

Grzyby wyizolowane z humusu, kompostu ze śmieci i osadu ze ścieków miejskich na owady pułapkowe

RYSZARD MIĘTKIEWSKI, ZOFIA MIĘTKIEWSKA,
KAZIMIERZ JANKOWSKI

Wyższa Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna
w Siedlcach

Miętkiewski R., Miętkiewska Z., Jankowski K. (Agricultural and Pedagogical University, Siedlce, Poland). *Fungi isolated with „insect bait method” from humus, municipal wastes compost and sewage treatment plant sludge*. Acta Mycol. XXVIII (2): 161-169, 1993.

Larvae of *Ephestia kühniella* were used as an „insect bait” for the isolation of fungi from the investigated materials. *M. anisopliae* and *P. fumosoroseus* were the dominant fungi in humus. *B. bassiana* and *P. fumosoroseus* were the dominant fungi in municipal wastes compost. No entomopathogenic fungi were isolated from sewage treatment plant sludge.

WSTĘP

Metoda izolowania grzybów entomopatogenicznych z gleby, polegająca na wykładaniu do gleby żywych owadów, pozwala na pozyskiwanie najbardziej wirulentnych izolatów tych grzybów, które są ważnymi bioregulatorami liczebności szkodliwych owadów (F e r r o n, 1981; Z i m m e r m a n n, 1986). Stosując wspomnianą metodę rozpoznano skład gatunkowy grzybów entomopatogenicznych w glebach Niemiec (K l e e s p i e s, B a t h o n, Z i m m e r m a n n, 1989), w glebach Finlandii (V ä n n i n e n, H u s b e r g, H o k k a n e n, 1989) i okolic Siedlec (M i ę t k i e w s k i i w s p., 1991 a; M i ę t k i e w s k i, T k a c z u k, Z a s a d a, 1991/1992; M i ę t k i e w s k i, M i ę t k i e w s k a, S a p i e h a, 1992). Wspomniane badania wykazały, że w glebach ornych najczęściej występującymi grzybami okazały się: *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok., *Paecilomyces farinosus* (Holm. ex Gray) Brown et Smith, *P. fumosoroseus* (Wize) Brown et Shmith.

W ostatnich latach dużo uwagi poświęca się wykorzystaniu w nawożeniu roślin takich źródeł substancji organicznej jak odpady miejskie i przemysłowe. Te nowe

źródła substancji organicznej są szeroko badane w aspekcie wartości nawozowej. Interesującym wydaje się być zbadanie występowania entomopatogenicznych grzybów w tych niekonwencjonowanych nawozach organicznych.

Celem niniejszej pracy było określenie składu gatunkowego grzybów wychwytywanych na owady pułapkowe z humusu, kompostu ze śmieci i osadu z oczyszczalni miejskiej.

MATERIAŁ I METODY

Kompost ze śmieci miejskich pobrany był w październiku 1992 z kompostowni w Warszawie. Osad pochodził z oczyszczalni ścieków miejskich w Siedlcach. Skład chemiczny tych materiałów podano w tabeli 1. Ponadto do badań wzięto humus. Każdym z wymienionych materiałów napełniano 10 szalek Petriego, a następnie do każdej z nich wkładano po 10 larw przedostatniego stadium rozwojowego mkiaka mącznego (*Ephestia kühniella* Zell). Szalki z badanym materiałem i wyłożonymi larwami przetrzymywano w temp. 20°C i 28°C. Na każdą kombinację przypadło po 100 larw. Dalsze czynności wykonywano metodą Z i m m e r m a n n a (1986).

W przypadku *Metarhizium flavoviride* Gams et Rozsypal, gatunku bardzo rzadkiego, określono jego wzrost na pożywce Sabouraud w temperaturze 5-35°C, różnicując poziomy temperatury co 5°C.

Tabela 1 – Table 1

Charakterystyka kompostu ze śmieci i osadu
Characteristic of municipal waste compost and sewage-treatment plant sludge

Składniki – Ingredient	Kompost – Compost	Osad – Sediment
Substancja organiczna Organic matter	45,27	36,64
Azot ogólny (g/kg s. m.) Total nitrogen	1,57	0,78
Fosfor (g/kg s. m.) Phosphorus (P)	0,76	1,76
Potas (g/kg s. m.) Potassium (K)	3,60	2,44
Wapń (g/kg s. m.) Calcium (Ca)	5,29	5,75
Magnez (g/kg s. m.) Magnesium (Mg)	2,43	1,06
Miedź (ppm) Cooper (Cu)	360	15
Cynk (ppm) Zinc (Zn)	3410	2327
Mangan (ppm) Manganese (Mg)	327	133

Dwa gatunki grzybów o niedostaecznie udokumentowanych właściwościach owadobójczych *Cylindrocarpon destructans* (Zins.) Scholten i *Paecilomyces carneus* (Duche et Heim) Brown et Smith przebadano na zdolności infekcyjne w stosunku do larw *E. kühniella* w środowisku glebowym. W tym celu do wysterylizowanej gleby wprowadzono w zawieszynie wodnej zarodniki grzybów w ilości 9×10^6 na 1 g suchej gleby. Grzyby te izolowane były z badanego materiału, a następnie namnożone na pożywce Sabouraud. Do tak przygotowanej gleby wkładano w każdej kombinacji po 50 larw *E. kühniella*; po 7, 10 i 14 dniach kontaktu larw z badanym materiałem określono śmiertelność larw. Martwe osobniki wykładano do mokrych kamer i określano rozwijające się na nich grzyby. Kontrolę stanowiła wysterylizowana gleba zwilżona wysterylizowaną wodą.

WYNIKI

Skład gatunkowy grzybów izolowanych na larwy mkiaka mącznego uzależniony był od podłoża (tab. 2). Kiedy owady pułapkowe miały kontakt z humusem w temperaturze 20°C, stwierdzono na nich 4 gatunki entomopatogenicznych grzybów. Najwięcej owadów pułapkowych opanowanych było przez *Paecilomyces fumosoroseus* i *Metarhizium anisopliae*. Te dwa gatunki grzybów stwierdzono odpowiednio na 33,8 % i 17,5 % larw owadów pułapkowych. Dwa pozostałe gatunki grzybów entomopatogenicznych: *Conidiabolus major* i *Metarhizium flavoviride* opanowały tylko po 1,5 % owadów pułapkowych. Wzrost ostatniego gatunku określano na pożywce Sabouraud w zakresie temperatury 5-35°C (tab. 3). Największe kolonie grzyb ten osiągnął w temperaturze 25°C, a przy 30°C wzrost i zarodnikowanie były zahamowane, natomiast wzrostu jego w temperaturze 5 i 35°C nie stwierdzono.

W temperaturze 28°C na larwach owadów pułapkowych wyłożonych do humusu z grzybów entomopatogenicznych wystąpił tylko *M. anisopliae* zasiedlając 88,5 % larw. Z kompostu w temperaturze 20°C wyizolowano 3 gatunki grzybów entomopatogenicznych. Największa ilość larw (41,2 %) opanowana była przez *P. fumosoroseus*. Znaczna ilość larw (28,9 %) opanowana była przez *B. bassiana*, a *M. anisopliae* rozwijał się tylko na niewielkiej ilości larw. Ostatni gatunek był jedynym grzybem owadobójczym, który stwierdzony został na larwach owadów mających kontakt z kompostem w temp. 28°C.

W osadzie pochodzącym z oczyszczalni ścieków w Siedlcach nie stwierdzono żadnego gatunku grzyba zaliczanego do pasożytów względnych owadów. Grzyby, które izolowano z martwych larw mkiaka mącznego, zaliczyć należy do pasożytów warunkowych. Wśród tej grupy grzybów na larwach wystąpiły *Aspergillus flavus*, *Cylindrocarpon destructans* i *Mucor hiemalis*. Larwy owadów pułapkowych, na których rozwijały się wspomniane gatunki grzybów, nie były zmumifikowane. W ciele tych owadów znajdowano strzępki grzyba, a w przypadku *A. flavus* larwy były dość silnie przerośnięte grzybnią, ale ciało ich nie było zmumifikowane. Kiedy larwy miały kontakt z osadem w temp. 28°C, wystąpił na nich głównie *A. flavus*.

Tabela 2 – Table 2

Śmiertelność (%) larw *Ephestia kühniella* wyłożonych do humusu, kompostu z odpadów miejskich i osadów z oczyszczalni ścieków
 Mortality of *Ephestia kühniella* larvae placed into the humus, municipal waste compost and sewage treatment plant sludge

Czynnik śmiertelności Factor of mortality	Temp. 20 °C			Temp. 28 °C		
	Humus	Kompost Compost	Osad Sediment	Humus	Kompost Compost	Osad Sediment
Gatunki entomopatogeniczne Entomopathogenic fungi	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill	28,9				
	<i>Conidiobolus major</i> (Thaxter) Remaud et Keller (Metsch.)	1,5				
	<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsch.) Sorok.	17,6	4,1		88,5	65,3
	<i>M. flavoviride</i> Gams et Rozs.	1,5				
	<i>Paccilomyces fumosoroseus</i> (Wize) Brown et Smith	33,8	41,2			
Grzyby o niedokumentowanych właściwościach owadobójczych Fungi of unproved entomopathogenic abilities	<i>Aspergillus flavus</i> Link	1,0	5,6	2,3	17,5	61,9
	<i>Cylindrocarpon destructans</i> (Zins.) Scholten	1,5	23,6		2,7	17,9
	<i>Mucor hiemalis</i> Wehmer.	7,2	23,6		1,6	5,9
	<i>Paccilomyces carneus</i> (Duche et Hein) Brown et Smith					
	Grzybnia nieowocująca No-sporulated mycelium	2,9	9,3	15,3	1,2	5,3
Przyczyny nie określone Indefinite causes	Nicienie – Nematodes	17,6		3,4		
	Przyczyny nie określone Indefinite causes	23,5	7,2	31,8	8,0	1,2

Na niewielkiej ilości larw notowany był *Paecilomyces carneus*. W pozostałych podłożach spotykane były te same gatunki grzybów pasożytów warunkowych z wyjątkiem *P. carneus*, który wystąpił tylko w osadzie.

Dwa gatunki grzybów – *C. destructans* i *P. carneus* z grupy pasożytów warunkowych zostały przebadane na zdolność infekowania larw mkiika mącznego wyłożonych do wysterylizowanej gleby, do której wprowadzono następnie zarodniki wspomnianych gatunków grzybów. Śmiertelność larw mających kontakt z glebą zainokulowaną zarodnikami wspomnianych gatunków grzybów nie różniła się zasadniczo od śmiertelności larw przebywających w glebie sterylnej (tab. 4). Na martwych larwach mających kontakt z zainokulowaną glebą rozwijały się gatunki grzybów uprzednio wprowadzonych. Larwy zostały przerośnięte grzybnią, ale nie były zmumifikowane.

Tabela 3 – Table 3

Wzrost *M. flavoviride* na pożywce Sabouraud w temperaturze o różnych zakresach
Growth of *M. flavoviride* on the Sabourauds medium at different levels of temperatures

Temp. °C	Wielkość kolonii w % w stosunku do kolonii maksymalnej Size of colony given in % in relation to the largest colony	Wygląd kolonii Description of colony
5	brak wzrostu	Tylko ślady mięsistej grzybni substratowej. Only traces of fleshy, substrate mycelium.
10	21,3	Kolonia biała jedynie środek jasnozielony i lekko wzniesiony. Odcień zieleni typowy dla <i>M. anisopliae</i> , od spodu barwa cielista. White colony, only the centre pale green and slightly erect. The tinge of green typical of <i>M. anisopliae</i> ; flesh-coloured beneath.
15	70,5	Kolonia barwy zielonego groszku z białym marginesem. Środek kolonii beżowy. Od spodu barwa cielista. Pale green colony with white margins. The centre of colony beige; flesh-coloured beneath.
20	85,2	Kolonia ciemnobieżowa z 3-4 mm marginesem barwy zielonej. Dark beige colony with green margins, 3-4 mm wide.
25	100,0	Kolonia szarobieżowa z beżowo zielonym marginesem. Grey-beige colony with beige-green margins.
30	73,7	Kolonia cielista z jasnobieżowym środkiem. Grzybnia bardzo zbita, zarodnikowanie tylko śladowe. Flesh-coloured colony; pale beige in the centre. Mycelium very compact only traces of sporulation.

Tabela 4 – Table 4

Śmiertelność (%) larw *E. kühniella* w wysterylizowanej glebie, do której wprowadzono zarodniki grzybów
 Mortality (%) of *E. kühniella* larvae in sterilized soil to which fungal conidia were introduced

Grzyb wprowadzony do gleby Fungus introduced in to the soil	Liczba dni od wyłożenia larw do gleby Number of days after insects were buried into soil		Reizolowany grzyb z martwych larw Fungus reisolated from dead larvae
	7	10	
<i>Cylindrocarpon destructans</i>	18,3	38,3	<i>C. destructans</i>
<i>Paecilomyces carneus</i>	27,3	43,4	<i>P. carneus</i>
Kontrola	14,3	22,3	

DYSKUSJA

Wyniki badań wykazały, że spośród badanych podłoży najwięcej gatunków grzybów owadobójczych wystąpiło w humusie. Jeżeli porównamy ten skład grzybów z grzybami z gleb ornych, to oprócz typowych dla gleb uprawnych okolic Siedlec gatunków owadobójczych, takich jak *M. anisopliae* i *P. fumosoroseus* (Miętkiewski i wsp., 1991a, 1991b.; Miętkiewski, Tkaczuk, Zasada, 1991-92), w humusie stwierdzono *Conidiobolus major* i *M. flavoviride*. Ten ostatni gatunek nie był notowany w glebach okolic Siedlec, a z Polski podany tylko raz z gleb pobranych z łąk śródleśnych w Sudetach (Miętkiewski, Bałazy, Klukowski, 1993). Przy izolowaniu grzybów z gleby na owady pułapkowe gatunek nie był stwierdzony w innych krajach (Zimmermann, 1986; Kleespies, Bathon, Zimmermann, 1989; Vänninen, Husberg, Hokkanen, 1983; Harrison, Gardner, 1991). *M. flavoviride* został opisany w 1973 roku z larw i poczwerek *Ceutorryhynchus macula-alba* Herbst i *C. albovittatus* Germar znalezionych w okolicach Brna; podobny izolat znaleziono następnie w glebie Kiel-Kitzeburg i Wageningen (Gams, Rozsygal, 1973). Później podawany był między innymi z Francji (Marchal, 1977), Filipin (Rombach i wsp., 1986) i z Tasmanii (Yip, Roth, Koen, 1992). Jeżeli był izolowany z gleby, wtedy w porównaniu do *M. anisopliae* pojawia się sporadycznie. Badania nasze wykazały, że *M. flavoviride* ma niższe wymagania cieplne niż *M. anisopliae*. Optymalna temperatura wzrostu i zarodnikowania *M. flavoviride* wynosiła 25°C, a *M. anisopliae* optymalne warunki dla wzrostu znajduje w temp. 27,5°C (Miętkiewski i wsp., 1993). Z tego porównania wynika, że temperatura nie jest czynnikiem limitującym występowanie tego gatunku w glebach naszego klimatu.

W kompoście stwierdzono 3 gatunki grzybów owadobójczych: *Beauveria bassiana*, *M. anisopliae* i *P. fumosoroseus*; wszystkie wystąpiły w temperaturze 20°C, a w temp. 28°C tylko *M. anisopliae*. Gatunkiem nie notowanym w humusie, a który

w kompoście pojawił się obficie jest *B. bassiana*; był on rzadko notowany w glebie ornej okolic Siedlec (Miętkiwski i wsp., 1991 a, 1991 b.; Miętkiwski, Tkaczuk, Zasada, 1991-92), natomiast dominował w ściółce lasu sosnowego (Miętkiwski i wsp., 1991 b). Liczne występowanie tego gatunku w kompoście może być związane z obfitością znajdujących tam roztoczy i skoczogonków, co może między innymi tłumaczyć tak liczną obecność tego grzyba w tym podłożu.

W temperaturze 28°C z grzybów owadobójczych, które uprzednio notowane były w temp. 20°C, wystąpił tylko *M. anisopliae* i był on jedynym przedstawicielem tej grupy grzybów. Fakt ten potwierdza wcześniejsze spostrzeżenia (Miętkiwski, Tkaczuk, Bądowska - Czubik, 1992), że temperatura jest jednym z zasadniczych czynników wpływających na skład gatunkowy grzybów izolowanych z gleby za pomocą owadów pułapkowych.

Z grupy warunkowych patogenów owadów, wychwytywanych z badanych podłoży na larwy owadów pułapkowych, należy wymienić: *A. flavus*, *C. destructans*, *M. hiemalis* i *P. carneus*. Gatunki te, w przeciwieństwie do pasożytów względnych takich jak *B. bassiana*, *M. anisopliae*, *M. flavoviride* czy *P. fumorososeus*, występujących w badanych podłożach, nie powodowały mumifikacji larw *E. kühniella*. *Aspergillus flavus* wystąpił zdecydowanie liczniej w temp. 28°C niż w temp. 20°C. Wyłożone do humusu larwy *E. kühniella* nie były opanowane przez ten grzyb; podczas badania gleby tą metodą nigdy nie wystąpił on w temp. 20°C (Miętkiwski, Tkaczuk, Bądowska - Czubik, 1992; Miętkiwski i wsp., 1991 a; Miętkiwski i wsp., 1991 b).

Sussman (1951) stwierdził doświadczalnie, że *A. flavus* zdolny jest zainfekować gąsienice *Platysamia cecropia* L. W Indiach grzyb ten jest notowany dość często na larwach wielu gatunków owadów w warunkach polowych (Joshi, Agarwal, 1987; Sathiana, Saraswathy, 1990; Rajagopal, Trivedi, 1989). *Cylindrocarpon destructans* notowany by na larwach mających kontakt ze wszystkimi badanymi podłożami. Wygląd gąsienic opanowanych przez ten grzyb wskazywał, że zaliczyć go należy do pasożytów warunkowych. Przeprowadzona próba infekcji larw *E. kühniella* w sterylnej glebie zainokulowanej zarodnikami tego grzyba potwierdziła jego właściwości jako pasożyta warunkowego owadów, ponieważ martwe larwy nie były zmumifikowane, chociaż izolowano z nich *C. destructans*. Autor monografii dotyczącej tego rodzaju, Booth (1966), uważa go za często występujący w glebie albo towarzyszący podziemnym częściom roślin. Gatunek ten jest jednym z najważniejszych grzybów ograniczających populację *Heterodera schachtii* Schmidt w Anglii (Crum, Kerry, 1987) i Holandii (Heijbroek, 1983).

Kolejnym gatunkiem zaliczanym do pasożytów warunkowych jest *Mucor hiemalis*. Był izolowany przez Białego (1976) z martwych, lecz nie zmumifikowanych owadów, między innymi z gąsienic *Carpocapsa pomonella* z wielu stanowisk w Polsce. W literaturze istnieją doniesienia, że niektóre gatunki z tego rodzaju, między innymi *M. hiemalis*, mogą infekować i zabijać owady (Steinhilber, 1983).

1949; Müller-Kögler, 1965; Aoki, Kunikatsu, 1984). Infekcji ulegają najczęściej osobniki osłabione lub zranione.

Ostatni z grupy pasożytów warunkowych, *P. carneus*, wyizolowany był przez nas tylko z osadu. Próba infekcji larw *E. kühniella* przez wyłożenie ich do sterylnej gleby zainokulowanej zarodnikami tego grzyba dała podobne wyniki jak w przypadku *C. destructans*. Samson (1974) podaje, że gatunek ten jest pospolity w glebie. Notowany był też z muchówek Limburgii.

Podsumowując można stwierdzić, że spośród badanych podłoży humus charakteryzował się najbardziej zbliżonym składem gatunkowym grzybów, jaki notowany był w glebie przy zastosowaniu tej samej metody. Zdecydowanie inne gatunki grzybów stwierdzono w osadzie. W podłożu tym nie wystąpił żaden gatunek grzyba z grupy pasożytów względnych owadów. Z pasożytów warunkowych w podłożu tym wystąpił *P. carneus*, który nie był izolowany dotychczas z gleby przy zastosowaniu tej metody. W osadzie ze ścieków miejskich należy odnotować duże nasilenie *A. flavus*, który nie występował tak licznie ani w glebie, ani w żadnym z badanych podłoży. Wskazane byłyby dalsze badania nad tym grzybem w aspekcie jego oddziaływania na rośliny, co dałoby odpowiedź, czy podłoże to jest wskazane jako nawóz organiczny.

LITERATURA

- Aoki J., Kunikatsu H., 1985. Opportunistic infection of *Mucor* sp. (*Mucorales: Mucoraceae*) to the silkworm, *Bombyx mori* (*Lepidoptera: Bombycidae*). *Apl. Ent. Zool.* 20 (2): 230-232.
- Bałazy S., 1976. Niektóre godne uwagi grzyby nekrofityczne izolowane ze stawonogów. *Prace Kom. Nauk. Rol. i Leśn. PTPN.* 42: 3/17.
- Booth C., 1966. The genus *Cylindrocarpon*. *Mycol. Papers* 104: 1-56.
- Crump D.H., Kerry B.R., 1987. Studies on the population dynamics and fungal parasitism of *Heterodera schachtii* in soil from a sugar beet monoculture. *Crop Protection* 6: 49-55.
- Feron P., 1981. Pest control by the fungi *Beauveria* and *Metarhizium*. [In]: *Microbiol control of pests and plant diseases 1970-1980*, (red.: Burges H. D.): 465-482.
- Gams W., Rozsypal J., 1973. *Metarhizium flavoviride* n. sp. isolated from insects and from soil. *Acta Bot. Neerl.* 22 (5): 518-521.
- Harrison R.D., Gardner W.A., 1991. Occurrence of entomogenous fungus *Beauveria bassiana* in pecan orchard soils in Georgia. *J. Entomol. Sci.* 26: 360-366.
- Heitor F., 1962. Parasistence de blessure par le champignon *Mucor hiemalis* Wehmer Chez les insectes. *Ann. Epiphyt.* 13: 179-203.
- Heijbroek W., 1983. Some effects of fungal parasite on the population development on the beet cyst nematode (*Heterodera schachtii* Schm.). *Heddelingen Facult. Landbouwwet. Rijksuniv. Gent.* 48 (2): 433-439.
- Joshi K.C., Agarwal S.B., 1987. Bionomies of the tent caterpillar, *Malacosoma indica* Wlk. *Bull. Entomol.* 28 (1): 1-11.
- Kleespies R., Bathon H., Zimmermann G., 1989. Untersuchungen zum naturkichen Vorkommen von entomopathogenen Pilzen und Nematoden in verschiedenen Böden in der Umgebung von Darmstadt. *Gesunde Pflanzen.* 41 (10): 350-356.
- Marchal M., 1977. Fungi imperfecti isolatis d'une population naturellic d' *Otiorrhynchus sulcatus* Fabr. (*Col. Curculionidae*). *Rer. Zool. Agric. Pathol. Veg.* 76: 101-108.
- Miętkiewski R., Żurek M., Miętkiewska Z., Tkaczuk C., 1991 a. Przydatność wybranych gatunków owadów do wychwytywania grzybów owadobójczych z gleby. *Zesz. Nauk. WSR-P* 29: 231-242.

- Miętkiewski R., Żurek M., Tkaczuk C., Bałazy S., 1991b. Występowanie entomopatogennych grzybów w glebie ornej, leśnej oraz ściółce. *Rocz. Nauk. Rol., S. E.*, 21 (1/2): 61-68.
- Miętkiewski R., Tkaczuk C., Zasada L., 1991-1992. Występowanie grzybów entomopatogennych w glebie ornej i łąkowej. *Acta. Mycol.* 27: 197-203.
- Miętkiewski R., Miętkiewska Z., Sapięha A., 1992. Występowanie grzybów owadobójczych w glebie z sadów. *Zesz. Nauk. WSR-P 21*: 29-40.
- Miętkiewski R., Tkaczuk C., Badowska-Czubik T., 1992. Entomopatogenous fungi isolated from strawberry plantation soil infested by *Otiorhynchus ovatus* L. *Rocz. Nauk. Rol., S. E.* 22: 39-46.
- Miętkiewski R., Bałazy S., Klukowski Z., 1993. Grzyby owadobójcze izolowane na owady pułapkowe z gleb łąkowych w rejonie występowania kośniczki łąkowej (*Ceratopteryx graminis* L.). *Rocz. Nauk. Rol., Seria E.* (w druku).
- Miętkiewski R., Tkaczuk C., Żurek M., Van der Geest L. P. S., 1993. Temperature abilities of four entomopathogenic hypomyces. *Rocz. Nauk. Rol., seria E.* (w druku).
- Müller-Kögler E., 1965. Pilzkrankheiten bei Insecten. Parey, Berlin, Hamburg.
- Rajagopal D., Trivedi T. P., 1989. Status bioecology and management of epilachna beetle, *Epilachna vigintioctopunctata* (Fab.) (Coleoptera: Coccinellidae) on potato in India *Tropical Pest Management* 35 (4): 410-413.
- Rombach M. C., Aguda B. M., Shepard B., Roberts D. W., 1986. Infection of rice brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) by field applications of entomopathogenic *Hyphomyces* (Deuteromycotina). *Environ. Entomol.* 15: 1070-1073.
- Samson R. A., 1974. *Paecilomyces* and some allied hypomyces. Centraalbureau voor Schimmcultuur. Baarn. *Stud. Mycol.* 6: 1-119.
- Sathiana B., Saraswathy N., 1990. Mycosis on tea mosquito *Helopetis autonii*. *Indian Entomol.* 52 (3): 516.
- Sussman A. S., 1951. Studies of an insect mycosis. IV The physiology of the host-parasite relationship of *Platysamia cercopia* and *Aspergillus flavus*. *Mycologia* 44: 493-505.
- Steinhaus E. A., 1949. Principles of insect pathology. McGraw-Hill. New York-Toronto-London.
- 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.
- Yip H. Y., Roth A. C., Koen T. B., 1992. Characterization of *Metarhizium anisopliae* isolated from Tasmanian pasture soils and their pathogenicity to redheaded cockchafer (Coleoptera; Scarabacidae: *Adoryphorus couloni*). *Mycol. Res.* 96 (2): 92-96.
- Zimmermann G., 1986. "Galleria bait method" for detection of entomopathogenic fungi in soil. *Z. angew. Entomol.* 2: 213-215.

SUMMARY

Four entomopathogenic fungi (*Conidiobolus major*, *Metarhizium anisopliae*, *M. flavoviride* and *Paecilomyces fumosoroseus*) were isolated from humus on *E. kühniella* larvae. This spectrum of entomopathogenic fungal species in humus is similar to the one found in arable soils. *P. fumosoroseus* and *Beauveria bassiana* dominated in municipal waste compost. The latter fungus was not observed in humus. None of the entomopathogenic fungi were isolated from sewage sludge. In this material, the dominant fungus was *Aspergillus flavus*, which belongs to a group of fungi of unproved entomopathogenic abilities. Among fungi of unproved entomopathogenic abilities *Cylindrocarpon destructans* and *Paecilomyces carneus* were also isolated. This last fungus was detected only in combination when larvae had contact with sewage treatment plant sludge at 28°C. *E. kühniella* larvae placed into sterilized soil that was inoculated with *P. carneus* or *C. destructans* were infected by these fungi but the bodies of colonized insects were not mummified as typically occurs in entomopathogenic fungi.