

## THE EFFECT OF SPINOSAD AND SELECTED SYNTHETIC INSECTICIDES ON THE GROWTH OF ENTOMOPATHOGENIC FUNGI *IN VITRO*

### Summary

The aim of this study was to assess the impact of spinosad (SpinTor 240 SC) formulation approved for use in organic farming, and two synthetic pyrethroids (Karate Zeon 050 CS and Sumi - Alpha 050 EC) on the growth of five species of entomopathogenic fungi: *Hirsutella nodulosa*, *Isaria farinosa*, *Isaria fumosorosea*, *Lecanicillium* sp. and *Metarhizium anisopliae*. Tested in a laboratory experiment insecticides added to the culture medium at the recommended field dose slightly affected the colony growth of investigated fungi. The fungus *Hirsutella nodulosa* was the most sensitive for the presence of insecticides in the culture medium, while the smallest sensitivity showed *Metarhizium anisopliae* and *Isaria fumosorosea*. Approved for use in organic farming insecticide SpinTor 240 SC, showed little toxicity to entomopathogenic fungi. Insecticide Sumi - Alpha 050 EC showed the most inhibitory effect on the growth of tested fungi.

**Key words:** spinosad, pyrethroids, entomopathogenic fungi

## WPLYW SPINOSADU ORAZ WYBRANYCH INSEKTYCYDÓW SYNTETYCZNYCH NA WZROST GRZYBÓW ENTOMOPATOGENICZNYCH W WARUNKACH *IN VITRO*

### Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu spinosadu (SpinTor 240 SC), preparatu dopuszczonego do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz dwóch syntetycznych pyretroidów (Karate Zeon 050 CS i Sumi - Alpha 050 EC) na wzrost kolonii pięciu gatunków grzybów owadobójczych: *Hirsutella nodulosa*, *Isaria farinosa*, *Isaria fumosorosea*, *Lecanicillium* sp. i *Metarhizium anisopliae*. Testowane w doświadczeniu laboratoryjnym insektycydy dodane do podłoża hodowlanego w zalecanej dawce połowej w nieznacznym stopniu wpływały na ograniczenie wzrostu kolonii badanych grzybów owadobójczych. Największą wrażliwością na obecność badanych insektycydów w podłożu hodowlanym, odznaczał się grzyb *Hirsutella nodulosa*, natomiast najmniejszą *Metarhizium anisopliae* i *Isaria fumosorosea*. Dopuszczony do stosowania w rolnictwie ekologicznym insektycyd SpinTor 240 SC, wykazał mało toksyczne działanie w stosunku do grzybów entomopatogenicznych. Najbardziej inhibitoryjne działanie na wzrost badanych grzybów wykazał insektycyd Sumi-Alpha 050 EC.

**Słowa kluczowe:** spinosad, pyretroidy, grzyby entomopatogeniczne

### 1. Wstęp

Jednym z systemów produkcji rolniczej prężnie rozwijającym się w ostatnim okresie w Polsce jest rolnictwo ekologiczne, które wymaga dostosowania się do ściśle określonych przepisów prawnych [4, 25]. Główną zasadą systemu ekologicznego jest zakaz stosowania chemicznych środków ochrony roślin. Zostały one zastąpione środkami pochodzenia biologicznego; wyciągami z roślin oraz preparatami na bazie bakterii, wirusów czy grzybów, a także ochroną poprzez wprowadzenie do środowiska żywych organizmów będących naturalnymi wrogami szkodników [26].

Jedną z substancji aktywnych dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym jest spinosad. Jest to produkt fermentacji bakteryjnej promieniowców *Saccharopolyspora spinosa* (*Actinomycetes*). W skład spinosadu wchodzi dwa metabolity - makrocycliczne laktony: spinosyn A i spinosyn D. Na świecie preparat ten z powodzeniem wykorzystywany jest do zwalczania szerokiej gamy szkodników [6, 11]. Jego stosowanie na terenie Polski jest ograniczone pomimo iż, przeprowadzone badania wykazały, że jego działanie owadobójcze może być skuteczniejsze od środków syntetycznych takich jak np. pyretroidy. Obecnie dopuszczone do obrotu handlowego są trzy produkty zawierające różne dawki spinosadu: Biospin 120 SC, SpinTor 240 SC i Spin Tor 480 SC.

Najpowszechniejszą metodą zwalczania agrofagów w konwencjonalnych uprawach roślin jest aplikacja chemicznych środków ochrony roślin. Jednak ich nadmierne stosowanie wiąże się z wieloma zagrożeniami wynikającymi z negatywnego oddziaływania tych substancji na środowisko i organizmy żywe.

Grzyby owadobójcze należą do naturalnych wrogów stawonogów pełniąc istotną rolę w procesach biocenotycznej regulacji populacji wielu gatunków owadów i roztoczy. Mikroorganizmy te są również wykorzystywane w formie biopreparatów w biologicznym zwalczaniu szkodników roślin, gdzie najszersze zastosowanie mają wirulentne szczepy anamorfo workowców (*Ascomycota*, *Hypocreales*) z rodzajów: *Beauveria*, *Hirsutella*, *Isaria*, *Lecanicillium* czy *Metarhizium*. Grzyby te należą również do grupy mikroorganizmów licznie zasiedlających środowisko glebowe i wywołujących w nim naturalne mikozy stawonogów [20, 21]. Dotychczasowe wyniki badań jednoznacznie wskazują, iż syntetyczne środki ochrony roślin stosowane w rolnictwie mogą wywierać negatywny wpływ na rozwój, potencjał infekcyjny i przeżywalność grzybów entomopatogenicznych [1, 2, 9, 19, 21]. Dlatego coraz powszechniej wprowadza się integrowany system ochrony roślin łączący w sobie elementy zwalczania chemicznego i biologicznego [12], gdzie istotnym zagadnieniem staje się poznanie wpływu środków ochrony roślin na grzyby owadobójcze.

Tab. 1. Charakterystyka izolatów grzybów wykorzystanych w doświadczeniu

Table 1. Characteristics of fungal isolates used in the experiment

Gatunek grzyba <i>Species of fungus</i>	Pochodzenie grzyba <i>The origin of the fungus</i>
<i>Hirsutella nodulosa</i>	wyzolowany z larw omacnicy prosowianki w miejscowości Krzeczowice koło Rzeszowa
<i>Isaria farinosa</i>	wyzolowany z poczwarki motyla znalezionej w ściółce leśnej w Biebrzańskim Parku Narodowym
<i>Isaria fumosorosea</i>	wyzolowany z gleby z sadu za pomocą larw <i>Galleria mellonella</i> - Polubicze (woj. lubelskie)
<i>Lecanicillium sp.</i>	wyzolowany z nieoznaczonego gatunku mszycy żerującej na jeżynie w miejscowości Golicie koło Siedlec
<i>Metarhizium anisopliae</i>	wyzolowany z gleby z sadu za pomocą larw <i>Galleria mellonella</i> - Polubicze (woj. lubelskie)

## 2. Cel badań

Celem badań była ocena wpływu spinosadu (SpinTor 240 SC), preparatu dopuszczonego do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz dwóch syntetycznych pyretroidów na wzrost wybranych gatunków grzybów owadobójczych w warunkach *in vitro*.

## 3. Materiał i metody badań

W warunkach laboratoryjnych zbadano wpływ trzech insektycydów: SpinTor 240 SC (spinosyn A + spinosyn D), Karate Zeon 050 CS (lambda- cyhalotryna), Sumi - Alpha 050 EC (esfenwalerat) na wzrost kolonii pięciu gatunków grzybów owadobójczych: *Hirsutella nodulosa*, *Isaria farinosa*, *Isaria fumosorosea*, *Lecanicillium sp.* i *Metarhizium anisopliae*. Izolaty grzybów, które oznaczono do gatunku na podstawie cech morfologicznych [7], pochodziły z kolekcji Zakładu Ochrony Roślin UPH w Siedlcach, a ich charakterystykę zamieszczono w tab. 1.

W trakcie doświadczenia izolaty grzybów hodowano na podłożu Sabouraud'a z dodatkiem wyżej wymienionych insektycydów. Insektycydy dodawano do uprzednio schłodzonego do temperatury 50°C podłoża hodowlanego w 3 dawkach: A - dawce 10-krotnie wyższej od zalecanej dawki polowej, B - zalecanej dawce polowej, C - dawce 10-krotnie niższej od zalecanej. Kolejne stężenia preparatów w podłożu uzyskano metodą rozcieńczeń. Kontrolę stanowiły kultury grzyba rosnące na pożywce bez dodatku insektycydów. Podłoża inokulowano fragmentami grzybni pochodzącymi z 2-tygodniowych kultur. Po inokulacji podłoża szalki Petriego umieszczano w inkubatorach w temperaturze ok. 22° C. Każdą kombinację wykonano w 4 powtórzeniach, a obserwację wzrostu kolonii prowadzono w odstępach 5 – dniowych, aż do 20 dnia, mierząc średnicę kolonii. Wyniki przedstawiono, jako wielkość średnicy kolonii wyrażoną w procentach w stosunku do kontroli.

## 4. Wyniki badań

Na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych stwierdzono, iż dodane do podłoża hodowlanego insektycydy w nieznacznym stopniu wpływały na wzrost kolonii pięciu badanych gatunków grzybów entomopatogenicz-

nych. Wzrost ten był uzależniony głównie od zastosowanego środka ochrony roślin, jego koncentracji w podłożu oraz gatunku grzyba.

Kolonie grzyba *Isaria farinosa* rosnące na podłożu z dodatkiem preparatów SpinTor 240 SC, Karate Zeon 050 CS i Sumi – Alpha 050 EC w zalecanej dawce polowej (B) w 20 dniu hodowli osiągnęły odpowiednio: 86,3%, 95,8% i 91,6% wielkości kolonii kontrolnych (tab.2.). W 5 dniu hodowli oparty na spinosadzie SpinTor 240 SC najsilniej ograniczał wzrost kolonii grzyba w dawce B o ponad 35% w stosunku do kontroli. W dawce 10-krotnie wyższej od zalecanej dawki polowej (A) SpinTor 240 SC i Karate Zeon 050 CS w 20 dniu hodowli o około 15 - 20% hamowały wzrost *I. farinosa*. Najbardziej toksycznym preparatem w tej dawce okazał się Sumi–Alpha 050 EC.

W początkowym okresie wzrostu (w 5 dniu hodowli) chemiczne pyretroidy (Karate i Sumi–Alpha) miały najsilniejsze inhibicyjne działanie, ograniczając wzrost kolonii o ponad 40%. Wszystkie insektycydy wprowadzone do podłoża w dawce 10-krotnie niższej od zalecanej (C) w minimalnym stopniu wpływały na wzrost grzyba.

Tab. 2. Wielkość kolonii grzyba *Isaria farinosa* na podłożach z dodatkiem badanych insektycydów (wyrażona w % w stosunku do kontroli).

Table 2. *Isaria farinosa* colony size on medium supplemented with investigated insecticides (expressed as % in relation to the control)

Nazwa insektycydu <i>Insecticide</i>	Dawka <i>Dose</i>	Dni obserwacji <i>Days of observation</i>			
		5	10	15	20
SpinTor 240 SC	A	89,5	88,9	81,8	86,3
	B	97,5	109,7	94,4	86,3
	C	95,7	107,6	92,7	95,6
Karate Zeon 050 CS	A	58,6	79,9	73,2	80,8
	B	98,8	109,4	91,9	95,8
	C	95,7	109,2	92,7	92,2
Sumi- Alpha 050 EC	A	58,6	74,7	65,5	68,2
	B	76,5	89,6	83,7	91,6
	C	92,6	93,8	89,1	93,8

A - dawka 10-krotnie wyższa od zalecanej - *dose 10 times higher than recommended*, B - zalecana dawka - *recommended dose*, C - dawka 10-krotnie niższa od zalecanej - *dose 10 times lower than recommended*

Testowane w doświadczeniu środki owadobójcze, dodane do podłoża hodowlanego w dawce zalecanej (B), w bardzo niewielkim stopniu wpływały na wzrost grzyba *Isaria fumosorosea*. W 20 dniu hodowli kolonie grzyba na pożywce z dawką zalecaną badanych preparatów (B) osiągały odpowiednio: 90, 99 i 96,9% wielkości kolonii kontrolnych (tab. 3). W dawce 10-krotnie wyższej od zalecanej (A) Karate Zeon i Sumi-Alpha w 10 dniu hodowli hamowały rozwój grzyba o około 20-30% w porównaniu z kontrolą, natomiast w 15 i 20 dniu ich inhibicyjny wpływ na rozwój grzyba był minimalny. W stężeniu 10-krotnie niższym od zalecanej dawki polowej (C), testowane insektycydy nie wywierały wpływu na wzrost kolonii *I. fumosorosea*.

W zalecanej dawce polowej (B) tylko Sumi-Alpha 050 EC wykazał nieznacznym hamujący wpływ na rozwój kolonii owadobójczego grzyba *Metarhizium anisopliae*, w 20 dniu hodowli ograniczając jego wzrost o 13,4% w porównaniu z kontrolą (tab. 4). Dawka zalecana dwóch pozostałych preparatów, nie miała żadnego wpływu na rozwój tego grzyba.

Tab. 3. Wielkość kolonii grzyba *Isaria fumosorosea* na podłożach z dodatkiem badanych insektycydów (wyrażona w % w stosunku do kontroli)

Table 3. *Isaria fumosorosea* colony size on medium supplemented with investigated insecticides (expressed as % in relation to the control)

Nazwa insektycydu <i>Insecticide</i>	Dawka <i>Dose</i>	Dni obserwacji <i>Days of observation</i>			
		5	10	15	20
SpinTor 240 SC	A	100,6	90,5	93,3	98,8
	B	101,7	91,5	89,5	90,0
	C	110,6	96,9	99,6	99,3
Karate Zeon 050 CS	A	63,9	81,4	96,5	107,6
	B	105,6	100,5	106,4	99,0
	C	109,4	100,0	102,5	96,7
Sumi-Alpha 050 EC	A	85,0	83,0	91,5	94,9
	B	106,7	100,8	99,3	96,9
	C	102,8	98,7	101,5	103,6

Tab. 4. Wielkość kolonii grzyba *Metarhizium anisopliae* na podłożach z dodatkiem badanych insektycydów (wyrażona w % w stosunku do kontroli)

Table 4. *Metarhizium anisopliae* colony size on media supplemented with investigated insecticides (expressed as % in relation to the control)

Nazwa insektycydu <i>Insecticide</i>	Dawka <i>Dose</i>	Dni obserwacji <i>Days of observation</i>			
		5	10	15	20
SpinTor 240 SC	A	91,2	92,1	92,2	92,9
	B	101,8	98,5	97,8	99,6
	C	108,2	102,3	104,7	102,9
Karate Zeon 050 CS	A	64,1	81,0	87,9	92,3
	B	98,8	99,1	99,8	96,3
	C	98,8	99,4	98,6	98,2
Sumi-Alpha 050 EC	A	43,5	40,2	52,4	70,4
	B	88,2	85,4	81,0	90,2
	C	92,9	96,2	77,5	98,5

Tab. 5. Wielkość kolonii grzyba *Lecanicillium* sp. na podłożach z dodatkiem badanych insektycydów (wyrażona w % w stosunku do kontroli)

Table 5. *Lecanicillium* sp. colony size on media supplemented with investigated insecticides (expressed as % in relation to the control)

Nazwa insektycydu <i>Insecticide</i>	Dawka <i>Dose</i>	Dni obserwacji <i>Days of observation</i>			
		5	10	15	20
SpinTor 240 SC	A	91,5	92,4	93,0	89,4
	B	91,5	95,7	97,6	97,5
	C	90,3	97,7	96,7	96,2
Karate Zeon 050 CS	A	73,3	79,4	83,1	84,1
	B	72,7	95,7	96,1	93,8
	C	99,4	97,3	97,4	96,7
Sumi-Alpha 050 EC	A	61,2	60,1	67,5	70,2
	B	78,8	88,0	88,4	89,0
	C	95,8	96,7	94,7	93,3

W dawce 10-krotnie wyższej od zalecanej (A) najbardziej toksyczny okazał się Sumi-Alpha 050 EC, który w 20 dniu hodowli hamował wzrost kolonii o około 40% w porównaniu z kontrolą. Silny inhibicyjny wpływ tego insektycydu na rozwój kolonii *M. anisopliae* w dawce A był obserwowany we wszystkich dniach prowadzonych obserwacji. Insektycydy dodane do podłoża Sabourauda w koncen-

tracji 10-krotnie niższej od zalecanej dawki połowej (C) nie wpływały ujemnie na wzrost *M. anisopliae*, a w przypadku preparatu SpinTor 240 SC obserwowano nawet lekką stymulację wzrostu w porównaniu z kontrolą.

Badane insektycydy, okazały się bezpieczne dla grzyba *Lecanicillium* sp. W zalecanej dawce połowej (B) tylko preparat Sumi-Alpha 050 EC w 20 dniu obserwacji o około 10% ograniczał wzrost kolonii grzyba w stosunku do kontroli (tab. 5). Najbardziej inhibicyjny wpływ w początkowym okresie wzrostu kolonii grzyba wykazywał Karate Zeon 050 CS, który w 5 dniu hodowli hamował jego wzrost o ponad 35% w porównaniu z kontrolą. Sumi-Alpha 050 EC dodany do podłoża w koncentracji 10-krotnie wyższej od zalecanej (A), ograniczał wzrost kolonii *Lecanicillium* sp. od 40 do 60% w zależności od terminu obserwacji. W 20 dniu hodowli kolonie grzyba *Lecanicillium* sp. rosące na podłożach z dodatkiem insektycydów Spin Tor 240 SC i Karate Zeon 050 CS w koncentracji 10-krotnie wyższej od zalecanej dawki połowej (A) były mniejsze od kultur kontrolnych o 10-15%.

Grzyb *Hirsutella nodulosa* wykazał największą wrażliwość na obecność badanych insektycydów w podłożu hodowlanym. Na podłożach z dodatkiem zalecanej dawki połowej (B) Sumi-Alpha 050 EC i SpinTor 240 SC, kolonie *H. nodulosa* osiągały w 20 dniu odpowiednio 67,4% i 72,3% wielkości kolonii kontrolnych (tab. 6). Karate Zeon 050 SC w tej dawce ograniczył wzrost grzyba o 14-15%. Wszystkie testowane insektycydy dodane do podłoża w koncentracji 10-krotnie wyższej od zalecanej dawki połowej (A) miały silne inhibicyjne oddziaływanie na wzrost grzyba. W 20 dniu hodowli kolonie *H. nodulosa* na pożywkach z dodatkiem insektycydów SpinTor 240 SC, Karate Zeon 050 CS i Sumi-Alpha 050 EC w dawce A, osiągały odpowiednio 53,9%, 58,4% i 34,5% średnicy kultur kontrolnych. W 5 dniu hodowli na podłożach z preparatem SpinTor 240 SC i Sumi-Alpha 050EC w najwyższej dawce odnotowano jedynie ślady wzrostu grzyba.

Tab. 6. Wielkość kolonii grzyba *Hirsutella nodulosa* na podłożach z dodatkiem badanych insektycydów (wyrażona w % w stosunku do kontroli)

Table 6. *Hirsutella nodulosa* colony size on media supplemented with investigated insecticides (expressed as % in relation to the control)

Nazwa insektycydu <i>Insecticide</i>	Dawka <i>Dose</i>	Dni obserwacji <i>Days of observation</i>			
		5	10	15	20
SpinTor 240 SC	A	s.w.	43,6	48,1	53,9
	B	80,6	63,6	71,4	72,3
	C	73,5	78,2	87,6	89,9
Karate Zeon 050 CS	A	71,7	44,5	51,4	58,4
	B	68,1	64,5	82,7	86,1
	C	73,5	87,3	86,5	88,4
Sumi-Alpha 050 EC	A	s.w.	28,2	36	34,5
	B	75,3	50,9	58,9	67,4
	C	69,9	86,4	94,1	91,8

s.w. – ślady wzrostu – signs of growth

## 5. Dyskusja

Rolnictwo ekologiczne jest technologią produkcji, w której nie stosuje się syntetycznych środków produkcji takich jak nawozy mineralne czy pestycydy. Głównym założeniem ochrony roślin w tym systemie gospodarowania jest ograniczanie występowania agrofagów poprzez wszelkiego

rodzaju działania profilaktyczne polegające na doborze odpowiedniego stanowiska, stosowanie właściwego płodozmianu oraz wykorzystanie metod agrotechnicznych, mechanicznych i biologicznych, a także stymulowanie roślin do wytwarzania substancji obronnych oraz stwarzanie odpowiednich warunków do rozwoju organizmów pożytecznych [13]. W przeprowadzonym doświadczeniu laboratoryjnym porównano wpływ insektycydu SpinTor 240 SC, zawierającego spinosad i dopuszczonego do stosowania w uprawach ekologicznych, z dwoma pyretroidami (Karate Zeon 050 CS i Sumi-Alpha 050 EC), które są powszechnie stosowane do zwalczania szkodliwych owadów w konwencjonalnych i integrowanych programach ochrony roślin.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, iż dodane do podłoża hodowlanego insektycydy w dawce zalecanej w nieznacznym stopniu wpływały na wzrost kolonii pięciu badanych gatunków grzybów entomopatogenicznych. Wpływ insektycydów na rozwój kolonii badanych grzybów uzależniony był od rodzaju zastosowanego środka ochrony roślin, jego koncentracji w podłożu i gatunku grzyba. Dotychczas prowadzone w warunkach *in vitro* badania wykazały, że poszczególne gatunki grzybów, a niekiedy nawet poszczególne szczepy w obrębie gatunku, charakteryzują się zróżnicowaną wrażliwością na środki ochrony roślin [2, 10, 16, 20, 21, 27].

Jak wykazał w swoich badaniach Tkaczuk [20] owadobójczy grzyb *I. fumosorosea* był najbardziej odporny na działanie syntetycznych środków ochrony roślin - spośród badanych czterech gatunków grzybów entomopatogenicznych. Fakt ten pozwala zakładać, że może on być dobrym kandydatem do łącznego stosowania z pestycydami w integrowanych programach ochrony roślin (IPM), w których dąży się do minimalizacji niekorzystnych efektów ubocznych zastosowanych agrochemikaliów [8, 15]. Przeprowadzone przez nas badania wykazały również, że grzyby *I. fumosorosea* i *M. anisopliae* były stosunkowo najmniej wrażliwe na testowane insektycydy co potwierdza ich przydatność do stosowania zarówno w ekologicznych, jak i integrowanych systemach ochrony roślin. Według Bajan i Kmitowej [2] stosowane w Polsce pestycydy nie eliminują grzybów owadobójczych ze środowiska, choć niektóre z nich mogą ograniczać wzrost lub osłabiać ich patogeniczność. Analiza wyników licznych badań wskazuje wyraźnie na stosunkowo niską toksyczność insektycydów i średni inhibicyjny wpływ herbicydów na wzrost grzybów owadobójczych w warunkach *in vitro*. Najbardziej negatywny wpływ na te mikroorganizmy wywierają fungicydy [1, 5, 18, 21, 27].

Przeprowadzone przez nas badania potwierdziły niską toksyczność testowanych insektycydów w stosunku do grzybów entomopatogenicznych. Badane w doświadczeniu insektycydy w niewielkim stopniu wpływały na wzrost grzyba z rodzaju *Lecanicillium*. Jest to o tyle istotna informacja, że grzyby z tego rodzaju są dość powszechnie stosowane w formie biopestycydów (preparaty Mycotal i Vertalec) do zwalczania licznej grupy szkodników (m.in. mszyce, wciornastki, mączliki), zwłaszcza w uprawach pod osłonami [17].

Najbardziej wrażliwym gatunkiem na obecność w podłożu testowanych insektycydów był grzyb *Hirsutella nodulosa*. Według Tkaczuka i in. [22] oraz Tkaczuka i Miętkiewskiego [23] akarycydy wykazują mniejszą toksyczność w odniesieniu do *H. nodulosa* niż preparaty owadobójcze. Autorzy stwierdzili, iż wszystkie testowane w doświadcze-

niu insektycydy dodane do podłoża hodowlanych w koncentracji 10-krotnie wyższej od zalecanej dawki polowej miały silne inhibicyjne oddziaływanie na wzrost grzyba. Tkaczuk i Miętkiewski [23] badając wpływ różnych środków ochrony roślin na grzyby z rodzaju *Hirsutella* izolowane z fitofagicznych roztoczy wykazali, że insektycyd Zolone 350 EC oraz akarycydy Mitac 200 EC i Nissorun 050 EC dodane do podłoża hodowlanego w koncentracji 10-krotnie wyższej od zalecanej dawki polowej – całkowicie hamowały wzrost wszystkich badanych gatunków grzybów. Badany przez nas izolat *H. nodulosa*, pozyskany z gąsienic omacnicy prosowianki, był zdecydowanie bardziej odporny na obecność insektycydów w podłożu hodowlanym w dawce 10-krotnie wyższej od zalecanej dawki polowej.

Grupa preparatów pochodzenia biologicznego, do których zalicza się badany w niniejszej pracy insektycyd SpinTor 240 SC, coraz powszechniej znajduje zastosowanie w ekologicznej i integrowanej ochronie roślin, co ściśle wiąże się z wejściem w życie rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 [14], w którym stwierdza się że w integrowanej ochronie roślin priorytetowo należy traktować niechemiczne oraz naturalne rozwiązania alternatywne [24].

Insektycyd SpinTor 240 SC, oparty na spinosadzie, jest produktem fermentacji bakteryjnej bakterii *Saccharopolyspora spinosa* (*Actinomycetes*) należących do promieniowców. Wykazuje on działanie wgłębne na roślinach, jako substancja owadobójcza działa kontaktowo i przede wszystkim żołądkowo. Ze względu na specyfikę działania w organizmie owada zaliczany jest do insektycydów blokujących kanały chlorkowe [3].

W dostępnej literaturze przedmiotu nie ma informacji na temat oddziaływania tego insektycydu na grzyby owadobójcze. Preparat ten wykazał mało toksyczne działanie w stosunku do testowanych gatunków grzybów entomopatogenicznych. Jest to istotna informacja z punktu widzenia praktyki ochrony roślin przed szkodnikami, zwłaszcza w gospodarstwach ekologicznych, gdyż środek ten umieszczony jest na liście preparatów dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Sapięha-Waszkiewicz i in. [15] badając wpływ biotechnicznych (proekologicznych) preparatów Bioczos S i Biosept 33 SL na wzrost kolonii grzybów owadobójczych stwierdziła, iż środki te w niewielkim stopniu hamowały wzrost badanych grzybów w warunkach laboratoryjnych.

## 6. Wnioski

1. Testowane w doświadczeniu laboratoryjnym insektycydy SpinTor 240 SC, Karate Zeon 050 CS i Sumi-Alpha 050 EC dodane do podłoża hodowlanego w zalecanej dawce polowej w nieznacznym stopniu wpływały na ograniczenie wzrostu kolonii badanych grzybów owadobójczych.
2. Największą wrażliwością na obecność badanych insektycydów w podłożu hodowlanym, odznaczał się grzyb *Hirsutella nodulosa*, natomiast najmniejszą *Metarhizium anisopliae* i *Isaria fumosorosea*.
3. Najbardziej inhibicyjne działanie spośród testowanych preparatów w stosunku do badanych grzybów wykazał insektycyd Sumi – Alpha 050 EC.
4. Dopuszczony do stosowania w rolnictwie ekologicznym insektycyd SpinTor 240 SC, wykazał mało toksyczne działanie w stosunku do wyizolowanych gatunków grzybów entomopatogenicznych.

## 7. Bibliografia

- [1] Andalo V., Moino A., Santa-Cecilia L.V.S., Souza G.C.: Compatibility of *Beauveria bassiana* with chemical pesticides for the control of the coffee root mealybug *Dysmicoccus texensis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). *Neotropical Entomology*, 2004, 33: 463-467.
- [2] Bajan C., Kmitowa K.: Trzydzieści lat badań nad grzybami owadobójczymi w Instytucie Ekologii PAN. *Polish Ecological Studies*, 1997, 23 (3-4): 133-154.
- [3] Ciesielska J., Malusà E., Sas-Pasz L.: Środki ochrony roślin stosowane w rolnictwie ekologicznym., Egzemplarz bezpłatny współfinansowany przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka Kontrakt N, 2011, UDA-POIG. 01.03.01-10-109/08-00.
- [4] Dąbrowski Z.T.: Systemy kontroli – integrowana uprawa i ochrona roślin (UIOR), a wymagania konsumentów. *Progres in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin*, 2004, 43 (1): 94-101.
- [5] Er K.M., Gökce A.: Effects of selected pesticides used against glasshouse tomato pests on colony growth and conidial germination of *Paecilomyces fumosoroseus*. *Biological Control*, 2004, 31: 398-404.
- [6] Fang L., Subramanyam B.: Activity of spinosad against adults of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae) is not affected by wheat temperature and moisture. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 2003, 76: 529-532.
- [7] Goetel M.S., Ingelis G.D.: Fungi: Hyphomycetes. p. 213-249. In: "Manual of Techniques in Insect Pathology" (L. Lacey, ed.). Academic Press. London, 1997, 409 pp.
- [8] Kowalska J., Drożdżyński D.: Spinosad jako insektycyd w rolnictwie ekologicznym- możliwości stosowania i monitoring pozostałości., *Proceedings of ECoPole*, 2009, 3 (1): 71-75.
- [9] Li W., Fang X.F., Sheng C.F.: Impact of sixteen chemical pesticides on conidial germination of two entomophthoralean fungi: *Conidiobolus thromboides* and *Pandora nouryi*. *Bio-control Science and Technology*, 2004, 14: 737-741.
- [10] Miętkiewski R., Sapięha A., Miętkiewska Z.: Wzrost grzybów owadobójczych na pożywkach zawierających herbicydy stosowane w sadownictwie. *Acta Mycologica* 1990, 25 (2): 35-50.
- [11] Płuciennik Z., Olszak R.W.: Spinosad w zwalczaniu niektórych szkodników w sadach. *Progres in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin*, 2005, 45 (2): 1004- 1008.
- [12] Robak J., Sobolewski J.: Kompleksowa ochrona pomidora w uprawie pod osłonami przed mączniakiem prawdziwym i zarazą ziemniaka z wykorzystaniem środków naturalnych pochodzenia roślinnego. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 2011, 51 (4): 1799-1802.
- [13] Runowski H.: Rolnictwo ekologiczne – rozwój czy regres? *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria G*, 2009, 96(4): 182-193.
- [14] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczące wprowadzenia do obrotu środków ochrony roślin i uchylające dyrektywę Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L 309).
- [15] Sapięha-Waszkiewicz A., Miętkiewski R., Marjańska-Cichoń B., Żurek M.: Reakcja grzybów owadobójczych na fungicydy pochodzenia roślinnego i syntetycznego *in vitro*. *Acta Agrobotanica*, 2005, 58 (1): 101-111.
- [16] Sapięha-Waszkiewicz A., Marjańska-Cichoń B., Miętkiewski R.: Porównanie wpływu preparatów biotechnicznych Bioczos S, Biosept 33 SL i syntetycznych pestycydów na kiełkowanie zarodników grzybów owadobójczych. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 2010, 43: 117-125.
- [17] Sierpińska A., Tkaczuk C., Skrzecz I.: Rola badań nad entomopatogenami w rozwoju biologicznych metod ochrony roślin. W: *Kierunki rozwoju patologii owadów w Polsce* (I. Skrzecz, A. Sierpińska, red.). Wyd. IBL, 2012, 13-29.
- [18] Teodorova S.I., Coderre D., Duchesne R.M., Côté J.C.: Compatibility of *Beauveria bassiana* with selected fungicides and herbicides. *Environmental Entomology*, 1998, 27: 427-433.
- [19] Tkaczuk C.: Wpływ wybranych pestycydów stosowanych w ochronie sadów na wzrost grzybów owadobójczych. *Biuletyn Naukowy*, 2001, 12: 375-383.
- [20] Tkaczuk C.: Występowanie i potencjał infekcyjny grzybów owadobójczych w glebach agrocenoz i środowisk seminaturalnych w krajobrazie rolniczym., *Wydawnictwo Akademii Podlaskiej, Rozprawa naukowa*, 2008, nr 94: 1605
- [21] Tkaczuk C., Krzyczkowski T., Głuszcak B., Król A. Wpływ wybranych środków ochrony roślin na wzrost kolonii i kiełkowanie zarodników owadobójczego grzyba *Beauveria bassiana* (Bals.) Viull. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 2012, 52 (4): 969-974.
- [22] Tkaczuk C., Łabanowska B.H., Miętkiewski R.: Wpływ środków ochrony roślin na wzrost grzyba *Hirsutella nodulosa* (Petch) – patogena roztocza truskawkowca (*Phytonemus pallidus* ssp. *fragariae* Zimm.). *Journal of Friut and Ornamental Plant Research*, 2004, 12: 119-126.
- [23] Tkaczuk C., Miętkiewski R.: Effect of selected pesticides on the growth of fungi from *Hirsutella* genus isolated from phytophagous mites. *Journal of Plant Protection Research*, 2005, 45 (3): 171-179.
- [24] Tomalak M.: Rynek biologicznych środków ochrony roślin i przepisy legislacyjne., *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 2010, 50 (3): 1053-1063.
- [25] Tomalak M., Sosnowska D., Lipa J.J.: Czynniki biologiczne w integrowanej ochronie roślin. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin*, 2011, 51 (4): 1776-1786.
- [26] Toruński J., Król S.: Rolnictwo ekologiczne – szansa dla polskich gospodarstw rodzinnych. [W:] *Rola i miejsce gospodarstw rodzinnych w systemie rolnictwa polskiego i europejskiego*. ATR, Bydgoszcz, 2001.
- [27] Väinänen I., Hokkanen H.: Effect of pesticides on four species of entomopathogenic fungi *in vitro*. *Annales Agricol-turae. Fenniae*, 1988, 27: 345-353.

## Podziękowanie

Autorzy składają podziękowania Panu dr. Pawłowi Beresowi z Terenowej Stacji Doświadczalnej Instytutu Ochrony Roślin – PIB w Rzeszowie za udostępnienie izolatu grzyba *Hirsutella nodulosa* pozyskanego z gąsienic omacnicy prosowianki.