

## Występowanie i skład gatunkowy grzybów owadobójczych w glebach z sadów jabłoniowych

<sup>1/</sup>BARBARA MARJAŃSKA-CICHONŃ,  
<sup>2/</sup>RYSZARD MIĘTKIEWSKI,  
<sup>2/</sup>ANNA SAPIEHA-WASZKIEWICZ

<sup>1/</sup>Pracownia Sadownictwa, Akademia Podlaska,  
ul. B. Prusa 12, 08 110 Siedlce, <sup>2/</sup>Katedra Ochrony Roślin

The spectrum and occurrence of entomopathogenic fungi in soils from apple orchards

(Otrzymano: 07.04.2004)

### Summary

The spectrum and occurrence of entomopathogenic fungi in orchard soil and arable soil were evaluated using an „insect bait method”. Soil samples taken in autumn and spring from sward, herbicides fallow and arable soil were baited with *Galleria mellonella* larvae.

Entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. and *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown et Smith were isolated from three species of orchards soil and adjacent arable soil. Infection levels of *G. mellonella* larvae were depended from species of soil. *M. anisopliae* caused most frequent infections of bait insects in light loamy sand and *P. fumosoroseus* in alluvial silt and coarse sand. *B. bassiana* was dominated in alluvial silt. It was established that *M. anisopliae* and *B. bassiana* infected more larvae in autumn than in spring. In case of *P. fumosoroseus* an opposite tendency was observed. Generally in arable soil and sward number of infected larvae was higher than other stands. In case of light loamy sand more infections of *G. mellonella* larvae were found in samples from herbicides fallow. Irrespective of soil type *B. bassiana* was the dominated species isolated from herbicides fallow, *M. anisopliae* from sward and *P. fumosoroseus* from arable soil.

Key words: entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Paecilomyces fumosoroseus*, type of soil, sward, herbicides fallow, arable soil

### WSTĘP

Sady jabłoniowe w Polsce o ochronie tradycyjnej należą do upraw, w których zużywa się wielokrotnie więcej syntetycznych pestycydów w porównaniu z innymi uprawami rolniczymi (Makosz, 1999). Stosowanie środków chemicznych pomimo

wielu zalet, wzbudza jednak coraz więcej zastrzeżeń spowodowanych między innymi negatywnym wpływem na środowisko naturalne, zwłaszcza na glebę, która jest głównym rezerwuarem grzybów owadobójczych. W środowisku tym grzyby mogą występować na glebowych stawonogach, dostają się do gleby wraz z martwymi owadami, które żerowały na częściach nadziemnych roślin, a także w formie opadających zarodników propagacyjnych lub form przetrwalnikowych nanoszonych przez prądy powietrzne (Ignoffo i wsp., 1978, Ferron, 1981). Owady i inne stawonogi, a wśród nich szkodniki sadów, schodzące do gleby na przepoczwarczenie lub zimowanie często porażane są przez grzyby, ponieważ istnieją w niej dogodne warunki do infekcji (dość duża wilgotność i brak promieniowania słonecznego).

Efektywność grzybów owadobójczych uwarunkowana jest szeregiem czynników, a jednymi z ważniejszych są: dostępność gospodarzy, wilgotność, pora roku, rodzaj gleby czy sposób jej użytkowania. Badania prowadzone nad występowaniem grzybów w różnych glebach wykazały, że śmiertelność owadów może wahać się w szerokim zakresie zależnie od gleby (Miętkiewski i Tkaczuk, 1993, Kleespies i wsp., 1989). Zależnie od gleby obserwuje się także zróżnicowany skład gatunkowy owadobójczych strzępczaków. W glebach lekkich dominują *M. anisopliae* i *P. fumosoroseus* (Miętkiewski i wsp., 1991b; 1991/92, Miętkiewski i Miętkiewska, 1993, Miętkiewski i Kolczarek, 1995, Miętkiewski i wsp., 1996). W glebach cięższych zaś w większym nasileniu występuje gatunek *B. bassiana* (Miętkiewski i wsp., 1992a, Miętkiewski i wsp., 1997).

Z wielu prac wynika, że sposób użytkowania gleby wpływa na skład gatunkowy grzybów owadobójczych (Miętkiewski i wsp., 1988; 1991b, Bajan i wsp., 1995, Miętkiewski i wsp., 1991/92, Miętkiewski i wsp., 1996). W ugorze herbicydowym z sadów jabłoniowych dominuje gatunek *M. anisopliae*, a w glebie pochodzącej z murawy *B. bassiana* (Miętkiewski i wsp., 1992a). Brak jest jednak pełnych badań, przedstawiających w sposób kompleksowy wpływ pestycydów na występowanie grzybów owadobójczych w glebie w zależności od stanowiska, pory roku czy rodzaju gleby. Wymienione czynniki mogą istotnie wpływać na przeżywanie oraz inicjowanie procesów chorobowych przez poszczególne gatunki grzybów owadobójczych.

Wydaje się zatem celowe kontynuowanie badań nad wpływem wieloletniego stosowania pestycydów w sadach jabłoniowych na występowanie i skład gatunkowy grzybów owadobójczych w trzech gatunkach gleb w warunkach *in vivo*.

## MATERIAŁ I METODY

Do badań wytypowano sady z uprawą odmian wrażliwych na parcha. Sady położone były na trzech gatunkach gleb: pyle ilastym, piasku gliniastym mocnym i piasku słabo gliniastym.

Próby gleby z sadów pobierano przez 3 kolejne lata rozpoczynając od terminu jesiennego (październik) i wiosną kończąc (kwiecień). Przy pomocy laski glebowej pobierano próby z głębokości do 20 cm, z następujących środowisk: ugor herbicydowy, murawa i pole przyległe do każdego sadu, gdzie uprawiano zboża.

Grzyby z gleby izolowano metodą owadów pułapkowych, która jest przydatna do określenia składu gatunkowego i nasilenia występowania grzybów w glebie (Zimmermann, 1986; 1998, Miętkiewski i wsp., 1991a). Jako owada pułkowego wykorzystano przedostatnie stadium larwalne *Galleria mellonella* L. Plastikowe szalki Petriego o średnicy 9 cm (pojemność 100 ml), napełniano glebą uprzednio podsuszoną i przesianą przez sito, w celu usunięcia zanieczyszczeń i drobnych kamieni. Do każdej szalki wkładano po 10 larw. Na każdą kombinację przeznaczono 3 szalki (30 larw). Larwy z glebą przechowywano w temp. 22°C przez około 25 dni. Po 5 dniach kontaktu larw z glebą przeprowadzono pierwszą obserwację śmiertelności larw, zaś kolejne co 3-4 dni. Oznaczenie grzybów wykonano na podstawie zarodnikowania.

Po określeniu śmiertelności owadów pułapkowych, spowodowanej przez grzyby owadobójcze w poszczególnych kombinacjach doświadczenia, wyniki poddano analizie statystycznej. Szczegółowe porównanie średnich przeprowadzono korzystając z testu Tukey'a, przy założonym poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI I DISKUSJA

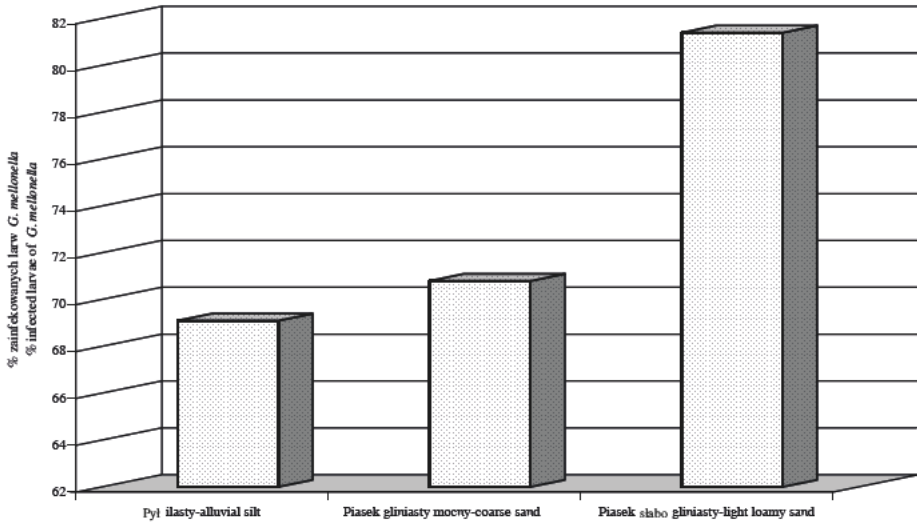
### a) Zależność od gatunku gleby

Z badanych trzech gatunków gleb najczęściej izolowanymi grzybami owadobójczymi były: *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. i *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown et Smith. Na powszechność występowania *M. anisopliae*, *P. fumosoroseus* i w mniejszym stopniu *B. bassiana* w warunkach Polski wskazują Miętkiewski i wsp. (1991b); (1991/92); (1995), Miętkiewski i Miętkiewska (1993), a w zachodniej i północnej części Europy Zimmermann (1986) oraz Vänninen i wsp. (1989).

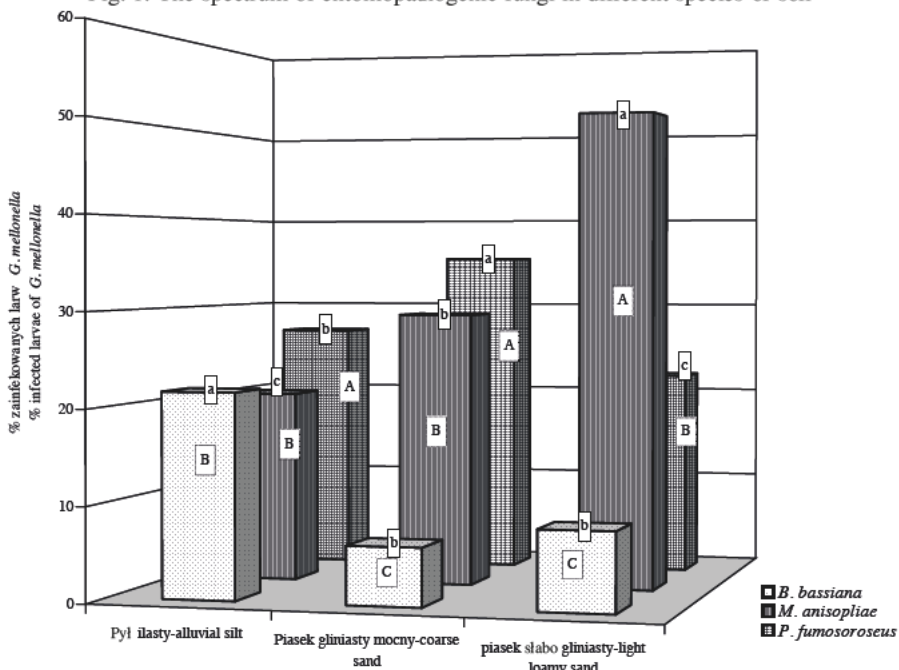
Najwięcej larw z objawami porażenia przez grzyby owadobójcze stwierdzono w piasku słabo gliniastym, gdzie infekcje wystąpiły na ponad 80% owadów testowych (rys. 1). Mniej grzybów wychwytywano z piasku gliniastego mocnego, a najmniej z pyłu ilastego. W tym ostatnim przypadku objawy porażenia wykazywało niespełna 70% martwych gąsienic (rys. 1). Podobną zależność obserwowali Kleespies i wsp. (1989) oraz Tkaczuk i Miętkiewski (1996), którzy wykazali, że gleba piaszczysta była zasobniejsza w grzyby entomopatogenne niż gleba gliniasta.

W pyłe ilasty i piasku gliniasty mocnym istotnie dominującym gatunkiem był *P. fumosoroseus*, a w piasku słabo gliniastym *M. anisopliae* (rys. 2), co potwierdzają badania Miętkiewskiego i wsp. (1991a); (1995) oraz Miętkiewskiego i Tkaczuka (1993). Ze wszystkich gleb najrzadziej izolowano grzyb *B. bassiana*, który w pyłe ilasty notowany był w zbliżonym nasileniu jak *M. anisopliae* różnice nie były istotne.

Na larwy *G. mellonella* najczęściej wychwytywanym gatunkiem okazał się *M. anisopliae*, który dominował w piasku słabo gliniastym, powodując śmiertelność owadów testowych sięgającą 51% (rys. 2). Gatunek ten w istotnie najmniejszym nasileniu stwierdzono w pyłe ilasty, gdzie atakował niespełna 21% gąsienic. Drugim gatunkiem pod względem liczebności okazał się *P. fumosoroseus*, który dominował



Rys. 1. Nasilenie występowania grzybów owadobójczych w różnych gatunkach gleb  
 Fig. 1. The spectrum of entomopathogenic fungi in different species of soil



Rys. 2. Skład gatunkowy grzybów owadobójczych w zależności od gatunku gleby

Fig. 2. Occurrence of entomopathogenic fungi according to the species of soil

a, b, c – wartości dla gatunków gleb oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie-means for soils followed by the same letters do not significantly different  
 A, B, C – wartości dla gatunków grzybów oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie-means for fungi followed by the some letters do not significantly different

Tabela 1. Procent larw *G. mellonella* opanowanych przez grzyby o nieudokumentowanych właściwościach owadobójczych i nicienie  
 Table 1. Percentage larvae of *G. mellonella* infected by fungi of unproved entomopathogenic abilities and by nematodes

Czynnik śmiertelności – Factor of mortality	Jesień – Autumn			Wiosna – Spring	
	Pył ilasty- Alluvial silt	Piasek gliniasty- mocny- Coarse sand	Piasek słabo gliniasty- Light loamy sand	Pył ilasty- Alluvial silt	Piasek gliniasty mocny- Coarse sand
Grzyby o nieudokumentowanych właściwościach owadobójczych – Fungi of unproved entomopathogenic abilities	0,5	4,4	9,8	3,3	2,7
	0,1				
	1,6	2,6	1,8	1,0	3,8
	9,9	8,4	5,7	9,8	7,5
	3,0	4,0	3,3	6,8	3,0
	0,2	0,5		0,6	0,5
		0,1	0,1		
Ogółem-Total	15,3	20,0	20,7	21,5	17,5
Inne – Others	0,1			1,1	3,5
	11,3	10,1	1,0	7,8	6,5
Ogółem-Total	11,4	10,1	1,0	8,9	10,0

w piasku gliniastym mocnym, porażając 35% larw. Istotnie najmniej infekcji przez *P. fumosoroseus* stwierdzono w piasku słabo gliniastym, gdzie był obecny na 22% larw *G. mellonella* (rys. 2). Z wyizolowanych grzybów najrzadszym gatunkiem okazał się *B. bassiana*, który najwięcej larw porażał w pyle ilastym (22%). Tkaczuk i Miętkiewski (1996), a także Miętkiewski i wsp. (1997) potwierdzają, że *B. bassiana* jest gatunkiem bardziej charakterystycznym dla gleb cięższych. Ponadto zjawisko to mogło wynikać także ze znacznie szerszego zakresu zakażanych gospodarzy zwłaszcza w środowisku o wysokim wskaźniku humusu, jakim jest pył ilasty. Zasobność pozostałych gleb w grzyb *B. bassiana* była istotnie mniejsza niż pyłu ilastego, a średnie nie różniły się istotnie (rys. 2).

We wszystkich badanych glebach występowały grzyby o niedostatecznie udokumentowanych właściwościach owadobójczych (tab. 1). Były to gatunki z rodzajów: *Aspergillus*, *Cylindrocarpon*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Mucor*, *Penicillium* i gatunek *Scopulariopsis brevicaulis* (Sacc.) Bain. Stwierdzono ponadto obecność grzybów nie zarodnikujących, które prawie w każdej glebie opanowały najwięcej larw pułapkowych w tej grupie przyczyn. Sporadycznie notowano występowanie gatunków z rodzajów *Cylindrocarpon* (tylko w pyle ilastym) i *Gliocladium* (tylko w piasku słabo gliniastym). Dodatkowo zarejestrowano gatunek *S. brevicaulis*, porażający tylko pojedyncze larwy w piasku gliniastym mocnym i piasku słabo gliniastym (tab. 1). Wiele badań wskazuje, że podobne grzyby izolowane były z różnych ekosystemów (Miętkiewski i wsp., 1991a; 1992b; 1992c, Miętkiewski i Miętkiewska, 1993, Bajan i wsp., 1995).

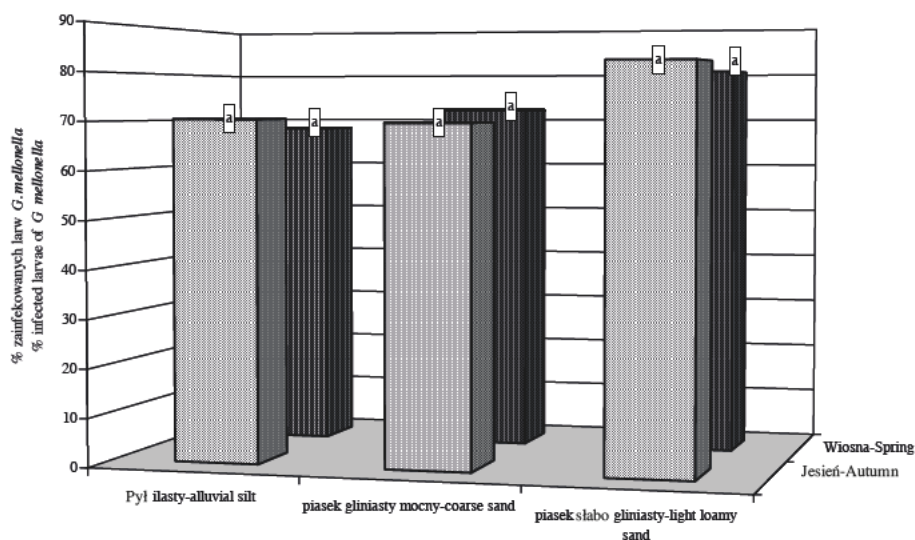
#### **b) Zależność od pory roku**

Pora roku generalnie nie wpływała istotnie na nasilenie występowania grzybów owadobójczych w obrębie poszczególnych gleb (rys. 3), stwierdzono jednak rysującą się tendencję do częstszego porażania larw owadów testowych jesienią aniżeli wiosną w pyle ilastym i piasku słabo gliniastym. W przypadku piasku gliniastego mocnego wystąpiła zależność odwrotna; więcej larw z objawami mikoz stwierdzono wiosną w stosunku do jesieni.

Jesienią w pyle ilastym istotnie najwięcej larw obumierało w wyniku porażenia przez grzyb *B. bassiana*, a w piasku gliniastym mocnym i piasku słabo gliniastym dominował *M. anisopliae* (rys. 4). W terminie wiosennym w pyle ilastym prawie 3-krotnie zmalała śmiertelność larw opanowanych przez *B. bassiana*, a wzrosła liczba infekcji przez *P. fumosoroseus*, który w omawianej glebie okazał się gatunkiem dominującym. Eksperymenty przeprowadzone na glebach z sadów przez Sapięhę - Waszkiewicz i wsp. (2003) potwierdziły większe nasilenie *B. bassiana* w terminie jesiennym w porównaniu z wiosną.

Wiosna sprzyjała nasileniu porażenia larw pułapkowych przez *P. fumosoroseus* w piasku gliniastym mocnym, gdzie dominował w porównaniu do pozostałych gatunków grzybów (rys. 4). W piasku słabo gliniastym wiosną w stosunku do jesieni zwiększyła się liczba mikoz wywoływanych przez *P. fumosoroseus*, który w terminie wiosennym występował w zbliżonym nasileniu jak *M. anisopliae*. Stwierdzono ponadto, że z piasku słabo gliniastego istotnie najrzadziej wychwytywany był grzyb *B. bassiana* (rys. 4).

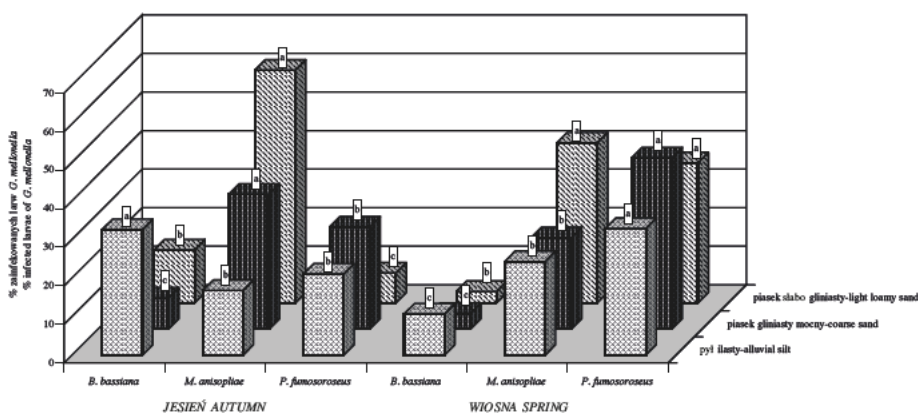




Rys. 3. Występowanie grzybów owadobójczych w różnych gatunkach gleb w zależności od pory roku

Fig. 3. The spectrum of entomopathogenic fungi in differ species of soil according to season

a – wartości dla pór roku oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie-means for seasons of the year followed by the some letters do not significantly different



Rys. 4. Skład gatunkowy i nasilenie występowania grzybów owadobójczych w różnych gatunkach gleb z uwzględnieniem pory roku

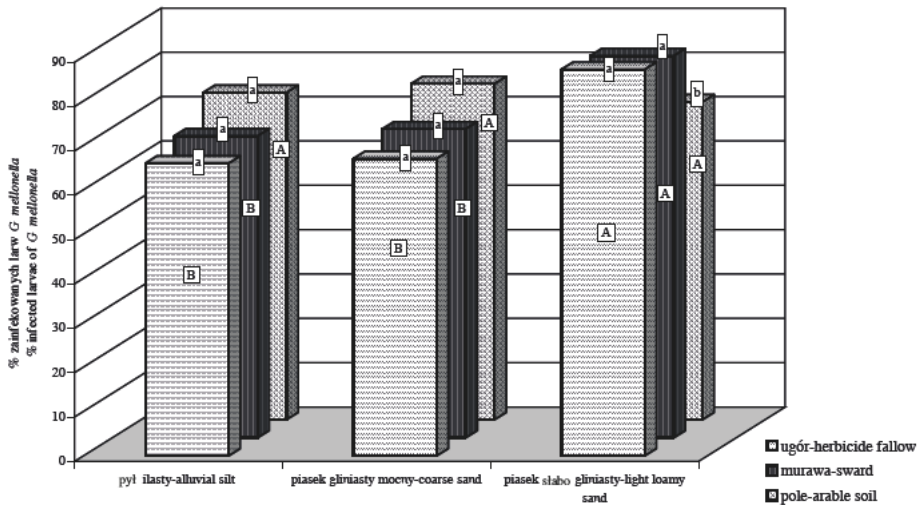
Fig. 4. The spectrum and occurrence of entomopathogenic fungi in different species of soil subject to season

a, b, c – wartości dla gatunków grzybów oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie-means for fungi followed by the some letters do not significantly different

### c) Zależność od stopnia skażenia stanowiska

Występowanie grzybów owadobójczych w poszczególnych glebach związane było ze stanowiskiem (rys. 5).

Z badanych gatunków gleb tylko piasek słabo gliniasty sprzyjał istotnie nasileniu infekcji grzybowych w ugorze herbicydowym i w murawie, gdzie śmiertelność larw wynosiła około 85% (rys. 5). Zjawisko to można tłumaczyć tym, że w glebach lżejszych pestycydy szybciej tracą toksyczność w stosunku do gleb cięższych na skutek wymywania lub pobrania przez rośliny, co sprzyja intensywniejszemu rozwojowi mikoz na owadach. W piasku słabo gliniastym istotnie najmniej larw obumierało w glebie ornej (rys. 5). Śmiertelność gąsienic na stanowisku tym była zbliżona we wszystkich gatunkach gleb i nieco przekraczała 70%. Mogło wynikać to z faktu, że gleba orna podlega ciągłym zabiegom uprawowym, a murawa jako środowisko bardziej stabilne stanowi atrakcyjną kryjówkę dla owadów, które następnie ulegając w glebie mikozom, powodują nagromadzenie w środowisku dużych ilości zarodników, stanowiących źródło infekcji. Podobne spostrzeżenia w odniesieniu do upraw wieloletnich prezentują Miętkiewski i wsp. (1991/92), Miętkiewski i Miętkiewska (1993), Miętkiewski i Kolczarek (1995).



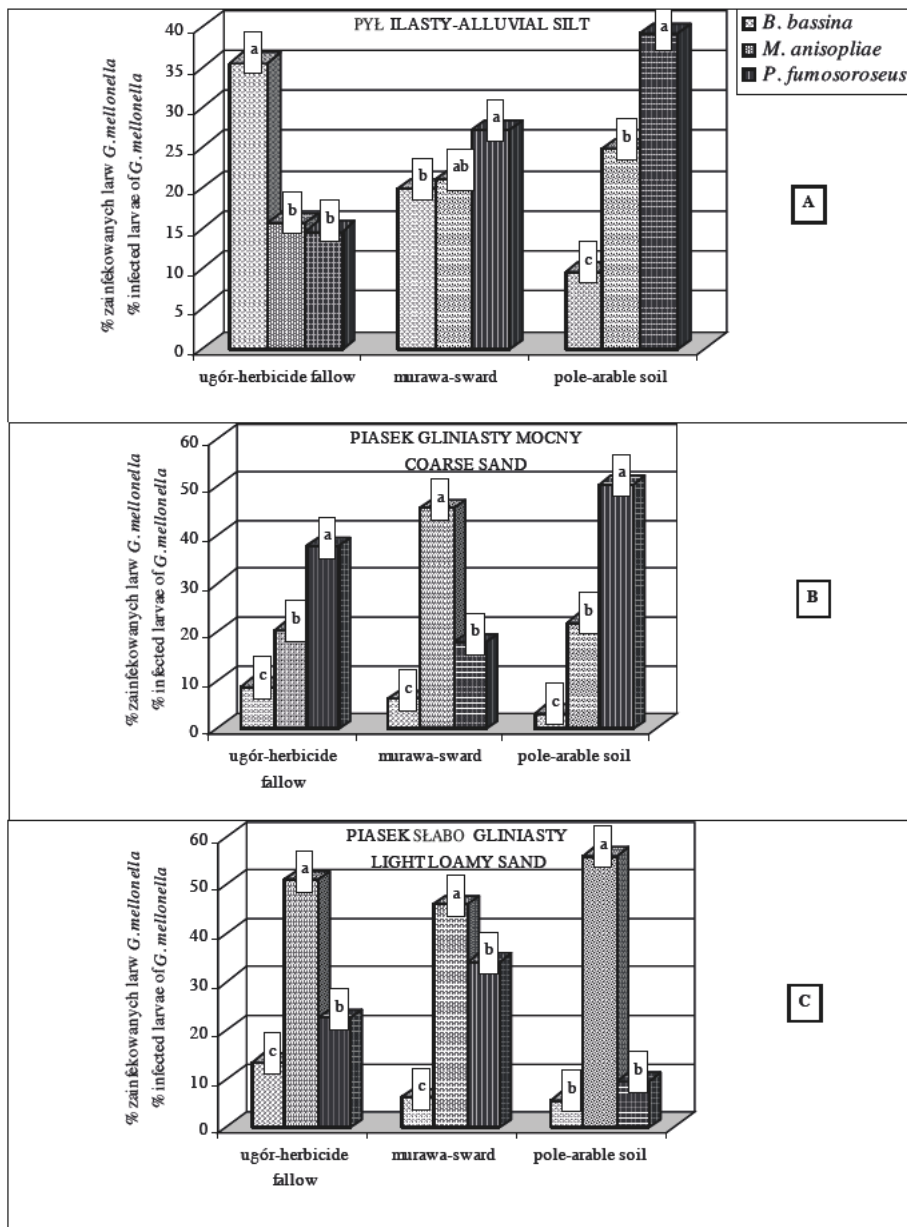
Rys. 5. Nasilenie występowania grzybów owadobójczych w różnych gatunkach gleb w zależności od stopnia skażenia gleby

Fig. 5. The spectrum of entomopathogenic fungi in different species of soil according to contamination of soil

a, b, c – wartości dla stanowisk oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – means for stands followed by the some letters do not significantly different

A, B, C – wartości dla gatunków gleb oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie – means for soils followed by the some letters do not significantly different





Rys. 6. Wpływ stopnia skażenia gleby na skład gatunkowy grzybów owadobójczych  
 Fig. 6. The influence of contamination of soil on occurrence of entomopathogenic fungi  
 a, b, c wartości dla gatunków grzybów oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie means followed by the some letter do not differ

Zupełnie odwrotna sytuacja wystąpiła w pyle ilastym i piasku gliniastym mocnym. Jakkolwiek badane stanowiska i wspomniane gleby nie różnicowały istotnie nasilenia grzybów, to zarówno w pyle ilastym, jak i w piasku gliniastym mocnym infekcje larw w glebie ornej przewyższały śmiertelność gąsienic w ugorze herbicydowym i w murawie (rys. 5).

Badania wykazały wyraźne zróżnicowanie w nasileniu występowania poszczególnych gatunków grzybów w zależności od skażenia gleby (rys. 6). Generalnie gatunek *B. bassiana* najwięcej larw pułapkowych porażał w ugorze herbicydowym. Spostrzeżenia te są odmienne od prezentowanych przez Miętkiewskiego i wsp. (1992a), którzy w ugorze herbicydowym wykazali przewagę *M. anisopliae* nad *B. bassiana*. W naszym doświadczeniu taka sytuacja wystąpiła tylko w ugorze herbicydowym na piasku słabo gliniastym. Zjawisko to można tłumaczyć zróżnicowaną odpornością grzybów na pestycydy stosowane w badanych sadach. We wszystkich gatunkach gleb grzyb *B. bassiana* najrzadziej izolowany był z gleby ornej. Gatunek *M. anisopliae* częściej infekował larwy w murawie, a rzadziej w ugorze herbicydowym, natomiast śmiertelność larw powodowana przez *P. fumosoroseus* była największa w glebie ornej, zaś najrzadziej gatunek ten występował w ugorze herbicydowym (rys. 6).

Na pyle ilastym w ugorze herbicydowym dominował istotnie *B. bassiana* (rys. 6A). W murawie wszystkie gatunki grzybów występowały w zbliżonym nasileniu, jednak w przypadku *P. fumosoroseus* rysowała się tendencja silniejszego porażenia larw *G. mellonella* przez ten gatunek w stosunku do *B. bassiana* i *M. anisopliae* (rys. 6A). Grzyb *P. fumosoroseus* w istotnie największym zagęszczeniu notowano także w glebie ornej.

Na piasku gliniastym mocnym w ugorze herbicydowym i w glebie ornej istotnie dominował grzyb *P. fumosoroseus* (rys. 6B), a w murawie *M. anisopliae*. W próbach gleby ze wszystkich stanowisk istotnie najrzadziej występował *B. bassiana*, który infekował ponad 4-krotnie mniej larw niż *P. fumosoroseus*. Przewaga infekcji larw pułapkowych w murawie przez *M. anisopliae* mogła być spowodowana dłuższą żywotnością zarodników tego gatunku w porównaniu do *B. bassiana*, co wykazali Vänninen i Tyni Justin (1991).

Na piasku słabo gliniastym we wszystkich badanych stanowiskach najwyższą śmiertelność larw pułapkowych powodował grzyb *M. anisopliae* (rys. 6C). We wszystkich systemach uprawy gleby istotnie najrzadziej notowany był gatunek *B. bassiana*.

#### **Na podstawie uzyskanych wyników sformułowano następujące wnioski:**

w glebach z sadów jabłoniowych dominowały grzyby: *B. bassiana*, *M. anisopliae* i *P. fumosoroseus*;

piasek słabo gliniasty charakteryzował się największą liczbą odławianych grzybów entomopatogennych, a najmniejszą – pył ilasty;

infekcje larw *G. mellonella* przez grzyb *M. anisopliae* dominowały w piasku słabo gliniastym, a przez *P. fumosoroseus* w piasku gliniastym mocnym i pyle ilastym. Gatunek *B. bassiana* w istotnie największym nasileniu występował w pyle ilastym w stosunku do pozostałych gleb;

pory roku nie różnicowały nasilenia mikozy w poszczególnych gatunkach gleb. Termin jesienny sprzyjał infekcjom przez *M. anisopliae* i *B. bassiana*, a wiosny przez *P. fumosoroseus*;

generalnie największe nasilenie infekcji grzybowych występowało w glebie ornej i murawie stanowiskach o mniejszym skażeniu pestycydami. Wyjątek stanowił piasek słabo gliniasty, gdzie ugór herbicydowy charakteryzował się większą liczbą odławianych grzybów w stosunku do murawy i gleby ornej;

bez względu na glebę grzyb *B. bassiana* dominował w ugorze herbicydowym, *M. anisopliae* w murawie, a *P. fumosoroseus* w glebie ornej. Wyjątek stanowiły: murawa na pyłe ilastym, gdzie nie stwierdzono dominacji żadnego z gatunków; ugór herbicydowy na piasku gliniastym mocnym, który sprzyjał infekcjom przez *P. fumosoroseus*. W piasku słabo gliniastym przeważał grzyb *M. anisopliae*, notowany w zbliżonym nasileniu w każdym z badanych stanowisk.

Badania zostały wykonane w ramach grantu nr **5P06C 001 19**.

## LITERATURA

- Bajan C., Kmitowa K., Mierzejewska E., Popowska Nowak E., Miętkiewski R., Górski R., Miętkiewska Z., Głowacka B., 1995. Występowanie grzybów owadobójczych w ściółce i glebie borów sosnowych w gradiencie skażenia środowiska leśnego. *Prace IBL*, B 24: 87 97.
- Ferron P., 1981. Pest control by the fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. W: *Microbial control of pest and Plant Diseases 1970 1980*, red. Burges H. D.: 465 482.
- Ignoffo C. M., Garcia C., Hostetter D. L., Pinnell R. E., 1978. Stability of conidia on entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* in and on soil. *J. Invertebr. Pathol.*, 28: 259 268.
- Kleespies R., Bathon H., Zimmermann G., 1989. Untersuchungen zum natürlichen Vorkommen von entomopathogenen Pilzen und Nematoden in verschiedenen Böden in der Umgebung von Darmstadt. *Gesunde Pflanzen.*, 41 (10): 350 355.
- Makosz E., 1999. Zużycie pestycydów w sadach jabłoniowych z tradycyjną i integrowaną produkcją owoców. *Mat. z XIX Międzynar. Sem. Sad.*, Limanowa: 75 83.
- Miętkiewski R., Dziągiewska M., Janowicz K., 1988. Entomopathogenic fungi isolated in the vicinity of Szczecin. *Acta Mycol.*, 33(1): 123 130.
- Miętkiewski R., Kolczarek R., 1995. Grzyby owadobójcze izolowane z gleby pobranej z pól spod koniczyny czerwonej i ziemniaków. *Zesz. Nauk. WSR P., Siedlce*, 39: 91 95.
- Miętkiewski R., Machowicz Stefaniak Z., Górski R., 1995. Wpływ składu gatunkowego grzybów owadobójczych występujących w glebie na mikozy owocnicy żółtorogiej (*Hoplocampa minuta* Christ.) w czasie diapauzy. *Mat. Ogólnop. Konf. Nauk. „Nauka praktyce ogrodniczej”*, AR Lublin: 269 272.
- Miętkiewski R., Machowicz Stefaniak Z., Górski R., 1996. Occurrence of entomopathogenic fungi in soil of the hop plantations and adjacent arable fields. *Roczn. Nauk Roln.*, E 25(1/2): 47 51.
- Miętkiewski R., Miętkiewska Z., 1993. Grzyby entomopatogenne w glebie. *Acta Mycol.*, 28(1): 77 82.
- Miętkiewski R., Miętkiewska Z., Sapięha A., 1992a. Występowanie grzybów owadobójczych w glebie pochodzącej z sadu. *Zesz. Nauk. WSR P., Siedlce*, 31: 209 219.
- Miętkiewski R., Pell J. K., Clark S. J., 1997. Influence of pesticide use on the natural occurrence of entomopathogenic fungi in arable soils in the UK: field and laboratory comparisons. *Bioc. Sci. Technol.*, 7: 565 575.

- Miętkiewski R., Tkaczuk C., 1993. Wpływ rodzaju gleby na śmiertelność larw owocnicy żółtorogiej (*Hoplocampa minuta* Christ.) spowodowaną w czasie diapauzy przez grzyby. Pr. Inst. Sad. i Kwiac., C (1 2)/117 118: 93 94.
- Miętkiewski R., Tkaczuk C., Badowska Czubik T., 1992b. Entomogenous fungi isolated from strawberry plantation soil infested by *Otiorhynchus ovatus* L. Roczn. Nauk Roln., E 22(1/2): 39 46.
- Miętkiewski R., Tkaczuk C., Zasada L., 1991/1992. Występowanie grzybów entomopatogennych w glebie ornej i łąkowej. Acta Mycol., 27(2): 197 203.
- Miętkiewski R., Żurek M., Miętkiewska Z., Tkaczuk C., 1991a. Przydatność wybranych gatunków owadów do wychwytywania grzybów owadobójczych z gleby. Zeszyty Nauk. WSR P., Siedlce, 29: 229 237.
- Miętkiewski R., Żurek M., Tkaczuk C., Bałazy S., 1991b. Występowanie entomopatogennych grzybów w glebie ornej, leśnej oraz ściółce. Roczn. Nauk Roln., 21(1/2): 61 68.
- Miętkiewski R., Żurek M., Van der Geest L. P. S., 1992c. Effect of soil temperature on the mortality of *Tribolium destructor* larvae caused by the fungus *Metarhizium anisopliae*. Roczn. Nauk Roln., E 22(1/2): 47 52.
- Sapięha Waszkiewicz A., Miętkiewski R., Marjańska Cichoń B., 2003. Occurrence of entomopathogenic fungi in soil from apple orchard. Bull. IOBC/WPRS., 26(1): 113 116.
- Tkaczuk C., Miętkiewski R., 1996. Occurrence of entomopathogenic fungi in different kinds of soil. Roczn. Nauk Roln., E 25(1/2): 43 48.
- Vänninen I., Husberg G. B., Hokkanen H. M. T., 1989. Occurrence of entomopathogenic fungi and entomoparasitic nematodes in cultivated soils in Finland. Acta Entomol. Fennica., 53: 65 71.
- Vänninen I., Tyni Justin J., 1991. Persistence of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in finnish agricultural soils preliminary results. Bull. OILB/SROP., (14)7: 67 69.
- Zimmermann G., 1986. „*Galleria* bait method” for detection of entomopathogenic fungi in soil. J. Appl. Ent., 102: 213 215.
- Zimmermann G., 1998. Suggestion for a standardized method for reisolation of entomopathogenic fungi from soil using the bait method. “Insect pathogens and insect parasitic nematodes.” IOBC Bull., 21(4): 289.

### Streszczenie

Przy pomocy metody owadów pułapkowych badano skład gatunkowy i nasilenie występowania grzybów owadobójczych w 3 gatunkach gleb z sadów jabłoniowych, w ugorze herbicydowym, murawie i polu uprawnym przylegającym do danego sadu. Obserwacje śmiertelności larw prowadzono jesienią i wiosną. W ciągu 3 lat prowadzenia badań wykazano, że występowanie grzybów owadobójczych zależało od gatunku gleby; im była ona lżejsza, tym rejestrowano więcej infekcji larw *G. mellonella*. W pyle ilastym i piasku gliniastym mocnym dominował *P. fumosoroseus*, a w piasku słabo gliniastym *M. anisopliae*. Jesień sprzyjała występowaniu *B. bassiana* w pyle ilastym oraz *M. anisopliae* w piasku gliniastym mocnym i piasku słabo gliniastym. Wiosną zaś, w pyle ilastym i piasku gliniastym mocnym częściej infekowały larwy grzyb *P. fumosoroseus*, a w piasku słabo gliniastym *M. anisopliae* i *P. fumosoroseus* wywoływały zbliżone nasilenie mikoz. Ugor herbicydowy i murawa na piasku słabo gliniastym charakteryzowały się największą liczbą odławianych grzybów w porównaniu z glebą orną i pozostałymi gatunkami gleb. Niezależnie od gleby grzyb *B. bassiana* dominował w ugorze herbicydowym, *M. anisopliae* w murawie, a *P. fumosoroseus* w glebie ornej.