogenic fungi as biocontrol agents againts the onion thrips – *Trips tabaci* and the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *Folia Entomologica Hungarica* 62: 37–42.

- [12] Goodwin S., Steiner M., Enkegaard E. 2002. Developments in IPM for protected cropping in Australia. *Bulletin OILB-SROP* 25(1): 81–84.
- [13] Izhevskij S.S., Prilepskaya N.A. 1978. Primienienije gribov roda *Aschersonia* v borbie s teplicznij belokrylkoj. Moskwa, Kolos: 115–124.
- [14] Jackson C.W., Heale J.B., Hall R.A. 1985. Traits associated with virulence to the aphid *Macrosiphoniella sanborni* in eighteen isolates of *Verticillium lecanii*. *Ann. Appl. Biol.* 106: 39–48.
- [15] Jakovleva N.P., Seryapin A.A. 1980. Razrabotka i eksperimentalnaya ocenka novej tehnologii laboratornogo proizvodstva i sposoboc khranjenja entomopatogennyh gribov roda *Aschersonia* PETCH. Problemy fizjologii i genetyki rastenij. Trudy SSHIZRO, Moskwa: 31–35.
- [16] Jatala P. 1986. Biological control of plant parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology* 24: 453–489.
- [17] Korol I.T. 1968. Mikrobiologiczeskije preparaty dlya borby s vrednymi nasekomymi plodovykh nasaždenij. W: Biologicheskij Metod Borby s Vreditelyami Rastenij: 135–141.
- [18] Krasilshchik I.M. 1908. Nowye sporoviki u nasekomykh. *Tr. Byuro po Entomologii. Ucz. Kom. GUZiZ* 7(5): 105–106.
- [19] Landa Z. 1984. Ochrona proti molici skenikove (*Trialeurodes vaporariorum* WESTW.) v programech integrovane ochrany sklenikovykh okurek. *Zahradnictvf.* 3(11): 215–228.
- [20] Lindquist R. 1996. Microbial control of greenhouse pests using entomopathogenic fungi in the USA. *IOBC/WPRS Bulletin* 19(9): 153–156.
- [21] Lipa J.J. 1967. Zarys patologii owadów. PWRiL, Warszawa: 342 ss.
- [22] Lipa J.J., Sosnowska D., Pruszyński S. 1998. Advances in biological control of *Leptinotarsa decemlineata* in Poland. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 28: 463–469.
- [23] Ludwig S.W., Oetting R.D. 2002. Efficacy of *Beauveria bassiana* plus insect attractants for enhanced control of *Frankliniella occidentalis*. *Florida Entomologist* 85(1): 270–272.
- [24] Martin P.A.W., Schroder R.F.W., Poprawski T.J., Lipa J.J., Sosnowska D., Hausvater E., Rasocha V. 1999. The effect of high temperatures on the susceptibility of the Colorado potato beetle (*Coleoptera:Chrysomelidae*) to *Beauveria bassiana* (BALSAMO) VUILLEMIN in Poland, the Czech Republic and the United States. *Vedecke Prace, Vyzkumny ustav bramborarsky Havlickuv Brod* 13: 69–77.
- [25] Meade D.L., Byrne D.N. 1991. The use of *Verticillium lecanii* against subimaginal instars of *Bemisia tabaci*. *J. of Invertebrate Pathology* 57: 296–298.
- [26] Moorrhouse E.R., Gillespie A.T., Charnley A.K. 1993. Selection of virulent and persistent *Metarhizium anisopliae* isolates to control black vine weevil (*Otiiorhynchus sulcatus*) larvae on glasshouse begonia. *J. of Invertebrate Pathology* 62: 47–52.
- [27] Neethling D. 2002. The commercialisation of *Paecilomyces lilacinus* as an agent for the control of plant-parasitic nematodes. *Nematology* 4: 152.
- [28] Samson R.A., Rombach H.C. 1985. Biology of the fungi *Verticillium* and *Aschersonia*. W: Biological pest control N.W. Hussey, N. Scopes (red.): 34–42.
- [29] Serman H., Smiths P.H. 2000. Importance of coincidence for the efficacy of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii* against *Frankliniella occidentalis*. *Bulletin OILB-SROP* 23(2): 223–226.

- [30] Shipp L., Zhang Y., Hunt D., Ferguson G., Enkegaard E. 2002. Influence of greenhouse microclimate on the efficacy of *Beauveria bassiana* (BALSAMO) VUILLEMIN for control of greenhouse pests. *Bulletin OILB-SROP* 25(1): 237–240.
- [31] Smith P. 1993. Control of *Bemisia tabaci* and the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* as a biopesticide. *Biocontrol News and Information* 14: 71–78.
- [32] Sosnowska D. 1997. Biologiczne zwalczanie stonki ziemniaczanej. *Ochrona Roślin* 7: 6–7.
- [33] Sosnowska D., Piątkowski J. 1995. Nowy preparat biologiczny do zwalczania mączlika szklarniowego. *Ochrona Roślin* 11: 7–9.
- [34] Sosnowska D., Piątkowski J. 1995. *Paecilomyces fumosoroseus* w biologicznym zwalczaniu mączlika szklarniowego (*Trialeurodes vaporariorum*). Mat. XXXV Sesji Nauk. IOR, część II: Postery: 1–4.
- [35] Telenga N.A. 1963. O sovmiestnom primienienii mikrobiologiczeskogo i khemiczeskogo metodov borby s vrednymi nasekomymi. *Dokl. WASKHNIŁ* 3: 20–23.
- [36] Vestergaard S., Eilenberg J., Gillespie A.T. 1997. Microbial control of western flower thrips *Frankliniella occidentalis*. *SP-Rapport-Statens-Planteavlaforsog* 8: 221–230.
- [37] Vestergaard S., Gillespie A.T., Eilenberg J. 1996. Control of western flower thrips *Frankliniella occidentalis* in gerbera by incorporating the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* into the growth medium. *Bulletin OILB-SROP* 19(9): 240–246.
- [38] Zare R., Gams M. 2001. A revision of *Verticillium* section *Prostrata*. IV. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. nov. *Nova Hedviga* 73: 1–50.

## Fungi biopesticides in biological control of greenhouse and field pests

---

**Key words:** fungi biopesticides, entomopathogenic fungi, nematophagous fungi, biological control

### Summary

Paper presents a review of fungal biopesticides for biological control of greenhouse and field pests. List of biopesticides based on different fungi species, like entomopathogenic fungi: *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae*, *Aschersonia* spp. and *Entomophthoraceae*, and nematophagous fungi: *Paecilomyces lilacinus* and *Pochonia chlamydosporia* was presented with some biological characteristics of their efficacy.