



Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy

## SPRAWOZDANIE

*z przeprowadzonych w 2022 r. badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w zakresie upraw polowych metodami ekologicznymi, pt.:*

**Uprawy polowe metodami ekologicznymi: badania w zakresie możliwości zastosowania dopuszczonych w rolnictwie ekologicznym środków do celów zaprawiania nasion roślin rolniczych oraz jako nawozów o działaniu dolistnym**

Kierownik tematu: dr Beata Wasilewska-Nascimento

Wykonawcy:

dr Piotr Barbaś

dr Dominika Boguszevska-Mańkowska

mgr Milena Pietraszko

dr Cezary Trawczyński

dr hab. inż. Krystyna Zarzyńska

pracownicy techniczni

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 kwietnia 2022 r. (pismo DEJ.re.027.2.2022).

## Wstęp i cel badań

Ekologiczna produkcja ziemniaka mierzy się z wieloma wyzwaniami. Jedną z głównych barier w uprawie ziemniaka w systemie ekologicznym jest ograniczona dostępność preparatów skutecznie zwalczających agrofagi.

Dostępne w Polsce preparaty do zwalczania stonki ziemniaczanej w ekologicznej uprawie ziemniaka efektywnie kontrolują liczebność larw we wczesnych stadiach rozwojowych. Poszukiwane są preparaty alternatywne skutecznie eliminujące też pozostałe stadia rozwojowe, preparaty służące do zaprawiania bulw, które może okazać się prostsze i skuteczniejsze niż opryskiwanie.

W warunkach naturalnych grzyby owadobójcze zasiedlają glebę, z której mogą być izolowane metodą owada pułapkowego. W zadaniu 1 „Analiza jakościowa i ilościowa grzybów owadobójczych w ekologicznej uprawie ziemniaka” zaplanowano porównanie obecności grzybów owadobójczych w ekologicznej uprawie ziemniaka w różnych punktach pola. Szczególną uwagę zwrócono na obecność tych grzybów na obrzeżach graniczących z roślinami płodozmianu, w środku pola oraz w bliskości zadrzewienia śródpolnego. Porównano zasiedlenie grzybami owadobójczymi w uprawie ekologicznej i konwencjonalnej.

Grzyby owadobójcze mogą wnikać w tkanki roślin stymulując ich wzrost a także indukując ich odporność na patogeny i szkodniki. Zadanie 2 „Badanie reakcji roślin ziemniaka na inokulację zarodnikami *Beauveria bassiana*” polegało na wysadzeniu w warunkach polowych bulw ziemniaka zaprawionych zarodnikami szczepu występującego w warunkach naturalnych w glebie w Jadwisinie. Obserwacjom poddano wzrost i rozwój roślin w okresie wegetacji. Szczególną uwagę zwrócono na zasiedlanie roślin przez stonkę ziemniaczaną oraz patogeny: *Phytophthora infestans* oraz *Alternaria* spp. Została przeprowadzona pozbiorowa ilościowa i jakościowa ocena plonu.

W warunkach naturalnych grzyby owadobójcze porażają wiele owadów, m.in. stonkę ziemniaczaną, a w szczególności te jej stadia rozwojowe, które przebywają w glebie, czyli poczwarki i zimujące dorosłe osobniki. Zadanie 3 „Patogeniczność rodzimych szczepów *Beauveria* spp. w odniesieniu do poszczególnych stadiów rozwojowych stonki ziemniaczanej” realizowano w warunkach laboratoryjnych. Śmiertelność wszystkich faz rozwojowych oraz intensywność żerowania owada obserwowano po zastosowaniu zarodników *Beauveria* sp. w dwóch stężeniach. Efektywność zastosowania szczepu *B. bassiana* porównano z efektywnością

najbardziej powszechnego preparatu do zwalczania stonki ziemniaczanej w uprawie ekologicznej- spinosadu.

Należy odnotować brak dostępnych biopestycydów opartych na grzybach owadobójczych do stosowania na plantacji ziemniaka. Dalsze prace badawcze powinny iść w kierunku rozwiązań technologicznych umożliwiających aplikowanie preparatów grzybowych w uprawie polowej. Jednym z takich rozwiązań może być użycie zarodników grzybowych do zaprawiania bulw.

Celem prowadzonych badań była:

1. Ocena jakościowa i ilościowa zasiedlenia gleby w ekologicznej i konwencjonalnej uprawie ziemniaka przez grzyby owadobójcze z rodzajów *Beauveria*, *Metarhizium* i *Isaria*;
2. Ocena wpływu endofitycznych właściwości *B. bassiana* na wzrost i rozwój roślin ziemniaka oraz na wielkość i jakość plonu;
3. Ocena wpływu *B. bassiana* na presję agrofagów okresu wegetacji, takich jak stonka ziemniaczana, *P. infestans* i *Alternaria* spp.;
4. Ocena patogeniczności rodzimego szczepu *B. bassiana* w stosunku do poszczególnych stadiów rozwojowych stonki ziemniaczanej.

## **Zadanie 1. Analiza jakościowa i ilościowa grzybów owadobójczych w ekologicznej uprawie ziemniaka**

### Metodyka prowadzonych prac

Materiałem do badań były próby gleby pobierane w trzech fazach rozwojowych roślin ziemniaka odmiany Gardena: pełnia wschodów (13.06.22), kwitnienie (11.07.22), bulwy dojrzałe do zbioru (07.09.22). Próby gleby pochodziły z ekologicznej uprawy, gdzie zostały pobrane w trzech różnych punktach pola: na obrzeżach plantacji graniczących z roślinami płodozmianu (sąsiedztwo zbóż), w środku pola oraz w bliskości zadrzewienia śródpolnego. Dla porównania próby gleby były pobierane również w środkowej części uprawy ziemniaka w systemie konwencjonalnym. Próby pobierano przy użyciu laski Egnera do głębokości 15 cm.

W warunkach laboratoryjnych gleba była umieszczona w sterylnych szalkach Petriego o średnicy 11 cm (po cztery szalki na każdy punkt poboru prób). Grzyby owadobójcze były izolowane metodą owada pułapkowego z wykorzystaniem larw barciaka większego (*Galleria*

*mellonella*). W każdej szalce z glebą znajdowało się 6 larw L3. Ich śmiertelność była kontrolowana w odstępach 2-dniowych, aż do uzyskania 100% larw martwych. Martwe larwy dezynfekowano w 70% roztworze alkoholu etylowego oraz 1% roztworze podchlorynu sodu. Po dwukrotnym opłukaniu w destylowanej wodzie i osuszeniu na bibule filtracyjnej umieszczano je pojedynczo w szalkach Petriego z wilgotną bibułą. Grzyby porastające ciała martwych osobników były następnie hodowane na pożywce PDA w celu identyfikacji. Morfologiczna identyfikacja poszczególnych gatunków została przeprowadzona przy użyciu mikroskopu optycznego.

Dodatkowo określono zawartość wody w pobranych próbach gleby metodą suszarkowo-wagową oraz z wykorzystaniem sondy TDR.

### Wyniki

W próbach gleby wykazano obecność grzybów owadobójczych, takich jak *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (Ascomycota: Hypocreales) i *Metarhizium robertsii* (Metchnikoff) Sorokin (Ascomycota: Hypocreales). Nie odnotowano występowania grzybów z rodzaju *Isaria*. Oba wyizolowane gatunki wystąpiły w glebie pobranej w środkowej części pola zarówno w uprawie ekologicznej jak i konwencjonalnej. Śmiertelność larw *G. mellonella* wywołana porażeniem *B. bassiana* była wyższa w glebie pochodzącej z uprawy konwencjonalnej w okresie wschodów o 24,4% i niższa o 8,5% w fazie bulw dojrzałych do zbioru w porównaniu do uprawy ekologicznej (tab. 1.1). W okresie kwitnienia roślin ziemniaka 100% larw umieszczonych w próbach glebowych pochodzących z pola w systemie konwencjonalnym zostało porażonych przez *B. bassiana*. Nie odnotowano obecności *B. bassiana* w glebie pobranej w tym czasie na polu w systemie ekologicznym. Natomiast 100% śmiertelność larw przejawiających infekcję grzybową spowodował rodzaj *Metarhizium*. Grzyb ten był częściej izolowany w trzech badanych punktach pola ekologicznego niż rodzaj *Beauveria*.

Ponadto na obrzeżach pola graniczących ze zbożem nie odnotowano obecności *B. bassiana* w próbach gleby pobranych podczas wschodów oraz w fazie bulw dojrzałych do zbioru.

Uwagę zwraca obecność nicieni owadobójczych we wszystkich próbach glebowych z wyjątkiem prób pobranych w bliskości zadrzewienia śródpolnego podczas wschodów roślin ziemniaka. Największą (70%) śmiertelność larw barciaka większego wywołaną porażeniem nicieniami uzyskano w glebie pochodzącej z uprawy konwencjonalnej w okresie zbioru ziemniaków (tab. 1.1).

Tab. 1.1 Średnia śmiertelność larw *Galleria mellonella* (%) wywołana grzybami i nicieniami owadobójczymi

Czynnik chorobowy	System produkcji ziemniaków											
	Ekologiczny									Konwencjonalny		
	bliskość zadrzewienia śródpolnego			środek pola			obrzeża plantacji graniczące ze zbożem			środek pola		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
<i>Beauveria bassiana</i>	21,4	33,6	30,0	4,8	0,0	23,5	0,0	10,0	0,0	29,2	53,8	15,0
<i>Metarhizium robertsii</i>	57,1	52,4	20,0	33,4	78,6	41,2	59,1	15,0	78,9	33,4	0,0	10,0
Ogółem	<b>78,5</b>	<b>85,8</b>	<b>50,0</b>	<b>38,2</b>	<b>78,6</b>	<b>64,7</b>	<b>59,1</b>	<b>25,0</b>	<b>78,9</b>	<b>62,6</b>	<b>53,8</b>	<b>25,0</b>
Nicienie	0,0	9,5	45,0	61,8	21,4	29,4	22,7	40,0	21,1	37,4	15,4	70,0
Inny	21,5	4,7	5,0	0,0	0,0	5,9	18,2	35,0	0,0	0,0	30,8	5,0

a - pełnia wschodów; b - kwitnienie; c - bulwy dojrzałe do zbioru

Zawartość wody w glebie ulegała zmianie w poszczególnych fazach rozwoju roślin. Najwyższą jej wartość odnotowano podczas kwitnienia roślin ziemniaka a najniższą w fazie bulw dojrzałych do zbioru we wszystkich punktach pola (tab. 1.2). W okresie kwitnienia wykazano silną zależność liniową liczby porażonych larw barciaka większego przez *B. bassiana* od wilgotności gleby ( $r=0,99$ ;  $r^2=0,98$ ;  $p=0,003$ ). Zawartość wody w glebie miała również istotny wpływ na porażenie larw *G. mellonella* zarodnikami obu wyizolowanych gatunków grzybów owadobójczych na redlinach znajdujących się przy zadrzewieniu śródpolnym ( $r=0,99$ ;  $r^2=0,99$ ;  $p=0,035$ ).

Tab. 1.2 Zawartość wody w glebie (%) w wybranych punktach pola ekologicznego i w uprawie konwencjonalnej określona metodą suszarkowo-wagową

Pomiar	System produkcji ziemniaków											
	Ekologiczny									Konwencjonalny		
	bliskość zadrzewienia śródpolnego			środek pola			obrzeża plantacji graniczące ze zbożem			środek pola		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Zawartość wody (%)	8,04	9,52	3,73	4,83	7,43	2,45	5,17	7,77	1,63	7,84	10,83	3,28

a - pełnia wschodów; b - kwitnienie; c - bulwy dojrzałe do zbioru

## **Zadanie 2. Badanie reakcji roślin ziemniaka na inokulację zarodnikami *Beauveria bassiana***

### Metodyka prowadzonych prac

W badaniach wykorzystano rodzimy szczep *B. bassiana* wyizolowany w Jadwisinie w roku 2021 z martwego osobnika stonki ziemniaczanej. Grzyb był hodowany na pożywce PDA. Zawiesina zarodników zmieszana z talkiem została użyta do zaprawiania bulw ziemniaków dwóch odmian: wczesnej - Gwiazda i średnio wczesnej – Gardena. Zaprawianie bulw wykonano ręcznie tuż przed sadzeniem. W doświadczeniach badano następujące kombinacje: 1 - kontrola (bulwy zaprawiane wodną zawiesiną talku), 2 - bulwy traktowane zarodnikami *B. bassiana* w stężeniu  $10^6$  jtk/ml, 3 - bulwy traktowane zarodnikami *B. bassiana* w stężeniu  $10^8$  jtk/ml. Doświadczenie w układzie bloków losowych prowadzono na polu ekologicznym w Jadwisinie na 30 roślinach w każdej kombinacji i w trzech powtórzeniach.

Ocenić podlegały reakcje roślin na poziomie morfologiczno-fizjologicznym podczas całego okresu wegetacji. Mierzone były następujące parametry: wysokość roślin, masa łodyg, masa liści i wielkość ich powierzchni, indeks zazielenienia liści (SPAD) oraz wskaźnik pokrycia gleby przez listowie (LAI). Po zbiorze przeprowadzono ocenę plonu pod względem ilościowym i jakościowym.

Wykonana została również ocena presji agrofagów (stonki ziemniaczanej, *P. infestans* i *Alternaria* spp.) w okresie wegetacji. Obserwacje były prowadzone co 10 dni na 10 roślinach w poszczególnych wariantach w trzech powtórzeniach. Liczono ilość złożeń jaj oraz ilość osobników stonki ziemniaczanej żerujących na liściach. Ocena porażenia patogenami została przeprowadzona przy użyciu zmodyfikowanej 9 - stopniowej skali wg. Roztropowicza (1999), gdzie 9 oznacza brak objawów porażenia, 8 - plamy na 2 liściach, 7 - na porażonej roślinie ok. 9 liści z objawami, 6 – objawy występują na ok. 20% liści każdej rośliny, 5 - objawy występują na ok. 50% liści każdej rośliny, 4 - objawy występują na ok. 80% liści każdej rośliny, 3 – bez objawów tylko pojedyncze liście na roślinie, 2 – rośliny bardzo silnie porażone, pojedyncze zielone liście, 1 – wszystkie liście zniszczone, pędy zasychające lub zaschnięte.

## Wyniki

Użyte w zadaniu odmiany ziemniaka różnie reagowały na inokulację zarodnikami *B. bassiana*.

Zastosowany szczep działał stymulująco na wzrost i rozwój roślin odmiany Gardena (tab. 2.1). W obu stężeniach zarodników odnotowano zwiększenie wysokości roślin, masy łodyg oraz masy i powierzchni liści w stosunku do roślin kontrolnych. Zwiększeniu uległ również wskaźnik LAI. Większy wskaźnik SPAD (średnia z 7 pomiarów) w stosunku do kontroli odnotowano po zastosowaniu zarodników *B. bassiana* w stężeniu  $10^8$  jtk/ml.

Tab. 2.1 Wybrane średnie parametry morfologiczno-fizjologiczne w przeliczeniu na roślinę (odmiana Gardena)

Stężenie zarodników (jtk/ml)	Wysokość roślin (cm)	Masa łodyg (g)	Masa liści (g)	Powierzchnia liści (cm <sup>2</sup> )	SPAD (średnia z 7 pomiarów)	LAI
0	37,0	114,2	299,2	4915,7	34,3	2,0
$10^6$	38,7	117,5	316,7	5670,0	34,2	2,3
$10^8$	40,3	131,7	362,5	5863,5	35,9	2,4

Oceniono średni plon z rośliny. Zastosowanie zaprawy w formie zarodników grzyba z rodzaju *Beauveria* wpłynęło na jego nieznaczny wzrost (tab. 2.2). Zabieg nie miał istotnego wpływu na strukturę plonu odmiany Gardena.

Tab. 2.2 Ocena plonu - średnie parametry z rośliny (odmiana Gardena)

Stężenie zarodników (jtk/ml)	Plon (g)	Struktura plonu bulw (%)			
		<35mm	35-50mm	51-60mm	>60mm
0	960,0	2,2	40,7	31,9	25,2
$10^6$	1024,5	4,4	42,7	35,1	17,8
$10^8$	994,7	3,8	46,4	25,3	24,5

W przypadku odmiany Gwiazda odnotowano stymulujący wpływ *B. bassiana* na rośliny przy zastosowaniu wyższego stężenia zarodników (tab. 2.3).

Tab. 2.3 Wybrane średnie parametry morfologiczno-fizjologiczne w przeliczeniu na roślinę (odmiana Gwiazda)

Stężenie zarodników (jtk/ml)	Wysokość roślin (cm)	Masa łodyg (g)	Masa liści (g)	Powierzchnia liści (cm <sup>2</sup> )	SPAD (średnia z 7 pomiarów)	LAI
0	54,3	113,3	194,2	3988,2	33,8	1,6
10 <sup>6</sup>	50,7	82,5	138,3	2867,3	34,9	1,1
10 <sup>8</sup>	56,7	127,5	209,2	4137,6	35,2	1,7

Nie wykazano wpływu zastosowanej zaprawy na plon bulw oraz udział ich poszczególnych frakcji w strukturze plonu (tab. 2.4) dla odmiany Gwiazda.

Tab. 2.4 Ocena plonu - średnie parametry z rośliny (odmiana Gwiazda)

Stężenie zarodników (jtk/ml)	Plon (g)	Struktura plonu bulw (%)			
		<35mm	35-50mm	51-60mm	>60mm
0	1090,8	9,8	64,2	25,0	1,0
10 <sup>6</sup>	1099,4	8,3	59,2	29,3	3,2
10 <sup>8</sup>	1067,8	8,0	64,7	24,6	2,7

Użycie *B.bassiana* przyczyniło się do zmniejszenia ospowatości bulw w przypadku obu odmian. Odmiana Gardena zareagowała nasileniem objawów parcha zwykłego. Dla odmiany Gwiazda wykazano zmniejszenie ilości bulw porażonych parchem zwykłym oraz uszkodzonych przez szkodniki glebowe po zastosowaniu zaprawy z zarodnikami *B. bassiana* (tab. 2.5).

Tab. 2.5 Ocena pozbiorowa bulw ziemniaka odmian Gardena i Gwiazda (% średniej masy z rośliny)

Stężenie zarodników (jtk/ml) / Odmiana	Gardena			Gwiazda		
	Ospowatość	Parch zwykły	Uszkodzenia przez pędraki	Ospowatość	Parch zwykły	Uszkodzenia przez pędraki
0	60,6	73,2	6,8	47,3	57,1	2,6
10 <sup>6</sup>	55,2	78,8	13,1	24,7	47,0	1,5
10 <sup>8</sup>	45,1	84,4	4,0	26,7	49,5	2,5

W przypadku odmiany Gardena odnotowano większą średnią liczbę złożów jaj stonki ziemniaczanej, co nie znalazło przełożenia na ilość osobników żerujących na liściach. Rośliny obu odmian zaprawione zarodnikami *B. bassiana* wykazywały mniejsze zasiedlenie przez larwy i osobniki dorosłe w porównaniu do kontroli (tab. 2.6).



Tab. 2.6 Wpływ zastosowanych stężeń zarodników *B. bassiana* na zasiedlenie roślin ziemniaka przez stonkę ziemniaczaną (odmiany Gardena i Gwiazda)

Stężenie zarodników (jtk/ml) / Odmiana	Gardena			Gwiazda		
	a	b	c	a	b	c
0	4,26	0,33	24,3	6,1	0,56	36,3
10 <sup>6</sup>	3,52	0,67	13,7	3,2	0,37	13,7
10 <sup>8</sup>	4,0	0,63	15,0	1,9	0,37	7,3

a - liczba osobników stonki ziemniaczanej żerujących na liściach (średnia z 9 pomiarów) obserwowanych na 10 roślinach; b - liczba złożów jaj (średnia z 9 pomiarów) obserwowanych na 10 roślinach; c - liczba osobników stonki ziemniaczanej żerujących na liściach obserwowanych na 10 roślinach w okresie ich największego nasilenia (30.06.2022)

Zastosowanie zaprawy w postaci zarodników *B. bassiana* w zaproponowanych stężeniach nie miało wpływu na rozwój chorób okresu wegetacji (tab. 2.7).

Tab. 2.7 Porażenie roślin chorobami okresu wegetacji (*Alternaria* spp. i *P. infestans*) wg. 9-stopniowej skali (średnia z 7 pomiarów; odmiany Gardena i Gwiazda)

Stężenie zarodników (jtk/ml) / Odmiana	Gardena	Gwiazda
0	6,81	6,86
10 <sup>6</sup>	7,1	7,04
10 <sup>8</sup>	6,86	6,95

Jednoczynnikowa analiza wariancji nie wykazała istotnych różnic między rozpatrywanymi średnimi dla poziomu istotności 0,05.

### Zadanie 3. Patogeniczność rodzimych szczepów *Beauveria* spp. w odniesieniu do poszczególnych stadiów rozwojowych stonki ziemniaczanej

#### Metodyka prowadzonych prac

Na potrzeby doświadczenia prowadzono laboratoryjną hodowlę stonki ziemniaczanej. Osobniki dorosłe po przezimowaniu umieszczono na roślinach ziemniaka (odmiana Gardena) w celu złożenia jaj. Hodowlę prowadzono w temperaturze pokojowej (22-26°C) przy fotoperiodzie 16:8.

Zawiesina zarodników w 0,1% roztworze Tween-80 została przygotowywana na bazie rodzimego szczepu *B. bassiana* hodowanego na pożywce PDA.

Poszczególne stadia rozwojowe stonki ziemniaczanej (L1, L2, L3, L4, poczwarka, owad dorosły) były umieszczane pojedynczo w szalkach Petriego z wilgotną bibułą i karmione liśćmi

ziemniaka. Obserwowano również trzy złoża jaj w każdej kombinacji. W doświadczeniu badano następujące kombinacje: 1 - kontrola (osobniki opryskane 0,1% roztworem Tween-80), 2 - osobniki opryskane zarodnikami *B. bassiana* w stężeniu  $10^6$  jtk/ml w 0,1% roztworze Tween-80, 3 - osobniki opryskane zarodnikami *B. bassiana* w stężeniu  $10^8$  jtk/ml w 0,1% roztworze Tween-80, 4 - osobniki opryskane spinosadem (0,1 l/ha).

Zabiegi wykonano przy użyciu opryskiwacza ręcznego. Obserwacje prowadzono codziennie, w ciągu 21 dni na 10 osobnikach z każdego stadium rozwojowego w trzech powtórzeniach. Notowano ich śmiertelność, ilość zjadanego pokarmu i ewentualny dalszy rozwój. Martwe osobniki dezynfekowano w 70% roztworze alkoholu etylowego oraz 1% roztworze podchlorynu sodu i umieszczano w szalkach Petriego z wilgotną bibułą. Po 14 dniach oceniono % osobników porażonych *B. bassiana*.

### Wyniki

Śmiertelność larw L1-L4 potraktowanych zarodnikami *B. bassiana* lub spinosadem różniła się istotnie od śmiertelności larw kontrolnych (tab. 3.1). W ciągu 7-8 dni po oprysku zarodnikami grzyba lub spinosadem odnotowano 100% śmiertelność larw wszystkich stadiów rozwojowych.

Tab. 3.1 Śmiertelność (%) larw L1-L4 stonki ziemniaczanej 7 dni po zastosowaniu oprysku roztworem zarodników *B. bassiana* w dwóch stężeniach ( $10^6$ ,  $10^8$  jtk/ml) oraz spinosadem

Kombinacja	Stadium rozwojowe			
	L1	L2	L3	L4
Kontrola	22,7a	6,7a	3,3a	0a
$10^6$	100b	100b	100b	100b
$10^8$	100b	95,0b*	100b	95,0b*
Spinosad	100b	100b	100b	100b

W kolumnach jednakowymi literami oznaczono wartości nie różniące się istotnie ( $\alpha = 0,05$ )

\* 100% śmiertelność odnotowano 8-go dnia po oprysku

W przypadku poczwerek i owadów dorosłych stonki ziemniaczanej, w ciągu tygodnia od zastosowania oprysku zarodnikami *B. bassiana*, nie zaobserwowano istotnych różnic w ich śmiertelności w porównaniu do osobników w kontroli. W tym okresie uzyskano 100% śmiertelność osobników poddanych działaniu spinosadu (tab. 3.2).

W ciągu kolejnych 14 dni śmiertelność poczwerek i osobników dorosłych wzrosła istotnie w porównaniu do śmiertelności owadów kontrolnych i wyniosła odpowiednio 90-100% i 71,9-73,3% (tab. 3.2).

Tab. 3.2 Śmiertelność (%) poczwerek i dorosłych osobników stonki ziemniaczanej po zastosowaniu oprysku roztworem zarodników *B. bassiana* w dwóch stężeniach ( $10^6$ ,  $10^8$  jtk/ml) oraz spinosadem

Liczba dni po oprysku	Kombinacja							
	Kontrola	$10^6$	$10^8$	Spinosad	Kontrola	$10^6$	$10^8$	Spinosad
	Poczwarka				Osobnik dorosły			
7	10,7a	10,0a	0,0a	100b	0,0a	6,7a	12,5a	100b
14	14,3a	75,0b	100b	-	0,0a	70,0c	43,8b	-
21	17,9a	90,0b	-	-	3,3a	73,3b	71,9b	-

W rzędach jednakowymi literami oznaczono wartości nie różniące się istotnie ( $\alpha = 0,05$ )

Obserwacja martwych larw i owadów dorosłych w szalkach z wilgotną bibułą potwierdziła śmiertelność wywołaną zastosowanym szczepem *B. bassiana* u 89,1% osobników.

Ze złóż jaj kontrolnych wykluły się L1, które intensywnie żerowały. Jaja opryskane zarodnikami *B. bassiana* w stężeniu  $10^8$  jtk/ml były pokryte białą grzybnią i nie zaobserwowano wyklucia się larw. Przy niższym stężeniu zarodników ( $10^6$  jtk/ml) oraz po zastosowaniu spinosadu zaobserwowano 100% śmiertelność larw po wykluciu się z opryskanych złóż jaj.

## Wnioski

1. Badania potwierdziły obecność grzybów owadobójczych w glebie. Grzyby z rodzajów *Beauveria* i *Metarhizium* występują w uprawie ziemniaka a ich zdolność do porażania owadów przybiera charakter okresowy. Obecność zadrzewień śródpolnych może przyczyniać się do bardziej równomiernego występowania tych grzybów w glebie podczas całego sezonu wegetacyjnego.

2. Wyizolowane w toku przeprowadzonych badań rodzime szczepy grzybów owadobójczych powinny zostać włączone do badań nad ich skutecznością w zwalczaniu agrofagów w ekologicznej uprawie ziemniaka.

3. Zaprawienie bulw zawiesiną zarodników *B. bassiana* w wybranych stężeniach stymulowało rozwój roślin ziemniaka w okresie wegetacji, ale nie miało wpływu na plon bulw i jego strukturę.

4. Efektywność alternatywnego sposobu stosowania biologicznych środków ochrony w uprawie ziemniaka, jakim jest zaprawianie bulw w stosunku do dotychczasowych metod ochrony powinna być potwierdzona w dalszych badaniach.

5. Badany rodzimy szczep *B. bassiana* okazał się efektywny w zwalczaniu stonki ziemniaczanej w warunkach laboratoryjnych. Jego skuteczność potwierdzono dla wszystkich stadiów rozwojowych szkodnika.

#### Literatura

Roztropowicz S. (red.), 1999. Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie, 50ss.

Jadwisin, 14.11.2022 r.

Kierownik tematu

Beata Wasilewska-Nascimento