

The use of entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea* to reduce harmfulness of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in cultivation of sweet maize

Wykorzystanie grzyba owadobójczego *Isaria fumosorosea* do ograniczania szkodliwości omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) w uprawie kukurydzy cukrowej

Tomasz Kuźniar, Dariusz Ropek, Anna Krysa

Summary

The field experiment was carried out in 2009–2011 year, in Niziny village, near the city of Przemyśl. The aim of the studies was to evaluate the effectiveness of *Isaria fumosorosea* for the control of *Ostrinia nubilalis*.

Two protection treatments were used: seed dressing with spores of the entomopathogenic fungus and spraying plants during vegetation with spore suspension. The results showed, that the application of *I. fumosorosea* may reduce the damage caused by larvae of European corn borer (*O. nubilalis*) in stem and cob in comparison to unprotected plants.

Key words: biological control, *Isaria fumosorosea*, *Ostrinia nubilalis* Hbn.

Streszczenie

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2009 i 2011, w miejscowości Niziny, w województwie podkarpackim (koło Przemyśla). Celem doświadczenia było określenie możliwości zwalczania omacnicy prosowianki przy pomocy grzyba owadobójczego *Isaria fumosorosea*.

Zastosowano dwie formy ochrony: zaprawianie ziarna zarodnikami grzyba owadobójczego oraz opryskiwanie roślin w okresie wegetacyjnym zawiesiną zawierającą zarodni grzyba. Uzyskane wyniki wskazują, iż ochrona kukurydzy z wykorzystaniem grzyba owadobójczego *I. fumosorosea* może ograniczać uszkodzenia powodowane przez gąsienice omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis*) w łodygach i w kolbach kukurydzy, w porównaniu do kontroli.

Słowa kluczowe: biologiczna ochrona, *Isaria fumosorosea*, *Ostrinia nubilalis* Hbn.

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Katedra Ochrony Środowiska Rolniczego
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
tomaszkuzniar@o2.pl

Wstęp / Introduction

Omacnica prosowianka (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) jest jednym z groźniejszych szkodników kukurydzy uprawianej w Polsce i na świecie. Gąsienice tego szkodnika uszkadzają na wielu plantacjach nawet 40–80% roślin (Bereś 2007; Kaniuczak i Pruszyński 2007), powodując straty ziarna dochodzące do 40% (Bereś 2008). W ostatnich latach odnotowuje się wzrost szkodliwości tego gatunku, zwłaszcza w południowo-wschodniej Polsce (Bereś 2007). Wielkość strat powodowanych przez gąsienice omacnicy prosowianki zależy m.in. od: podatności odmian, fazy rozwojowej roślin w momencie lotu motyli, a także od warunków atmosferycznych (Bartos i Michalski 2006). Na świecie stosowane są różne metody ograniczające występowanie tego szkodnika, takie jak: uprawa odmian odpornych na omacnicę prosowiankę (GMO), stosowanie prawidłowej agrotechniki, wykonywanie terminowych siewów oraz stosowanie optymalnych i zbilansowanych dawek nawozów NPK (Bartos i Michalski 2006; Bereś i Gabarkiewicz 2007). Ponadto szkodnik ten może być skutecznie zwalczany przy pomocy środków chemicznych i biologicznych (Bereś 2006; Bereś i Gabarkiewicz 2007). Jedną z biologicznych metod walki z omacnicą jest zastosowanie biopreparatu zawierającego żywe poczwarki kruszynka (*Trichogramma* spp.), będącego pasożytem jaj omacnicy prosowianki (Bereś 2008). Wykazano również możliwość zastosowania grzyba owadobójczego *Beauveria bassiana* do zwalczania omacnicy prosowianki w uprawie kukurydzy (Bing i Lewis 1993). Należy zaznaczyć, iż grzyby owadobójcze są mikroorganizmami powszechnie występującymi w środowisku glebowym (Lacey i wsp. 2001), stosowane jako aktywny czynnik biopreparatów wykorzystywanych do walki z wieloma agrofagami (Shi i Feng 2004).

W badaniach, do zwalczania omacnicy prosowianki wykorzystano zarodniki grzyba owadobójczego *Isaria fumosorosea*. Według wielu autorów (Vandenberg i wsp. 1998; Vidal i wsp. 1998; Wraight i wsp. 2000) gatunek ten jest uważany za jednego z ważniejszych wrogów naturalnych szkodników roślin uprawnych.

Celem doświadczenia było określenie możliwości ochrony kukurydzy cukrowej przed omacnicą prosowianką, z wykorzystaniem grzyba owadobójczego *I. fumosorosea*, szczep AP 112.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania przeprowadzono w latach 2009 i 2011, w gospodarstwie rolnym zlokalizowanym w miejscowości Niziny, w województwie podkarpackim, na terenie powiatu przemyskiego. W doświadczeniu wykorzystano polską odmianę kukurydzy cukrowej Ambrozja. Ziarna kukurydzy pozyskano z Krakowskiej Hodowli i Nasiennictwa Ogrodniczego POLAN Sp. z o.o.

W doświadczeniu zastosowano biologiczną ochronę kukurydzy z wykorzystaniem zarodników grzyba owadobójczego *I. fumosorosea*, szczep AP 112, który pochodził z kolekcji prof. C. Tkaczuka. Grzyb namnożono w Katedrze Ochrony Środowiska Rolniczego Uniwersytetu Rolni-

czego w Krakowie, a z hodowli pozyskano zarodniki zastosowane w doświadczeniu poletkowym. W doświadczeniu zastosowano dwie formy ochrony kukurydzy: zaprawianie ziarna oraz opryskiwanie roślin w okresie wegetacyjnym. Dla każdej formy ochrony zastosowano dwie dawki preparatu:

- a) do zaprawiania ziarna (w przeliczeniu) 1×10^{13} /ha oraz 2×10^{13} /ha,
- b) do opryskiwania roślin 1×10^{13} /ha oraz $2 \times 10^{13}/500 \text{ l H}_2\text{O/ha}$.

Do cieczy roboczej dodawano preparat Tween 80 (0,01%) w celu zmniejszenia napięcia powierzchniowego wody.

W doświadczeniu zastosowano następujące kombinacje:

- A. Kontrola – kukurydza niechroniona,
- B. Zaprawianie ziarna (1×10^{13} zarodników/ha),
- C. Zaprawianie ziarna (2×10^{13} zarodników/ha),
- D. Opryskiwanie (1×10^{13} zarodników/ha),
- E. Opryskiwanie (2×10^{13} zarodników/ha),
- F. Zaprawianie ziarna (1×10^{13} zarodników/ha) + Opryskiwanie (1×10^{13} zarodników/ha),
- G. Zaprawianie ziarna (2×10^{13} zarodników/ha) + Opryskiwanie (1×10^{13} zarodników/ha),
- H. Zaprawianie ziarna (1×10^{13} zarodników/ha) + Opryskiwanie (2×10^{13} zarodników/ha),
- I. Zaprawianie ziarna (2×10^{13} zarodników/ha) + Opryskiwanie (2×10^{13} zarodników/ha).

Wielkość pojedynczego poletka wynosiła 18 m^2 . Na każdym poletku ziarno wysiewano w 7 rzędach po 30 ziaren w rzędzie. Siew wykonano w połowie maja. W okresie wegetacyjnym prowadzono monitoring w celu określenia terminu pojawiania się pierwszych motyli omacnicy prosowianki. Pierwsze osobniki zaobserwowano z początkiem lipca. Wtedy wykonano pierwsze opryskiwanie zarodnikami grzyba *I. fumosorosea*. Zabieg powtórzono po 7, 21 oraz 28 dniach. Opryskiwanie roślin wykonywane było w godzinach wieczornych, w temperaturze powietrza około 20°C , w warunkach bezwietrznych i bezdeszczowych. Po wykonaniu każdego zabiegu opryskiwania roślin, przez co najmniej kolejną dobę nie występowały opady atmosferyczne. W połowie sierpnia obliczono ilość roślin uszkodzonych przez omacnicę prosowiankę. Obserwowano uszkodzenia w łodygach oraz w kolbach kukurydzy na 20 losowo wybranych roślinach. Doświadczenie przeprowadzono w czterech powtórzeniach.

Warunki pogodowe

Dane na temat warunków pogodowych pozyskano ze Stacji Meteorologicznej w Przemyśle. Okresy realizacji badań były zróżnicowane pod względem warunków termiczno-pluwialnych. Obserwowano zmienność warunków pogodowych, zwłaszcza dotyczących opadów atmosferycznych. Średnią miesięczną temperaturę powietrza oraz sumy opadów w obydwu sezonach wegetacyjnych przedstawiono w tabeli 1. i 2. Średnia miesięczna temperatura dla miejscowości Niziny, zanotowana w okresie kwiecień – październik 2009 roku wynosiła $14,7^\circ\text{C}$, zaś w 2011 roku $15,1^\circ\text{C}$. W porównaniu do ostatnich 20 lat średnia miesięczna temperatura w badanym okresie była wyższa o $0,9^\circ\text{C}$ w 2009 roku oraz o $1,3^\circ\text{C}$ w 2011 roku. Z kolei

suma opadów dla miejscowości Niziny, w okresie kwiecień – październik 2009 roku wynosiła 397,2 mm, zaś w 2011 roku 145,4 mm. W porównaniu do ostatnich 20 lat suma opadów była niższa o 50,8 mm w 2009 roku oraz o 302,6 mm w 2011 roku.

Wyniki uzyskane z doświadczeń analizowano statystycznie. Przeprowadzono analizę wariancji ANOVA z wykorzystaniem programu Statistica. Do obliczeń zastosowano test NIR Fischera.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Zastosowanie grzyba owadobójczego *I. fumosorosea*, szczep AP 112, w ochronie kukurydzy cukrowej przyczyniło się do ograniczenia uszkodzeń powodowanych przez omacnicę prosowiankę. W obydwu okresach wegetacyjnych niemal każdy sposób ochrony kukurydzy z zastosowaniem grzyba owadobójczego, przyczynił się do ograniczenia liczby kolb oraz łodyg uszkodzonych przez szkodnika (tab. 3, 4). W pewnym stopniu znaczenie mogły mieć tutaj również warunki pogodowe, panujące zwłaszcza w okresie kielkowania i wzrostu roślin, a także w okresie, w którym wykonywane były zabiegi opryskiwania roślin zarodnikami grzyba owadobójczego. Mogły one wpływać zarówno na rozwój roślin, jak i na występowanie zwalczanego szkodnika, a także na skuteczność zastosowanego grzyba owadobójczego względem gąsienic *O. nubilalis*. Optymalna temperatura dla prawidłowego rozwoju roślin zależy od fazy rozwojowej rośliny i mieści się w przedziale od 12 do 24°C (Kaniuczak i Pruszyński 2007). W doświadczeniach własnych, średnia temperatura w okresie wzrostu roślin (maj – sierpień) w 2009 roku wynosiła 16,5°C, zaś w roku 2011 średnia temperatura kształtowała się na poziomie 17,8°C. Kukurydza jest rośliną o dużych wymaganiach wodnych. W okresie wegetacji potrzeby wodne kukurydzy zaspokajają opady atmosferyczne w wysokości około 200 mm/m² (Kaniuczak i Pruszyński 2007). W doświadczeniach własnych, w okresie maj – sierpień suma opadów kształtowała się na poziomie 212,6 mm/m² (w 2009 roku) oraz 122,4 mm/m² (w 2011 roku).

W roku 2009, w okresie wiosennym (maj – czerwiec) obserwowano niższą temperaturę oraz znacznie większe opady atmosferyczne niż w tym samym czasie w roku 2011. Mimo niskiej temperatury w roku 2009, większe sumy opadów atmosferycznych w tym czasie, mogły wpłynąć na lepsze warunki wilgotnościowe gleby, co mogło pozwolić na intensywniejszy rozwój grzyba aplikowanego wraz z ziarnami do gleby. Mogło to istotnie wpłynąć na ograniczenie liczby uszkodzonych kolb przez gąsienice omacnicy prosowianki, w przypadku zaprawiania ziarna zarodnikami *I. fumosorosea* w dawce 2×10^{13} zarodników/ha osobno oraz z dodatkową ochroną w postaci opryskiwania roślin zawiesiną zarodników w dawce 2×10^{13} zarodników/ha, w porównaniu do kontroli. W przypadku roślin niechronionych odnotowano 42% kolb uszkodzonych przez gąsienice *O. nubilalis*. W przypadku zastosowania pozostałych form ochrony biologicznej, procent kolb uszkodzonych był niższy i zawierał się w przedziale od 20,3 do 36,7; za wyjątkiem zastosowania ochrony w postaci opryskiwania roślin zarodnikami grzyba

w dawce 2×10^{13} zarodników/ha, gdzie procent uszkodzonych kolb był wyższy niż w przypadku kontroli i wynosił 46,4% (tab. 3). Takiej sytuacji nie zaobserwowano w roku 2011. Warunki pogodowe panujące w lipcu, kiedy wykonywano opryskiwanie roślin grzybem owadobójczym, w obydwu okresach wegetacyjnych były podobne, więc nie mogły mieć istotnego wpływu na zróżnicowanie uzyskanych wyników. Z kolei w sierpniu 2009 roku odnotowano znacznie większe opady atmosferyczne niż w tym samym czasie w roku 2011, natomiast temperatura kształtowała się na zbliżonym poziomie. Nie odnotowano jednak gwałtownych opadów w tym okresie, które mogłyby niekorzystnie wpłynąć na skuteczność zastosowanego grzyba owadobójczego. W 2011 roku na polatkach niechronionych zaobserwowano 47,7% kolb uszkodzonych przez *O. nubilalis*. Zastosowanie biologicznej ochrony kukurydzy spowodowało zmniejszenie liczby uszkodzonych kolb przez tego szkodnika do poziomu 10,0–40,0% w zależności od zastosowanej ochrony. Wykonanie dwóch sposobów ochrony jednocześnie: zaprawianie ziarna i opryskiwanie roślin w dawkach 1×10^{13} /ha oraz 2×10^{13} /ha, pozwoliło istotnie obniżyć liczbę uszkodzonych kolb kukurydzy przez omacnicę prosowiankę w porównaniu do kontroli.

Podobne wyniki uzyskano analizując uszkodzenia łodyg, powodowane przez gąsienice omacnicy prosowianki (tab. 4). Po zastosowaniu *I. fumosorosea*, w obydwu okresach wegetacyjnych zaobserwowano mniejszą liczbę łodyg uszkodzonych przez *O. nubilalis*. Stosowanie zaprawiania ziarna zarodnikami grzyba owadobójczego w połączeniu z opryskiwaniem kukurydzy w okresie wegetacyjnym pozwoliło nawet trzykrotnie zmniejszyć liczbę uszkodzonych łodyg przez omacnicę prosowiankę.

W 2009 roku na kontroli odnotowano uszkodzenia łodyg na poziomie 62,5%, natomiast zastosowanie *I. fumosorosea* pozwoliło zmniejszyć procent uszkodzonych łodyg do poziomu 20–45 w zależności od zastosowanej formy ochrony. Zaprawianie ziarna zarodnikami grzyba owadobójczego w dawce 1×10^{13} /ha oraz 2×10^{13} /ha z jednoczesnym zastosowaniem opryskiwania roślin zawiesiną zarodników o stężeniu 1×10^{13} /ha, spowodowało istotne obniżenie liczby uszkodzeń łodyg kukurydzy przez omacnicę prosowiankę w porównaniu do kontroli.

W 2011 roku zastosowanie wszystkich sposobów ochrony kukurydzy, z wyjątkiem opryskiwania roślin zawiesiną zarodników w dawce 1×10^{13} /ha, wpłynęło na istotne zmniejszenie liczby uszkodzonych łodyg przez omacnicę prosowiankę w porównaniu do roślin niechronionych. Na polatkach kontrolnych odnotowano 73,3% łodyg uszkodzonych przez *O. nubilalis*, natomiast na obiektach, gdzie zastosowano *I. fumosorosea* liczba uszkodzonych łodyg zawierała się w przedziale od 23,3 do 43,3% w zależności od zastosowanej formy ochrony.

Uzyskane wyniki wskazują, iż wiele czynników może wpływać na skuteczność biologicznego sposobu ochrony roślin. Duże znaczenie mają warunki pogodowe, ale równie istotny jest sposób aplikacji, jak i dawka czynnika aktywnego.

Podobne badania, określające patogeniczność grzybów owadobójczych względem omacnicy prosowianki, wykonali

Tabela 1. Średnia miesięczna temperatura [°C] w okresie kwiecień – październik w latach 2009–2011 według Stacji Meteorologicznej w Przemyślu

Table 1. Mean monthly temperature [°C] for April – October in 2009–2011 years according to Meteorological Station in Przemyśl

Miesiąc – Month	2009	2011	Średnia z ostatnich 20 lat Average for last 20 years
Kwiecień – April	12,3	10,9	8,6
Maj – May	12,9	14,7	13,1
Czerwiec – June	12,7	18,3	16,3
Lipiec – July	21,2	18,7	18,7
Sierpień – August	19,1	19,3	17,5
Wrzesień – September	15,8	15,9	13,5
Październik – October	8,5	7,8	8,8
Średnia z okresu kwiecień – październik Average for April – October	14,7	15,1	13,8

Tabela 2. Sumy miesięczne opadów atmosferycznych [mm] w okresie kwiecień – październik w latach 2009–2011 według Stacji Meteorologicznej w Przemyślu

Table 2. The total monthly precipitation [mm] for April – October in 2009–2011 years according to Meteorological Station in Przemyśl

Miesiąc Month	2009	2011	Średnia z ostatnich 20 lat Average for last 20 years
Kwiecień – April	38,8	10,4	44,0
Maj – May	88,0	49,0	68,0
Czerwiec – June	55,6	27,8	82,0
Lipiec – July	43,6	44,2	80,0
Sierpień – August	25,4	1,4	70,0
Wrzesień – September	51,8	0	63,0
Październik – October	94,0	12,6	41,0
Średnia z okresu kwiecień – październik Average for April – October	397,2	145,4	448,0

Tabela 3. Wpływ stosowania grzyba owadobójczego *I. fumosorosea* na procent kolb uszkodzonych przez omacnicę prosowiankę w uprawie kukurydzy cukrowejTable 3. The effect of entomopathogenic fungus *I. fumosorosea* on the percent of cobs damaged by European corn borer in sweet maize cultivation

% kolb uszkodzonych przez omacnicę prosowiankę – % of cobs damaged by European corn borer									
Rok Year	ochrona – protection								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2009	42,0 ab	36,7 abc	20,3 c	37,3 abc	46,4 a	25,9 bc	33,7 abc	35,2 abc	26,4 bc
2011	47,7 a	36,7 ac	40,0 ac	23,3 ab	23,3 ab	20,0 bc	23,3 ab	36,7 ac	10,0 b

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie przy $p = 0,05$

Averages followed by the same letters do not differ significantly at $p = 0.05$

A – kontrola – control; B – zaprawianie ziarna – seeds dressing [1×10^{13} /ha]; C – zaprawianie ziarna – seeds dressing [2×10^{13} /ha]; D – opryskiwanie – spraying [1×10^{13} /ha]; E – opryskiwanie – spraying [2×10^{13} /ha]; F – zaprawianie ziarna [1×10^{13} /ha] + opryskiwanie – seeds dressing [1×10^{13} /ha] + spraying [1×10^{13} /ha]; G – zaprawianie ziarna [2×10^{13} /ha] + opryskiwanie – seeds dressing [2×10^{13} /ha] + spraying [1×10^{13} /ha]; H – zaprawianie ziarna [1×10^{13} /ha] + opryskiwanie – seeds dressing [1×10^{13} /ha] + spraying [2×10^{13} /ha]; I – zaprawianie ziarna [2×10^{13} /ha] + opryskiwanie – seeds dressing [2×10^{13} /ha] + spraying [2×10^{13} /ha]

Bing i Lewis (1993). Naukowcy wykazali, iż naturalnie występujące w glebie szczepy grzyba owadobójczego *B. bassiana* przyczyniły się do ograniczenia w roślinach liczebności gąsienic omacnicy prosowianki nawet do 84%. Lewis i wsp. (2002) w swoich badaniach wykorzystali preparat Mycotech 726 (na bazie grzyba owadobójczego

B. bassiana), stosowanego w formie granulatów, wysiewanych dogłębowo pod rośliny kukurydzy. Zastosowanie tego preparatu w dawce $8,8 \times 10^8$ konidiów na roślinę, pozwoliło ograniczyć wielkość uszkodzeń powodowanych w roślinach przez zwalczanego szkodnika nawet o 20–55%. Inni autorzy wskazują na patogeniczność grzybów

Tabela 4. Wpływ stosowania grzyba owadobójczego *I. fumosorosea* na procent łodyg uszkodzonych przez omacnicę prosowiankę w uprawie kukurydzy cukrowejTable 4. The effect of entomopathogenic fungus *I. fumosorosea* on the percent of stem corn damaged by European corn borer in sweet maize cultivation

Rok Year	% łodyg uszkodzonych przez omacnicę prosowiankę – % of stalks damaged by European corn borer								
	ochrona – protection								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2009	62,5 a	45,0 ab	42,5 ab	37,5 ab	40,0 ab	22,5 b	20,0 b	40,0 ab	27,5 b
2011	73,3 a	43,3 b	40,0 b	46,7 ab	43,3 b	40,0 b	23,3 b	26,7 b	26,7 b

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie przy $p = 0,05$ Averages followed by the same letters do not differ significantly at $p = 0.05$

A – kontrola – control; B – zaprawianie ziarna – seeds dressing [1×10^{13} /ha]; C – zaprawianie ziarna – seeds dressing [2×10^{13} /ha]; D – opryskiwanie – spraying [1×10^{13} /ha]; E – opryskiwanie – spraying [2×10^{13} /ha]; F – zaprawianie ziarna [1×10^{13} /ha] + opryskiwanie – seeds dressing [1×10^{13} /ha] + spraying [1×10^{13} /ha]; G – zaprawianie ziarna [2×10^{13} /ha] + opryskiwanie – seeds dressing [2×10^{13} /ha] + spraying [1×10^{13} /ha]; H – zaprawianie ziarna [1×10^{13} /ha] + opryskiwanie – seeds dressing [1×10^{13} /ha] + spraying [2×10^{13} /ha]; I – zaprawianie ziarna [2×10^{13} /ha] + opryskiwanie – seeds dressing [2×10^{13} /ha] + spraying [2×10^{13} /ha]

owadobójczych wobec innych szkodników kukurydzy. Grzyb *B. bassiana* okazał się patogeniczny względem wołki kukurydzianego (*Sitophilus zeamais*, Coleoptera: Curculionidae) w warunkach laboratoryjnych (Adane i wsp. 1996). Wyniki uzyskane przez Smith i wsp. (2006) wskazują na dużą patogeniczność grzyba *B. bassiana* względem kapturznika olbrzymka (*Prostephanus truncatus* Horn), będącego szkodnikiem upraw kukurydzy w Afryce południowej. Krawczyk i wsp. (2006) wykazali, iż grzyby owadobójcze mogą w znaczny sposób wpływać na ograniczenie liczebności mszyc w uprawie kukurydzy. Cytowani autorzy wskazują, iż zagrzybienie mszyc jest ściśle skorelowane z dynamiką ich występowania na plantacji, a samo zagrzybienie następuje samoistnie, bez stosowania mykoinsektycydów przez człowieka.

Wyniki uzyskane w doświadczeniach własnych mogą również wskazywać na porastanie kukurydzy przez grzyb *I. fumosorosea*, gdyż zaprawianie ziarna zarodnikami tego grzyba przyczyniło się do ograniczenia uszkodzeń w łodygach oraz kolbach powodowanych przez omacnicę prosowiankę. Z doniesień innych autorów wynika, że grzyby owadobójcze są zdolne do porastania tkanek roślinnych (Gomez-Vidal i wsp. 2006; Akello i wsp. 2007; Tefera i Vidal 2009). Podobnego zdania są Wagner i Lewis (2000), którzy uważają, że grzyby z gatunku *B. bassiana*

są w stanie przemieszczać się i rozrastać w tkankach kukurydzy. Dzięki temu zjawisku, rośliny poniekąd mogą same bronić się przed szkodnikami, wykorzystując do tego celu obecność grzybów owadobójczych rozrastających się w ich tkankach oraz na powierzchni ich liści.

Koniecznym wydaje się przeprowadzenie dalszych badań określających możliwość wykorzystania grzybów owadobójczych w walce ze szkodnikami kukurydzy, zwłaszcza z omacnicą prosowianką.

Wnioski / Conclusions

1. Zastosowanie zawiesiny zarodników grzyba owadobójczego *I. fumosorosea*, stosowanej do zaprawiania ziaren przed siewem oraz opryskiwania roślin wpłynęło na ograniczenie liczby kolb i łodyg kukurydzy cukrowej uszkodzonych przez omacnicę prosowiankę.
2. Najskuteczniejszą ochronę przed omacnicą prosowianką uzyskano w przypadku jednoczesnego zastosowania przedsiewnego zaprawiania ziaren i opryskiwania roślin preparatem grzybowym w okresie nalotu szkodnika na uprawę.

Literatura / References

- Adane K., Moore D., Archer S.A. 1996. Preliminary studies on the use of *Beauveria bassiana* to control *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) in the laboratory. J. Stored Prod. Res. 32 (2): 105–113.
- Akello J., Dubios T., Coyne D., Gold C.S., Kyamanywa S. 2007. Colonization and persistence of the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, in tissue culture of banana. Afr. Crop Sci. Conference Proc. 8: 857–861.
- Bartos M., Michalski T. 2006. Nasilenie objawów żerowania omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) na kukurydzy w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 46 (1): 284–292.
- Bereś P. 2006. Efekty chemicznego zwalczania omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) w południowo-wschodniej Polsce w latach 2003–2005. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 46 (2): 464–467.
- Bereś P.K. 2007. Szkodliwość omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) dla kukurydzy uprawianej w zmianowaniu i monokulturze. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (1): 184–187.
- Bereś P. 2008. Efekty biologicznego zwalczania omacnicy prosowianki (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) w południowo-wschodniej Polsce. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 48 (4): 1281–1284.
- Bereś P.K., Gabarkiewicz R. 2007. Podatność kukurydzy Bt oraz jej form wyjściowych na uszkodzenia powodowane przez omacnicę prosowiankę (*Ostrinia nubilalis* Hbn.). Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (4): 117–121.

- Bereś P.K., Kaniuczak Z., Tekiel A., Mrówczyński M., Pruszyński G., Paradowski A. 2007. Ochrona kukurydzy przed agrofagami w integrowanej produkcji. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 47 (4): 275–284.
- Bing L.A., Lewis L.C. 1993. Occurrence of entomopathogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin in different tillage regimes and in *Zea mays* L. and virulence towards *Ostrinia nubilalis* (Hübner). Agric. Ecosyst. Environ. 45: 147–156.
- Gomez-Vidal S., Lopez-Llorca L.V., Jansson H.B., Salinas J. 2006. Endophytic colonization of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) leaves by entomopathogenic fungi. Micron 37 (7): 624–632.
- Kaniuczak Z., Pruszyński S. (red.) 2007. Integrowana Produkcja Kukurydzy. Inst. Ochr. Roślin, Poznań, 78 ss.
- Krawczyk A., Miętkiewski R., Hurej M. 2006. Owadobójcze grzyby porażające mszyce żerujące na kukurydzy. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin 46 (2): 378–381.
- Lacey L.A., Frutos R., Kaya H.K., Vail P. 2001. Insect pathogens as biological control agents: do they have a future? Biol. Control 21: 230–248.
- Lewis C., Bruck D.J., Gunnarson R.D. 2002. On-farm evaluation of *Beauveria bassiana* for control *Ostrinia nubilalis* in Iowa, USA. BioControl 47 (2): 167–176.
- Shi W.B., Feng M.G. 2004. Lethal effect of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, and *Paecilomyces fumosoroseus* on the eggs of *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) with a description of a mite egg bioassay system. Biol. Control 30: 165–173.
- Smith S.M., Moore D., Oduor G.I., Wright D.J., Chandi E.A., Agano J.O. 2006. Effect of wood ash and conidia of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin on mortality of *Prostephanus truncatus* (Horn). J. Stored Prod. Res. 42: 357–366.
- Tefera T., Vidal S. 2009. Effect of inoculation method and plant growth medium on endophytic colonization of sorghum by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. BioControl 54 (5): 663–669.
- Vandenberg J.D., Jackson M.A., Lacey L.A. 1998. Relative efficacy of blastospores and aerial conidia of *Paecilomyces fumosoroseus* against the Russian wheat aphid. J. Invertebr. Pathol. 72 (2): 181–183.
- Vidal C., Osborne L.S., Lacey L.A., Fargues J. 1998. Effect of host plant on the potential of *Paecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for controlling the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in greenhouses. Biol. Control 12 (3): 191–199.
- Wagner B., Lewis L. 2000. Colonization of corn, *Zea mays*, by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. Appl. Environ. Microbiol. 66 (8): 3468–3473.
- Wraight S.P., Carruthers R.I., Jaronski S.T., Bradley C.A., Garza C.J., Galaini-Wraight S. 2000. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Paecilomyces fumosoroseus* for microbial control of the silverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii*. Biol. Control 17 (3): 203–217.