

## Assessment of effectiveness of biological agents in the control of fungal diseases of the white button mushrooms

### Ocena skuteczności preparatów biologicznych w ochronie pieczarki przed chorobami grzybowymi

Joanna Szumigaj-Tarnowska, Zbigniew Uliński, Czesław Ślusarski

#### Summary

The effectiveness of three biofungicides consisting different active substances id est grapefruit extract, extract of grapefruit seeds and flesh and garlic pulp in the control of dry bubble in crop experiments was examined. Prochloraz-manganese (prochloraz-Mn) and chlorothalonil were also included as reference products. The most effective in the disease control was prochloraz-Mn, while the biofungicides and chlorothalonil were not sufficiently efficient against the disease. The assessment of biofungicides' efficacy in the control of *Lecanicillium fungicola* and *Mycogone perniciosa* isolates was conducted *in vitro*. It was found that grapefruit extract at a concentration of 2% and garlic pulp at a concentration of 0.4% were highly effective in inhibiting the growth of pathogens. Average degree of inhibition for *L. fungicola* mycelial growth ranged from 60 to 80% and *M. perniciosa* mycelial growth was respectively from 60 to 100%. The isolates of *L. fungicola* were moderately sensitive to extract of grapefruit seeds and flesh. Among the isolates of *M. perniciosa*, three isolates were distinguished as moderately sensitive and three as sensitive to this extract. The obtained results indicated that the isolates of *L. fungicola* were found to be more resistant to biofungicides than *M. perniciosa* isolates

**Key words:** fungal disease, *Agaricus bisporus*, white button mushroom, cultivated mushroom, control, biofungicides

#### Streszczenie

W warunkach uprawowych sprawdzono skuteczność trzech biopreparatów zawierających różne substancje aktywne, takie jak: ekstrakt z grapefruta, ekstrakt z nasion i miększu grapefruta oraz miazgi czosnkowej w zwalczaniu suchej zgnilizny. Preparatami odniesienia były: prochloraz z manganem (prochloraz-Mn) i chlorotalonil. Wykazano wysoką skuteczność prochlorazu-Mn w hamowaniu infekcji. Preparaty biologiczne oraz chlorotalonil w stężeniach rekomendowanych przez producentów nie chroniły pieczarki przed suchą zgnilizną. Przeprowadzono również ocenę skuteczności preparatów biologicznych w hamowaniu rozwoju *Lecanicillium fungicola*, a także *Mycogone perniciosa* w warunkach laboratoryjnych. Wrażliwość izolatów wyznaczono na podstawie stopnia zahamowania wzrostu grzybni w 14. dniu inkubacji oraz dobowego przyrostu liniowego kolonii. Wykazano, że preparat z ekstraktu grapefruta w stężeniu 2% i miazga czosnkowa w stężeniu 0,4% najbardziej ograniczały wzrost badanych grzybów. Rozwój *L. fungicola* był hamowany w zakresie 60–80%, a *M. perniciosa* od 60 do 100%. Preparat zawierający ekstrakt z nasion i miększu grapefruta miał najslabsze działanie hamujące wzrost grzybów. Stwierdzono, że izolaty *L. fungicola* były średnio wrażliwe na ten środek, natomiast wśród izolatów *M. perniciosa* wyróżniono trzy średnio wrażliwe i trzy wrażliwe na preparat z ekstraktu z nasion i miększu grapefruta.

**Słowa kluczowe:** choroby grzybowe, *Agaricus bisporus*, pieczarka, ochrona, preparaty biologiczne

Institut Ogrodnictwa  
Samodzielna Pracownia Grzybów Uprawnych  
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice  
joanna.tarnowska@inhort.pl

## Wstęp / Introduction

Pieczarka dwuzarodnikowa *Agaricus bisporus* uprawiana w monokulturze w warunkach wysokiej wilgotności i temperatury, narażona jest na szereg infekcji pochodzenia grzybowego. Najczęściej spotykane choroby w uprawie tych grzybów jadalnych to – sucha zgnilizna wywoływana przez grzyb *Lecanicillium fungicola* (syn. *Verticillium fungicola*) oraz biała zgnilizna wywoływana przez *Mycogone perniciosa* (Fletcher i wsp. 1989; Zare i Gams 2008). W wyniku porażenia upraw pieczarki przez grzyby patogeniczne dochodzi do około 25% strat plonu owocników. Ze względu na ograniczoną do minimum liczbę fungicydów (obecnie jedynym dopuszczonym środkiem w pieczarkarstwie jest Sporgon 50 WP – sól kompleksowa prochlorazu z manganem), głównymi zaleceniami w zakresie ochrony upraw pieczarki jest higiena i profilaktyka wraz z dezynfekcją chemiczną i termiczną po zakończonym cyklu (Largeteau i Savoie 2010). Ponadto powszechne stosowanie prochlorazu z manganem wpłynęło na powstanie odporności wśród izolatów *L. fungicola*, co skutkuje zmniejszoną skutecznością w zwalczaniu infekcji grzybowych (Gea i wsp. 2005). Poszukuje się więc nowych preparatów, głównie na bazie ekstraktów roślinnych, które mogłyby być alternatywą dla chemicznych fungicydów. Obecnie trwają badania nad skutecznością olejków roślinnych w hamowaniu rozwoju patogenów grzybowych (Soković i van Griensven 2006; Tanović i wsp. 2009).

Celem badań było ocena skuteczności preparatów biologicznych, tj. Grevit 200 SL (ekstrakt z grapefruita), Biosept 33 SL (ekstrakt z nasion i miąższu grapefruita) i Bioczos BR (miazga czosnkowa) w ochronie pieczarki przed suchą zgnilizną w warunkach uprawowych. Preparatami odniesienia były: Sporgon 50 WP (prochloraz z manganem – prochloraz-Mn) i Bravo 500 SC (chlorothalonil). Przeprowadzono również ocenę skuteczności preparatów biologicznych w warunkach laboratoryjnych, celem określenia stężeń hamujących rozwój patogenów grzybowych, tj. *L. fungicola* i *M. perniciosa*.

## Materiały i metody / Materials and methods

Skuteczność preparatów grzybobójczych (tab. 1) w zwalczaniu suchej zgnilizny pieczarki badano w warunkach uprawowych w klimatyzowanych halach. Doświadczenie prowadzono w doniczkach wypełnionych podłożem III fazy przerośniętym grzybnia pieczarki A15 w ilości 1,7 kg

i ziemią okrywową o grubości 4 cm (pole powierzchni okrywy wynosiło 0,038 m<sup>2</sup>). W czasie przerostu okrywy grzybnia pieczarki w hali zapewniono temperaturę 22–23°C, stężenie dwutlenku węgla na poziomie 3000 mg/l i względną wilgotność powietrza 92–95%. Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe w czterech powtórzeniach. Czynniki pierwsze stanowiły terminy i dawki stosowanych środków, drugi zaś fungicydy. Po nałożeniu okrywy, uprawę sztucznie zainfekowano zawiesiną zarodników *L. fungicola* w ilości warunkującej uzyskanie około 1,3 x 10<sup>6</sup> konidiów na m<sup>2</sup> okrywy. Następnie zastosowano odpowiedni preparat w dawkach rekomendowanych przez producentów, które podano w tabeli 2. Dawka cieczy użytkowej wynosiła 1 l/m<sup>2</sup>. Próby kontrolne podlewano wodą. W pozostałych dniach, aż do rozpoczęcia szoku, tj. zmiany parametrów mikroklimatu w hali uprawowej, uprawę codziennie podlewano wodą w ilości 1,5 l na m<sup>2</sup> okrywy.

Skuteczność badanych fungicydów określano na podstawie plonu zebranego z prób porażonych i kontrolnych. Różnice między średnimi porównywano metodą wariancji przy poziomie istotności p = 0,05.

Dodatkowo w warunkach laboratoryjnych przeprowadzono ocenę skuteczności preparatów biologicznych (tab. 1) w hamowaniu rozwoju grzybów *L. fungicola* i *M. perniciosa*. Do badań wykorzystano 7-dniowe kultury grzybowe na pożywce glukozowo-ziemniaczanej (PDA – Potato Dextrose Agar). Środki Grevit 200 SL (ekstrakt z grapefruita) i Biosept 33 SL (ekstrakt z nasion i miąższu grapefruita), dodawano do wysterylizowanej pożywki PDA w stężeniach 0,8 i 2%, natomiast Bioczos BR (miazga czosnkowa) stosowano w stężeniu 0,4%. Następnie na tych pożywkach w centrum szalki umieszczano krążki kultury grzyba o średnicy 5 mm. Płytki inkubowano w temperaturze 24°C. Kontrolę stanowiła kombinacja bez dodatku fungicydu. Doświadczenie przeprowadzono dwukrotnie w trzech powtórzeniach. Po 14 dniach mierzono średnicę kolonii grzybów oraz określano dobowy przyrost kolonii i procent zahamowania wzrostu grzybni w stosunku do kontroli. Oceny wrażliwości izolatów dokonywano według 3-stopniowej skali (Mamiro i Royse 2005), gdzie:

- izolaty mało wrażliwe – zahamowanie wzrostu grzybni do 20% w stosunku do kontroli,
- izolaty średnio wrażliwe – zahamowanie wzrostu od 20 do 60%,
- izolaty wrażliwe – zahamowanie wzrostu grzybni powyżej 60%.

Wyniki opracowano statystycznie metodą analizy wariancji przy poziomie istotności p = 0,05.

Tabela 1. Charakterystyka badanych preparatów  
Table 1. Characterization of tested preparations

Preparat Preparation	Substancja aktywna Active substance	Zawartość substancji aktywnej Content of active substance
Sporgon 50 WP	prochloraz-manganese (prochloraz-Mn)	500 g/l
Brawo 500 SC	chlorothalonil	500 g/l
Grevit 200 SL	grapefruit extract	200 g/l
Biosept 33 SL	extract of grapefruit seeds and flesh	330 g/l
Bioczos BR	garlic pulp in paraffin envelope	10 g/kostka – 10 g/cube

## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Zainfekowanie uprawy zawiesiną zarodników *L. fungicola* w liczbie  $1 \times 10^6/\text{m}^2$  okrywy spowodowało istotną redukcję ubytku plonu średnio ze 14,0 do 10,4  $\text{kg}/\text{m}^2$  (tab. 2). Po zastosowaniu preparatu Sporgon 50 WP uzyskano plon na poziomie 13,3–13,6  $\text{kg}/\text{m}^2$  w zależności od sposobu aplikacji i był on istotnie wyższy niż w próbach, w których zastosowano pozostałe środki grzybobójcze. Ponadto stwierdzono istotne współdziałanie między fungicydem a sposobem stosowania. W przypadku środków Bravo 500 SC i Biosept 33 SL korzystniejsze okazało się ich stosowanie w dawce dzielonej niż w jednej dawce, w 8. dniu po nałożeniu okrywy (tab. 2). Wysoka skuteczność tego preparatu została potwierdzona już przez van Zaayen i van Adrichem (1982) oraz Allan i wsp. (2008). Ponadto Gea i wsp. (1996) oraz Potočnik i wsp. (2008) wyznaczyli wartość współczynnika  $\text{ED}_{50}$  dla prochlorazu-Mn (określającego stężenie hamujące wzrost patogena w 50%) na poziomie 1–5  $\text{mg}/\text{l}$ , co wskazywało na dużą wrażliwość badanych izolatów *L. fungicola* na ten fungicyd. Szumigaj-Tarnowska i wsp. (2010) wykazali natomiast, że współczynnik  $\text{ED}_{50}$  mieści się w zakresie 5–11,25  $\text{mg}/\text{l}$ . Cytowane dane wskazują na duże różnice w wrażliwości izolatów *L. fungicola* na prochloraz-Mn. Wyniki Gea i wsp. (2005) oraz Damiękiej (2007) udowodniły, że odporność tych grzybów na badany związek wyraźnie rośnie.

Plon pieczarki po zastosowaniu preparatu Bravo 500 SC w jednej dawce po 2 dniach i w dawce dzielonej był istotnie wyższy niż w wariacie, gdzie zastosowano go w jednej dawce po 8 dniach oraz w wariantach, w których zastosowano preparaty biologiczne, natomiast był istotnie niższy niż w próbie kontrolnej niezakażanej. Plony owocników w obiektach z preparatami z ekstraktów roślinnych nie różniły się istotnie od plonu uzyskanego w kontroli

porażonej bez fungicydu (tab. 2). Stwierdzono, że skuteczność preparatu Bravo 500 SC nie była zadowalająca. Maszkiewicz (2001) również wykazał, że chlorotalonil ma słabsze działanie niż prochloraz-Mn. Ponadto Gea i wsp. (1996) podali, że większość badanych izolatów *L. fungicola* była odporna na ten środek.

Celem sprawdzenia efektywności działania preparatów biologicznych w hamowaniu rozwoju patogenów grzybowych, przeprowadzono walidację stężeń badanych środków w warunkach *in vitro*. Wykazano wysoką wrażliwość badanych grzybów na preparaty: Grevit 200 SL w stężeniu 2% i Bioczoz BR w stężeniu 0,4% (tab. 3, 4), o czym świadczył istotnie najniższy rozwój kolonii patogenów na pożywkach z dodatkiem tych preparatów. Procent zahamowania wzrostu izolatów *L. fungicola* i *M. perniciosa* był w zakresie 60–80% na pożywce z dodatkiem preparatu Grevit 200 SL w stężeniu 2%. Środek Bioczoz BR ograniczał wzrost grzybów *L. fungicola* na poziomie 60–80%, a *M. perniciosa* od 70 do 100% w zależności od izolatu (rys. 1, 2). Dodatek do pożywki środka Biosept 33 SL w stężeniu 2% również istotnie obniżyło rozwój grzybów (tab. 3, 4). Izolaty *L. fungicola* były średnio wrażliwe na ten preparat, a procent zahamowania ich grzybni przy stężeniu 2% był w zakresie 40–50% (rys. 1). Wśród izolatów *M. perniciosa* wyróżniono trzy średnio wrażliwe na środek Biosept 33 SL przy stężeniu 2% (procent zahamowania wzrostu w zakresie 50–60%) i trzy wrażliwe, których procent zahamowania wyniósł powyżej 60% (rys. 2). Wyniki laboratoryjne wskazują, że grzyby *M. perniciosa* są bardziej wrażliwe na badane środki niż izolaty *L. fungicola*. Należy jednak zaznaczyć, że w przypadku obu patogenów stwierdzono istotne współdziałanie między ich izolatami a badanymi środkami (tab. 3, 4).

Tabela 2. Wpływ sposobu stosowania środków grzybobójczych na plon pieczarki [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] z uprawy inokulowanej *L. fungicola*

Table 2. Influence of the application method of biofungicides on mushroom yield [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] from a culture inoculated with *L. fungicola*

Sposób stosowania środka Product application mode	Sporgon 50 WP [0,3%]	Bravo 500 SC [0,22%]	Grevit 200 SL [0,15%]	Biosept 33 SL [0,2%]	Bioczoz BR [5%]	Kontrola niezakażana Uninfected control	Kontrola zakażana Infected control	Średnia Mean
2 dni po nałożeniu okrywy, jedna dawka 2 days after casing, one dose	13,5 Aa	11,4 Ba	10,3 Ca	10,2 Cb	11,2 Ba	14,1 Aa	10,1 Ca	11,5 a
2 i 8 dni nałożeniu okrywy, dawka dzielona 2 and 8 days after casing, split dose	13,6 Aa	11,9 Ba	11,0 CDa	11,5 BCa	10,6 Da	13,8 Aa	10,2 Da	11,8 a
8 dni po nałożeniu okrywy, jedna dawka 8 days after casing, one dose	13,3 Aa	10,2 Bb	10,4 Ba	10,3 Bb	10,9 Ba	14,0 Aa	10,5 Ba	11,4 a
Średnia – Mean	13,4 B	11,2 C	10,6 DE	10,7 DE	10,9 CD	14,0 A	10,4 E	–

Średnie w rzędach, oznaczone tymi samymi dużymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $\alpha = 0,05$  – Means in rows, followed by the same capital letters, are not significantly different at  $\alpha = 0,05$

Średnie w kolumnach, oznaczone tymi samymi małymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $\alpha = 0,05$  – Means in columns, followed by the same lower case letters, are not significantly different at  $\alpha = 0,05$

Tabela 3. Średnica kolonii [mm] izolatów *L. fungicola* na pożywce PDA z dodatkiem różnych biopreparatów po 14 dniach inkubacjiTable 3. Mycelial colony diameter [mm] of *L. fungicola* isolates on PDA medium with addition different biofungicides 14 days after incubation

Preparat i stężenie Preparation and concentration [%]	Izolaty – Isolates				Średnia Mean
	V-11	V-15	V-17	V-28	
Kontrola – Untreated	64,7 Ba	70,0 Aa	68,5 Aa	60,8 a	66,0 a
Grevit 200 SL – 0,8	38,6 Cb	43,3 Bc	51,2 Ab	40,6 BCbc	43,4 b
Grevit 200 SL – 2,0	20,6 Ac	20,2 Ae	15,0 Bf	20,3 Ad	19,0 d
Biosept 33 SL – 0,8	40,0 Bb	49,4 Ab	38,8 Bc	41,4 Bb	42,4 b
Biosept 33 SL – 2,0	37,1 Ab	31,8 Bd	34,4 ABd	37,2 Ac	35,1 c
Bioczos BR – 0,4	15,6 Bd	18,5 ABe	19,6 Ae	20,8 Ad	18,6 d
Średnia – Mean	36,1 C	38,9A	37,9 AB	36,8 BC	–

Średnie w rzędach, oznaczone tymi samymi dużymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $\alpha = 0,05$  – Means in rows, followed by the same capital letters, are not significantly different at  $\alpha = 0.05$

Średnie w kolumnach, oznaczone tymi samymi małymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $\alpha = 0,05$  – Means in columns, followed by the same lower case letters, are not significantly different at  $\alpha = 0.05$

Tabela 4. Średnica kolonii [mm] izolatów *M. perniciosa* na pożywce PDA z dodatkiem różnych biopreparatów po 14 dniach inkubacjiTable 4. Mycelial colony diameter [mm] of *M. perniciosa* isolates on PDA medium with addition different biofungicides 14 days after incubation

Preparat i stężenie Preparation and concentration [%]	Izolaty – Isolates						Średnia Mean
	M-1	M-5	M-8	M-9	M-18	M-19	
Kontrola – Untreated	77,6 Ca	66,1 Ea	71,0 Da	81,5 ABa	82,6 Aa	79,3 BCa	76,4 a
Grevit 200 SL – 0,8	66,5 Ac	56,0 Dc	30,9 Ec	63,3 Cc	68,0 Ac	60,0 Bc	57,5 c
Grevit 200 SL – 2,0	11,7 Be	13,8 Bf	0,3 Cf	19,8 Ae	18,3 Ae	14,1 Be	13,0 f
Biosept 33 SL – 0,8	70,7 Bb	61,7 Cb	57,4 Db	70,2 Bb	77,6 Ab	67,3 Bb	67,5 b
Biosept 33 SL – 2,0	29,6 Bd	27,6 BCd	25,1 Cd	35,7 Ad	35,9 Ad	27,6 BCd	30,3 d
Bioczos BR – 0,4	12,1 Be	20,1 Ae	12,7 Be	22,9 Ae	20,2 Ae	13,4 Be	16,9 e
Średnia – Mean	44,7 B	40,9 C	32,9 D	48,9 A	50,4 A	43,6 B	–

Średnie w rzędach, oznaczone tymi samymi dużymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $\alpha = 0,05$  – means in rows, followed by the same capital letters, are not significantly different at  $\alpha = 0.05$

Średnie w kolumnach, oznaczone tymi samymi małymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $\alpha = 0,05$  – means in columns, followed by the same lower case letters, are not significantly different at  $\alpha = 0.05$

Tabela 5. Dobowy przyrost kolonii [mm] izolatów *L. fungicola* w zależności od preparatuTable 5. Daily mycelial growth [mm] of *L. fungicola* isolates depending on preparation

Preparat i stężenie Preparation and concentration [%]	Izolaty – Isolates				Średnia Mean
	V-11	V-15	V-17	V-28	
Kontrola – Untreated	4,6 ABa	4,9 Aa	4,5 ABa	4,2 Ba	4,5 a
Grevit 200 SL – 2	1,9 Ac	2,0 Abc	1,2 Bc	1,25 Bd	1,6 c
Biosept 33 SL – 2	3,0 Ab	2,5 Bb	2,7 Bb	2,7 Bb	2,7 b
Bioczos BR – 0,4	1,9 ABc	1,9 ABc	1,4 Bc	2,1 Ac	1,8 c
Średnia – Mean	2,8 A	2,8 A	2,4 B	2,6 AB	–

Średnie w rzędach, oznaczone tymi samymi dużymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $\alpha = 0,05$  – means in rows, followed by the same capital letters, are not significantly different at  $\alpha = 0.05$

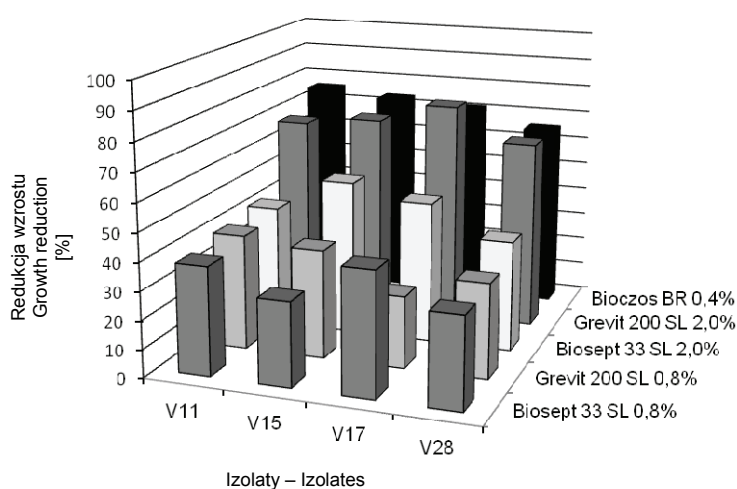
Średnie w kolumnach, oznaczone tymi samymi małymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $\alpha = 0,05$  – means in columns, followed by the same lower case letters, are not significantly different at  $\alpha = 0.05$

Tabela 6. Dobowy przyrost kolonii [mm] izolatów *M. perniciosa* w zależności od preparatu  
Table 6. Daily mycelial growth [mm] of *M. perniciosa* isolates depending on preparation

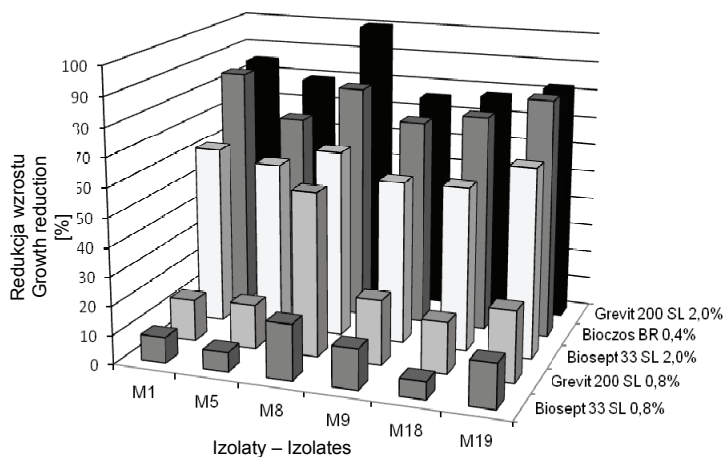
Preparat i stężenie Preparation and concentration [%]	Izolaty – Isolates						Średnia Mean
	M-1	M-5	M-8	M-9	M-18	M-19	
Kontrola – Untreated	6,5 Ca	4,9 Da	4,9 Da	7,0 Ba	7,5 Aa	6,5 Ca	6,2 a
Grevit 200 SL – 2	0,9 Cc	1,6 Ac	0,3 Dd	1,2 BCc	1,5 ABc	1,0 Cc	1,1 d
Biosept 33 SL – 2	2,4 ABb	2,2 Bb	1,8 Cb	2,7 Ab	2,7 Ab	2,2 Bb	2,3 b
Bioczos BR – 0,4	1,2 Cc	2,1 Bb	1,4 Cc	2,5 Ab	2,2 ABc	1,4 Cc	1,8 c
Średnia – Mean	2,7 B	2,7 B	2,1 C	3,3 A	3,5 A	2,8 B	–

Średnie w rzędach, oznaczone tymi samymi dużymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $\alpha = 0,05$  – means in rows, followed by the same capital letters, are not significantly different at  $\alpha = 0.05$

Średnie w kolumnach, oznaczone tymi samymi małymi literami, nie różnią się statystycznie przy  $\alpha = 0,05$  – means in columns, followed by the same lower case letters, are not significantly different at  $\alpha = 0.05$



Rys. 1. Średnie zahamowanie wzrostu kolonii izolatów *L. fungicola* w zależności od stężeń biopreparatów  
Fig. 1. Mean inhibition of mycelial colony of *L. fungicola* isolates depending on the concentrations of used biopreparations



Rys. 2. Średnie zahamowanie wzrostu kolonii izolatów *M. perniciosa* w zależności od stężeń biopreparatów  
Fig. 2. Mean inhibition of mycelial colony of *M. perniciosa* isolates depending on the concentrations of used biopreparations

Analiza przyrostu dobowego kolonii wykazała, że średni przyrost grzybnicy *L. fungicola* i *M. perniciosa* był najmniejszy na pożywce z dodatkiem preparatów Grevit 200 SL i Bioczos BR, bo odpowiednio, 1,6 mm i 1,8 mm – dla *L. fungicola* (tab. 5) oraz 1,1 mm i 1,8 mm – dla

*M. perniciosa* (tab. 6). Natomiast w pożywce z dodatkiem środka Biosept 33 SL dobowy przyrost kolonii *L. fungicola* był istotnie wyższy niż na dwóch pozostałych preparatach i wynosił średnio 2,7 mm, a dla izolatów *M. perniciosa* – 2,3 mm. Średni dobowy przyrost grzybnicy *L. fungicola* na

pożywece PDA bez dodatku fungicydów wynosił 4,5 mm i był wolniejszy niż średni przyrost dobowy *M. pernicioso* (6,2 mm), co wskazuje na dużą wrażliwość grzybów *M. pernicioso* na badane preparaty biologiczne. W odniesieniu do dobowego przyrostu średnicy kolonii porównywane izolaty odmiennie reagowały na fungicydy (tab. 5, 6). Skuteczność preparatów Grevit 200 SL, Biosept 33 SL i Bioczso BR w hamowaniu rozwoju innych grzybów patogenicznych dla pieczarki, tj. *Trichoderma* spp. została potwierdzona również przez Górskiego i wsp. (2006). Autorzy wykazali, że preparat Biosept 33 SL w stężeniu 0,8% i Grevit 200 SL w stężeniu 0,6% w dużym stopniu ograniczały wzrost tych patogenów. Uzyskane wyniki w doświadczeniach uprawowych wykazały, że preparaty biologiczne nie były skuteczne w zwalczaniu suchej zgnilizny. Przyczyną tego może być fakt, iż w zalecanych stężeniach (tab. 2) patogeny pieczarki są niewrażliwe na te środki. Po opracowaniu nowych, skutecznych stężeń badane preparaty na bazie ekstraktów roślinnych mogłyby stanowić alternatywę dla chemicznych środków ochrony pieczarki przed chorobami infekcyjnym.

## Wnioski / Conclusions

1. Zastosowanie preparatu Sporgon 50 WP (prochloraz-Mn) wpłynęło na istotne zwiększenie plonu owocników pieczarki ze średnio 10,4 na 13,4 kg/m<sup>2</sup>, przy porażeniu uprawy zarodnikami *L. fungicola* w liczbie  $1,3 \times 10^6$  na m<sup>2</sup> okrywy.
2. Środki Bravo 500 SC (chlorotalonil), Grevit 200 SL (ekstrakt z grapefruita), Biosept 33 SL (ekstrakt z nasion i miąższu grapefruita) oraz Bioczso BR (miazga czosnkowa) nie hamowały rozwoju suchej zgnilizny pieczarki.
3. Badania *in vitro* wykazały wysoką wrażliwość izolatów *L. fungicola* i *M. pernicioso* na preparaty Grevit 200 SL (ekstrakt z grapefruita) w stężeniu 2% i Bioczso BR (miazga czosnkowa) w stężeniu 0,4%.
4. Izolaty *M. pernicioso* były bardziej wrażliwe na preparaty biologiczne niż izolaty *L. fungicola*.

Praca wykonana w ramach projektu własnego nr NN 310 733140 finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

## Literatura / References

- Allan J., Shah F.A., Khan I. 2008. Establishing a baseline for fungicide sensitivity of three major mushroom pathogens in Australia. p. 565–569. In: Proc. 17th Congress of the International Society for Mushroom Science „Science and Cultivation of Edible and Medicinal Fungi: Mushroom Science XVII”. South Africa, Cape Town, 20–24 May 2008, 913 pp.
- Damięcka J. 2007. Wrażliwość izolatów grzyba *Verticillium fungicola* (Preuss) Hasselbrauk sprawcy białej zgnilizny pieczarki (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach) na prochloraz-Mn. Nowości Warzywnicze 44: 41–47.
- Fletcher J.T., White P.F., Gaze R.H. 1989. Mushrooms: Pest and Diseases Control. 2nd ed. Intercept Andover, UK, 174 pp.
- Gea F.J., Navarro M.J., Tello J.C. 2005. Reduced sensitivity of the mushroom pathogen *Verticillium fungicola* to prochloraz-manganese *in vitro*. Mycol. Res. 109 (6): 741–745.
- Gea F.J., Tello J.C., Honrubia M. 1996. *In vitro* sensitivity of *Verticillium fungicola* to selected fungicides. Mycopathologia 136 (3): 133–137.
- Górski R., Frużyńska-Jóźwiak D., Andrzejak R., Sobieralski K., Siwulski M. 2006. The effect of selected preparations on *in vitro* growth of *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma atroviride* found in garden mushroom (*Agaricus bisporus*) crop. Phytopathol. Pol. 42: 29–35.
- 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.
- Mamiro D.P., Royce D.J. 2005. Laboratory efficacy of selected fungicides and Rhododendron catawbiense leaf extract on growth of *Verticillium fungicola*. p. 390–396. In: Proc. 5th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. China, Shanghai, 8–12 April 2005, Acta Edulis Fungi Vol. 12 (Supplement), 551 pp.
- Maszkiewicz J. 2001. Efficacy of chlorothalonil fungicide (Gwarant 500 SC) against wet bubble of champignon (*Mycogone pernicioso*), dry bubble of champignon (*Verticillium fungicola*) and dactylium (*Dactylium dendroides*). Veg. Crops Res. Bull. 55: 131–135.
- 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: Proc. 17th Congress of the International Society for Mushroom Science „Science and Cultivation of Edible and Medicinal Fungi: Mushroom Science XVII”. South Africa, Cape Town, 20–24 May 2008, 913 pp.
- Soković M., van Griensven L.J.L.D. 2006. Antimicrobial activity of essential oils and their components against the three major pathogens of white button mushrooms *Agaricus bisporus*. Eur. J. Plant Pathol. 116: 211–224.
- Szumigaj-Tarnowska J., Uliński Z., Ślusarski C. 2010. Ocena skuteczności prochlorazu-Mn (Sporgon 50 WP) w ochronie pieczarki przed suchą zgnilizną. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 554: 245–250.
- Tanović B., Potočnik I., Delibašić G., Ristić M., Kostić M., Marković M. 2009. *In vitro* effect of essential oils from aromatic and medicinal plants on mushroom pathogens: *Verticillium fungicola* var. *fungicola*, *Mycogone pernicioso*, and *Cladobotryum* sp. Arch. Biol. Sci. 61 (2): 231–237.
- van Zaayen A., van Andrichem J.C.J. 1982. Prochloraz for control of fungal pathogens of cultivated mushrooms. Neth. J. Plant Path. 88 (5): 203–213.
- Zare R., Gams W. 2008. A revision of the *Verticillium fungicola* species complex and its affinity with the genus *Lecanicillium*. Mycol. Res. 112 (7): 811–824.