

Preliminary appraisal of the new preparations for protection of the white button mushroom against fungal diseases

Wstępna ocena przydatności nowych środków do ochrony pieczarki dwuzarodnikowej przed chorobami

Czesław Ślusarski¹, Zbigniew Uliński¹, Joanna Szumigaj-Tarnowska¹, Artur Miszczak²

Summary

In two experiments with artificial inoculation, the efficacy of imazalil (Fungazil 100 SL) and biopreparation Serenade® (*Bacillus subtilis* QST 713) for protection of mushroom culture against green mould (*Trichoderma aggressivum* f. *europaeum*) and cobweb disease (*Cladobotryum dendroides*) was evaluated. Biopreparation Serenade used at different rates for treatment of mushroom grain spawn or introduced into phase II mushroom compost, was totally ineffective in controlling the green mould disease. This product, applied at the dosages of 1, 2 and 4 g/m² as a drench on the surface of the casing soil, also failed to control the cobweb disease. Also imazalil, used for treatment of mushroom spawn, was not effective against the green mould disease. Moreover, this application technique of imazalil had strongly inhibited the growth of mushroom mycelium. In contrast, the application of imazalil at the rates of 0.6 and 1.2 g/m² on the surface of the casing provided a good efficacy in controlling *C. dendroides*, 71 and 93%, respectively, and did not affect the development of mushroom mycelium. Following the application of this fungicide by drench method, imazalil residues in sporocarps were below the maximum residue level (MRL).

Key words: *Agaricus bisporus*, *Bacillus subtilis*, *Cladobotryum dendroides*, imazalil, residues, *Trichoderma aggressivum*

Streszczenie

W doświadczeniach infekcyjnych oceniano przydatność fungicydu Fungazil 100 SL (imazalil) oraz biopreparatu Serenade® (*Bacillus subtilis* QST 713) do ochrony upraw pieczarki przed zieloną pleśnią (*Trichoderma aggressivum* f. *europaeum*) oraz przed chorobą daktylium (*Cladobotryum dendroides*). Środek Serenade, stosowany w różnych dawkach do zaprawiania grzybni pieczarki lub wprowadzany do kompostu II fazy, okazał się nieskuteczny w zwalczaniu *T. aggressivum* f. *europaeum*. Środek ten użyty do opryskiwania powierzchni ziemi okrywowej, w dawkach 1, 2 i 4 g/m², okazał się również nieskuteczny w zwalczaniu *C. dendroides*. Nieskuteczny w ograniczaniu objawów zielonej pleśni był także imazalil w przypadku użycia go do traktowania ziarniaków grzybni pieczarki, a ponadto hamował jej rozwój. Imazalil wykazał natomiast przydatność do ochrony przed daktylium. Jego skuteczność w zwalczaniu *C. dendroides* po zastosowaniu do opryskiwania okrywy w dawce 0,6 lub 1,2 g/m², wynosiła odpowiednio 71 i 93%. Przy tym sposobie stosowania, pozostałości imazalilu w owocnikach pieczarki były niższe od najwyższego dopuszczalnego poziomu.

Słowa kluczowe: *Agaricus bisporus*, *Bacillus subtilis*, *Cladobotryum dendroides*, imazalil, pozostałości, *Trichoderma aggressivum*

Institut Ogrodnictwa
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
¹ Samodzielna Pracownia Grzybów Uprawnych
czeslaw.slusarski@inhort.pl
² Zakład Badania Bezpieczeństwa Żywności

Wstęp / Introduction

W towarowej produkcji pieczarek w różnych regionach świata najważniejszymi chorobami grzybowymi są: sucha zgnilizna (*Verticillium fungicola*), daktylium (*Cladobotryum dendroides*), biała zgnilizna (*Mycogone perniciosa*) oraz zielona pleśń, wywoływana w Europie przez *Trichoderma aggressivum* f. *europaeum* (Grogan 2008; Largeteau i Savoie 2010). Bezpośrednie zwalczanie chorób infekcyjnych w uprawach pieczarki następuje poważne trudności, co wynika zarówno z bardzo specyficznej technologii ich uprawy, jak i z niezwykle ograniczonej liczby fungicydów dopuszczonych do stosowania w tej uprawie. Jeszcze kilkanaście, czy nawet kilka lat temu do ochrony pieczarek przed chorobami grzybowymi możliwe było stosowanie benomylu, chlorotalonilu, karbendazymu, iprodionu, tiabendazolu oraz tiofanatu metylowego (Grogan 2008; Gea i wsp. 2010). W Polsce, podobnie jak w innych krajach Unii Europejskiej, od kilku lat jedynym fungicydem dopuszczonym do stosowania w pieczarkarstwie jest prochloraz Mn (Sporgon 50 WP). Oddzielny i znany od dawna problem stanowi dość szybkie uodparnianie się patogennych grzybów na stosowane fungicydy. Przykładem może być niedawne znalezienie odporności na benomyl i tiofanat metylowy wśród izolatów *T. aggressivum* f. *aggressivum*, pochodzących z komercyjnych pieczarkarni w USA (Romaine i wsp. 2005, 2008), czy też stwierdzenie występowania odporności na prochloraz Mn wśród krajowych izolatów *Verticillium fungicola* (Damięcka 2007).

Sytuacja ta powoduje, że w wielu krajach trwają poszukiwania nowych możliwości walki z chorobami pieczarki, obejmujące sprawdzanie przydatności dostępnych fungicydów (Potoćnik i wsp. 2008; Shamshad i wsp. 2009; Gea i wsp. 2010), biopreparatów (Györfi i Geösel 2008; Védie i Rousseau 2008) oraz środków pochodzenia roślinnego (Sharma i Jandaik 1994; Górski i wsp. 2008). Jednym z fungicydów stosowanym od dawna do ochrony roślin rolniczych i ogrodniczych, lecz stosunkowo nowym w pieczarkarstwie jest imazalil, będący substancją aktywną środków Fungaflor 200 EC i Fungazil 100 SL. Fungicydy zawierające imazalil uważane są jako skuteczna alternatywa dla fungicydów benzimidazolowych w zwalczaniu agresywnej zielonej pleśni (Romaine i wsp. 2007; Coupland 2008) i innych chorób pieczarki (Shamshad i wsp. 2009). Védie i Rousseau (2008) pozytywnie ocenili skuteczność biopreparatu Serenade[®], zawierającego *Bacillus subtilis* QST 713, w ochronie pieczarki przed agresywną zieloną pleśnią. Badania te sprawiły, że środek ten jest obecnie zalecany we Francji do zwalczania *T. aggressivum* w uprawie pieczarki. Biopreparat Serenade wykazuje bardzo szerokie spektrum działania w stosunku do fitopatogenicznych grzybów i bakterii (Edgecomb i Manker 2006) i obecnie jest zarejestrowany w około 25 krajach do stosowania w produkcji roślinnej. W roku 2006 *B. subtilis* QST 713 został włączony do Aneksu I Dyrektywy 91/414 EEC.

Celem badań była ocena przydatności fungicydu Fungazil 100 SL (imazalil) i biopreparatu Serenade do

ochrony upraw pieczarki przed agresywną zieloną pleśnią i chorobą daktylium.

Materiały i metody / Materials and methods

W pierwszym doświadczeniu oceniano skuteczność trzech fungicydów oraz środka Serenade WP ($7,3 \times 10^9$ jtk/g *Bacillus subtilis* QST 713) w ograniczaniu występowania choroby daktylium, w warunkach sztucznej infekcji grzybem *C. dendroides*. Doświadczenie przeprowadzono w doniczkach o średnicy 22 cm, zawierających 1,7 kg podłoża III fazy (przerośniętego grzybnią pieczarki), przykrytego warstwą ziemi okrywowej o grubości 4 cm. Sztuczne zakażenie ziemi okrywowej polegało na umieszczeniu w centrum doniczki wycinka kultury *C. dendroides* (średnicy 5 mm) w okrywie na głębokości około 1 cm. Wycinki pobierano z brzegów rosnącej kultury grzyba na pożywce ziemniaczanej z glukozą (PDA – Potato Dextrose Agar). Inokulację przeprowadzano w dniu nakładania okrywy. W badaniach użyto Fungazil 100 SL (imazalil), Sporgon 50 WP (prochloraz-Mn) oraz Topsin M 500 SC (tiofanat metylowy) stosowane do opryskiwania powierzchni ziemi okrywowej na kompoście fazy III. W przypadku wszystkich środków dawka cieczy użytkowej wynosiła 1 l/m². Oprócz kontroli niezakażanej i kontroli zakażanej, 1 dzień po zakażeniu ziemi okrywowej stosowano Topsin M 500 SC – 1,8 ml/m² (0,9 g tiofanatu metylowego/m²) jako środek porównawczy; Sporgon 50 WP – 3 g/m² (1,5 g prochlorazu Mn/m²); Fungazil 100 SL – 6 ml/m² (0,6 g imazalilu/m²). Ponadto Fungazil 100 SL – 6 ml/m² (0,6 g imazalilu/m²) stosowano 2 razy – dzień po zakażeniu i po 14 dniach (przed rozpoczęciem szoku), Fungazil 100 SL – 12 ml/m² (1,2 g imazalilu/m²), 1 raz – dzień po zakażeniu oraz Serenade WP dzień po zakażeniu w dawkach: 1, 2 i 4 g/m², co odpowiadało dawkom *B. subtilis* w ilości: $7,3 \times 10^9$, $1,46 \times 10^{10}$ i $2,92 \times 10^{10}$ jtk/m². Ocena porażenia polegała na pomiarach średnicy koloni grzyba rozrastającej się na powierzchni ziemi okrywowej.

W drugim doświadczeniu sprawdzono przydatność Fungazilu 100 SL (imazalil) i biopreparatu Serenade WP do ochrony upraw pieczarki przed zieloną pleśnią, wywoływaną przez *T. aggressivum* f. *europaeum*. Doświadczenie przeprowadzono z użyciem kompostu pieczarkowego fazy II. Środek Fungazil 100 SL stosowano do zaprawiania handlowej grzybni pieczarki (na ziarniakach pszenicy), rasa A15, bezpośrednio przed wysiewem grzybni do kompostu. Dawki substancji aktywnych imazalil (1,9; 3,8 i 5,7 g/kg grzybni) oraz tiofanat metylowy (0,9 g/kg grzybni), jako Topsin M 500 SC, ustalono na poziomie zbliżonym do poziomu dawek użytych w badaniach amerykańskich, przeprowadzonych przez Romaine i wsp. (2007). Zabieg polegał na opryskiwaniu ziarniaków grzybni niewielką ilością cieczy użytkowej. Środek Serenade WP, wymieszany z gipsem, stosowano do zaprawiania ziarniaków grzybni pieczarki w takiej ilości, aby liczebność *B. subtilis* wynosiła 5×10^6 lub 1×10^7 jtk na gram grzybni pieczarki. Drugi sposób stosowania tego środka polegał na wpro-

wadzeniu go do kompostu pieczarkowego II fazy w ilości: $1,5 \times 10^5$, 1×10^6 i 5×10^6 jtk/g kompostu.

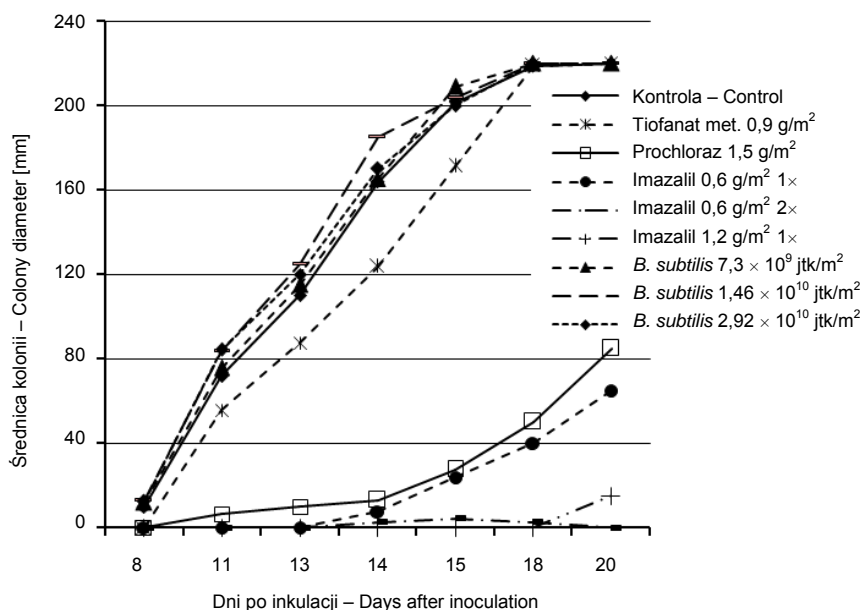
Do zakażenia kompostu fazy II użyto wysoce patogenicznego izolatu SP22.07 *T. aggressivum* f. *europaeum*. Miano inokulum wynosiło 10^4 jtk na gram kompostu. Zakażenie polegało na dokładnym wymieszaniu zawiesiny zarodników z kompostem (100 ml zawiesiny na 10 kg kompostu). Kompost zakażano w dniu wysiewu grzybni. Intensywność wzrostu zarówno grzybni pieczarki, jak i *T. aggressivum* określano jako procent kolonizacji powierzchni kompostu w skali 0–5, gdzie 0 = brak kolonizacji, 1 = do 10%, 2 = 11 do 25%, 3 = 26 do 50%, 4 = 51 do 80% oraz 5 = powyżej 80% skolonizowanej powierzchni. Doświadczenie przeprowadzono w doniczkach o średnicy 22 cm, zawierających 1,7 kg podłoża II fazy. Oba doświadczenia przeprowadzono w klimatyzowanej hali uprawowej, w czterech powtórzeniach.

Materiał do badań pozostałości imazalilu stanowiła około 1 kg próba pieczarek, pobranych z pierwszego zbioru w pierwszym rzucie owocników. Próbę wstępnie rozdrabniano, zamrażano i mielono w suchym lodzie tak, aby uzyskać reprezentatywną próbę laboratoryjną. Z tego materiału pobierano dziesięciogramowe naważki, które następnie poddawano dalszemu przygotowaniu, zgodnie z procedurą opisaną przez Anastasiades i wsp. (2003). Oznaczenia pozostałości wykonywano za pomocą chromatografu gazowego 6890N Network GC System, firmy Agilent, wyposażonego w wieloczynnościowy podajnik próbek MPS-2 i pojedynczy detektor masowy 5975B inert XL MSD. Analizy wykonywano przy użyciu kolumny chromatograficznej DB-5MS.

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji. Statystyczną istotność różnic między średnimi oceniano testem Newmana-Keulsa, przy poziomie istotności 5%.

Wyniki i dyskusja / Results and disussion

Tiofanat metylowy ($0,9 \text{ g/m}^2$) oraz biopreparat Serenade WP w dawkach: 1, 2 i 4 g/m^2 , czyli $7,3 \times 10^9$, $1,46 \times 10^{10}$ i $2,92 \times 10^{10}$ jtk *B. subtilis/m}^2, wykazały całkowity brak skuteczności w zwalczaniu *C. dendroides* (rys. 1), natomiast prochloraz Mn ($1,5 \text{ g/m}^2$) ograniczał chorobę daktylium w 61,4%. Skuteczność imazalilu użytego jeden raz w dawce $0,6 \text{ g/m}^2$ wynosiła 70,5%, a zastosowanego w dawce $1,2 \text{ g/m}^2$ 93,2%. Wprawdzie dwukrotne użycie imazalilu w niższej dawce zapewniło uzyskanie 100% skuteczności, lecz ten sposób stosowania spowodował widoczne ograniczenie zawiązywania i wzrostu owocników pieczarki. Efektem tego była redukcja plonu handlowego owocników pieczarki w pierwszym rzucie o około 36 i 69% w drugim rzucie, a plonu łącznego o 52% w stosunku do kontroli niezakażanej (tab. 1). W wariantach obejmujących kontrolę zakażaną oraz stosowanie tiofanatu metylowego i *B. subtilis* wystąpił całkowity brak plonu. Ponadto, wszystkie sposoby stosowania imazalilu opóźniły termin pojawienia się objawów porażenia o 5 dni w porównaniu z kontrolą zakażaną (rys. 1). Uzyskana po zastosowaniu prochlorazu Mn redukcja nasilenia objawów choroby daktylium na powierzchni ziemi okrywowej (61%), pokrywa się z podawanym przez Grogan (2006) zakresem skuteczności tej substancji w ograniczaniu daktylium (45–65%). Wyjaśnienia przyczyny zmniejszenia się fungitoksyczności prochlorazu Mn, obserwowanego od piętnastego dnia po zabiegu, dostarczają wyniki badań Grogan i Jukes (2003). Autorzy ci dowiedli, że koncentracja prochlorazu w ziemi okrywowej zmniejsza się istotnie po około 21 dniach. Wykazano również, że koncentracja prochlorazu w ziemi okrywowej w trakcie*



Rys. 1. Wpływ stosowania fungicydów: tiofanat metylowy, prochloraz i imazalil oraz *B. subtilis* QST 713 (biopreparat Serenade WP) na dynamikę wzrostu kolonii grzyba *C. dendroides* na powierzchni ziemi okrywowej

Fig. 1. Influence of the application of the fungicides: methyl thiophanate, prochloraz, imazalil and *B. subtilis* QST 713 (biofungicide Serenade WP) on the growth rate of *C. dendroides* colonies on the surface of the casing soil

cyklu uprawy może się zmniejszyć do mniej niż 20% zastosowanej dawki, z uwagi na obecność w okrywie mikroorganizmów zdolnych do degradacji tej substancji (Grogan 2008). Można zatem przypuszczać, że podobne mechanizmy mogły być odpowiedzialne za uzyskanie w naszych doświadczeniach dość ograniczonej skuteczności zwalczania *C. dendroides* po jednorazowym zastosowaniu imazalilu w mniejszej dawce (0,6 g/m²).

Biopreparat Serenade WP, niezależnie od dawki i sposobu stosowania, był całkowicie nieskuteczny w zwalczaniu *T. aggressivum* f. *europaeum*, efektem czego był brak wzrostu grzybni pieczarki (tab. 2). Wynik ten jest dość

zaskakujący, zwłaszcza uwzględniając fakt, że jedna z dawek Serenade WP zastosowanych do traktowania kompostu pieczarkowego (1 × 10⁶ jtk/g) odpowiadała dawce środka w ilości 13,7 g/100 kg kompostu, a więc była podobna do dawki zalecanej we Francji (10 g/100 kg kompostu) do zwalczania zielonej pleśni (Védie i Rousseau 2008). Użycie imazalilu do traktowania grzybni pieczarki ograniczało wprawdzie wzrost *T. aggressivum* w porównaniu z kontrolą zakażaną, ale jednocześnie całkowicie zahamowało rozwój grzybni pieczarki. Brak skuteczności w ochronie przed zieloną pleśnią wykazał

Tabela 1. Wpływ stosowania fungicydów w warunkach sztucznej infekcji ziemi okrywowej grzybem *C. dendroides* na plon handlowy owocników pieczarki (g/0,038 m²)

Table 1. Influence of fungicide application under conditions of an artificial inoculation of the casing soil with *C. dendroides* on marketable yield of the white button mushroom (g/0.038 m²)

Wariant – Treatment	I rzut 1st flush	II rzut 2nd flush	Łącznie Cumulative yield	% kontroli % control
Prochloraz Mn – 1,5 g/m ²	390,8 a	0 d	390,8 b	56,0
Imazalil – 0,6 g/m ² 1 raz Single application	395,9 a	109,9 bc	505,8 b	72,5
Imazalil – 0,6 g/m ² 2 razy Two applications	288,0 a	75,0 cd	363,0 b	52,0
Imazalil – 1,2 g/m ² 1 raz Single application	502,0 a	177,4 ab	679,4 a	97,4
Kontrola niezakażana Uninoculated control	452,4 a	245,2 a	697,6 a	100

Średnie oznaczone jednakowymi literami nie różnią się istotnie według testu Newmana-Keulsa przy p = 0,05

Means followed by the same letter are not significantly different according to the Newman-Keuls test at p = 0.05

Tabela 2. Wpływ stosowania fungicydów do zaprawiania grzybni pieczarki na kolonizację kompostu pieczarkowego przez *T. aggressivum* f. *europaeum* i grzybnię pieczarki (skala 0–5)

Table 2. Effects of fungicides used for spawn or compost treatments on colonization of mushroom compost by *T. aggressivum* f. *europaeum* and *A. bisporus* mycelium (assessment on a 0–5 scale)

Wariant Treatment	Wzrost grzybni pieczarki Mushroom spawn run		Wzrost <i>Trichoderma</i> Expansion of <i>Trichoderma</i>	
	liczba dni od wysiewu grzybni number of days after spawning			
	15	21	15	21
Kontrola niezakażana – Uninoculated control	5 a	5	0 b	0 b
Kontrola zakażana – Inoculated control	0 d	0	4,75 a	3,25 a
Tiofanat metylowy – 0,9 g/kg grzybni Methyl thiophanate – 0.9 g/kg of grain spawn	3,25 b	0,25	3,25 a	1 b
Imazalil – 1,9 g/kg grzybni – of grain spawn	1,75 c	0,25	1 b	1,25 b
Imazalil – 3,8 g/kg grzybni – of grain spawn	1,75 c	0	0,75 b	1 b
Imazalil – 5,7 g/kg grzybni – of grain spawn	1,0 cd	0	0,5 b	1,5 b
<i>B. subtilis</i> QST 713 5 × 10 ⁶ jtk/g grzybni – cfu/g of grain spawn	0,25 cd	0	4,5a	4,25 a
<i>B. subtilis</i> QST 713 1 × 10 ⁷ jtk/g grzybni – cfu/g of grain spawn	0,5 d	0	4,5 a	4,25 a
<i>B. subtilis</i> QST 713 1,5 × 10 ⁵ jtk/g kompostu – cfu/g of compost	0 d	0	5 a	4,5 a
<i>B. subtilis</i> QST 713 1 × 10 ⁶ jtk/g kompostu – cfu/g of compost	1,5 c	0	3,5 a	3,25 a
<i>B. subtilis</i> QST 713 5 × 10 ⁶ jtk/g kompostu – cfu/g of compost	1,0 cd	0	4,25 a	3,75 a

Średnie oznaczone jednakowymi literami nie różnią się istotnie według testu Newmana-Keulsa przy p = 0,05

Means followed by the same letter are not significantly different according to the Newman-Keuls test at p = 0.05

Tabela 3. Wyniki badań pozostałości imazalilu (Fungazil 100 SL) w owocnikach pieczarki z pierwszego zbioru, w pierwszym rzucie
Table 3. Residues of imazalil (Fungazil 100 SL) in fruiting bodies of the white button mushroom from the first harvest, in the first flush

Wariant stosowania – Treatment mode	Poziom pozostałości Residue level [mg/kg]
Imazalil – 0,6 g/m ² 1 raz – dzień po zakażeniu – once, 1 day after inoculation	0,013±0,002*
Imazalil – 0,6 g/m ² 2 razy – dzień po zakażeniu i po 14 dniach Twice, 1 day after inoculation and after 14 days	0,17±0,025
Imazalil – 1,2 g/m ² 1 raz – dzień po zakażeniu – once, 1 day after inoculation	< 0,01 ślady – traces

*Najwyższy dopuszczalny poziom pozostałości 0,05 mg/kg – MRL 0.05 mg/kg

również tiofanat metylowy. Wystąpienie negatywnej reakcji grzybni pieczarki na imazalil jest w sprzeczności z wynikami badań Romaine i wsp. (2007). Jest to prawdopodobnie związane z odmienną techniką traktowania grzybni oraz różną formułą użytych fungicydów. Cytowani autorzy zaprawiali grzybnię na sucho, stosując Fungaflor 75 SP (proszek rozpuszczalny) wymieszany z gipsem, natomiast w naszych doświadczeniach, z uwagi na niedostępność w Polsce fungicydu w formie proszku zawierającego imazalil, ziarniaki grzybni opryskiwano rozcieńczonym środkiem Fungazil 100 SL (koncentrat rozpuszczalny). Całkowicie bezpieczne dla grzybni pieczarki okazało się natomiast jednorazowe stosowanie (w pierwszym doświadczeniu) imazalilu do opryskiwania powierzchni ziemi okrywowej, co pokrywa się z wynikami badań Shamshad i wsp. (2009). Niemniej jednak należy się liczyć z potencjalną szkodliwością tej substancji dla grzybni pieczarki, gdyż Challen i Elliot (1985) w doświadczeniach *in vitro* wykazali, że imazalil w dawce 10 µg/ml całkowicie hamował jej wzrost.

Analiza pozostałości imazalilu w owocnikach pieczarki wykazała, że przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego poziomu pozostałości tej substancji (0,05 mg/kg) wystąpiło tylko w przypadku dwukrotnego zastosowania imazalilu w niższej dawce (tab. 3). Najprawdopodobniej ma to związek z wykonaniem drugiego zabiegu dopiero 14 dni po pierwszym zastosowaniu środka. Uzyskanie wysokiej skuteczności (93,2%) zwalczania *C. dendroides* po jednorazowym zastosowaniu imazalilu w dawce 1,2 g/m², przy jednoczesnym niewykryciu pozostałości tej substancji w owocnikach pieczarki, wskazuje na celowość dalszych badań w tym zakresie i ewentualnego podjęcia działań zmierzających do zarejestrowania imazalilu w polskim pieczarkarstwie.

Wnioski / Conclusions

1. Środek biologicznej ochrony roślin Serenade WP, zawierający *B. subtilis* QST 713, wykazał całkowity brak skuteczności w ochronie uprawy pieczarki przed agresywną zieloną pleśnią, wywołaną przez *T. aggressivum* f. *europaeum* oraz nie chronił przed chorobą daktylium (*C. dendroides*).
2. Fungicyd Fungazil 100 SL (imazalil), stosowany w różnych dawkach do zaprawiania ziarniaków grzybni pieczarki, był nieskuteczny w zwalczaniu *T. aggressivum* f. *europaeum*, a ponadto bardzo silnie hamował przerastanie grzybni pieczarki.
3. Imazalil, użyty jednorazowo w dawce 0,6 lub 1,2 g s.a./m² do podlewania powierzchni ziemi okrywowej, wykazał skuteczność w zwalczaniu *C. dendroides* wynoszącą odpowiednio 71 i 93% oraz był całkowicie bezpieczny dla grzybni pieczarki.
4. Po jednorazowym zastosowaniu imazalilu do podlewania ziemi okrywowej, pozostałości tej substancji w owocnikach pieczarki były poniżej maksymalnego dopuszczalnego poziomu, co jest przesłanką do prowadzenia dalszych badań nad możliwością stosowania imazalilu w uprawie pieczarek.

Praca została wykonana w ramach Programu Wieloletniego „Rozwój zrównoważonych metod produkcji ogrodniczej w celu zapewnienia wysokiej jakości biologicznej i odżywczej produktów ogrodniczych oraz zachowania bioróżnorodności środowiska i ochrony jego zasobów”, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

Literatura / References

- Anastassiades M., Lehotay S.J., Stajnbaher D., Schenck F.J. 2003. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and ‘Dispersive Solid-Phase Extraction’ for the determination of pesticide residues in produce. *J. AOAC Int.* 86 (2): 412–431.
- Challen M.P., Elliot T.J. 1985. The *in vitro* responses to a range of fungicides of two strains of the mushroom *Agaricus bisporus* and the pathogen *Verticillium fungicola*. *Mycopathologia* 90 (3): 161–164.
- Coupland J. 2008. Screening for control agents for *Trichoderma* green mould in commercial mushrooms. Project SCR06-002 Agriculture and Agri-Food Canada. Available online: www4agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher, Accessed: 16.03.2011.
- Damięcka J. 2007. Sucha zgnilizna pieczarki wywołana przez *Verticillium fungicola* (Preuss) Hasselbrauk. *Post. Nauk Rol.* 329 (4): 75–83.

- Edgecomb D.W., Manker D. 2006. *Bacillus subtilis* QST 713, bacterial disease control in fruit, vegetable and ornamental production. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. 408: 167–169.
- Gea F.J., Tello J.C., Navarro M.-J. 2010. Efficacy and effects on yield of different fungicides for control of wet bubble disease of mushroom caused by the mycoparasite *Mycogone pernicioso*. Crop Prot. 29 (9): 1021–1025.
- Górski R., Frużyńska-Jóźwiak D., Andrzejak R. 2008. Wpływ naturalnych olejków eterycznych na rozwój *in vitro* grzyba *Trichoderma harzianum* występującego w uprawie pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus*). Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 529: 19–26.
- Grogan H.M. 2006. Fungicide control of mushroom cobweb disease caused by *Cladobotryum* strains with different benzimidazole resistance profiles. Pest Manage. Sci. 62 (2): 153–161.
- Grogan H. 2008. Challenges facing mushroom disease control in the 21st century. p. 120–127. In: Proc. 6th Inter. Conf. on Mushroom Biology and Mushroom Products (J.A. Buswell, J.I. Lelley, eds.). Germany, Bonn, September 29–October 3, 2008. Gesellschaft für angewandte Mykologie und Umweltstudien, 307 pp.
- Grogan H., Jukes A.A. 2003. Persistence of the fungicides thiabendazole, carbendazim and prochloraz-Mn in mushroom casing soil. Pest Manage. Sci. 59 (11): 1225–1231.
- Györfi J., Geösel A. 2008. Biological control against *Trichoderma* species in *Agaricus* cultivation. p. 158–164. In: Proc. 6th Inter. Conf. on Mushroom Biology and Mushroom Products (J.A. Buswell, J.I. Lelley, eds.). Germany, Bonn, September 29–October 3, 2008. Gesellschaft für angewandte Mykologie und Umweltstudien, 307 pp.
- Largeteau M.L., Savoie J.-M. 2010. Microbially induced diseases of *Agaricus bisporus*: biochemical mechanisms and impact on commercial mushroom production. Appl. Microbiol. Biotechnol. 86 (1): 63–73.
- Potočnik I., Milijašević S., Rekanović E., Todorović B., Stepanović M. 2008. Sensitivity of *Verticillium fungicola* var. *fungicola*, *Mycogone pernicioso* and *Cladobotryum* spp. to fungicides in Serbia. p. 615–627. In: Science and Cultivation of Edible and Medicinal Fungi: Mushroom Science XVII (M. van Gruening, ed.). Proc. 17th Congress of the International Society for Mushroom Science. South Africa, Cape Town, 20–24 May 2008. South African Mushroom Farmers Association, Pretoria, South Africa, 913 pp.
- Romaine C.P., Royse D.J., Schlanghauser C. 2005. Superpathogenic *Trichoderma* resistant to Topsin M found in Pennsylvania and Delaware. Mushroom News 53 (10): 6–9.
- Romaine C.P., Royse D.J., Schlanghauser C. 2007. Imazalil sulfate as an alternative spawn and supplement treatment for green mold disease. Mushroom News 55 (4): 4–7.
- Romaine C.P., Royse D.J., Schlanghauser C. 2008. Emergence of benzimidazole-resistant green mould, *Trichoderma aggressivum*, on cultivated *Agaricus bisporus* in North America. p. 510–523. In: Science and Cultivation of Edible and Medicinal Fungi: Mushroom Science XVII (M. Van Gruening, ed.). Proc. 17th Congress of the International Society for Mushroom Science. South Africa, Cape Town, 20–24 May 2008. South African Mushroom Farmers Association, Pretoria, South Africa, 913 pp.
- Shamshad A., Clift A.D., Mansfield S. 2009. Imazalil, manganese prochloraz and carbendazim treatments do not affect the yield of *Agaricus bisporus*, hybrid strain Sylvan A15 in New South Wales. Plant Prot. Quarterly 24 (2): 50–54.
- Sharma V.N., Jandaik C.L. 1994. Effect of some plant materials in controlling different moulds in *Agaricus bisporus* (Lange) Imbach. Indian J. Mycol. Plant Pathol. 24 (3): 183–185.
- Védie R., Rousseau T. 2008. Serenade biofungicide: une innovation majeure dans les champignonnières françaises pour lutter contre *Trichoderma aggressivum*, agent de la moisissure verte du compost. La Lettre du Centre Technique du Champignon, Distré, 21: 1–2.