Progress in research and the use of pathogenic fungi in integrated plant protection

Postępy w badaniach i wykorzystanie grzybów pasożytniczych w integrowanej ochronie roślin

Danuta Sosnowska

Summary

The paper presents the current situation in the study regarding entomopathogenic fungi. In recent years, no progress has been observed in the enlargement of the species of pathogenic fungi composition, which are used in plant protection against pests. The scientists looking for more virulent strains of fungi and research are focused on interactions between pathogen-host and the environment. Still biopesticides based on pathogenic fungi that control greenhouse pests are used most in practice. However, the conservation biological method, which involves the modification of agricultural landscapes in order to create favorable conditions for the growth of beneficial microorganisms in the environment is the future for field conditions.

Key words: integrated plant protection, pathogenic fungi

Streszczenie

Przedstawiono aktualną sytuację w badaniach nad grzybami owadobójczymi. W ostatnich latach nie obserwuje się postępu w rozszerzaniu składu gatunkowego grzybów pasożytniczych wykorzystywanych w ochronie roślin do zwalczania szkodników. Poszukuje się bardziej wirulentnych szczepów, a badania skupiają się na poznaniu interakcji pasożyt-żywiciel-środowisko. Największe zastosowanie w praktyce mają biopreparaty oparte na grzybach pasożytniczych do zwalczania szkodników w uprawach szklarniowych. W warunkach polowych przyszłością będzie stosowanie konserwacyjnej metody biologicznej polegającej na modyfikowaniu krajobrazu rolniczego dla stworzenia odpowiednich warunków dla rozwoju mikroorganizmów pożytecznych w środowisku.

Słowa kluczowe: integrowana ochrona roślin, grzyby pasożytnicze

Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy
Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań
Danuta.Sosnowska@iorpib.poznan.pl

Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 53 (4): 747-750
ISSN 1427-4337

Wstęp / Introduction

Grzyby pasożytnicze stanowią jedną z większych i najlepiej dotychczas rozpoznanych grup mikroorganizmów powodujących choroby infekcyjne owadów i pająeczaków. Od ponad 150 lat trwają próby ich wykorzystania do biologicznego zwalczania ważnych dla gospodarki rolnej i leśnej szkodników.

Na świecie znanych jest ponad 1200 gatunków grzybów owadobójczych, z czego w Polsce 230 (z terenów rolniczych i leśnych). Około 15 gatunków grzybów wykorzystuje się w praktyce do zwalczania szkodników. Są to: *Beauveria bassiana*, *B. brongniartii*, *Lecanicillium lecanii*, *Isaria fumosorosea*, *Hirsutella thompsonii*, *Metarhizium anisopliae*, *Aschersonia* spp., *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia chlamydosporia* i inne (Sosnowska 2005).

W ostatnich latach skład gatunkowy grzybów pasożytniczych, wykorzystywanych w praktyce do biologicznego zwalczania nie poszerzył się. Prace badawcze skupiają się na poszukiwaniu szczepów wirulentnych, a znane do tej pory gatunki są poznawane z innej strony. Na przykład grzyb *M. anisopliae* ma zdolność wchłaniania spalin z powietrza, jest doskonałym środkiem na termity i chroni przed malarią, gdyż zabija komary.

Stosowanie grzybów pasożytniczych w praktyce ochrony roślin, jest często mało skuteczne, gdyż powodzenie zwalczania biologicznego uwarunkowane jest poznaniem zjawisk zachodzących w układzie pasożyt-żywiciel-środowisko. Skuteczność grzybów jest również bardzo uzależniona od warunków pogodowych, głównie temperatury i wilgotności.

W ostatnich latach badania nad grzybami pasożytniczymi skupiają się głównie na poszukiwaniu wirulentnych gatunków i szczepów, poznaniu ich biologii oraz roli, jaką odgrywają w warunkach naturalnych. Ocenia się wpływ czynników biotycznych i abiotycznych na ich skuteczność. Głównym siedliskiem grzybów pasożytniczych jest środowisko glebowe, w którym obserwuje się oddziaływanie czynników biologicznych, jak np. grzybów antagonistycznych, bakterii oraz czynników abiotycznych, jak np. temperatura, wilgotność, a także działanie człowieka: stosowanie środków ochrony roślin, zabiegów agrotechnicznych, nawożenia itp., co jest trudne do zbadania.

Bardzo dużą rolę w poznaniu mechanizmu działania grzybów odgrywają interakcje zachodzące w środowisku: pasożyt-żywiciel-środowisko, pasożyt-entomofagi, pasożyt-środek ochrony roślin, itd.

Poznanie tych zależności pomaga w opracowaniu metod skutecznego stosowania grzybów owadobójczych w ochronie roślin.

Wykorzystanie grzybów owadobójczych w integrowanej ochronie roślin / The use of pathogenic fungi in integrated plant protection

Największy sukces w zastosowaniu czynników biologicznych osiągnięto w ochronie upraw pod osłonami. W szklarniach można regulować temperaturę i wilgotność, w przeciwieństwie do warunkach polowych. Jest to ważne, gdyż w początkowym etapie grzyby pasożytnicze dla skiełkowania zarodników i dostania się do wnętrza ciała owada potrzebują optymalnych warunków, najczęściej temperatury 25ºC i przez pierwszą dobę wilgotności 80–90%.

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.

Te wszystkie pozytywne cechy spowodowały, że metody biologiczne są powszechnie stosowane w szklarniach. W 1995 roku, w Polsce przeprowadzono badania nad grzybem owadobójczym *I. fumosorosea*, które zakończyły się zarejestrowaniem jedynego do tej pory mikobioinsektycydu do ograniczania populacji mączlika szklarniowego na pomidorach pod osłonami (Sosnowska i Piątkowski 1995).

Obecnie w opracowaniu strategii integrowanej ochrony w szklarniach bierze się pod uwagę wiele aspektów:

1. Łączne stosowanie grzybów owadobójczych z chemicznymi środkami ochrony roślin. W większości przypadków nie jest to możliwe, gdyż fungicydy hamują kiełkowanie zarodników grzybów.
2. Łączne stosowanie grzybów owadobójczych z entomofagami, np. *Amblyseius cucumeris* z *B. bassiana* w zwalczaniu wciornastka zachodniego na ogórku jest możliwe (Jacobson i wsp. 2001).
3. Łączne stosowanie grzybów owadobójczych z zapylaczami, np. *I. fumosorosea* nie infekuje trzmieli, natomiast *B. bassiana* jest szkodliwa.
4. Łączne stosowanie mikroorganizmów, np. *M. anisopliae* z *B. bassiana* mogą działać w stosunku do siebie antagonistycznie, synergistycznie lub niezależnie.
5. Oddziaływanie ryzosfery roślin.
   Obserwowano negatywny wpływ ryzosfery korzeniowej kapusty na grzyba nicieniobójczego *P. chlamydosporia* w zwalczaniu guzaka *Meloidogyne arenaria*. Pozytywny wpływ na działanie grzyba miała ryzosfera korzeniowa pomidora (Sosnowska 2007).

Biopreparaty oparte na grzybach owadobójczych stosowane w świecie / Bioproducts based on entomopathogenic fungi used in the word

Sprzedaż pestycydów w świecie, w 2008 roku wynosiła 12,8 mld dolarów, w tym sprzedaż mikroorganizmów stanowiła 0,5% (Ravensberg 2011). Największy rynek mikroorganizmów w Europie znajduje się w Hiszpanii, Francji i we Włoszech. W latach 2005–2010 udział środków biologicznych w ogólnym rynku pestycydów w świecie wzrósł z 2,5 do 4,2% (Ravensberg 2011). Sprzedaż mikrobiologicznych środków ochrony roślin w świecie wynosi 750 mln dolarów, co stanowi tylko 2,5% w porównaniu ze sprzedażą środków chemicznych (Evans 2008).

Ravensberg (2011) podaje, jak wyglądała sprzedaż biopreparatów opartych na mikroorganizmach, wirusach i nicieniach w Holandii w 2008 roku. Środków opartych na bakteriach do zwalczania gąsienic owadów w szklarniach

na warzywach oraz roślinach ozdobnych sprzedano za 1 mln euro, opartych na nicieniach owadobójczych do zwalczania wciornastków, ślimaków oraz ziemiórek w szklarniach, szkółkach i na polach sprzedano za kwotę 1 mln euro. Sprzedano najwięcej środków opartych na bakulowirusach do zwalczania owocówek na jabłoniach i gruszach oraz grzybów antagonistycznych do zwalczania chorób korzeniowych w szklarniach i na polach. Sprzedaż wynosiła 1,5 mln euro.

Najmniej sprzedano środków opartych na grzybach owadobójczych do zwalczania szkodników w szklarniach. Ta sprzedaż stanowiła tylko 300 tys. euro.

Takich danych w Polsce nie posiadamy. Sprzedaż na pewno jest dużo mniejsza, ale tendencja w sprzedaży mikroorganizmów, wirusów i nicieni jest podobna.

Najwięcej sprzedaje się biopreparatów opartych na grzybach antagonistycznych, wirusach, mniej na bakteriach i nicieniach, a najmniej na grzybach owadobójczych.

Do zwalczania szkodników w Polsce stosuje się tylko jeden bioinsektycyd oparty na grzybie pasożytniczym *I. fumosorosea*. W świecie asortyment tych środków jest większy. Najwięcej stosuje się bioinsektycydów opartych na grzybie owadobójczym *B. bassiana*, np. Bovevin do zwalczania stonki ziemniaczanej w Rosji, Ostrinol do zwalczania omacnicy prosowianki we Francji i Stanach Zjednoczonych, Naturalis – O do zwalczania szkodników upraw szklarniowych w Stanach Zjednoczonych, we Włoszech, Hiszpanii i Szwajcarii, Mycotrol do zwalczania szkodników szklarniowych i stonki ziemniaczanej w Stanach Zjednoczonych i Szwajcarii, BotaniGard ES do zwalczania szkodników w szklarniach w Kanadzie, Stanach Zjednoczonych i Holandii.

Bardzo popularnymi bioinsektycydami w Europie były środki oparte na grzybie owadobójczym *L. lecanii*. Rewizja rodzaju *Lecanicillium* (wcześniej *Verticillium*) dokonana została przez Zare i Gamsa (2001). Jednak badania molekularne wykazały, że w skład środka Vertalec wchodzi inny gatunek grzyba, mianowicie *L. longisporum*, a w skład środka Mycotal – *L. muscarium*. Po przeanalizowaniu sprzedaży tych środków firma produkująca zadecydowała wstrzymać rejestrację środka Vertalec, dlatego że w latach 2003–2006 sprzedaż Mycotalu była 10-krotnie większa niż preparatu Vertalec.

Ilość biologicznych środków ochrony roślin opartych na grzybach pasożytniczych maleje. Jest to związane, między innymi z dużym kosztem rejestracji. Proces rejestracji takiego środka trwa od 5 do 7 lat, a koszt, np. rejestracji biofungicydu wynosi 1,6 mln euro (Ravensberg 2011).

Przyszłość integrowanej ochrony roślin z wykorzystaniem grzybów owadobójczych w warunkach polowych / Future of integrated plant protection with using pathogenic fungi in the field conditions

Podstawą opracowania dobrego programu ochrony roślin jest uzyskanie zbioru wzajemnie powiązanych informacji, które będą wykorzystane w procesie podejmowania decyzji.

Wykorzystanie biopreparatów opartych na grzybach patogenicznych do ograniczania populacji szkodników w uprawach polowych nie jest możliwe, dlatego że nie są one zarejestrowane w Polsce. W świetle Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r., która od 1 stycznia 2014 r. wprowadza obowiązek stosowania integrowanej ochrony roślin przez profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin trudno będzie stosować metodę biologiczną. Jest ona ważną częścią strategii integrowanej ochrony roślin. Podstawą tej metody jest zrównoważone stosowanie środków ochrony roślin, a priorytetem powinny być metody niechemiczne i biologiczne. Jednak w zakresie stosowania biologicznych metod ochrony w warunkach polowych sytuacja wygląda nienajlepiej.

Jak będzie wyglądało stosowanie biopreparatów w uprawach polowych w związku z tą sytuacją? Wiemy, że w warunkach naturalnych grzyby pasożytnicze odgrywają ogromną rolę w regulacji populacji wielu szkodników. Przykładem może być stonka ziemniaczana, której stadia rozwojowe zimujące w glebie mogą być zredukowane do 30% populacji, dzięki działaniu grzybów owadobójczych, np. *B. bassiana* (Sosnowska 1997). Grzyby owadomorki *Pandora neoaphidis* i *Entomophthora planchoniana* w optymalnych warunkach mogą spowodować epizoocje w populacjach mszyc i zredukować kolonie tych szkodników w całości (Bałazy 2000). Rolnicy powinni tak modyfikować krajobraz rolniczy, aby stworzyć odpowiednie warunki bytowania dla rodzimych organizmów pożytecznych, naturalnie występujących w tym środowisku. Tak więc przyszłością będzie konserwacyjna metoda biologiczna w uprawach polowych. Metoda ta polega na modyfikacji krajobrazu rolniczego dla stworzenia odpowiednich warunków dla rozwoju mikroorganizmów pożytecznych w środowisku. Pisał o niej Tomalak i wsp. (2011). Według autorów jest to strategia o największym potencjale dla integrowanej ochrony roślin w uprawach polowych. Pozwoli ona trwale zachować bioróżnorodność. Ważne będzie również stosowanie selektywnych pestycydów, upraw współrzędnych, tworzenie miedz, korytarzy ekologicznych, zakrzewień i zadrzewień śródpolnych.

Badania prowadzone przez Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego Polskiej Akademii Nauk w Poznaniu pokazały, jak wpływa na zachowanie bioróżnorodności pokrycie terenów rolniczych w okolicach Turwi śródpolnymi zadrzewieniami, które były nasadzone w 19. wieku przez ówczesnego właściciela generała Dezyderego Chłapowskiego. Lasy są dzięki temu dwa razy bogatsze w gatunki grzybów owadobójczych niż agroekosystemy (Karg i Bałazy 2009).

Wykazano, że rozwojowi grzybów owadobójczych sprzyjają siedliska nadwodne, silnie uwilgotnione, lasy, zadrzewienia, szuwary, łąki i uprawy wieloletnie. Intensywna agrotechnika powoduje ubożenie gatunkowe zwierząt i mikroorganizmów.

Tkaczuk (2008) wykazał, że stosowanie obornika oraz bezorkowy system uprawy gleby wzbogaca skład gatunkowy i ilość jednostek infekcyjnych owadobójczych strzępczaków w glebach. Z kolei potencjał infekcyjny grzybów ograniczały wysokie dawki nawozów mine-

ralnych, stosowanie chemicznych środków ochrony roślin oraz zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi.

Sosnowska i Banaszak (2000) wykazali, że nawozy organiczne, takie jak słoma pożniwna z jęczmienia jarego i mulcz z gorczycy stymulował aktywność grzybów nicieniobójczych powodując zwiększenie spasożytowania jaj w cystach mątwika burakowego (*Heterodera schachtii*). Nawożenie obornikiem okazało się pod tym względem mniej efektywne.

Przyszłość integrowanej ochrony upraw polowych wiąże się również z podniesieniem poziomu wiedzy rolników poprzez szkolenia, które powinny uwzględniać między innymi zagadnienia doskonalenia struktury przestrzennej gospodarstwa w celu zwiększania dostępnej bioróżnorodności, sprawnego prognozowania i sygnalizacji pojawu agrofagów.

Literatura / References

Bałazy S. 2000. Zróżnicowanie grup funkcjonalnych grzybów entomopatogenicznych. Biotechnologia 3: 11–32.

Evans J. 2008. Biopesticides: from cult to mainstream. Agrow Magazine 27: 11–14.

Jacobson R.J., Handler D., Fenlon J., Russell K.M. 2001. Compatibility of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin with *Amblyseius cucumeris* Oudemans (Acarina: Phytoseiidae) to control *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber plants. Biocontrol Sci. Technol. 11: 391–400.

Karg J., Bałazy S. 2009. Wpływ struktury krajobrazu na występowanie agrofagów i ich antagonistów w uprawach rolniczych. [Effect of landscape structure on the occurrence of agrophagous pests and their antagonists]. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 49 (3): 1015–1034.

Ravensberg W.J. 2011. A Roadmap to the Successful Development and Commercialization of Microbial Pest Control Products for Control of Arthropods. Springer Dordrecht Heidelberg, 383 pp.

Sosnowska D. 1997. Biologiczne zwalczanie stonki ziemniaczanej. Ochrona Roślin 7: 6–7.

Sosnowska D. 2005. Biopreparaty grzybowe w biologicznym zwalczaniu szkodników upraw szklarniowych i polowych. Post. Nauk Rol. 5: 17–27.

Sosnowska D. 2007. Effect of host plant and nematophagous fungi on population of the peanut root-knot nematode *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood. Plant Sci. 44: 240–243.

Sosnowska D., Banaszak H. 2000. The effect of organic fertilizers on fungi parasitization of beet cyst nematode (*Heterodera schachtii* Schmidt) eggs in sugar beet cultivated in a three years rotation. J. Plant Prot. Res. 40 (1): 73–79.

Sosnowska D., Piątkowski J. 1995. Nowy preparat biologiczny do zwalczania mączlika szklarniowego. Ochrona Roślin 11: 7–9.

Tkaczuk C. 2008. Występowanie i potencjał infekcyjny grzybów owadobójczych w glebach agrocenoz i środowisk seminaturalnych w krajobrazie rolniczym. Wyd. Akademii Podlaskiej. Rozprawa Naukowa 94, 160 ss.

Tomalak M., Sosnowska D., Lipa J.J. 2011. Czynniki biologiczne w integrowanej ochronie roślin. [Biocontrol ageents in integrated plant protection]. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 51 (4): 1776–1786.

Zare R., Gams W. 2001. A revision of Verticillium section Prostata. IV. The genera Lecanicillium and Simplicillium. Nova Hedwiga 73: 1–50.