

**WZROST ZNACZENIA MUCHÓWEK ZADROWATYCH  
(DIPTERA: PHORIDAE) W UPRAWIE PIECZARKI  
*AGARICUS BISPORUS* (LANGE) IMBACH W POLSCE**

**THE GROWING IMPORTANCE OF SCUTTLE FLIES  
(DIPTERA: PHORIDAE) IN MUSHROOM *AGARICUS BISPORUS* (LANGE)  
IMBACH CULTIVATION FARMS IN POLAND**

**Katarzyna Woszczyk, Zbigniew Uliński**

Instytut Ogrodnictwa

ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice

katarzyna.woszczyk@inhort.pl

**Abstract**

Diptera are one of the most dangerous pests of mushroom *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. Insects causing damage to Polish mushrooms' farms belong to three families: Sciaridae, Phoridae and Cecidomyiidae. For several years there has been an increase in the incidence of Phorid flies, which until recently were considered pests of lesser importance than Sciarid flies. *Megaselia halterata* Wood is considered the dominant species in Poland. However, in one Polish mushroom farm another species of the family *Megaselia nigra* (Meigen) has been observed. The identification of this rare species signals the desirability of carrying out thorough faunistic investigations in mushrooms' farms in Poland.

**Key words:** mushroom, *Agaricus bisporus*, Fungus gnats, *Megaselia halterata*, *Megaselia nigra*

**WSTĘP**

Muchówki (Diptera) należą do najgroźniejszych szkodników pieczarki *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. Choć ich skład gatunkowy w uprawach grzybów jadalnych jest podobny na całym świecie, to stopień szkodliwości i dominacja poszczególnych gatunków różnią się w zależności od kraju. Muchówki wyrządzające szkody w polskich pieczarkarniach należą do trzech rodzin: ziemiórkowatych (Sciaridae), zadrowatych (Phoridae) oraz pryszczarkowatych (Cecidomyiidae). Sporadycznie spotykane są także muchówki z innych rodzin, jednak nie mają one większego znaczenia (Lewandowski 2006). Z dotychczasowych danych literaturowych wynika, że w polskich pieczarkarniach ziemiórkowate są najliczniej występującymi szkodnikami (Czajkowska 1984; Lewandowski 2006; Sakson 2008). Z kolei obserwacje własne wskazują na wzrost znaczenia muchówek zadrowatych (dane niepublikowane). Przez wiele lat uważane były za szkodniki o zdecydowanie mniejszym znaczeniu niż ziemiórkowate (Fletcher i in. 2008). Jednak wzrost

częstotliwości występowania zadrowatych był już w polskiej literaturze sygnalizowany (Dmoch 1993). W Polsce za dominujący gatunek zadrowatych uważana jest *Megaselia halterata* Wood. Jak podaje Lewandowski (2006) nasilenie ich występowania może być spowodowane zmianą technologii uprawy pieczarek, a także brakiem skutecznych preparatów zwalczających larwy tego szkodnika.

Zadrowate są rodziną muchówek poznaną w niewielkim stopniu. Fauna światowa liczy około 3400 gatunków tych owadów, z czego około 600 odnotowano w Europie, a 340 w Polsce (Durska 2007). Larwy tych muchówek można spotkać w różnych wilgotnych środowiskach: wodach ściekowych, kompoście, grzybach, martwych kręgowcach i bezkręgowcach. Niektóre gatunki są pasożytami stawonogów i kręgowców, w tym człowieka (McAlpine i in. 1981; Disney 1994). Z uprawą pieczarki związanych jest kilka gatunków zadrowatych należących do kosmopolitycznego rodzaju *Megaselia*. Według danych literaturowych w polskich pieczarkarniach występują trzy gatunki: *Megaselia halterata* Wood, *Megaselia nigra* Meigen oraz *Megaselia agarici* Lintner (syn. *M. bovista* Borgmeier). Szybko poruszające się osobniki dorosłe Phoridae można zaobserwować na ścianach hal uprawowych oraz powierzchni okrywy (Czajkowska 1984; Lewandowski 2006).

### Zadrowate (Phoridae)

#### Występowanie

Masowe pojawianie się *Megaselia halterata* Wood w pieczarkarniach stwierdzono w Anglii już w latach 50 XX w. (Robinson 1977). Jednak do 1953 roku jedynym gatunkiem zadrowatych znanym z angielskich pieczarkarni była *Megaselia nigra* (Meigen). Samice tego gatunku składają jaja wyłącznie w świetle dziennym. Największa szkodliwość tej muchówki była zauważana w halach uprawowych w pobliżu drzwi. Późniejsze wprowadzenie bardziej wydajnych systemów wentylacyjnych wyeliminowało potrzebę otwierania drzwi i zmniejszyło ilość światła dostającego się do hal uprawowych. Te udoskonalenia techniczne spowodowały, że *M. nigra* przestała stanowić zagrożenie w uprawach pieczarek (Gratwick 1992; Disney 1994). *Megaselia halterata* Wood należy do groźnych szkodników pieczarek w Turcji (Erlor i in. 2009) i Hiszpanii (Navarro i in. 2014). Występowanie *M. halterata* nie ogranicza się do Europy, gdyż odnotowywano obecność tego gatunku m.in. w Ameryce Północnej (Disney 1994), Pakistanie (Babar i in. 2012), Australii (Clift 1979) oraz Nowej Zelandii (Disney 1994). W polskich zakładach pieczarkarskich zaobserwowano oba wymienione wyżej gatunki, przy czym *M. nigra* została wyhodowana w 2013 roku z uszkodzonych owocników pobranych z pieczarkarni zlokalizowanej na terenie Skierniewic (dane niepublikowane). Występowanie muchówek zadrowatych stwierdzono w halach

uprawowych w województwach: łódzkim, mazowieckim, lubelskim, dolnośląskim, opolskim, śląskim, świętokrzyskim, podkarpackim, podlaskim, wielkopolskim, zachodnio-pomorskim, pomorskim, kujawsko-pomorskim oraz lubuskim (dane niepublikowane). Szkodniki te, w zależności od lokalizacji i daty obserwacji, zwykle współwystępowały z muchówkami ziemniorkowatymi albo dominowały w danej uprawie (tab. 1)

### **Szkodliwość muchówek zadrowatych (Phoridae) w uprawach pieczarki**

Larwy zadrowatych, w przeciwieństwie do larw ziemniorkowatych, są obligatoryjnymi mykofagami. *Megaselia halterata*, gatunek najczęściej spotykany w uprawach pieczarki, żeruje na rosnącej grzybni, przyczyniając się do spadku plonów (Czajkowska 1984; Scheepmaker i in. 1997; Lewandowski 2006; Erler i Polat 2009). Niewielka liczebność tego szkodnika nie powoduje znacznych strat w plonie, a za wartość krytyczną uważa się 100 larw w 30 g kompostu (Hussey 1961). Z kolei gatunki *Megaselia nigra* (Meigen) i *Megaselia bovista* mogą żerować również w owocnikach i trzonkach pieczarek, co powoduje dodatkowe straty w plonie. Ich cechą charakterystyczną jest to, że żerowanie rozpoczynają od wierzchołka owocnika, podczas gdy larwy muchówek ziemniorkowatych (Sciaridae) drażą tunele u podstawy trzonka i rzadko można je znaleźć w kapeluszu (Fletcher i in. 2008). Poza tym za szkodliwość pośrednią należy uznać możliwość przenoszenia przez dorosłe muchówki zarodników grzyba *Lecanicillium fungicola* powodującego suchą zgniliznę (Cross i Jacobs 1969; White 1981; Fletcher i in. 2008).

### **Opis szkodnika – ogólna charakterystyka zadrowatych (Phoridae) Imago**

Długość ciała muchówek zadrowatych (Phoridae) wynosi 0,5–6 mm. Ich krępe, garbato wygięte po stronie grzbietowej ciało jest zwykle barwy brązowo-czarnej. Szczecinki są często zgrubiałe, w szczególności te, które znajdują się na głowie i odnóżach. Skrzydła zadrowatych są bezbarwne lub jasnobrązowe i mają charakterystycznie skróconą żyłkę kostalną, dochodzącą do połowy przedniego brzegu skrzydła (McAlpine i in. 1981; Durska 2007; Oosterbroek 2006). Poza tym na skrzydłach nie występują żyłki poprzeczne, a żyłki leżące na przednim brzegu skrzydła są grube, podczas gdy pozostałe są cienkie. Czułki zadrowatych są krótkie, trzyczłonowe, przy czym drugi człon jest zredukowany, a końcowy wyrostek (conus) znacznie powiększony. Wyrostek otoczony jest powiększonym trzecim członem czułka, na którym występuje zwykle 3-członowy biczyk. Brzuszna płytką przed narządem kopulacyjnym samców (tzw. hypopygium) jest często asymetryczna (Durska 2007).

### **Jaja**

Jaja zadrowatych są gładkie i owalne, o wymiarach 0,2 × 0,5 mm (Czajkowska 1984). Składane są w miejscach o dużej wilgotności i mają dobrze rozwiniętą kutykularną strukturę (plastron) umożliwiającą oddychanie pod wodą w przypadku ich okresowego zalania (Durska 2007).

Tabela 1. Występowanie muchówek ziemiorkowatych (Sciariidae) oraz zadrowatych (Phoridae) w wybranych zakładach produkcyjnych na terenie Polski (dane na podstawie badań ankietowych) w latach 2010–2014

Table 1. The occurrence of fungus gnats and scuttle flies in some commercial mushroom farms in Poland (based on questionnaire surveys) in the years 2010–2014

| Miejscowość<br>Locality | Województwo<br>Voivodeship | Kody według UTM<br>Codes according UTM (Universal<br>Transverse Mercator) | Lata obserwacji<br>Years     | Ziemiorkowate<br>(Sciariidae)<br>Fungus gnats | Zadrowate<br>(Phoridae)<br>Scuttle Flies |
|-------------------------|----------------------------|---|------------------------------|---|--|
| Gogolów                 | dolnośląskie               | XSL3  | 2011                         | -   | +  |
| Lubianka                | kujawsko-pomorskie         | CD39  | 2014                         | ++  | ++                                       |
| Polski Konopat          | kujawsko-pomorskie         | CE22  | 2014                         | ++  | -  |
| Toruń                   | kujawsko-pomorskie         | CD37  | 2014                         | ++  | -  |
| Chodel I                | lubelskie                  | EB76  | 2014                         | +   | -  |
| Chodel II               | lubelskie                  | EB76  | 2014                         | +   | -  |
| Dubów                   | lubelskie                  | FC45  | 2013<br>2014                 | ++<br>++                                      | -<br>++                                  |
| Trzebiszów Kol.         | lubelskie                  | FC06  | 2011                         | +   | -  |
| Zakalinki Kolonia       | lubelskie                  | FC48  | 2010                         | +   | -  |
| Murzynowo               | lubuskie                   | WU33  | 2013                         | -   | ++                                       |
| Dąbkowice Dolne         | łódzkie                    | DC27  | 2014                         | -   | ++                                       |
| Kolonia Zawada          | łódzkie                    | DC20  | 2014                         | ++  | -  |
| Maków                   | łódzkie                    | DC35  | 2010<br>2011<br>2013<br>2014 | ++<br>+<br>-<br>-                             | -<br>+<br>+<br>+                         |
| Piotrków Trybunalski    | łódzkie                    | DB19  | 2014                         | +   | +  |
| Skiermiewice I          | łódzkie                    | DC45  | 2011<br>2012<br>2013         | ++<br>++<br>-                                 | ++<br>++<br>++                           |
| Skiermiewice II         | łódzkie                    | DC45  | 2012<br>2013                 | +<br>-  | ++<br>+                                  |
| Wronowice               | łódzkie                    | CC72  | 2013                         | ++  | -  |
| Chodów                  | mazowieckie                | EC88  | 2013                         | ++  | ++                                       |
| Kobylin                 | mazowieckie                | DC94  | 2014                         | -   | ++                                       |
| Nasilów I               | mazowieckie                | EC99  | 2014                         | ++  | -  |

|                       |                     |      |      |    |    |
|-----------------------|---------------------|------|------|----|----|
| Nasilów II            | mazowieckie         | EC99 | 2014 | -  | ++ |
| Nowe Opole            | mazowieckie         | EC88 | 2014 | -  | ++ |
| Nowosielec            | mazowieckie         | FC18 | 2010 | ++ | +  |
|                       |                     |      | 2011 | ++ | ++ |
|                       |                     |      | 2013 | -  | +  |
|                       |                     |      | 2014 | +  | -  |
| Promna                | mazowieckie         | DC92 | 2013 | -  | ++ |
| Podnieśno             | mazowieckie         | EC89 | 2014 | -  | +  |
| Kowale                | opolskie            | CB26 | 2013 | -  | ++ |
|                       |                     |      | 2010 | ++ | -  |
|                       |                     |      | 2011 | ++ | -  |
| Wysoka Głogowska      | podkarpackie        | EA75 | 2013 | ++ | -  |
|                       |                     |      | 2014 | +  | -  |
|                       |                     |      | 2013 | ++ | -  |
|                       |                     |      | 2014 | +  | -  |
| Siemiatycze           | podlaskie           | FD21 | 2013 | ++ | -  |
| Strzebielino          | pomorskie           | CF05 | 2014 | ++ | -  |
| Nowy Dwór Wejherowski | pomorskie           | CF24 | 2013 | -  | ++ |
|                       |                     |      | 2013 | -  | ++ |
| Ćwiklice              | śląskie             | CA53 | 2013 | -  | ++ |
| Zagnańsk              | świętokrzyskie      | DB74 | 2011 | -  | ++ |
| Wręczyca Wielka       | śląskie             | CB53 | 2014 | ++ | -  |
| Chorzemin I           | wielkopolskie       | WT77 | 2014 | -  | ++ |
| Chorzemin II          | wielkopolskie       | WT77 | 2014 | -  | ++ |
| Karpicko              | wielkopolskie       | WT77 | 2013 | -  | ++ |
| Ląkie                 | wielkopolskie       | WT87 | 2014 | ++ | ++ |
| Lubnica               | wielkopolskie       | WT97 | 2013 | -  | ++ |
| Wielichowo            | wielkopolskie       | WT97 | 2013 | ++ | ++ |
| Wioska                | wielkopolskie       | WT88 | 2013 | -  | ++ |
|                       |                     |      | 2014 | +  | -  |
| Zbąszyń I             | wielkopolskie       | WT68 | 2014 | -  | ++ |
| Zbąszyń II            | wielkopolskie       | WT68 | 2014 | ++ | ++ |
| Nowielin              | zachodnio-pomorskie | VU98 | 2013 | ++ | ++ |

Szkodniki (pests): + pojedyncze osobniki; ++ powyżej 500 osobników; more than 500 individuals, - brak; lack

## Larwy

Larwy są beznogie, koloru białokremowego lub jasnobrązowego. Przednia część ich ciała jest tępo zakończona i zwężona, a głowa nie jest wyróżniona. W ich rozwoju występują trzy stadia larwalne (Durska 2007; Lewandowski 2006). Pierwsze stadium jest metapneustyczne, tj. posiada przetchlinki tylko na ostatnim segmencie ciała. Z kolei dwa kolejne stadia są amfipneustyczne – z przetchlinkami na pierwszym i ostatnim segmencie. Owalne puparium, tzw. bobówka, jest zaostrome na końcach i zwykle posiada rogi oddechowe (McAlpine i in. 1981; Czajkowska 1984; Durska 2007).

## Identyfikacja gatunków

Identyfikacja gatunków z rodzaju *Megaselia* jest możliwa jedynie w oparciu o samce. Samice należące do tego rodzaju cechuje podobna budowa morfologiczna. Jedną z ważniejszych cech diagnostycznych jest hypopygium – ostatni widoczny brzuszny skleryt odwłoka wraz z hypandrium – przedgenitalny sternit pierścienia odwłokowego samców (fot. 1 i 2).



Fot. 1. Hypopygium *Megaselia halterata* (Wood) (fot. M. Lewandowski)



Fot. 2. Hypopygium *Megaselia nigra* Meig (fot. M. Lewandowski)

W trakcie obserwacji własnych udało się oznaczyć dwa gatunki: *Megaselia halterata* (Wood) oraz *Megaselia nigra* Meig. Należy podkreślić, że osobniki *M. nigra* zostały wyhodowane w 2013 roku z owocników pobranych z pieczarkarni na terenie Skierniewic. Pieczarkarnia charakteryzowała się niedostatecznym poziomem sanitarnym, a uszkodzone owocniki zostały znalezione w pobliżu drzwi, gdzie samice tego gatunku miały możliwość złożenia jaj w świetle dziennym (dane niepublikowane).

## Zarys biologii

Intensywność lotu zadrowatych jest uzależniona od przebiegu warunków pogodowych, a jej wzrost obserwuje się w temperaturze około 17 °C. Natomiast 13 °C to temperatura progowa, poniżej której muchówki nie latają.

Wietrzna pogoda oraz zmiersch i ulewne deszcze to również czynniki ograniczające lot muchówek. Słaby deszcz natomiast nie wpływa na spadek intensywności lotu tych owadów (Fletcher i in. 2008).

### ***Megaselia halterata* (Wood)**

Samce *M. halterata* (Wood) gromadzą się przy drzwiach hal uprawowych, a samice nalatują do pieczarkarni wabione zapachem grzybni (Fletcher i in. 2008). Grove i Blight (1983) wykazali atrakcyjność lotnych substancji wydzielanych przez grzybnię oraz słomę i nawóz kurzy dla zapłodnionych samic *M. halterata*.

Po dostaniu się do hal uprawowych samice składają jaja tylko w ciemności do kompostu z intensywnie rosnącą grzybnią (Czajkowska 1984). Atrakcyjność podłoża dla samic jest różna w zależności od stopnia przerośnięcia kompostu (Tibbles i in. 2005). Richardson i Hesling (1978) stwierdzili, że w warunkach laboratoryjnych *M. halterata* składa najczęściej jaj do kompostu po 7–12 dniach przerastania. W warunkach uprawy samice do składania jaj wybierają podłoże do 3 tygodni po wysianiu grzybni, a następnie dopiero po zbiorze owocników (Lewandowski 2006). Każda samica składa około 50 jaj. Długość rozwoju tego gatunku jest różna w zależności od panującej temperatury. W temperaturze 24 °C larwy wylęgają się z jaj już po 2 dniach, a okres ich dojrzewania wynosi 5 dni. Po kolejnych 7 dniach z powstałych poczwerek wylatują osobniki dorosłe. W niższych temperaturach okres rozwoju wydłuża się i np. w temperaturze 15 °C etapy poszczególnych faz rozwoju wynoszą odpowiednio 4, 14 i 28 dni (Gratwick 1992).

### ***Megaselia nigra* Meigen**

W warunkach naturalnych samica *M. nigra* żyje 16 dni, a samiec – 10. Samice składają również po około 50 jaj w ciągu życia. Jednak, w przeciwieństwie do poprzedniego gatunku, jaja umieszczają na owocniku lub u jego podstawy. Jest to przydatne kryterium identyfikacji poszczególnych gatunków tych szkodników. W temperaturze 18 °C po 3 dniach od momentu złożenia jaj wylęgają się larwy, a po kolejnych 5 dniach można zaobserwować ich poczwarki, z których po następnych 5 dniach wylatują dorosłe osobniki muchówek (Fletcher i in. 2008).

### **Możliwości zwalczania larw i osobników dorosłych zadrowatych (Phoridae)**

Podstawową metodą ograniczającą występowanie muchówek w pieczarkarniach jest profilaktyka, polegająca na uszczelnieniu obiektów oraz przestrzeganiu zasad higieny na terenie hal uprawowych. Jednak w momencie zaobserwowania obecności muchówek zadrowatych w uprawie pieczarek może stać się konieczne ich chemiczne zwalczanie. Wykorzystanie natomiast preparatów biologicznych zawierających entomopatogeniczne nicienie *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) zwykle nie przynosi spodzie-

wanych rezultatów (Scheepmaker i in. 1997; Navarro i in. 2014). Brak skuteczności wiąże się z rozmieszczeniem larw muchówek w podłożu. Zadrowate zasiedlają głównie kompost i w związku z tym zastosowanie nicieni lub larwicydów do okrywy powoduje, że szkodniki mają ograniczony kontakt z preparatem. Dane literaturowe dotyczące zwalczania larw muchówek w pieczarkarniach dotyczą głównie muchówek z rodziny ziemiorkowatych (Sciaridae) (Nickle i Cantelo 1991; Grewal i Richardson 1993; Jess i Kilpatrick 2000; Jess i Schweizer 2009).

W ostatnich 20 latach XX w. lista dopuszczonych do stosowania insektycydów w europejskich uprawach pieczarki była bardzo duża. Insektycydy zawierały następujące substancje czynne: malation, diazynon, metopren, permetryna, dichlorfos, chloropiryfos, deltametryna, karbofuran, bendiokarb, cyromazyna, diflubenzuron, triflumuron oraz azadirachtyna (Navarro i in. 2014). Obecnie w Unii Europejskiej zakres substancji czynnych zarejestrowanych do zwalczania szkodliwych muchówek w uprawach pieczarki zmniejszył się i obejmuje takie substancje czynne jak: malation, chloropiryfos, deltametryna, cyromazyna, diflubenzuron, triflumuron oraz azadirachtyna (Navarro i in. 2014). Diflubenzuron i cyromazyna nie są efektywne w zwalczaniu larw zadrowatych (Cantelo 1985), a deltametryna i azadirachtyna mają zastosowanie w zwalczaniu tylko dorosłych osobników muchówek (Navarro i in. 2014). Ponadto okazało się, że stosowane środki ochrony w uprawach pieczarki mogą niekorzystnie wpływać na strzępki grzybni, szczególnie w przypadku insektycydów z grupy inhibitorów syntezy chityny i tym samym przyczyniać się zarówno do obniżenia plonu, jak i jego jakości. Dodatkowo może pojawić się problem pozostałości środków chemicznych w owocnikach pieczarki (White 1992; Navarro i Gea 2006). W związku ze wzrostem znaczenia muchówek zadrowatych w uprawach pieczarki, w Turcji (Erler i in. 2008) podjęto badania nad zastosowaniem wyciągów roślinnych w zwalczaniu *Megaselia halterata* (Wood). W doświadczeniach wykorzystano wodne ekstrakty z następujących roślin: oman lepki (*Inula viscosa* L.), melisa lekarska (*Melissa officinalis* L.), wilżyna odmienna (*Ononis natrix* L.), oregano tureckie (*Origanum onites* L.), biedrzynek anyż (*Pimpinella anisum* L.), ożanka (*Teucrium divaricatum* L.) oraz preparaty handlowe opierające się na azadirachtynie pochodzącej z miodli indyjskiej (*Azadirachta indica* L.). Porównano je z dwiema kontrolami: bez zabiegów oraz z chloropiryfosem etylowym. Wszystkie zastosowane ekstrakty spowodowały redukcję liczebności dorosłych muchówek oraz zmniejszyły straty w plonie (Erler i in. 2008). Poszukiwanie alternatywnych sposobów ochrony pieczarki jest szczególnie ważne w aspekcie integrowanej ochrony, która na pierwszym miejscu stawia metody minimalizujące zagrożenie dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz środowiska.

W Polsce w Terminarzu Ochrony Pieczarek na lata 2016–2017 (Uliński i in. 2016) do zwalczania szkodników dozwolone są jedynie preparaty oparte



na diflubenzuronie, cyromazynie oraz środek biologiczny zawierający entomopatogeniczne nicienie. Diflubenzuron jest acylomocznikowym inhibitorem syntezy chityny i może być stosowany w formie podlewania do 3 dni po nałożeniu okrywy. Działa jednak tylko na larwy muchówek ziemniorkowatych, gdyż zadrowate żerują głównie w kompoście. Z kolei środek oparty na cyromazynie, zalecany do opryskiwania podłoża podczas przedostatniego mieszania podłoża w fazie fermentacji oraz do podlewania lub opryskiwania półek w ciągu pierwszych trzech dni po nałożeniu okrywy, jedynie ogranicza liczebność muchówek z rodziny zadrowatych.

#### PODSUMOWANIE

1. Wzrost liczebności muchówek zadrowatych w halach uprawowych wskazuje na potrzebę opracowania bardziej skutecznych metod zwalczania tych szkodników i stanowi cenną informację dla producentów pieczarki.
2. Stwierdzenie występowania rzadkiego gatunku *Megaselia nigra* obok pospolitego gatunku, jakim jest *Megaselia halterata*, sygnalizuje celowość przeprowadzenia dokładnych badań faunistycznych w polskich pieczarkarniach.

#### Podziękowania

Autorzy dziękują dr. hab. Mariuszowi Lewandowskiemu z Katedry Entomologii Stosowanej SGGW w Warszawie oraz dr. Piotrowi Szafrankowi z Pracowni Grzybów Uprawnych Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach za pomoc w oznaczeniu odłowionych muchówek oraz wykonanie zdjęć.

#### Literatura

- Babar M.H., Ashfaq M., Afzal M., Bashir M.H., Ali M.A. 2012. Efficacy of different insecticides against mushroom phorid fly, *Megaselia halterata* (Wood) in Punjab, Pakistan. *International Journal of Biodiversity and Conservation* 4(4): 183–188. DOI: 10.5897/ijbc12.015.
- Cantelo W.W. 1985. Control of *Megaselia halterata*, a phorid fly pest of commercial mushroom production, by insecticidal treatment of the compost or casing material. *Journal of Entomological Science* 20: 50–54. DOI: 10.18474/0749-8004-20.1.50.
- Clift A.D. 1979. The pest status and control of insects and mites associated with cultivated mushroom in Australia. *Mushroom Journal* 75: 113–116.
- Cross M.J., Jacobs L. 1969. Some observations on the biology of spores of *Verticillium malthousei*. *Mushroom Science* 7: 239–244.
- Czajkowska M. 1984. Muchówki (Diptera). W: Dmoch J. (red.), *Fauna pieczarkarni w Polsce*. SGGW-AR, Warszawa, s. 64–80.
- Disney R.H.L. 1992. A new species and new records of Phoridae (Diptera) from New Zealand. *Giornale Italiano di Entomologia* 6(31): 119–124.
- Disney R.H.L. 1989. Scuttle flies. Diptera, Phoridae. Genus *Megaselia*. *Handbooks for the Identification of British Insects* 10(8), 155 s.

- Dmoch J. 1993. Występowanie muchówek z rodziny ziemiorkowatych (Sciaridae) i zadrowatych (Phoridae) w pieczarkarniach w Polsce. *Pieczarki – Biuletyn Producenta Pieczarek* 20(2): 12–17.
- Durska E. 2007. Zadrowate (Phoridae). W: Bogdanowicz W., Chudzicka E., Piliński I., Skibińska E. (red.), *Fauna Polski – charakterystyka i wykaz gatunków*, tom II. Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa, s. 189–192.
- Erler F., Polat E., Demir H., Cetin H., Erdemir T. 2009. Control of the mushroom phorid fly, *Megaselia halterata* (Wood), with plant extracts. *Pest Management Science* 65: 144–149. DOI: 10.1002/ps.1658.
- Fletcher J.T., Gaze R.H. 2008. *Mushroom: Pest and Disease Control*. Manson Publishing, UK, 192 s.
- Gratwick M. 1992. Mushroom pests. W: Gratwick M. (red.), *Crop Pests in the UK*. Springer, s. 279–289. DOI: 10.1007/978-94-011-1490-5\_56.
- Grewal P.S., Richardson P.N. 1993. Effects of application rates *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) on biological control of the mushroom fly *Lycoriella auripila* (Diptera: Sciaridae). *Biocontrol Science and Technology* 3: 29–40. DOI: 10.1080/09583159309355256.
- Grove J.F., Blight M.M. 1983. The oviposition attractant for the mushroom phorid *Megaselia halterata*: the identification of volatiles present in mushroom house air. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 34(2): 181–185. DOI: 10.1002/jsfa.2740340211.
- Hussey N.W. 1961. Recent work on the control of the Worthing phorid. *Mushroom Growers' Association Bulletin* 144: 495–505.
- Jess S., Kilpatrick M. 2000. An integrated approach to the control of *Lycoriella solani* (Diptera: Sciaridae) during production of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). *Pest Management Science* 56: 477–485. DOI: 10.1002/(sici)1526-4998(200005)56:5<477::aid-ps161>3.0.co;2-t.
- Jess S., Schweizer H. 2009. Biological control of *Lycoriella ingenua* (Diptera: Sciaridae) in commercial mushroom (*Agaricus bisporus*) cultivation: a comparison between *Hypoaspis miles* and *Steinernema feltiae*. *Pest Management Science* 65: 1195–1200. DOI: 10.1002/ps.1809.
- McAlpine J.F., Peterson B.V., Shewell G.E., Teskey H.J., Vockeroth J.R., Wood D.M. 1981. *Manual of Nearctic Diptera 1*. Agriculture Canada Monograph 27, 689 s.
- Navarro M.J., Gea F.J. 2006. Estudio de la fitotoxicidad del insecticida diflubenzuron en el cultivo de champiñón. *Estudio del nivel de residuos*. *Boletín de la Asociación Española de Cultivadores de Champiñón* 48: 32–34.
- Navarro M.J., Carrasco J., Gea F.J. 2014. Chemical and biological control of Diptera in Spanish mushroom crops. *Proceedings of 8<sup>th</sup> International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products (ICMBMP8)*, Nowe Delhi, India, s. 549–556.
- Nickle W.R., Cantelo W.W. 1991. Control of a mushroom-infesting fly, *Lycoriella mali*, with *Steinernema feltiae*. *Journal of Nematology* 23(1): 145–147.
- Oosterbroek P. 2006. *The European families of the Diptera. Identification, diagnosis, biology*. KNNV Publishing, Utrecht, Holandia. 204 s. DOI: 10.1163/9789004278066.

- Richardson P.N., Hesling J.J. 1978. Laboratory rearing of the mushroom phorid *Megaselia halterata* (Diptera: Phoridae). *Annals of Applied Biology* 88: 211–217. DOI: 10.1111/j.1744-7348.1978.tb00698.x.
- Robinson W.H. 1977. Phoridae (Diptera) associated with cultivated mushrooms in eastern North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 79: 452–462.
- Scheepmaker J.W.A., Geels F.P., Smits P.H., van Griensven L.J.L.D. 1997. Control of the mushroom pests *Lycoriella auripila* (Diptera: Sciaridae) and *Megaselia halterata* (Diptera: Phoridae) by *Steinernema feltiae* (Nematoda: Steinernematidae) in field experiments. *Annals of Applied Biology* 131: 359–368. DOI: 10.1111/j.1744-7348.1997.tb05165.x.
- Tibbles L.L., Chandler D., Mead A., Jervis M., Boddy L. 2005. Evaluation of the behavioral response of the flies *Megaselia halterata* and *Lycoriella castanescens* to different mushroom cultivation materials. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 116(2): 73–81. DOI: 10.1111/j.1570-7458.2005.00272.x.
- Uliński Z., Szumigaj-Tarnowska J., Lewandowski M. 2016. Terminarz ochrony pieczarki na lata 2016-2017. *Pieczarki – Biuletyn Producenta Pieczarek* 44(2): 17–29.
- White P.F. 1981. Spread of the mushroom diseases *Verticillium fungicola* by *Megaselia halterata* (Diptera: Phoridae). *Protection Ecology* 3: 17–24.
- White P.F. 1992. The comparative effects of three formulations of diazinon on cropping of a hybrid and a non-hybrid strain of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus*. *Annals of Applied Biology*, 121: 655–668. DOI: 10.1111/j.1744-7348.1992.tb03474.x.