



**I n s t y t u t H o d o w l i A k l i m a t y z a c j i R o ś l i n -
P a ń s t w o w y I n s t y t u t B a d a w c z y**

S P R A W O Z D A N I E

Uprawy polowe metodami ekologicznymi. Badanie i ocena substancji podstawowych stosowanych w ochronie roślin rolniczych w uprawie ekologicznej. Opracowanie przewodnika w zakresie rodzaju i sposobu stosowania substancji podstawowych w rolnictwie ekologicznym, z uwzględnieniem dotychczasowych badań i opracowań oraz dostępnej wiedzy, zgodnego z przepisami dotyczącymi środków ochrony roślin

Kierownik: dr inż. Grzegorz Gryń

Wykonawcy:

- dr hab. Mirosław Nowakowski, prof. IHAR - PIB
- dr inż. Grzegorz Gryń
- dr inż. Katarzyna Franke
- inż. Lidia Michałowska

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi DEJ.re.027.2.2022 w sprawie przyznawania dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

SPIS TREŚCI

	str.
1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ.....	3
2. METODY I WARUNKI BADAŃ	5
2.1. Doświadczenie polowe.....	5
2.2. Doświadczenia laboratoryjne	8
3. WYNIKI BADAŃ	9
3.1. Doświadczenie polowe.....	9
3.2. Doświadczenia laboratoryjne	14
4. STWIERDZENIA I WNIOSKI	18
5. ZALECENIA DLA ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO.....	19
6. CYTOWANE PIŚMIENNICTWO	19

1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ

W ekologicznej ochronie roślin okopowych, przed chorobami wykorzystuje się metodę agrotechniczną, hodowlaną i bazującą na naturalnie występujących substancjach bioaktywnych (Nowakowski 2002, Tyburski i in. 2004, Kostiw i Tyburski 2004, Pastuszewska i in. 2013).

Produkcja ziemniaków na sadzeniaki jest trudnym kierunkiem rolnictwa, w którym należy stosować sprawną ochronę, by sadzeniak spełniał najwyższe normy zdrowotności. PIORiN przeprowadza kontrolę urzędową podmiotów zajmujących się produkcją sadzeniaków pod kątem obecności mątwika ziemniaczanego, mątwika agresywnego i raka ziemniaka w glebie na stanowisku przeznaczonym pod uprawę. Oceniany jest również plon sadzeniaków pod kątem stopnia porażenia chorobami wirusowymi, grzybowymi oraz występowania bakterii kwarantannowych *Clavibacter sepedonicus* i *Ralstonia solanacearum*. Presje ze strony agrofagów ziemniaka (zaraza ziemniaczana, alternarioza, rizoktonioza, mszyce i stonka ziemniaczana) w dużym stopniu zależą od warunków pogodowych w danym sezonie wegetacyjnym. Trudne do przewidzenia warunki pogodowe w okresie wegetacji często nie pozwalają właściwie dopasować program ochrony ziemniaka (Zarzyńska i Goliszewski 2006). Ograniczanie występowania zarazy ziemniaka, warunkuje wczesność odmian oraz jak najwyższą odporność uprawianej odmiany na tego patogena. W okresie wegetacji z dużą ilością opadów, problemem są bakterie z rodzaju *Pectobacterium* sp. – sprawcy mokrej zgnilizny i czarnej nóżki, widoczne na bulwach w polu oraz w trakcie przechowywania w magazynie. W ekologicznej produkcji nasiennej ogromne znaczenie posiada odporność odmian ziemniaka na wirusy, szczególnie na wirus Y i wirus liściozwoju.

Poszukiwanie w ekologicznej ochronie ziemniaka efektywnych substancji o znaczeniu sanitarnym jest konieczne w warunkach nasilonego występowania chorób i szkodników. Brak pełnej wiedzy o podatności na choroby odmian ziemniaka lub zmieniająca się wirulencja patogenów również zmuszają do poszukiwania metod niechemicznych ograniczania występowania agrofagów.

Rozwiązaniem wpierającym rolnictwo ekologiczne jest stosowanie tzw. substancji podstawowych. Są to substancje czynne, które zgodnie z art. 23 ust. 1 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady Nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczącego wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylającego dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG (Dz. Urz. UE L309 z 24.11.2009): nie są substancjami potencjalnie niebezpiecznymi, nie mają nieodłącznej zdolności do oddziaływania na układ endokryny, działania neurotoksycznego lub immunotoksycznego, nie są stosowane głównie do celów ochrony roślin, ale mimo to są przydatne w ochronie roślin, bezpośrednio lub w środku składającym się z substancji podstawowej i prostego rozpuszczalnika, oraz nie są wprowadzane do obrotu jako środek ochrony roślin. Zatwierdzone substancje podstawowe znajdują się w bazie danych pestycydów o substancjach czynnych na stronie Komisji Europejskiej.

Ekologiczna produkcja ziemniaków w dużej mierze opiera się na metodach zapobiegania niekorzystnym czynnikom biotycznym i abiotycznym poprzez aktywację naturalnych systemów obronnych i stymulujących wzrost i rozwój rośliny (Rykaczewska 2013, Sharma i in. 2014).

Duży potencjał w zwiększaniu plonu, jakości i zdrowotności wielu gatunków roślin, w ostatnich latach, przypisuje się stosowaniu preparatów na bazie krzemu (Dorneles i in. 2018, Artyszak A 2018). Dolistna aplikacja krzemu ma działanie biostymulujące, a najlepsze efekty obserwuje się w warunkach stresowych dla roślin, takich jak zasolenie, niedobór lub nadmiar wody, wysoka i niska temperatura oraz silna presja chorób i szkodników. Na podstawie wcześniejszych badań można przypuszczać, że wprowadzenie krzemu do uprawy nasiennej ziemniaków w systemie ekologicznym może zwiększyć plon i jakość produkowanych sadzeniaków. Zastosowanie we właściwej formie dolistnie krzemu impregnuje zewnętrzne komórki epidermy, wzmacnia ściany komórkowe, zwiększa ich sztywność i odporność na uszkodzenia mechaniczne. Liście rośliny z wzmocnioną, wysyconą krzemionką kutikulą, mają ograniczone straty wody i mogą być w mniejszym stopniu porażane przez choroby grzybowe i

szkodniki (Gong i in. 2005; Fauteuxi in. 2005; Sacała 2009). Należy podkreślić, że aplikacja krzemu jest bezpieczna dla środowiska przyrodniczego i może być stosowana, w zyskującym na znaczeniu w Europie, rolnictwie ekologicznym. Dużą zawartością krzemionki charakteryzuje się skrzyp polny.

Liczne badania wykazały, że oleje roślinne i mineralne mogą być stosowane jako środki wspomagające działanie substancji aktywnych herbicydów, fungicydów oraz nawozów (Matysiak i in. 1995, Osnaya-Gonzales i Scholösser 2000). Wykazano wysoką skuteczność olei stosowanych do bezpośredniego zwalczania patogenów sprawców mączniaka prawdziwego (Jee i in. 2009). Dobre rezultaty w zwalczaniu mszyc stwierdzono po zastosowaniu oleju mineralnego (Wróbel, 2006, Ameline i in. 2010). Przypuszcza się, że działanie oleju słonecznikowego może przynieść podobne rezultaty. Dane literaturowe donoszą o silnym biobójczym działaniu olejków eterycznych uzyskanych ze słonecznika (Lawson i in. 2019).

Zainteresowanie produktami opartymi na ekstraktach z cebuli stale wzrasta (Sorlozano-Puerto i in. 2021). Produkcja cebuli na świecie w ostatnich dwudziestu latach zwiększyła się o 70%. Zwiększenie konsumpcji sprawia, że wzrasta również ilość odpadów z produkcji cebuli, które z powodzeniem mogą zostać wykorzystane w ekologicznej uprawie roślin (Fredotović i in. 2021).

Działanie mikrobiologiczne chitozanu jest znane. Obecnie duży potencjał wiąże się z wykorzystaniem właściwości biobójczych chitozanu jako komponentu do innych produktów wykorzystywanych w różnych dziedzinach przemysłu i rolnictwa (Abd El-Hack i in. 2020)

Przeprowadzenie badań substancji podstawowych o potencjalnym korzystnym oddziaływaniu w uprawie ziemniaka z przeznaczeniem na sadzeniaki jest konieczne. Zadawalające wyniki badań laboratoryjnych substancji podstawowych, potwierdzone doświadczeniami wdrożeniowymi, pozwolą na opracowanie zaleceń i nowych metod ochrony roślin uprawianych w systemie ekologicznym, w tym sadzeniaków, dotyczących skutecznych pod względem sanitarnym stężeń/dawek wyżej opisanych substancji.

Stwierdzono, że rośliny stosowane w uprawie jako międzyplon, np. niektóre odmiany gorczycy białej i rzodkwi oleistej, wykazują działanie ochronne przeciwko nicieniom oraz patogenom grzybowym w glebie (Heijbroek i in. 1998, Tyburski i in. 2004, Blažević i in. 2010, Daub i Westphal 2011, Valdes i in. 2011, Nowakowski 2013). Związki aktywne tych roślin, takie jak glukozytolany (zawarte w znacznych ilościach w nasionach) i produkty ich hydrolitycznego rozkładu, są opisywane jako silne czynniki o działaniu antynicieniowym, przeciwrzybowym, przeciwbakteryjnym, a także allelopatycznym (Scholte 2000, Tyburski i in. 2005, Szymczak-Nowak i in. 2007, Vig i in. 2009, Nowakowski 2010). Użycie sproszkowanych nasion lub biomasy roślin kapustowatych, zamiast ich uprawy, może wpłynąć na uzyskanie pozytywnych efektów sanitarnych.

Celem badań było opracowanie efektywnej, alternatywnej do chemicznej metody ochrony sadzeniaków i roślin ziemniaka przed agrofagami o dużym znaczeniu gospodarczym w uprawie ekologicznej ziemniaków przeznaczonych na sadzeniaki.

2. METODY BADAŃ

2.1. Doświadczenie polowe

Doświadczenie polowe przeprowadzono zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego oraz wytycznymi dla produkcji nasiennej sadzeniaków ziemniaka równolegle w dwóch lokalizacjach: na polu objętym systemem kontroli w zakresie rolnictwa ekologicznego należącym do Pana Bartłomieja Piskorskiego w Kołodziejewie w powiecie inowrocławskim (certyfikat nr EKO-01-016357) oraz na poletku doświadczalnym IHAR-PIB Oddziału w Bydgoszczy prowadzonym zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego. Oba pola usytuowane są w izolacji przestrzennej od innych upraw roślin psiankowatych, są wolne od organizmów kwarantannowych.

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach z wykorzystaniem dwóch odmian ziemniaka Irga i Otolia (tab. 1) oraz czterech kombinacji ochrony chemicznej preparatem dozwolonym do stosowania w rolnictwie ekologicznym wspomaganej substancjami podstawowymi:

- I. ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym,
- II. zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwaru ze skrzypu polnego,
- III. zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu,
- IV. zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu kory z wierzby.



Fot. 1. Przygotowywanie substancji podstawowych do postaci w jakiej zostały wykorzystane, a) kora wierzby, b) skrzyp polny, c) sproszkowane nasiona gorczycy.

Tabela 1. Charakterystyka odmian ziemniaka

Cecha	Irga	Otolia
Hodowca	PMHZ Strzekęcino	Europlant
Przeznaczenie	jadalna	jadalna
Dojrzałość	średnio wczesna	średnio wczesna
Kształt bulwy	okrągło-owalny	owalny
Skórka	różowa, gładka	żółta, lekko szorstka
Głębokość oczek	bardzo płytkie	bardzo płytkie
Barwa miąższu	biało-kremowa	żółta
Walory kulinarne	ogólnoużytkowa	ogólnoużytkowa, wysoka stabilność barwy miąższ
Plon	stabilny	średni przy wyrównanym kalibrażu, wysoki udział plonu handlowego
Wschody	początkowo wolne	początkowo wolne, później szybki wzrost
Przechowywanie	podatna na porażenie chorobami przechowalniczymi	średni okres spoczynku
Odporność na nicienie	Ro1, Ro4	Ro1, Ro4
Odporność na raka	D1	D1, NL 6,8,18
Odporność na zarzę ziemniaka	niska-liście, bulwy – średnia	średnia – liście, wysoka - bulwy
Odporność na wirus: - Y (PVY) - L (PLRV) - M (PVM)	odporna odporna średnio odporna	odporna odporna brak danych
Odporność na parch	dość wysoka	bardzo wysoka
Podatność na obicia	średnia	bardzo niska do niskiej
Podatność na uszkodzenia	Średnia	niska do średniej

W badaniu wykorzystano kwalifikowany materiał sadzeniakowy, który zaprawiano substancjami podstawowymi zgodnie z założeniami metodycznymi i schematem badania. Zaprawianie sadzeniaków przeprowadzono metodą oprysku (fot. 2).



Fot. 2. Zaprawiane sadzeniaki a) związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzby odmiana Otolia, b) związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, odmiana Irga.

Prowadzono mechaniczną ochronę plantacji przed zachwaszczeniem. Podczas okresu wegetacyjnego wykonano zabiegi ochronne przed stonką ziemniaczaną -insektycydem Spintor 240 SC. Jako środek dopuszczony do stosowania w rolnictwie ekologicznym będący

składnikiem mieszaniny w każdej zastosowanej kombinacji ochrony użyto Cuproxat 345 S.C. (substancja czynna: trójzasadowy siarczan miedziowy 190g/l). Oprócz regularnych lustracji plantacji pod kątem ich zdrowotności, prowadzono dziennik obserwacji polowych w celu określenia tempa szerzenia chorób grzybowych.

Po zbiorze określano liczbą i wagową strukturę plonu bulw dla każdego poletka oddzielnie. Występowanie rizoktoniozy i parcha zwykłego określano wg skali oceny porażenia (Roztropowicz, 1999) (tab. 2 i 3).

Tabela 2. Skala dla oceny porażenia bulw rizoktoniozą wg Roztropowicz [1999]

Stopień porażenia	Opis porażenia
9	brak objawów (bulwy zdrowe)
8	poniżej 10 pojedynczych sklerot na bulwie
7	kilkanaście pojedynczych sklerot na bulwie
6	liczne drobne skleroty (do 5% powierzchni opanowanej)
5	liczne drobne i pojedyncze większe skleroty (5-10% powierzchni opanowanej)
4	liczne drobne i pojedyncze większe i duże skleroty (11-15% powierzchni opanowanej)
3	liczne drobne, pojedyncze duże i skupiska dużych sklerot (16-20% powierzchni opanowanej)
2	liczne drobne skleroty, duże i skupiska dużych sklerot (21-25% powierzchni opanowanej)
1	bulwy porażone na łącznej powierzchni powyżej 25%

Tabela 3. Skala oceny porażenia bulw przez parcha zwykłego wg Roztropowicz [1999]

Stopień porażenia	% powierzchni bulwy porażonej	Opis porażenia
9	0	bulwy zdrowe
8	do 5 %	płaskie, gładkie ranki lub zagojone, złuszczone ranki
7	6-10 %	ranki płaskie, lekko zagłębione lub wypukłe oraz nieliczne ranki o silniejszym zagłębieniu lub wypukłości
6	11-15 %	ranki płaskie, lekko zagłębione lub wypukłe oraz nieliczne ranki o silniejszym zagłębieniu lub wypukłości
5	16-20 %	ranki płaskie, lekko zagłębione lub wypukłe oraz dość liczne ranki o silniejszym zagłębieniu lub wypukłości
4	21-25 %	objawy jak w stopniu 5, ale stopień zagłębienia i wypukłości ran silniejszy
3	26-35 %	ostrość i nasilenie objawów pogłębione
2	36-50 %	rany zagłębione, wypukłe i płaskie
1	ponad 50 %	rany silne zagłębione, wypukłe i płaskie

Na podstawie wyników obserwacji porażenia bulw, określano indeks porażenia zgodnie ze wzorem Townsend'a-Heubergera [GINTER; 1981]:

$$\% \text{ porażenia} = \left(\frac{\sum_0^i (n \times v)}{iN} \right) \times 100$$

Gdzie:

v – stopień porażenia,

i – najwyższy stopień porażenia

n – liczba bulw w stopniu

N - całkowita liczba badanych bulw

W omawianym okresie występowały korzystne warunki pogodowe dla przebiegu prac polowych i uprawy ziemniaka. Sumy opadów podczas okresu wegetacji roślin znajdowały się na poziomie sugerowanego optymalnego zapotrzebowania roślin. W maju i czerwcu wystąpiły nieco wyższe sumy opadów a w pozostałych miesiącach niższe niż sugerowane optymalne dla uprawy ziemniaka. Temperatura w maju była umiarkowana, lipiec i sierpień były ciepłe, z występującymi okresowymi spadkami temperatury, którym nie towarzyszył wzrost opadów. Warunki korzystne dla szybkiego rozwoju zarazy ziemniaka nie wystąpiły.

Tabela. 4. Warunki meteorologiczne wg stacji meteorologicznej w Bydgoszczy.

Miesiąc	Dekada	Temperatura, °C	Suma opadów, mm
Maj	I	13,8	0,6
	II	16,5	2,3
	III	13,8	41,9
	Średnie/sumy	14,7	44,8
Czerwiec	I	17,6	58,9
	II	25,6	29,8
	III	22,7	12,1
	Średnie/sumy	22,0	100,8
Lipiec	I	19,5	45,2
	II	19,6	15,5
	III	21,1	8,5
	Średnie/sumy	20,1	69,2
Sierpień	I	21,8	1,3
	II	24,5	29,6
	III	21,4	12,0
	Średnie/sumy	22,6	42,9
Dla V-VIII	Średnie/sumy	19,9	257,7

2.2. Doświadczenie laboratoryjne

Ograniczenie rozwoju *Phytophthora infestans* i *Alternaria solani*

Oceniono zdolność hamowania wzrostu *P. infestans* i *A. solani* przez wybrane substancje podstawowe. W badaniu użyto dwa izolaty *P. infestans*: MP419 (typ kojarzeniowy A1) i MP1705 (typ kojarzeniowy A2) oraz dwa izolaty *A. solani*: MA4 i Z184 pochodzące z kolekcji IHAR-PIB Oddział w Młochowie. Oceniono skuteczność następujących substancji podstawowych: oleju słonecznikowego, sproszkowanych nasion gorczycy, wyciągu z bulw cebuli, chlorowodoru chitozanu, kory wierzby, skrzypu polnego i octu winnego.

Do testów wykorzystano pożywkę RBA (Rye-B Agar) oraz RBA z dodatkiem antybiotyków (rifamicin, piramicin). Do oceny ograniczającego działania cebuli, chlorowodoru chitozanu, kory wierzby oraz skrzypu polnego zastosowano metodę zatrutych podłoży. W tym celu do pożywek dodano taką ilość testowanej substancji, aby otrzymać odpowiednie końcowe jej stężenie w pożywce. Na szalkach Petriego o średnicy 90 mm z pożywką umieszczano w ich centralnej części fragmenty grzybni. Do oceny skuteczności ograniczania rozwoju patogenów przez olej słonecznikowy, ocet winny i sproszkowane nasiona gorczycy (w postaci szlamu przefiltrowanego przy pomocy filtrów strzykawkowych) zastosowano metodę krążkowo-dyfuzyjną. Na płytkach umieszczono fragmenty grzybni oraz sterylne krążki bibuły (o średnicy 9 mm) nasączone badaną substancją. Regularnie co 3-4 dni wg potrzeby uzupełniano badaną substancję na krążkach. Kontrolę stanowiły płytki bez dodatku badanych substancji oraz płytki ze środkiem miedziowym (Cuproxat 345 SC) dopuszczonym do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Po 14 dniach dla *A. solani* i 28 dla *P. infestans* mierzono wzrost liniowy grzybni.

Działanie bakteriobójcze

W doświadczeniu oceniającym wpływ substancji podstawowych na bakterie *Clavibacter sepedonicus* (szczep mukoidalny NCPPB 4053, szczep niemukoidalny NCPPB 2140), *Pectobacterium* sp. (2 izolaty środowiskowe z kolekcji patogenów roślinnych IHAR-PIB Oddział Młochów), *Ralstonia solanacearum* (filotyp I NCPPB 4011 i filotyp IIB-1 NCPPB 2505) wykorzystano metodę zawiesinową oraz krążkowo-dyfuzyjną. W metodzie zawiesinowej bakterie w roztworze wodnym o koncentracji $2,5 \times 10^6$ jtk/ml poddano działaniu roztworom badanych substancji podstawowych. W metodzie dyfuzyjno-krążkowej jako nośnik substancji podstawowej zastosowano sterylne krążki z bibuły o średnicy 9 mm, na które nanoszono po 50 μ l badanego roztworu. Oceniano skuteczność: wyciągu z bulw cebuli, kory wierzby, skrzypu polnego i roztworów octu winnego, chlorowodoru chitozanu oraz sproszkowanych nasion gorczycy. Jako kontrolę zastosowano środek miedziowy (Cuproxtat 345 SC) dopuszczony do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Jako wariant działania biobójczego zastosowano metodę działania roztworu substancji podstawowej na bakterie naniesione na powierzchnię, które najczęściej występują w produkcji sadzeniaków ziemniaka. Do hodowli bakterii użyto podłoże mikrobiologiczne YPGA. Inkubację bakterii prowadzono w temperaturze 24°C.

3. Wyniki

3.1. Doświadczenie polowe

Obserwacje okresu wegetacji

Doświadczenia założono 5 maja 2022 r. w obu lokalizacjach. W początkowym okresie wzrostu i rozwoju roślin nie notowano różnic pomiędzy obiektami doświadczalnymi. Na wszystkich poletkach zaobserwowano występowanie alternariozy ziemniaka. Obserwacje prowadzono oddzielnie dla każdego poletka doświadczalnego. Porażenie roślin było niewielkie, określane na poziomie 8-ego stopnia (Roztropowicz, 1999).

Podczas okresu wegetacji występowały również symptomy porażenia przez zarzę ziemniaka na wszystkich poletkach doświadczalnych. Obserwacje prowadzono dla każdego poletka oddzielnie. Tabelańycznie zestawiono dane dotyczące terminu wystąpienia pierwszych objawów oraz porażenia 50 % liści (Roztropowicz, 1999). Wyniki przedstawiono jako liczbę dni od daty sadzenia do momentu wystąpienia odpowiedniego stopnia porażenia (tab. 5 i 6).

Tabela 5. Rozwój zarazy ziemniaka na roślinach, Bydgoszcz 2022

Stopień porażenia	Powtórzenie/ kombinacja	Irga				Otolia			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Pierwsze objawy [dni]*	1	72	70	72	72	72	70	70	72
	2	70	72	72	72	68	72	72	72
	3	72	68	72	68	72	70	74	68
	średnia	71	70	72	71	71	71	72	71
Porażenie >50% liści [dni]*	1	82	83	83	83	88	85	85	88
	2	79	84	84	78	81	85	83	80
	3	77	78	84	77	80	81	81	79
	średnia	79	82	84	79	83	84	83	82

* - liczba dni od daty sadzenia

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzby.

Tabela 6. Rozwój zarazy ziemniaka na roślinach, Kołodziejewo 2022

Stopień porażenia	Powtórzenie/ kombinacja	Irga				Otolia			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Pierwsze objawy [dni]*	1	74	74	74	70	79	79	79	79
	2	70	70	70	68	79	79	79	77
	3	70	70	72	72	75	79	79	79
	średnia	73	73	74	72	78	79	79	78
Porażenie >50% liści [dni]*	1	82	82	84	80	91	91	92	90
	2	80	80	84	80	91	92	92	88
	3	80	80	88	84	88	91	92	90
	średnia	81	81	85	81	90	91	92	89

* - liczba dni od daty sadzenia

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzby.

Na podstawie obserwacji polowych wykazano nieznaczne różnice w tempie szerzenia zarazy ziemniaka na poletkach doświadczalnych. Warunki pogodowe w badanym sezonie wegetacyjnym nie były sprzyjające do wczesnego i szybkiego rozwoju chorób grzybowych. Pierwszy zabieg ochrony dolistnej prewencyjnie wykonano pod koniec czerwca, natomiast pierwsze objawy porażenia zaobserwowano dopiero w połowie lipca, w podobnych terminach dla obu lokalizacji. Podczas całego okresu wegetacji roślin ziemniaka wykonano łącznie trzy zabiegi ochronne w odstępach co 14 dni. Zaobserwowano wolniejszy rozwój choroby na roślinach ziemniaka odmiany Otolia, która charakteryzuje się wyższą odpornością na *P. infestans* (tab. 5 i 6). Uzyskane wyniki, które obejmują tylko jeden sezon wegetacyjny, nie są wystarczające na wskazanie najskuteczniejszej ochrony dolistnej związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Wielkość i struktura plonu bulw

Zbiór plonu bulw w Bydgoszczy wykonano 17 sierpnia, a w Kołodziejewie 18 sierpnia 2022 r. W badaniu obserwowano różnice w wydajności ziemniaka dla obu pól doświadczalnych, odmian oraz stosowanego zakresu ochrony (tab. 4 i 5). Najniższą wydajność ziemniaka odnotowano dla kombinacji kontrolnej, w której stosowano jedynie środki dozwolone w uprawie gatunku w systemie ekologicznym. Dla każdego z zastosowanych wariantów ochrony wzbogaconych o wybrane substancje podstawowe zaobserwowano przyrost plonu bulw. W Bydgoszczy najwyższy plon uzyskano w kombinacji, w której zastosowano zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochronę dolistną roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz olejem słonecznikowym, wyciągiem z cebuli i chlorowodoru chitozanu. Ponadto na poletkach doświadczalnych w Bydgoszczy wyższy plon bulw uzyskano dla odmiany Otolia. W Kołodziejewie obie odmiany plonowały na podobnym poziomie, a najkorzystniej na przyrost plonu wpłynęło wspomaganie uprawy ekologicznej dodatkiem oleju i wodnego homogenatu kory z wierzby.

Tabela 7. Wydajność ziemniaka [t/ha], Bydgoszcz 2022

Kombinacja	Irga	Otolia
I	15,0	17,4
II	16,8	18,8
III	18,1	19,1
IV	17,8	18,6

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzb.

Tabela 8. Wydajność ziemniaka [t/ha], Kołodziejewo 2022

Kombinacja	Irga	Otolia
I	30,9	30,3
II	31,8	31,1
III	33,1	32,9
IV	36,3	34,6

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzb.

Po zbiorze plonu bulwy dzielono na: plon handlowy i odpad. W plonie handlowym wyodrębniono frakcje sadzeniaka i bulw dużych. We wszystkich kategoriach bulwy liczone i ważono (tab. 6,7,8 i 9). Liczbowy udział bulw we frakcjach różnił się między obiektami doświadczalnymi (tab. 6 i 8). W Kołodziejewie plon w 45% w przypadku odmiany Irga i 58% u odmiany Otolia stanowiły bulwy największe. Świadczy to o większej dorodności plonu uzyskanego w gospodarstwie ekologicznym. W Bydgoszczy największy udział stanowiły bulwy najdrobniejsze i frakcja sadzeniaka.

Procentowy udział wag bulw największych w plonie całkowitym różnicowała lokalizacja (tab. 11 i 12). W doświadczeniu przeprowadzonym w Bydgoszczy plon handlowy bulw wyniósł średnio 82 i 84% odpowiednio u odmian Irga i Otolia, a bulwy duże stanowiły średnio 45 i 42 % plonu całkowitego. Plon bulw pochodzący z poletek w Kołodziejewie charakteryzował się lepszą strukturą. Plon handlowy stanowił średnio 94 i 95% u odmian odpowiednio Irga i Otolia, bulwy duże stanowiły w nim średnio 74% i 82%. Dla obu ocenianych odmian ziemniaka pozytywnie na strukturę plonu wpłynęło zastosowanie wszystkich badanych substancji podstawowych.

Tabela 9. Struktura plonu bulw - procentowy udział liczby bulw we frakcjach użytkowych, Bydgoszcz 2022

Liczba bulw [%]	Drobne	Średnie	Duże	Razem	Drobne	Średnie	Duże	Razem
Kombinacja	Irga				Otolia			
I	46	33	21	100	29	44	27	100
II	44	34	22	100	29	41	31	100
III	38	33	29	100	41	39	20	100
IV	50	33	16	100	38	36	25	100
średnia	45	33	22	100	34	40	26	100

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzby.

Tabela 10. Struktura plonu bulw – procentowy udział wag bulw we frakcjach użytkowych Bydgoszcz 2022

Waga bulw [%]	Drobne	Średnie	Duże	Razem	Drobne	Średnie	Duże	Razem
Kombinacja	Irga				Otolia			
I	15	41	44	100	12	47	41	100
II	19	34	48	100	10	41	49	100
III	15	31	54	100	21	43	36	100
IV	25	42	33	100	21	38	42	100
średnia	18	37	45	100	16	42	42	100

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzby.

Tabela 11. Struktura plonu bulw - procentowy udział liczby bulw we frakcjach użytkowych, Kołodziejewo 2022

Liczba bulw [%]	Drobne	Średnie	Duże	Razem	Drobne	Średnie	Duże	Razem
Kombinacja	Irga				Otolia			
I	26	31	43	100	22	23	55	100
II	28	27	44	100	16	24	60	100
III	32	22	45	100	15	25	60	100
IV	27	28	45	100	19	25	56	100
średnia	28	27	45	100	18	24	58	100

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzby.

Tabela 12. Struktura plonu bulw – procentowy udział wag bulw we frakcjach użytkowych , Kołodziejewo, 2022

Waga bulw [%]	Drobne	Średnie	Duże	Razem	Drobne	Średnie	Duże	Razem
Kombinacja	Irga				Otolia			
I	6	22	72	100	5	15	80	100
II	8	18	74	100	4	14	82	100
III	9	15	75	100	3	13	83	100
IV	7	19	74	100	4	15	82	100
średnia	8	19	74	100	4	14	82	100

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzby.

Ocena zdrowotności bulw

Oprócz wielkości i struktury plonu oceniano również jego zdrowotność. Na bulwach ziemniaka nie występowały objawy chorób wirusowych, obserwowano porażenie przez parcha zwykłego oraz rizoktoniozę. Porażenie bulw przez parcha zwykłego było niskie, dla kombinacji w których zastosowano wzbogaconą ochronę indeks porażenia był niższy (tab. 13 i 14). Indeks porażenia przez rizoktoniozę był bardzo niski, w przypadku odmiany Otolia uprawianej w Kołodziejewie wyniósł średnio 2,4 %, dla pozostałych kombinacji w obu lokalizacjach wyniósł poniżej 1% (tab. 15 i 16).

Tabela 13. Porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*) – indeks porażenia [%] wg Townsenda - Haubergera, Bydgoszcz 2022

Kombinacja/ powtórzenie	Irga				Otolia			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	1,46	1,01	2,08	4,11	4,81	6,62	3,88	5,50
2	4,56	1,27	2,50	1,74	7,45	3,13	2,82	1,27
3	4,57	1,35	3,28	2,85	5,47	2,75	1,32	1,16
średnia	3,53	1,21	2,62	2,90	5,91	4,17	2,67	2,64

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzby.

Tabela 14. Porażenie bulw rizoktoniozą (*Rhizoctonia solani*) – indeks porażenia [%] wg Townsenda - Haubergera, Bydgoszcz 2022

Kombinacja/ powtórzenie	Irga				Otolia			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	0,73	0,00	0,69	0,43	1,12	0,74	0,72	0,23
2	0,95	1,69	0,19	1,31	0,51	0,00	1,21	1,27
3	0,22	0,87	1,15	0,25	0,78	2,00	0,78	1,16
średnia	0,63	0,85	0,68	0,66	0,80	0,91	0,90	0,89

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzby.

Tabela 14. Porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*) – indeks porażenia [%] wg Townsenda - Haubergera, Kołodziejewo 2022

Kombinacja/ powtórzenie	Irga				Otolia			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	7,59	4,54	2,77	4,19	4,81	2,01	3,59	5,51
2	4,34	5,54	4,40	4,14	3,64	3,72	0,58	1,74
3	4,27	4,38	4,58	6,53	5,72	7,42	3,64	5,94
średnia	5,40	4,82	3,92	4,95	4,72	4,38	2,60	4,40

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju i wodnego homogenatu z kory wierzby.

Tabela 15. Porażenie bulw rizoktoniozą (*Rhizoctonia solani*) – indeks porażenia [%] wg Townsenda - Haubergera, Kołodziejewo 2022

Kombinacja/ powtórzenie	Irga				Otolia			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	0,00	0,00	0,00	1,21	2,03	3,56	4,04	1,49
2	0,29	0,06	0,54	0,42	2,65	1,94	2,63	2,65
3	0,27	0,00	0,96	0,00	3,76	0,68	3,24	0,21
średnia	0,19	0,02	0,50	0,54	2,81	2,06	3,30	1,45

I - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym; II - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, szlamu ze sproszkowanych nasion gorczycy i odwar ze skrzypu polnego, III - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego, wyciągu z cebuli i chlorowodoru chitozanu, IV - zaprawiane sadzeniaki ziemniaka i ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym oraz mieszaniną oleju słonecznikowego i wodnego homogenatu z kory wierzby.

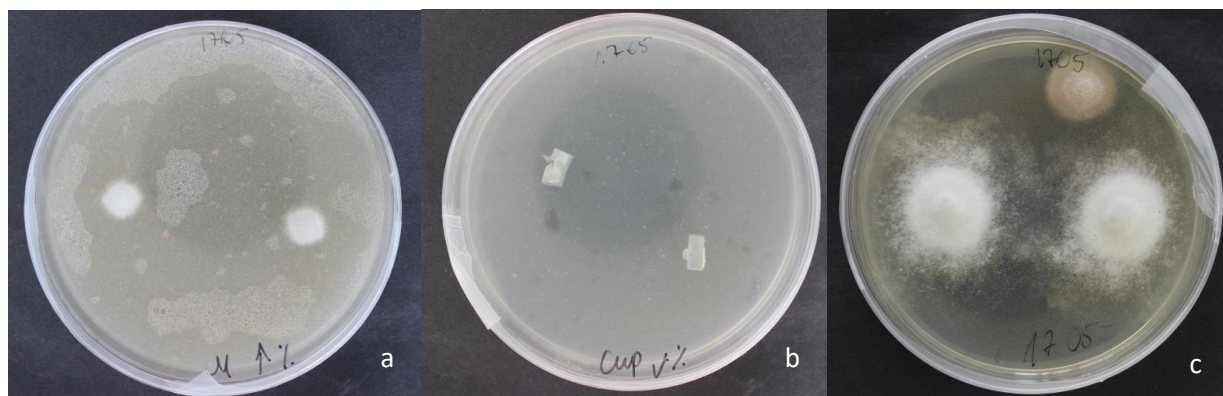
3.2. Doświadczenie laboratoryjne

Działanie substancji podstawowych na *P. infestans* i *A. solani*

Wszystkie zastosowane substancje hamowały rozwój grzybni w warunkach laboratoryjnych w porównaniu do kontroli (tab. 14 i 15, Fot. 3, 4 i 5). Zaobserwowano zróżnicowaną reakcję izolatów badanych patogenów na substancje podstawowe. Badane substancje okazały się bardziej skuteczne w ograniczaniu sprawcy zarazy ziemniaka niż sprawcy alernariozy ziemniaka. Rozwój *P. infestans* najskuteczniej ograniczał ocet winny dla obu badanych izolatów oraz wyciąg wodny z kory wierzby, skrzypu polnego i chlorowodoru chitozanu w przypadku izolatu MP 419. W tych samych warunkach doświadczalnych przyrost liniowy grzybni *A. solani* następował szybciej, co świadczy, że badane substancje w mniejszym stopniu go hamowały. Wykazano skuteczniejsze działanie hamujące octu winnego i chlorowodoru chitozanu dla izolatu Z184.

Tabela 16. Działanie substancji podstawowych na rozwój *P. infestans* w warunkach laboratoryjnych, średnica grzybni [mm]

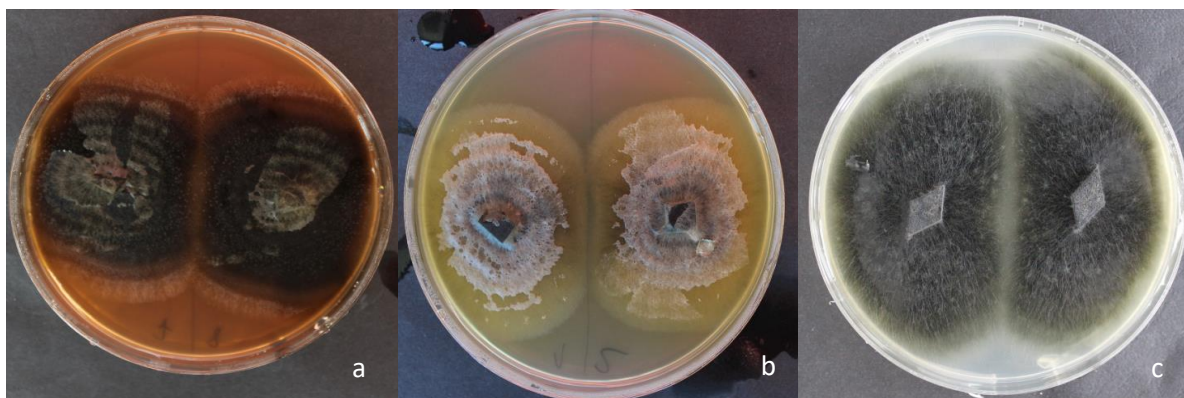
	substancja podstawowa	metoda oceny	badane stężenie	MP419 A1	MP 1705 A2
1	olej słonecznikowy	krążkowo-dyfuzyjna	100%	22	20
2	ocet winny	krążkowo-dyfuzyjna	100%	5	5
3	nasiona gorczycy w proszku	krążkowo-dyfuzyjna	0,33kg/11H ₂ O	12	13
4	skrzyp polny	zatrutych podłoży	2,25g/l H ₂ O	5	12
5	odwar z bulw cebuli	zatrutych podłoży	50g/11 H ₂ O	12	20
6	chlorowodorek chitozanu	zatrutych podłoży	1g/l	5	12
		zatrutych podłoży	0,5g/l	2	16
7	wyciąg wodny z kory wierzby	zatrutych podłoży	2,22g/l H ₂ O	5	12
8	Cuproxat - kontrola	zatrutych podłoży	10ml/1 H ₂ O	0	0
		zatrutych podłoży	5ml/1 H ₂ O	0	0
9	kontrola	pożywka żytnia	-	39	56



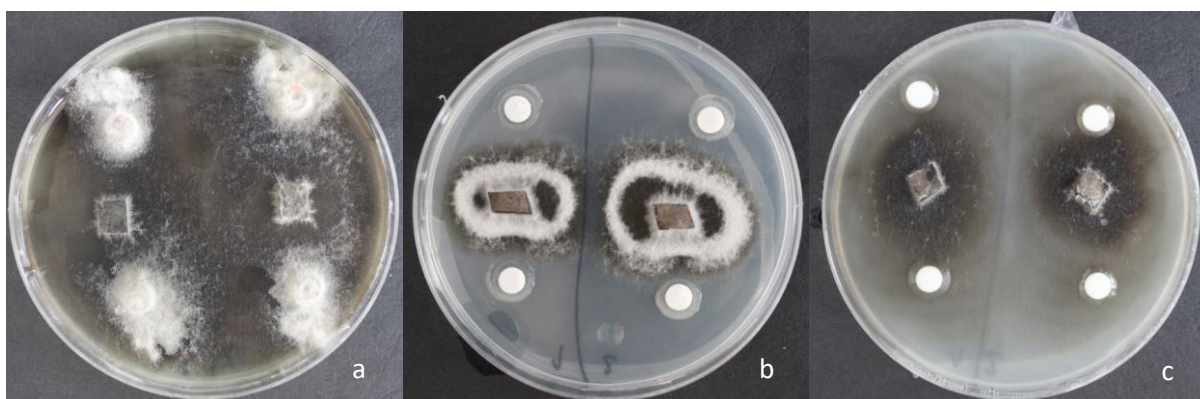
Fot. 3 Działanie substancji podstawowych na *P. infestans*, metoda zatrutych podłoży a) chlorowodorek chitozanu, b) Cuproxat, c) kontrola

Tabela 17. Działanie substancji podstawowych na rozwój *A. solani* w warunkach laboratoryjnych, średnica grzybni [mm].

	Substancja podstawowa	metoda oceny	badane stężenie	MA4	Z 184
1	olej słonecznikowy	krążkowo-dyfuzyjna	100%	30	53
2	ocet winny	krążkowo-dyfuzyjna	100%	24	17
3	nasiona gorczycy w proszku	krążkowo-dyfuzyjna	0,33kg/11H ₂ O	51	41
4	skrzyp polny	zatrutych podłoży	2,25g/l H ₂ O	34	27
5	odwar z bulw cebuli	zatrutych podłoży	50g/11 H ₂ O	32	28
6	chlorowodorek chitozanu	zatrutych podłoży	1g/l	16	14
		zatrutych podłoży	0,5g/l	28	12
7	wyciąg wodny z kory wierzby	zatrutych podłoży	2,22g/l H ₂ O	34	28
8	Cuproxat	zatrutych podłoży	10ml/1 H ₂ O	3	7
		zatrutych podłoży	5ml/1 H ₂ O	6	7
9	kontrola	pożywka żytnia	-	38	60



Fot. 4. Działania substancji podstawowych na *A. solani*, metoda zatrutych podłoży, a) wyciąg z kory wierzby, b) odwar z cebuli, c) kontrola



Fot. 5. Działania substancji podstawowych na *A. solani*, metoda krążkowo-dyfuzyjna, a) nasiona gorczycy, b) ocet winny, c) olej słonecznikowy,

Działania substancji podstawowych na *C. sepedonicus*, *R. solanacearum* i *Pectobacterium* sp.

Stwierdzono zróżnicowane działanie biobójcze użytych do badań substancji podstawowych (tab. 18,19,20). Najlepszym działaniem bakteriobójczym okazał się roztwór octu winnego, który powodował inaktywację *C. sepedonicus* w każdym zastosowanym stężeniu i czasie działania. W przypadku *R. solanacearum* i *Pectobacterium* sp. krótszy czas działania i stężenie 6% były niewystarczające do całkowitej redukcji bakterii. Wszystkie użyte stężenia i czasy działania roztworu chlorowodoru chitozanu jedynie w przypadku *C. sepedonicus* wpłynęły na przeżywalność bakterii. W użytej do badań metodyce (czasy działania, stężenia) ekstrakt z nasion gorczycy, wyciąg ze skrzypu polnego i kory wierzby oraz odwar z bulw cebuli nie wykazały działania biobójczego. Roztwór preparatu miedziowego (Cuproxat) działał biobójczo na komórki *C. sepedonicus* i *R. solanacearum*, podczas gdy bakterie z rodzaju *Pectobacterium* sp. wykazały większą oporność na miedź w postaci trójzasadowego siarczanu miedziowego.

Badania działania substancji podstawowych i miedzi na bakterie naniesione na powierzchnie (stal, polipropylen, drewno) wykazały podobne działanie jak w przypadku działania preparatów w metodzie zawieszinowej. Największe działanie biobójcze wykazano dla octu winnego na powierzchniach nieporowatych. W przypadku drewna zastosowane stężenia i czasy działania octu winnego i chlorowodoru chitozanu nie działały bakteriobórczo na wszystkie badane gatunki bakterii.

Tabela 18. Działanie substancji podstawowych na *C. sepedonicus*

	substancja podstawowa	badane stężenie/ czas działania	<i>C. sepedonicus</i>	
			2140	4053
1	ocet winny	12% 15 min	-	-
		6% 15 min	-	-
		12% 30 min	-	-
		6% 30 min	-	-
2	nasiona gorczycy w proszku	0,33kg/1lH ₂ O	+++	+++
3	skrzyp polny	2,25g/l H ₂ O	+++	+++
4	odwar z bulw cebuli	50g/1l H ₂ O	+++	+++
5	chlorowodorek chitozanu	1% 15 min	++	++
		0,5% 15 min	++	++
		1% 30 min	++	++
		0,5% 30 min	++	++
6	wyciąg wodny z kory wierzby	2,22g/l H ₂ O	+++	+++
7	Cuproxat - kontrola	1% 15 min	-	-
		0,5% 15 min	-	-
		1% 30 min	-	-
		0,5% 30 min	-	-
8	kontrola		+++	+++

- brak wzrostu (działanie biobójcze), + silne działanie ograniczające wzrost bakterii, ++ średnie działanie ograniczające wzrost bakterii, +++ brak działania ograniczającego wzrost bakterii

Tabela 19. Działanie substancji podstawowych na *R. solanacearum*

	substancja podstawowa	badane stężenie/ czas działania	<i>R. solanacearum</i>	
			2505	4011
1	ocet winny	12% 15 min	-	-
		6% 15 min	+	+
		12% 30 min	-	-
		6% 30 min	-	-
2	nasiona gorczycy w proszku	0,33kg/1lH ₂ O	+++	+++
3	skrzyp polny	2,25g/l H ₂ O	+++	+++
4	odwar z bulw cebuli	50g/1l H ₂ O	+++	+++
5	chlorowodorek chitozanu	1% 15 min	+++	+++
		0,5% 15 min	+++	+++
		1% 30 min	++	++
		0,5% 30 min	++	++
6	wyciąg wodny z kory wierzby	2,22g/l H ₂ O	+++	+++
7	Cuproxat - kontrola	1% 15 min	-	-
		0,5% 15 min	-	-
		1% 30 min	-	-
		0,5% 30 min	-	-
8	kontrola		+++	+++

- brak wzrostu (działanie biobójcze), + silne działanie ograniczające wzrost bakterii, ++ średnie działanie ograniczające wzrost bakterii, +++ brak działania ograniczającego wzrost bakterii

Tabela 20. Działanie substancji podstawowych na *Pectobacterium* sp.

	substancja podstawowa	badane stężenie/ czas działania	<i>Pectobacterium</i> sp.	
			Izolat 1	Izolat 2
1	ocet winny	12% 15 min	+	+
		6% 15 min	+	+
		12% 30 min	-	-
		6% 30 min	-	-
2	nasiona gorczycy w proszku	0,33kg/1l H ₂ O	+++	+++
3	skrzyp polny	2,25g/l H ₂ O	+++	+++
4	odwar z bulw cebuli	50g/1l H ₂ O	+++	+++
5	chlorowodorek chitozanu	1% 15 min	+++	+++
		0,5% 15 min	+++	+++
		1% 30 min	+++	+++
		0,5% 30 min	+++	+++
6	wyciąg wodny z kory wierzby	2,22g/l H ₂ O	+++	+++
7	Cuproxtat - kontrola	1% 15 min	++	+
		0,5% 15 min	+++	+++
		1% 30 min	++	+
		0,5% 30 min	++	++
8	kontrola		+++	+++

- brak wzrostu (działanie biobójcze), + silne działanie ograniczające wzrost bakterii, ++ średnie działanie ograniczające wzrost bakterii, +++ brak działania ograniczającego wzrost bakterii

4. Stwierdzenia i wnioski

1. Objawy porażenia roślin przez zarazę ziemniaka występowały na wszystkich objętych badaniem poletkach i nie zależały od lokalizacji doświadczeń. Zaobserwowano wolny rozwój choroby i nieznaczne różnice w tempie jej szerzenia pomiędzy ocenianymi obiektami. Na podstawie wyników badań uzyskanych z jednego sezonu wegetacyjnego nie wykazano, który z zastosowanych wariantów ochrony lepiej wspomaga ochronę ekologiczną plantacji nasiennej ziemniaka. W roku bieżącym presja ze strony czynnika etiologicznego zarazy ziemniaka i alternariozy była niska, co utrudniło jednoznaczną ocenę wpływu badanych substancji na zdrowotność roślin w trakcie wegetacji.

2. Zaprawianie sadzeniaków oraz wspomagana ochrona upraw ziemniaka przez substancje podstawowe wpłynęły na poprawę wydajności ziemniaka. Plon bulw w gospodarstwie ekologicznym w Kołodziejewie był wyższy, charakteryzował się lepszą strukturą w porównaniu do plonu uzyskanego na poletkach doświadczalnych w Bydgoszczy.

3. Bulwy ziemniaka uległy niewielkiemu porażeniu przez *Rhizoctonia solani* i *Streptomyces scabies*. Wzbogacona ochrona upraw ziemniaka o substancje podstawowe wpłynęła na spadek indeksu porażenia przez parcha zwykłego.

4. W doświadczeniu laboratoryjnym zaobserwowano zróżnicowaną reakcję badanych patogenów na substancje podstawowe. Rozwój *P. infestans* najskuteczniej ograniczał ocet winny, wyciąg wodny z kory wierzby, skrzypu polnego i chlorowodoru chitozanu. Wykazano hamujące działanie octu winnego i chlorowodoru chitozanu na wzrost liniowy grzybnia *A. solani*.

5. Działanie bakteriobójcze wykazano dla octu winnego i chlorowodoru chitozanu. Substancje te mogą wspomagać zabiegi przeciwdziałające rozprzestrzenianiu się bakteryjnych patogenów ziemniaka.

6. Uzyskane pozytywne efekty działania fitosanitarnego substancji podstawowych w warunkach laboratoryjnych i w doświadczeniu polowym wskazuje na konieczność powtórzenia oraz poszerzenia zakresu badanych substancji podstawowych.

5. Zalecenia dla rolnictwa ekologicznego

- Opis przygotowywania wywarów, odwarów zawiesin i szlamów z substancji podstawowych znajduję się na stronie MRiRW w zakładce dotyczących wykazu zatwierdzonych w UE substancji podstawowych. Wszystkie wytypowane do badań substancje podstawowe są dostępne na rynku. Są to również substancje, które pozyskuje się z gatunków roślin występujących w Polsce. Z uwagi na brak dostatecznej wiedzy na temat formy aplikacji i mechanizmów oddziaływania na badane agrofagii substancji podstawowych zaleca się stosowanie dotychczas przyjętej metody ochrony plantacji nasiennej ziemniaka. Badania przeprowadzone na polu ekologicznym w Kołodziejewie i na poletkach doświadczalnych na terenie IHAR-PIB w Bydgoszczy jednoznacznie wykluczają działanie niepożądane badanych kombinacji substancji podstawowych z dopuszczonym do zastosowań w rolnictwie ekologicznym preparatem zawierającym miedź. Potwierdzają to uzyskane analizy zebranego plonu bulw. Dane literaturowe wykazują korzystne fitosanitarnie działanie wytypowanych w badaniach własnych substancji podstawowych. Ziemniak jest atakowany przez szereg agrofagów. Badania objęte dotacją na rzecz rolnictwa ekologicznego skupiły się na patogenach najczęściej występujących na plantacji (*P. infestans*, *A. solani*) oraz na mikroorganizmach bakteryjnych bardzo ważnych z punktu widzenia produkcji nasiennej (organizmy kwarantannowe). Są to agrofagi szczególnie trudne do zwalczania również w uprawie integrowanej sadzeniaków. Należy zatem przypuszczać, że dodatek badanych substancji podstawowych wspomaga produkcję ekologiczną sadzeniaków także pod kątem innych nie badanych patogenów ziemniaka.

6. Cytowane piśmiennictwo

- Abd El-Hack M.E., El-Saadony M.T., Shafi M.E., Zabermaawi N.M., Arif M., Batiha G.E., Khafaga A.F., Abd El-Hakim Y.M., Al-Sagheer A.A.. 2020. Antimicrobial and antioxidant properties of chitosan and its derivatives and their applications: a review. *Int. J. Biol. Macromol.*, 164, pp. 2726-2744
- Ameline A., Couty A., Martoub M., Sourice S., Giordanengo P. 2010. Modification of *Macrosiphum euphorbiae* colonisation behaviour and reproduction on potato plants treated by mineral oil. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 135: 77–84
- Artyszak A., 2018. Effect of Silicon Fertilization on Crop Yield Quantity and Quality—A Literature Review in Europe. *Plants*, 7, 54; doi:10.3390/plants7030054
- Blažević I., Radonić A., Mastelić J., Zekić M., Skočibušić M., Maravić A. 2010. Hedge mustard (*Sisymbrium officinale*): chemical diversity of volatiles and their antimicrobial activity. *Chemistry & Biodiversity*; 7:2023–2034.
- Daub M., Westphal A. 2011. Integriertes Nematodenmanagement in Fruchtfolgesystemen mit Zuckerrüben. *Sugar Industry*; 9:41–50.
- Dorneles A.O.S., Pereira A.S., Possebom G., Sasso V.M., Rossato L.V., Tabaldi L.A., 2018 - Growth of potato genotypes under different silicon concentrations. - *Adv. Hort. Sci.*, 32(2): 289-295.

- Fauteux F., Rémus-Borel W., Menzies J. G., Bélanger R. R. 2005. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. *FEMS Microbiology Letters*, 249: 1 — 6.
- Fredotović, Ž.; Puizina, J.; Nazlić, M.; Maravić, A.; Ljubenković, I.; Soldo, B.; Vuko, E.; Bajić, D. 2021. Phytochemical Characterization and Screening of Antioxidant, Antimicrobial and Antiproliferative Properties of *Allium × cornutum* Clementi and Two Varieties of *Allium cepa* L. Peel Extracts. *Plants*, 10, 832. <https://doi.org/10.3390/plants10050832>
- Ginter Z. 1981: Podręcznik doświadczeń polowego w ochronie roślin. Tłum z j. niemieckiego. Wyd. IOR, Poznań, 244ss
- Gong H., Zhu X., Chen K., Wang S., Zhang C., 2005 -Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. - *Plant Science*, 169(2): 313-321.
- Heijbroek W., Munting R.G., Swinkels L.P.J.C. 1998. The effects of trap crops, flower mixtures and bare fallow, grown as a rotational set aside on nematodes and fungal pathogens in soil. In: 61st IIRB Congress, 11-12 February 1998, Brussels, Belgium. Abstract book: 71–85.
- Jee H.J., Shim C.K., Ryu K.Y., Park J.H., Lee B.M., Choi D.H., Ryu G.H. 2009. Control of powdery and downy mildews of cucumber by using cooking oil and yolk mixture. *Plant Pathol. J.* 25 (3): 280–285.
- Kostiw M., Tyburski J. 2004. Ochrona ziemniaka w rolnictwie ekologicznym. *Postępy Nauk Rolniczych*, 4: 97–112.
- Lawson, S.K.; Sharp, L.G.; Powers, C.N.; McFeeters, R.L.; Satyal, P.; Setzer, W.N. Essential Oil Compositions and Antifungal Activity of Sunflower (*Helianthus*) Species Growing in North Alabama. *Appl. Sci.*, 9, 3179.
- Matysiak R., Woźnica Z., Pudelko J., Skrzypczak G. 1995. Adiuwanty do herbicydów – mechanizm działania. *Materiały 35. Sesji Nauk. Inst. Ochr. Roślin, cz. 1: 67–72.*
- Nowakowski M. 2002. Proekologiczna technologia uprawy buraka cukrowego. W: Wdrażanie nowych proekologicznych technologii w zakresie produkcji roślin uprawnych. *Mat. 84/02 IUNG Puławy*; 41–84.
- Nowakowski M. 2010. Ocena efektywności antymątwikowej (*Heterodera schachtii*) gatunku *Solanum sisymbriifolium*. Sprawozdanie z realizacji tematu IHAR-PIB, DS 1-4-01-8-06: 1-8.
- Nowakowski M. 2013. Przydatność gorzycy białej i rzodkwi oleistej jako mulczu, nawozu i czynnika ochrony fitosanitarnej w uprawie buraka cukrowego. *Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR-PIB Nr 43, ISBN 83-891172-67-4: 150 ss.*
- Osnaya-Gonzales M., Scholösser E. 2000. Effect of inorganic salts and vegetable oils on black spot of rose. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent 65/2b: 725–729.*
- Pastuszevska T., Franke K., Nowakowski M. 2013. Badanie wpływu uprawy gorzycy białej na zagęszczenie populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) w glebie. *Biul. IHAR*; 269: 141–148.
- Roztropowicz S. red. 1999: *Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. IHAR O/Jadwisin, 50ss.*
- Rykaczewska K. 2013. The impact of high temperature during growing season on potato cultivars with different response to environmental stresses. *Am. J. Plant Sci.* 4:2386 — 2393.
- Sacała E. 2009. Role of silicon in plant resistance to water stress. *J. Elementol.* 14: 619 — 630.
- Scholte K. 2000. Growth and development of plants with potential use as trap crops for potato cyst nematodes and their effects on the numbers of juveniles in cysts. *Annals of Applied Biology* 137: 031-042.

- Sharma H. S., Fleming C., Selby C., Rao J. R., Martin T. 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. *J. Appl. Phycology* 26(1):465 — 490.
- Sorlozano-Puerto, A.; Albertuz-Crespo, M.; Lopez-Machado, I.; Gil-Martinez, L.; Ariza-Romero, J.J.; Maroto-Tello, A.; Baños-Arjona, A.; Gutierrez-Fernandez, J. 2021. Antibacterial and Antifungal Activity of Propyl-Propane-Thiosulfinate and Propyl-Propane-Thiosulfonate, Two Organosulfur Compounds from *Allium cepa*: In Vitro Antimicrobial Effect via the Gas Phase. *Pharmaceuticals*, 14, 21. <https://doi.org/10.3390/ph14010021>
- Szymczak-Nowak J., Malinowska E., Tyburski J., Rychcik B. 2007. Wpływ *Solanum sisymbriifolium* na ograniczanie populacji mątwika ziemniaczanego. *Prog. Plant. Protec. / Post. Ochr. Roślin*, 47(4):224-226.
- Trawczyński C. 2012. Wpływ biostymulatorów na plon i jakość bulw ziemniaka uprawianego w warunkach suszy i wysokiej temperatury. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin Nr 289/ 2020* : 11–19
- Tyburski J., Rychcik B., Malinowska E., Szymczak-Nowak J., Zawisłak K. 2005. *Solanum sisymbriifolium* jako roślina sanitarna płodozmianów ziemniaczanych. Sprawozdanie z grantu KBN nr 3 P06R 025 23, ss. 33.
- Tyburski J., Szymczak-Nowak J., Łada M., Nowakowski M. 2004. Ekologiczna uprawa buraka cukrowego. Red. J. Tyburski. Wyd. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego Radom. ISBN 83-89060-69-8: 63 ss.
- Tyburski J., Szymczak-Nowak J., Łada M., Nowakowski M. 2004. Ekologiczna uprawa buraka cukrowego. Red. J. Tyburski. Wyd. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego Radom. ISBN 83-89060-69-8: 63 ss.
- Valdes Y., Viaene N., Perry R.N., Moens M. 2011. Effect of the green manures *Sinapis alba*, *Brassica napus* and *Raphanus sativus* on hatching of *Globodera rostochiensis*. *Nematology*,; 13(8): 965–975.
- Vig A.P., Rampal G., Thind T.S., Arora S. 2009. Bio-protective effects of glucosinolates—A review. *LWT-Food Sci Technol*; 42:1561–1572.
- Wróbel S. 2006. Rola oleju mineralnego w ochronie ziemniaka przed mszycami i porażeniem wirusami. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 5(1), 83-92
- Zarzyńska K., Goliszewski W., 2006. Rola odmiany w ekologicznej uprawie ziemniaka. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 51(2): 214–218.