



**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. Katarzyna Franke

Wykonawcy:

dr hab. Mirosław Nowakowski, prof. IHAR - PIB

dr inż. Grzegorz Gryń

inż. Lidia Michałowska

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi DEJ.re.027.10.2023 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	3
2.1. Doświadczenie laboratoryjne.....	3
2.2. Doświadczenia polowe	4
3. WYNIKI BADAŃ	6
3.1. Doświadczenie laboratoryjne	6
3.2. Doświadczenia polowe	9
4. STWIERDZENIA I WNIOSKI	16
5. PRZEWODNIK.....	17
6. CYTOWANE PIŚMIENNICTWO	20

1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ

Produkcja ziemniaków na sadzeniaki jest trudnym kierunkiem rolnictwa, w którym należy stosować sprawną ochronę, by sadzeniak spełniał najwyższe normy zdrowotności. W ocenie uwzględnia się porażenie chorobami wirusowymi, grzybowymi oraz występowanie bakterii kwarantannowych *Clavibacter sepedonicus* i *Ralstonia solanacearum*. Presje ze strony agrofagów ziemniaka w dużym stopniu zależą od warunków pogodowych w danym sezonie wegetacyjnym. Są one trudne do przewidzenia i często nie pozwalają właściwie dopasować programu ochrony ziemniaka [Zarzyńska i Goliszewski 2006].

Wśród najgroźniejszych chorób okresu wegetacji w uprawie ziemniaka wymieniana jest alternarioza i zaraza ziemniaka oraz choroby wirusowe. Wśród dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym produktów znajdują się takie substancje podstawowe, które mają potencjał ograniczający rozwój chorób grzybowych. *Alternaria* spp. przenoszone są przez powietrze i glebę. *Alternaria solani* powoduje suchą plamistość, a *A. alternata* brunatną plamistość liści ziemniaka. Objawy porażenia mogą występować na liściach, łodygach i bulwach [Kochman i Węgorek 1997]. *Phytophthora infestans* uważany jest za najgroźniejszy patogen ziemniaka. Może powodować zniszczenie liści w krótkim czasie przerywając rozwój roślin, a podczas przechowywania znaczne straty w plonie i jego jakości. Dla powodzenia uprawy ważne jest m.in. terminowe wdrażanie zabiegów i przestrzeganie zasad techniki rolniczej. Ograniczenia w rolnictwie ekologicznym związane z dozwoloną dawką stosowanych środków miedziowych wymuszają szukanie skutecznej alternatywy [Rykaczewska 2013, Sharma i in. 2014].

Celem badań było opracowanie skutecznej metody ochrony plantacji w systemie uprawy ekologicznej przed agrofagami o największym znaczeniu gospodarczym dla produkcji sadzoniaków. Zabiegi ekstraktem z cebuli i skrzypu proponowane są jako ochronne przed wczesnym rozwojem *Alternaria* ssp. Do ograniczenia rozwoju *P. infestans* najczęściej wymieniane są: chlorowodorek chitozanu, ekstrakt z pokrzywy i suszony skrzyp polny [Romanazzi i in. 2022; Tofolatti i in. 2023]. W prezentowanych badaniach oceniono wpływ cebuli, chitozanu, nadtlenu wodoru, lecytyny i pokrzywy na rozwój wybranych patogenów ziemniaka. Po wstępnej ocenie w testach *in vitro*, do weryfikacji w warunkach polowych wybrano wywar z cebuli, lecytynę i 1,5% nadtlenu wodoru.

2. METODY I WARUNKI BADAŃ

2.1. Doświadczenie laboratoryjne

Ograniczenie rozwoju *Phytophthora infestans* i *Alternaria solani*

W testach laboratoryjnych 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: cebuli, pokrzywy, chitozanu, nadtlenu wodoru i lecytyny.

Do testów wykorzystano pożywkę RBA (Rye-B Agar) oraz PDA z dodatkiem antybiotyków (rifamicin, piramicin). Do oceny ograniczającego działania cebuli, pokrzywy, lecytyny, zastosowano metodę zatrutych podłoży, dla nadtlenu wodoru, metodę zawiesinową. Po 14 dniach dla *A. solani* i 28 dla *P. infestans* mierzono wzrost liniowy grzybni lub określano redukcję populacji patogenu.

Działanie bakteriobójcze

W doświadczeniu oceniającym wpływ substancji podstawowych na bakterie kwarantannowe: *Clavibacter sepedonicus* (szczep mukoidalny NCPPB 4053, szczep niemukoidalny NCPPB 2140), *Ralstonia solanacearum* (NCPPB 4029, NCPPB 1584) i niekwarantannową:

Pectobacterium sp. (izolat środowiskowy z kolekcji patogenów roślinnych IHAR-PIB Oddział Młochów), wykorzystano metodę zawiesinową. W metodzie zawiesinowej bakterie w roztworze wodnym o koncentracji $2,5 \times 10^6$ jtk/ml poddano działaniu badanych substancji podstawowych. Oceniano skuteczność: wyciągu z bulw cebuli, pokrzywy, roztworu wody utlenionej, lecytyny i chitozanu. Do hodowli bakterii użyto podłoże mikrobiologiczne YPGA. Inkubację bakterii prowadzono w temperaturze 24°C. Ocenę dokonano w piątym i siódmym dniu.

2.2. Doświadczenie polowe

Eksperymenty polowe przeprowadzono zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego oraz wytycznymi dla produkcji nasiennej sadzeniaków ziemniaka równolegle w dwóch lokalizacjach: na poletku doświadczalnym IHAR-PIB Oddział w Bydgoszczy oraz na polu objętym systemem kontroli w zakresie rolnictwa ekologicznego należącym do Pana Helmuta Cichowskiego w Żmijewku w powiecie brodnickim (certyfikat nr PL-EKO-07-91005(22)). Oba pola usytuowane są w izolacji przestrzennej od innych upraw roślin psiankowatych oraz są wolne od organizmów kwarantannowych.

Doświadczenia założono metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach z wykorzystaniem dwóch odmian ziemniaka Denar i Red Sonia (tab. 1) oraz pięciu kombinacji ochrony chemicznej preparatem dozwołonym do stosowania w rolnictwie ekologicznym i wybranymi substancjami podstawowymi:

- I. ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego,
- II. ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną,
- III. ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlenkiem wodoru (1,5%),
- IV. obiekt kontrolny, bez ochrony,
- V. ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Tabela 1. Charakterystyka odmian ziemniaka

Cecha	Denar	Red Sonia
Hodowca	HZ Zamarte	EUROPLANT
Przeznaczenie	jadalna	jadalna
Dojrzałość	bardzo wczesna	bardzo wczesna
kształt bulwy	okrągło-owalny	owalny
Skórka	żółta	gładka, czerwona
Głębokość oczek	płytkie	płytkie
Barwa miąższu	jasnożółty	żółta
Typ kulinarny	AB – sałatkowy	typ kulinarny B – ogólnoużytkowy, brak ciemnienia po ugotowaniu
Plon	bardzo wysoki	dobry plon handlowy, atrakcyjny wygląd bulw
Wschody	równomierne, szybkie, intensywny wzrost łanu	szybkie
Przechowywanie	długo zachowuje walory smakowe	długi spoczynek kielków, dobre przechowywanie
Odporność na nicianie	ro1, ro2, ro3, ro4	ro1, ro2, ro3, ro4, ro5
Odporność na zarazę ziemniaka	średnia	średnia
Odporność na wirusy:	średnia do wysokiej	wysoka
Odporność na parch	dość wysoka	nieznana
Odporność na uszkodzenia mechaniczne	dość wysoka	nieznana

Kwalifikowany materiał sadzeniakowy obu odmian w doświadczeniu prowadzonym w Bydgoszczy dodatkowo był zaprawiany substancjami podstawowymi zgodnie z założeniami metodycznymi i schematem badania. Zaprawianie sadzeniaków przeprowadzono metodą

oprysku. W pełni wegetacji w doświadczeniu poletkowym w Bydgoszczy dokonano pomiarów morfometrycznych roślin ziemniaka. Podczas okresu wegetacji prowadzono mechaniczną ochronę plantacji przed zachwaszczeniem. Stonkę ziemniaczaną zwalczano insektycydem Spinter 240 SC. Na choroby grzybowe stosowano dwa środki zawierające związki miedzi: w Bydgoszczy w postaci trójzasadowego siarczanu miedziowego, a w Żmijewku w formie wodorotlenkowej, dla obu lokalizacji w ilości nie przekraczającej dawki miedzi na hektar dozwolonej w rolnictwie ekologicznym. Prowadzono dziennik obserwacji polowych w celu określenia tempa rozprzestrzeniania się chorób. Po zbiorze określano liczbą i wagą strukturę plonu bulw dla każdego poletka oddzielnie. Ocenę porażenia bulw przez rizoktoniozę i parcha zwykłego wykonano wg skali [Roztropowicz, 1999]. Wyznaczono zawartość suchej masy i skrobi w bulwach. Na podstawie wyników obserwacji porażenia bulw, określano indeks porażenia zgodnie ze wzorem Townsend'a-Heubergera [Ginter; 1981].

W omawianym okresie występowały korzystne warunki pogodowe dla przebiegu prac polowych i uprawy ziemniaka w Bydgoszczy (tab. 2). Sumy opadów podczas okresu wegetacji roślin znajdowały się na poziomie zbliżonym do sugerowanego optymalnego zapotrzebowania roślin. W maju i czerwcu wystąpiły nieco niższe sumy opadów, co nie wpłynęło znacząco na przebieg początkowych faz rozwoju roślin. W ostatniej dekadzie lipca i w sierpniu ciepłą i słoneczną pogodę przerywały krótkie gwałtowne opady deszczu. W trakcie wegetacji nie wystąpiły warunki pogodowe korzystne dla szybkiego rozwoju zarazy ziemniaka.

Tabela. 2. Warunki meteorologiczne wg stacji meteorologicznej w Bydgoszczy 2023 r.

Miesiąc	Dekada	Temperatura, °C	Suma opadów, mm
Kwiecień	I	5,3	16,6
	II	9,7	11,0
	III	11,0	7,7
	Średnie/sumy	8,7	35,3
Maj	I	11,2	15,0
	II	14,3	12,4
	III	17,0	1,6
	Średnie/sumy	14,1	29,0
Czerwiec	I	19,1	0,0
	II	19,1	30,6
	III	21,0	43,9
	Średnie/sumy	19,7	74,5
Lipiec	I	20,8	13,0
	II	21,7	13,6
	III	19,2	47,8
	Średnie/sumy	20,6	74,4
Sierpień	I	17,8	36,9
	II	23,8	0,5
	III	19,7	39,6
	Średnie/sumy	20,4	77,0
Wrzesień	I	19,7	0
	II	19,5	4,3
	III	18,3	4,5
	Średnie/sumy	19,2	8,8
Dla IV-IX	Średnie/sumy	17,1	298,8

W Żmijewku warunki pogodowe były mniej korzystne dla zachowania zdrowotności plantacji ziemniaka. Pomiaru opadów dokonano na terenie gospodarstwa przy pomocy deszczomierza ogrodowego. W maju opady deszczu były niewielkie, w okresie czerwiec-lipiec łączna suma opadów wyniosła około 70mm i w sierpniu poniżej 50mm. Początkowo niska

temperatura powietrza i gleby, opóźniła wschody ziemniaka, niewielkie ilości opadów, wysokie temperatury nie sprzyjały uprawie ziemniaka w Żmijewku.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Doświadczenie laboratoryjne

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

Zaobserwowano zróżnicowaną reakcję izolatów badanych patogenów na substancje podstawowe (tab. 3 i 4, fot. 1 i 2). Najskuteczniejsze w ograniczaniu rozwoju sprawcy zarazy ziemniaka w warunkach laboratoryjnych okazały się lecytyna i cebula, a w przypadku *A. solani* – cebula. Nadtlenek wodoru w stężeniu 1,5% nieznacznie redukował populację badanych patogenów grzybowych na podłożach hodowlanych (tab. 5).

Tabela 3. Działanie substancji podstawowych na rozwój *P. infestans* w warunkach laboratoryjnych, średnica grzybni [mm]

	Substancja podstawowa	Badane stężenie	MP419 A1	MP 1705 A2
1	lecytyna	1,5g/l	23	25
2	pokrzywa	15g/l	52	52
3	chitozan	0,1g/l	48	32
4	cebula	50g/l	35	20
5	Limocyde	8ml/l	40	28
6	kontrola	-	58	58

Fot. 1 Działanie lecytyny na *P. infestans*, metoda zatrutych podłoży a) kontrola, b) lecytyna

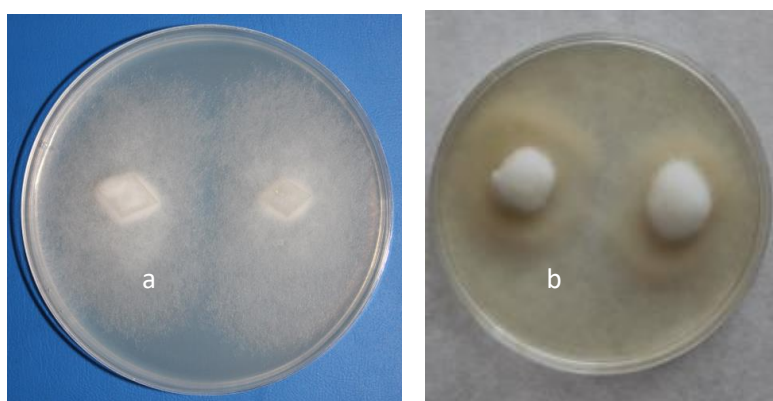


Tabela 4. Działanie substancji podstawowych na rozwój *A. solani* w warunkach laboratoryjnych, średnica grzybni [mm]

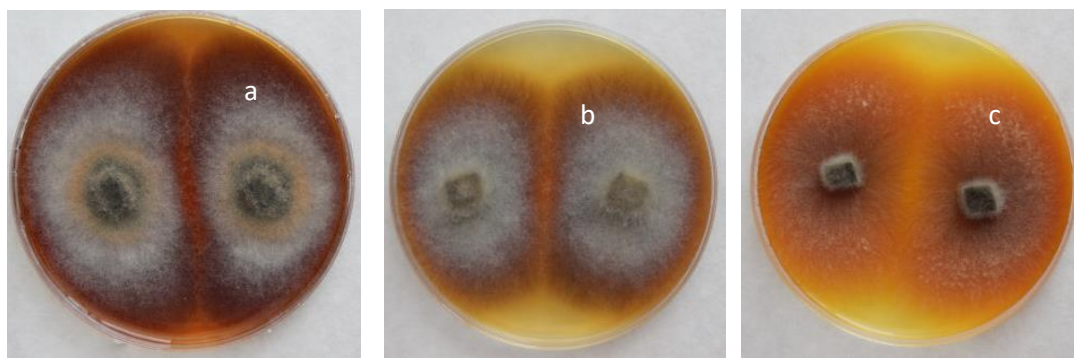
	Substancja podstawowa	metoda oceny	badane stężenie	MA 4	Z 184
1	lecytyna	zatrutych podłoży	1,5g/l	65	63
2	pokrzywa	zatrutych podłoży	15g/l	80	68
3	chitozan	zatrutych podłoży	0,1g/l	77	68
4	cebula	zatrutych podłoży	50g/l	52	53
5	Limocyde	zatrutych podłoży	8ml/l	72	62
6	kontrola	pożywka PDA	-	82	72

Tabela 5. Działanie 1,5% H₂O₂ na *A. solani* i *P. infestans* w warunkach laboratoryjnych, metoda zawieszinowa.

Patogen		Czas działania	Działanie
<i>Alternaria solani</i>	MA4	1 min	+++
		5 min	+++
		30 min	++
		kontrola	+++
	Z 184	1 min	+++
		5 min	++
		30 min	++
		kontrola	+++
<i>Phytophthora infestans</i>	MP 419 A1	1 min	+++
		5 min	+++
		30 min	++
		kontrola	+++
	MP 1705 A2	1 min	+++
		5 min	+++
		30 min	++
		kontrola	+++

- brak wzrostu (działanie grzybobójcze) (redukcja grzybni o 5 log jtg/ml), + silne działanie ograniczające wzrost grzybni (redukcja populacji grzybni o 3-5 log jtg/ml), ++ średnie działanie ograniczające wzrost grzybni (redukcja liczby bakterii do 3 log jtg/ml), +++ brak działania ograniczającego wzrost grzybni

Fot. 2. Działanie substancji podstawowych na *A. solani*, metoda zatrutych podłoży, a) kontrola, b) odwar z cebuli, c) lecytyna



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

Stwierdzono zróżnicowane działanie biobójcze użytych do badań substancji podstawowych (Tab 6, 7 i 8). Najlepszym działaniem bakteriobójczym okazał się roztwór wody utlenionej, który powodował inaktywację *C. sepedonicus*, *R. solanacearum*, *Pectobacterium* sp. już w stężeniu 0,5% w czasie 30 min. Krótszy czas działania (5 min.) okazał się nieskuteczny w przypadku eradykacji wszystkich badanych mikroorganizmów. Wyższe badane stężenie (1,5%) wody utlenionej powodowało inaktywację komórek *R. solanacearum* już po 1 min. kontaktu z preparatem. W przypadku *C. sepedonicus* i *Pectobacterium* czas działania biobójczego wyniósł 5min. W zastosowanej do badań metodyce wszystkie użyte stężenia i czasy działania roztworu pokrzywy, lecytyny i wywaru z cebuli na badane bakterie okazały się nieskuteczne. Roztwór chitozanu przygotowany w 1% roztworze kwasu octowego i zneutralizowany do pH=6,5 wykazał jedynie lekkie działanie hamujące wzrost kolonii *C. sepedonicus* w czasie działania preparatu wynoszącym 10 i 30 min. Podobne działanie zaobserwowano w przypadku

zastosowania chitozanu na *Pectobacterium* sp. w czasie 30 min.. Liczba komórek *R. solanacearum* nie uległa zmianom pod wpływem chitozanu. Jako kontrolę do badania działania biobójczego chitozanu użyto roztwór 1% kwasu octowego, który wykazał silne działanie biobójcze w zastosowanych czasach.

Tabela 6. Działanie substancji podstawowych na *C. sepedonicus*

Lp.	Substancja podstawowa	badane stężenie/ czas działania	<i>C. sepedonicus</i>	
			2140	4053
1	wyciąg z pokrzywy	1,5g (suchej masy)/L 10 min	+++	+++
		1,5g (suchej masy)/L 30 min	+++	+++
2	lecytyna	2,5% 10min	+++	+++
		2,5% 30min	+++	+++
		1% 10 min	+++	+++
		1% 30 min	+++	+++
3	odwar z bulw cebuli	30g/L 10min	+++	+++
		30g/L 30 min	+++	+++
4	chitozan	0,5% 10 min	++	++
		0,5% 30 min	++	++
5	woda utleniona	0,5% 1 min	++	+++
		0,5% 5 min	++	++
		0,5% 30 min	-	-
		1,5% 1 min	+	+
		1,5% 5 min	-	-
		1,5% 30 min	-	-
6	kontrola		+++	+++

- brak wzrostu (działanie biobójcze) (redukcja bakterii o 5 log jtk/ml), + silne działanie ograniczające wzrost bakterii (redukcja bakterii o 3-5 log jtk/ml), ++ średnie działanie ograniczające wzrost bakterii (redukcja liczby bakterii do 3 log jtk/ml), +++ brak działania ograniczającego wzrost bakterii

Tabela 7 . Działanie substancji podstawowych na *R. solanacearum*

	substancja podstawowa	badane stężenie/ czas działania	<i>R. solanacearum</i>	
			4029	1584
1	wyciąg z pokrzywy	1,5g (suchej masy)/L 10 min	+++	+++
		1,5g (suchej masy)/L 30 min	+++	+++
2	lecytyna	2,5% 10min	+++	+++
		2,5% 30min	+++	+++
		1% 10 min	+++	+++
		1% 30 min	+++	+++
3	odwar z bulw cebuli	30g/L 10min	+++	+++
		30g/L 30 min	+++	+++
4	chitozan	0,5% 10 min	+++	+++
		0,5% 30 min	+++	+++
5	woda utleniona	0,5% 1 min	++	++
		0,5% 5 min	+	+
		0,5% 30 min	-	-
		1,5% 1 min	-	-
		1,5% 5 min	-	-
		1,5% 30 min	-	-
6	kontrola		+++	+++

- brak wzrostu (działanie biobójcze) (redukcja bakterii o 5 log jtk/ml), + silne działanie ograniczające wzrost bakterii (redukcja bakterii o 3-5 log jtk/ml), ++ średnie działanie ograniczające wzrost bakterii (redukcja liczby bakterii do 3 log jtk/ml), +++ brak działania ograniczającego wzrost bakterii

Tabela 8. Działanie substancji podstawowych na *Pectobacterium* sp.

	substancja podstawowa	badane stężenie/ czas działania	<i>Pectobacterium</i> sp.
1	wyciąg z pokrzywy	1,5g (suchej masy)/L 10 min	+++
		1,5g (suchej masy)/L 30 min	+++
2	lecytyna	2,5% 10min	+++
		2,5% 30min	+++
		1% 10 min	+++
		1% 30 min	+++
3	odwar z bulw cebuli	30g/L 10min	+++
		30g/L 30 min	+++
4	chitozan	0,5% 10 min	+++
		0,5% 30 min	++
5	woda utleniona	0,5% 1 min	++
		0,5% 5 min	++
		0,5% 30 min	-
		1,5% 1 min	+
		1,5% 5 min	-
		1,5% 30 min	-
6	kontrola		+++

- brak wzrostu (działanie biobójcze) (redukcja bakterii o 5 log jtk/ml), + silne działanie ograniczające wzrost bakterii (redukcja bakterii o 3-5 log jtk/ml), ++ średnie działanie ograniczające wzrost bakterii (redukcja liczby bakterii do 3 log jtk/ml), +++ brak działania ograniczającego wzrost bakterii

3.1. Doświadczenia polowe

Pole doświadczalne w Bydgoszczy 2023 r.

Ziemniaki zaprawiano zgodnie ze schematem doświadczenia i sadzono 5 maja 2023 r.. Obserwowano równomierne wschody roślin na wszystkich poletkach. W początkowym okresie wzrostu i rozwoju roślin nie notowano różnic pomiędzy roślinami ziemniaka. Zabiegi ochronne wykonano czterokrotnie w okresie wegetacji, w taki sposób że pierwszy z nich przeprowadzono jeszcze przed wystąpieniem pierwszych objawów chorób i kolejne w odstępach 9-12 dniowych. Na poletkach doświadczalnych obserwowano objawy porażenia przez alternariozę i zarzę ziemniaka. Porażenie roślin przez *A.solani* i *A. alternata* zaobserwowano jako pierwsze, było ono niewielkie, szacowane na poziomie 8-ego stopnia [Roztropowicz, 1999]. Rozwój zarazy ziemniaka obserwowano na wszystkich obiektach doświadczalnych (fot. 3). Tabelańcześnie zestawiono dane dotyczące terminu wystąpienia pierwszych objawów oraz porażenia 50 % liści. Wyniki przedstawiono jako liczbę dni od daty sadzenia do momentu wystąpienia pierwszych objawów oraz porażenia ponad 50% liści (tab. 9). Warunki pogodowe okresu wegetacji nie sprzyjały szybkiemu rozwojowi chorób części nadziemnej roślin ziemniaka. Spośród badanych odmian, rośliny odmiany Denar szybciej uległy porażeniu przez choroby, rośliny odmiany Red Sonia charakteryzowała lepsza kondycja oraz dłuższy okres wegetacji. Spośród ocenianych obiektów doświadczalnych najdłuższy okres wegetacji zaobserwowano dla poletek chronionych zabiegami ze środkiem miedziowym, następnie wywarem z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego i lecytyną. Najszybciej wegetację zakończyły rośliny z poletek kontrolnych bez ochrony oraz dla obiektów chronionych nadtlenkiem wodoru.

W ocenie morfometrycznej roślin ziemniaka odmiany Denar, najwyższe wartości dla parametrów takich jak wysokość roślin, liczba łodyg, masa części nadziemnej roślin oraz masa korzeni uzyskano w obiektach chronionych zabiegami chemicznymi i wyciągiem z cebuli (tab.

10). U odmiany Red Sonia najwyższe wartości dla większości ocenianych parametrów zaobserwowano dla obiektów chronionych miedzią. Wartości pozostałych parametrów kształtowały się różnie w ocenianych kombinacjach. Rośliny obu odmian uprawiane w wariancie kontrolnym były niższe od pozostałych i miały mniejszą masę części nadziemnej. Badane substancje w różnym stopniu poprawiły kondycję roślin.

Fot. 3. Wegetacja ziemniaka w uprawie ekologicznej na poletkach doświadczalnych IHAR-PIB w Bydgoszczy



Tabela 9. Rozwój zarazy ziemniaka na roślinach, Bydgoszcz 2023

Stopień porażenia	Powtórzenie/ kombinacja	Denar					Red Sonia				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Pierwsze objawy [dni]*	1	65	66	65	65	66	70	72	70	72	70
	2	65	65	67	67	68	72	70	72	70	72
	3	67	66	67	65	68	72	72	72	72	72
	Średnia	66	66	66	66	67	71	71	71	71	71
Porażenie >50% liści [dni]*	1	85	78	75	78	85	85	83	75	78	90
	2	83	83	78	75	88	90	83	78	75	95
	3	83	83	75	75	85	85	83	75	78	90
	Średnia	84	81	76	76	86	87	83	76	77	92

I- zaprawianie sadzeniaków i ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- zaprawianie i ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III – zaprawianie i ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlenkiem wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Tabela 10. Morfometria ziemniaka, Bydgoszcz 2023

Odmiana	Denar						Red Sonia					
	I	II	III	IV	V	średnia	I	II	III	IV	V	średnia
długość łodyg	57,2	56,7	53,8	52,5	57,0	55,4	51,3	52,2	55,3	49,0	52,7	52,1
liczba łodyg	7,2	6,5	6,3	6,3	7,8	6,82	5,3	5,2	6,2	7,5	6	6,04
masa części nadziemnej	406	390	325	389	453	393	367	355	327	313	460	365
masa korzeni	69,2	64,2	62,3	41,2	74,8	62,3	39,8	36,8	54,5	70,7	50,5	50,46
LAI	1,98	1,79	1,71	1,28	2,14	1,78	1,99	1,69	1,44	1,45	2,17	1,75
liczba bulw	11,5	11,2	12,3	10,7	12,7	11,7	8,3	6,8	8	7,2	9,3	7,92
masa bulw	529	532	537	512	559	534	429	398	389	404	526	430

I- zaprawianie sadzeniaków i ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- zaprawianie i ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III – zaprawianie i ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlenkiem wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym

Zbiór plonu bulw w Bydgoszczy przeprowadzono 30 sierpnia 2023 r. Wydajność ziemniaka zależała od uprawianej odmiany i stosowanego zakresu ochrony (tab. 11). Odmiana Denar plonowała znacznie wyżej niż Red Sonia. Najwyższą wydajność ziemniaka odnotowano dla kombinacji z zastosowaniem chemicznej ochrony, a najniższą dla kontrolnej, niechronionej. We wszystkich obiektach, dla których stosowano badane substancje podstawowe zaobserwowano wzrost wydajności w porównaniu do ochrony zerowej. Odmiana Denar chroniona zabiegami z nadtlenu wodoru oraz wywarem z cebuli z dodatkiem oleju, plonowała wyżej niż w pozostałych kombinacjach i niewiele niżej niż w przypadku ochrony chemicznej. Dla odmiany Red Sonia spośród badanych kombinacji najkorzystniejsza okazała się ochrona z użyciem wywaru z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego. Trochę niższy plon uzyskano dla obiektów chronionych lecytyną i nadtlenu wodoru.

Tabela 11. Wydajność ziemniaka [t/ha], Bydgoszcz 2023

Kombinacja	Denar	Red Sonia
I	37,2	24,6
II	31,8	23,8
III	38,6	23,4
IV	31,1	18,4
V	39,0	27,2
Średnia	35,5	23,5

I- zaprawianie sadzeniaków i ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- zaprawianie i ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III – zaprawianie i ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlenu wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

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. Liczbowy udział bulw we frakcjach różnił się dla odmian i między obiektami doświadczalnymi (tab. 12 i 13). Dla obu odmian najwyższy udział w plonie stanowiły bulwy duże, średnio 48,5 i 51,9% odpowiednio dla odmian Denar i Red Sonia. Największy liczbowy udział bulw dużych dla obu odmian zaobserwowano dla poletek chronionych środkiem chemicznym zawierającym miedź i nadtlenu wodoru. U odmiany Denar zaobserwowano większą całkowitą liczbę bulw oraz większy udział bulw najdrobniejszych.

Tabela 12. Struktura plonu bulw - procentowy udział liczby bulw we frakcjach użytkowych, Bydgoszcz 2023

Liczba bulw [%]	Drobne	Średnie	Duże	Razem	Drobne	Średnie	Duże	Razem
Kombinacja	Denar				Red Sonia			
I	22,3	34,7	43,0	100	9,1	44,6	46,2	100
II	14,4	38,2	47,4	100	10,8	37,3	52,0	100
III	17,6	32,0	50,4	100	10,9	29,9	59,2	100
IV	14,4	38,2	47,4	100	9,1	44,6	46,2	100
V	11,4	34,4	54,2	100	7,7	36,2	56,1	100
Średnia	16,0	35,5	48,5	100	9,5	38,5	51,9	100

I- zaprawianie sadzeniaków i ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- zaprawianie i ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III – zaprawianie i ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlenu wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Tabela 13. Struktura plonu bulw – procentowy udział wag bulw we frakcjach użytkowych dla odmian Denar i Red Sonia, Bydgoszcz 2023

Waga bulw [%]	Drobne	Średnie	Duże	Razem	Drobne	Średnie	Duże	Razem
Kombinacja	Denar				Red Sonia			
I	2	21	77	100	1	27	73	100
II	1	21	78	100	1	21	79	100
III	2	17	82	100	1	12	87	100
IV	1	19	80	100	1	26	73	100
V	2	22	76	100	1	19	80	100
Średnia	2	20	78	100	1	21	78	100

I- zaprawianie sadzeniaków i ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- zaprawianie i ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III – zaprawianie i ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlaniem wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Na bulwach ziemniaka występowały objawy chorób wirusowych, obserwowano porażenie przez parcha zwykłego oraz rizoktoniozę. Wyraźne objawy porażenia przez wirusy obserwowano dla wszystkich kombinacji doświadczalnych u odmiany Denar. Porażenie bulw przez wirusy wymaga wykonania dodatkowych badań. Porażenie bulw przez parcha zwykłego wynosiło średnio od 4,21 do 5,96%. Najniższy indeks porażenia notowano dla bulw zaprawianych wyciągiem cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego (tab. 14). Rizoktonioza ziemniaka na bulwach występowała sporadycznie (tab. 15).

Tabela 14. Porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*) – indeks porażenia [%] wg Townsenda - Haubergera, Bydgoszcz 2023

Kombinacja/ powtórzenie	Denar					Red Sonia				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	5,15	5,05	5,31	6,16	5,46	5,58	3,57	3,37	3,35	7,38
2	4,62	4,57	7,55	6,09	6,72	3,02	5,50	5,13	6,59	5,87
3	4,86	7,69	4,88	5,63	5,30	4,03	4,73	4,91	3,38	4,51
Średnia	4,88	5,77	5,91	5,96	5,82	4,21	4,60	4,47	4,44	5,92

I- ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III - ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlaniem wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym

Tabela 15. Porażenie bulw rizoktoniozą (*Rhizoctonia solani*) – indeks porażenia [%] wg Townsenda - Haubergera, Bydgoszcz 2023

Kombinacja/ powtórzenie	Denar					Red Sonia				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	0,00	0,00	0,49	0,78	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
2	0,00	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00
3	0,00	0,12	0,08	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00
Średnia	0,00	0,56	0,19	0,43	0,00	0,00	0,00	0,29	0,06	0,00

I- ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III - ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlaniem wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym

W ocenie parametrycznej plonu określono zawartość suchej masy i skrobi w bulwach (tab. 16 i 17). Najniższą zawartość skrobi uzyskano dla ziemniaka odmiany Denar uprawianego bez ochrony, najwyższą dla w kombinacji z zastosowaniem lecytyny. Odmiana Red Sonia

uprawiana w kombinacji z ochroną chemiczną charakteryzowała się najwyższą zawartością skrobi, a w kombinacji z użyciem nadtlenu wodoru najniższą wartością tego parametru.

Tabela 16. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka, Denar, Bydgoszcz 2023

Denar										
Kombinacja/ powtórzenie	I		II		III		IV		V	
	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	Skrobia	sucha masa	skrobia
1	16,69	10,36	16,74	11,10	16,36	10,61	16,13	10,72	17,12	10,87
2	16,85	10,55	16,79	11,40	16,52	10,77	16,26	10,83	16,94	10,68
3	17,07	11,32	16,72	10,97	16,59	10,74	16,46	10,53	17,01	10,89
Średnia	16,87	10,74	16,75	11,16	16,49	10,71	16,28	10,69	17,02	10,81

I- ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III - ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlenu wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym

Tabela 17. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka, Red Sonia, Bydgoszcz 2023

Red Sonia										
Kombinacja/ powtórzenie	I		II		III		IV		V	
	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	Skrobia	sucha masa	skrobia
1	17,05	11,03	16,18	10,42	16,34	10,59	16,13	10,38	17,97	12,22
2	16,85	11,05	17,06	11,31	16,85	10,50	16,34	10,59	16,50	10,75
3	17,32	11,57	16,43	11,65	16,87	9,12	16,85	11,10	19,30	13,55
Średnia	17,07	11,21	16,56	11,12	16,69	10,07	16,44	10,69	17,92	12,17

I- ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III - ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlenu wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym

Doświadczenie polowe Żmijewko 2023

Ziemniaki sadzono 28 kwietnia 2023 r.. Wschody roślin nastąpiły znacznie później niż w Bydgoszczy. W początkowym okresie wzrostu i rozwoju roślin nie notowano różnic pomiędzy roślinami ziemniaka. Pierwszy zabieg ochronny wykonano prewencyjnie, przed wystąpieniem pierwszych objawów porażenia roślin (30 czerwca). Podczas okresu wegetacji na poletkach doświadczalnych obserwowano objawy porażenia przez alternariozę i zarazę ziemniaka.

Tabela 18. Rozwój zarazy ziemniaka na roślinach, Żmijewko 2023

Stopień porażenia	Powtórzenie/ kombinacja	Denar				
		I	II	III	IV	V
Pierwsze objawy [dni]*	1	85	80	70	65	103
	2	87	80	70	65	103
	3	85	80	70	65	103
	Średnia	86	80	70	65	103
Porażenie >50% liści [dni]*	1	95	95	82	82	115
	2	100	92	82	85	115
	3	85	92	85	82	120
	Średnia	93	93	83	83	116

I- ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III - ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlenu wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym

Objawy alternariozy wystąpiły jako pierwsze i były niewielkie. Rozwój zarazy ziemniaka obserwowano na wszystkich obiektach doświadczalnych (Fot. 4). Tabelarycznie zestawiono dane dotyczące terminu wystąpienia pierwszych objawów oraz porażenia 50% liści. Wyniki przedstawiono jako liczbę dni od daty sadzenia do momentu wystąpienia pierwszych objawów i porażenia ponad 50% liści (tab.18). Objawy porażenia chorobami grzybowymi wystąpiły później. Widoczna była wyraźnie gorsza kondycja roślin na poletkach niechronionych i z zabiegami z użyciem nadtlenu wodoru. Ochrona wywarem z cebuli i lecytyną wydłużyła okres wegetacji roślin o 10 dni. W sezonie w wykonano łącznie cztery zabiegi ochronne.



Fot. 4. Poletka uprawy ekologicznej ziemniaka: chronione wywarem z cebuli - po lewej, bez ochrony – po prawej stronie.

Na poletkach kombinacji III zaobserwowano objawy delikatnego żółknięcia roślin. Dla potwierdzenia przypuszczeń, przeprowadzono w warunkach kontrolowanych test fitotoksyczności działania nadtlenu wodoru na rośliny pomidora. Objawy żółknięcia liści wystąpiły również u tej rośliny (Fot. 5).



Fot. 5. Objawy żółknięcia liści pomidora po aplikacji 1,5 % nadtlenu wodoru: a) roślina 10 min po zabiegu, b) roślina 10 dni po zabiegu

Zbiór plonu przeprowadzono 8 września 2023 r. Warunki pogodowe miały istotny wpływ na wydajność uprawy ziemniaka w Żmijewku. Średni plon bulw wyniósł 16,6 t/ha i był znacznie niższy niż na poletkach doświadczalnych w Bydgoszczy. W badaniu obserwowano różnice w wydajności ziemniaka dla stosowanego zakresu ochrony (tab. 19). Najniższą wydajność ziemniaka odnotowano dla kombinacji kontrolnej, średnio 14,6 t/ha, w której nie stosowano żadnej ochrony, a najwyższą 18,8 t/ha na obiektach chronionych środkiem zawierającym miedź.

Dla każdego z zastosowanych wariantów ochrony wybranymi substancjami podstawowymi wydajność była wyższa niż w obiekcie bez ochrony.

Tabela 19. Wydajność ziemniaka [t/ha] i struktura plonu bulw - procentowy udział liczby i wagi bulw we frakcjach użytkowych, Denar, Żmijewko 2023r.

Kombinacja	Plon całkowity [t/ha]	Waga bulw [%]				Liczba bulw [%]			
		drobne	średnie	duże	razem	drobne	średnie	duże	razem
I	16,1	11,4	31,4	57,1	100	1	14	85	100
II	16,7	10,5	36,6	52,9	100	1	18	82	100
III	16,8	10,4	41,6	47,8	100	1	20	79	100
IV	14,6	15,9	35,8	48,3	100	1	17	82	100
V	18,8	7,8	34,9	57,4	100	1	13	86	100
Średnia	16,6	11,2	36,1	52,7	100	1	16,1	82,9	100

I- ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III - ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlaniem wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

W ocenie procentowego udziału liczby bulw w plonie całkowitym, frakcja bulw dużych stanowiła największą część dla wszystkich kombinacji doświadczenia. Dla obiektów z ochroną chemiczną oraz z wyciągiem z cebuli udział bulw dużych był najwyższy i wynosił ponad 57%. Największy udział bulw średnich odnotowano dla kombinacji z zastosowaniem nadtlenu wodoru. W ocenie procentowego udziału wag bulw we frakcjach użytkowych odnotowano różnice w udziale bulw średnich i dużych. We wszystkich kombinacjach bulwy drobne stanowiły 1%. Struktura plonu z poletek chronionych nadtlaniem wodoru charakteryzowała się największym udziałem bulw średnich (20%) i najmniejszym bulw dużych (79%). W pozostałych obiektach bulwy duże stanowiły ponad 80 % plonu. Największy udział bulw dużych pozyskano z poletek chronionych środkiem chemicznym (86%) i wyciągiem z cebuli (85%).

Oceniono również zdrowotność zebranego plonu. W zebranych bulwach potomnych wystąpiło kilka ziemniaków z objawami chorób wirusowych. Pobrano próbki w celu określenia porażenia wirusami. Ponadto obserwowano porażenie przez parcha zwykłego oraz rizoktoniozę (tab. 20 i 21). Najwyższe porażenie bulw przez parcha zwykłego wystąpiło w kombinacji chronionej środkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym. w pozostałych wariantach wahało się na poziomie 5-6%. Indeks porażenia bulw przez rizoktoniozę był znacznie niższy, na poziomie poniżej 1 % dla kombinacji z zastosowaniem ochrony lecytyną, nadtlaniem wodoru i poletkach bez ochrony. W obiektach chronionych środkiem zawierającym miedź oraz wyciągiem z cebuli porażenia rizoktoniozą nie obserwowano.

Tabela 20. Porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*) i rizoktoniozą (*Rhizoctonia solani*) – indeks porażenia [%] wg Towsenda - Haubergera, Żmijewko 2023

Kombinacja/ powtórzenie	<i>S. scabies</i>					<i>R. solani</i>				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
1	6,15	5,05	5,31	6,16	6,46	0,00	0,00	0,49	0,78	0,00
2	5,62	4,57	7,55	6,09	6,72	0,00	1,56	0,00	0,00	0,00
3	5,86	7,69	4,88	5,63	6,30	0,00	0,12	0,08	0,52	0,00
Średnia	5,88	5,77	5,91	5,96	6,49	0,00	0,56	0,19	0,43	0,00

I- ochrona dolistna roślin ziemniaka wyciągu z cebuli z dodatkiem oleju słonecznikowego, II- ochrona dolistna roślin ziemniaka lecytyną, III - ochrona dolistna roślin ziemniaka nadtlaniem wodoru (1,5%), IV - bez ochrony, V - ochrona dolistna roślin ziemniaka, związkami dopuszczonymi do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

W ocenie parametrycznej bulw wykonano badanie zawartości suchej masy i skrobi w bulwach (tab. 21). Najwyższymi wartościami obu parametrów charakteryzowały się ziemniaki chronione środkiem miedziowym. W pozostałych kombinacjach, również kontrolnej – bez zabiegów, różnice były nieznaczne.

Tabela 21. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka, Denar, Żmijewko 2023

Kombinacja/ powtórzenie	Denar									
	I		II		III		IV		V	
	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia
1	16,6	10,9	16,4	10,6	16,1	10,4	16,6	10,1	16,9	11,0
2	16,6	10,8	15,7	10,0	16,8	11,1	16,1	10,3	16,6	10,9
3	16,4	10,4	16,8	11,9	16,6	10,9	16,2	10,5	17,2	11,5
Średnia	16,5	10,7	16,3	10,8	16,5	10,8	16,3	10,3	16,9	11,1

4. STWIERDZENIA I WNIOSKI

1. W doświadczeniu laboratoryjnym zaobserwowano zróżnicowaną reakcję badanych patogenów grzybowych i grzybopodobnych na substancje podstawowe. Rozwój *P. infestans* najskuteczniej ograniczały lecytyna i cebula, a *A. solani* cebula.
2. Działanie bakteriobójcze wykazano dla wody utlenionej. Substancja ta może wspomagać zabiegi przeciwdziałające rozprzestrzenianiu się bakteryjnych patogenów ziemniaka.
3. Ochrona roślin ziemniaka wybranymi substancjami podstawowymi nie wpłynęła na pogorszenie wartości parametrów oceny morfometrycznej łanu ziemniaka. Wykazano wpływ nadtlenu wodoru na żółknięcie roślin.
4. Objawy porażenia roślin przez zarazę ziemniaka występowały na wszystkich objętych badaniem poletkach i nie zależały od lokalizacji doświadczeń. Zaobserwowano wolny rozwój choroby i niewielkie różnice w tempie jej szerzenia pomiędzy ocenianymi obiektami. Zastosowanie wywaru z cebuli i lecytyny przedłużyły okres wegetacji roślin o kilka dni.
5. Zaprawianie sadzeniaków oraz ochrona upraw ziemniaka przez substancje podstawowe wpłynęły na poprawę wydajności ziemniaka. Odmiana Denar w uprawie ekologicznej plonowała średnio na poziomie 35,5t/ha i wartość ta była wyższa o 8t niż u odmiany Red Sonia.
6. Ochrona ziemniaka substancjami podstawowymi w gospodarstwie ekologicznym wpłynęła na wydłużenie okresu wegetacji roślin i wzrost wydajności uprawy.
7. Bulwy ziemniaka uległy niewielkiemu porażeniu przez *Rhizoctonia solani* i *Streptomyces scabies*. Obserwowano również objawy porażenia bulw przez wirusy.

6. PRZEWODNIK

Przewodnik w zakresie rodzaju i sposobu stosowania substancji podstawowych w produkcji ziemniaków przeznaczonych na sadzeniaki w rolnictwie ekologicznym, z uwzględnieniem dotychczasowych badań i opracowań oraz dostępnej wiedzy.

Badania objęte dotacją na rzecz rolnictwa ekologicznego realizowane w IHAR-PIB w oddziale w Bydgoszczy dotyczyły patogenów najczęściej występujących w uprawie ziemniaka *P. infestans*, *A. solani* oraz bakterii kwarantannowych. Zastosowanie substancji podstawowych wzrasta ze względu na ich bezpieczeństwo i opłacalność nie tylko w warunkach rolnictwa ekologicznego. Na liście substancji podstawowych widnieją takie, które mają potencjał ograniczający rozwój alternariozy i zarazy ziemniaka. Skuteczność ich działania w wspomaganiu ochrony roślin ziemniaka opisywana w dostępnej literaturze jest różnie oceniana i zależy od wielu czynników. Poniżej zestawiono dostępne informacje praktyczne i zalecenia dotyczące stosowania wybranych substancji podstawowych, które mają na celu poprawę zdrowotności uprawy i kondycji roślin ziemniaka w uprawie ekologicznej.

Cebula

Wyciąg z bulw cebuli, na podstawie raportu SANTE/10842/2020 Rev. 2 z 21 października 2020r., zalecany do stosowania jako środek grzybobójczy. Preparat należy przygotować z 500 g posiekanej cebuli, gotować w 10l wody i następnie zaparzać przez 15 min. Po przefiltrowaniu przez metalowe sitko odwar należy wykorzystać w ciągu 24h.

Sugerowane zastosowanie to odwar przygotowany zgodnie z instrukcją, w ilości 50g bulw cebuli w 1l wody, w ilości 6-10l na ha w ochronie ziemniaka przed suchą plamistością *A. solani* i 15l na hektar w ochronie pomidora przed *P. infestans*.

Zwiększenie konsumpcji cebuli na świecie sprawia, że wzrasta również ilość odpadów z jej produkcji i przetwarzania. Mogą one być wykorzystane w wspomaganiu zdrowotności roślin w ekologicznej uprawie [Sorlozano-Puerto i in. 2021, Fredotović i in. 2021]. W dotychczas prowadzonych badaniach laboratoryjnych, z wykorzystaniem metody zatrutych podłoży, wyciąg z *A. cepa* ograniczał rozwój grzybni *A. solani* i *P. infestans* w porównaniu do kontroli. W doświadczeniach polowych IHAR-PIB w uprawa ziemniaka w gospodarstwie ekologicznym chroniona wyciągiem z bulw cebuli charakteryzowała się wolniejszym rozwojem chorób grzybowych oraz najwyższym plonem bulw. W badaniach prowadzonych na terenie Rumunii znaczące okazały się 2,2% i 3,3% roztwory wodne cebuli w ochronie przed porażeniem przed *A. solani* [Catuna i in. 2021]. Suche ekstrakty z cebuli (stężenie 20,0 mg/ml) wykazały działanie przeciwgrzybowe w stosunku do *A. alternata* i *P. infestans*. W szczególności, Ekstrakty z czerwonej cebuli wykazały wyższą skuteczność w hamowaniu *A. alternata*. Ekstrakty uzyskane z cebuli białej, które nie wykazały żadnej skuteczności. Wynik ten jest zaskakujący, biorąc pod uwagę, że oba ekstrakty mają podobną ilość kwercetyny, przeciwutleniacza o działaniu przeciwgrzybowe. Autorzy przypuszczają, że inne składniki tych ekstraktów odpowiadają za hamowanie *A. alternata* [Wianowska i in. 2022].

Chitozan/chlorowodorek chitozanu

Zgodnie z raportem SANTE/10594/2021 Rew. 1 z 28 stycznia 2022r. chitozan należy do grupy substancji podstawowych - elicytorów roślinnych. Może być stosowany w dwojaki sposób: w formie mieszaniny z wodą energicznie mieszaną dla uniknięcia agregacji lub rozpuszczony w wodzie o pH<5. Zalecany jest do stosowania w formie oprysku jako środek poprawiający odporność na grzyby i bakterie.

Działanie mikrobiologiczne chitozanu jest znane. Ma szerokie zastosowanie w medycynie, przemyśle spożywczym i rolnictwie. Obecnie duży potencjał wiąże się z wykorzystaniem jego właściwości biobójczych jako komponentu do innych produktów wykorzystywanych w różnych dziedzinach przemysłu i rolnictwa [Abd El-Hack i in. 2020,

Wang 2021]. Na aktywność grzybobójczą chitozanu składa się: zaburzenie transkrypcji, syntezy białek, stres oksydacyjny, ograniczenie dostępu składników odżywczych i zaburzenie integralności membrany komórkowej. U roślin natomiast stymuluje wzrost i procesy odpornościowe oraz poprawia tolerancję na stresy środowiskowe [Poznański i in. 2023].

W eksperymencie polowym Hadwiger i współautorów [2006] chitozan (0,4%) skutecznie ograniczał rozwój chorób grzybowych. W połączeniu z substancją zawierającą miedź zauważono skuteczniejsze działanie nawet przy dużym zaawansowaniu objawów. Ponadto chitozan w połączeniu z środkiem miedziowym może działać jako środek adhezyjny, zwiększający przyczepność innych związków czynnych do powierzchni liści i zabezpieczający przed wypłukaniem ich przez deszcz. Również w eksperymencie polowym na terenie Niemiec stwierdzono pewien potencjał redukujący zarazę ziemniaka dla 0,4% chitozanu na odmianach Nicola i Ditta [Nachwatel i Zellner 2015]. Autorzy Ci w warunkach laboratoryjnych określili skuteczność działania chitozanu na poziomie zbliżonym do środków zawierających miedź. Nie zauważyli działania fitotoksycznego na roślinach. W ocenie polowej stwierdzili mniejszy potencjał ograniczania zarazy ziemniaka. Autorzy sugerują wykorzystanie chitozanu w mieszaninach lub naprzemienne z miedzią, co mogłoby pozwolić na dalsze ograniczenie stosowania środków grzybobójczych zawierających miedź w ekologicznej produkcji ziemniaków.

W prezentowanych wynikach badań laboratoryjnych przeprowadzonych w IHAR-PIB w roku sprawozdawczym chitozan nieznacznie ograniczył rozwój grzybni *P. infestans* i grzybni *A. solani*.

Chlorowodorek chitozanu zalecany do stosowania jako elicytor, o właściwościach grzybobójczych i bakteriobójczych. Stymuluje również naturalne mechanizmy obronne roślin. Hamuje wzrost grzybni i kiełkowanie zarodników w warunkach *in vitro*, indukuje odporność w roślinach ziemniaka [Huang X. i in. 2021]. Tworzy barierę mechaniczną dla penetracji patogenów [Amborabe i in. 2008, Hadrami i in. 2010]. Zalecany jest do zaprawiania nasion pszenicy, soczewicy, soi, tytoniu, kukurydzy i bulw ziemniaka [Korbecka-Glinka i in. 2021, Romanazzi i in. 2022]. W badaniach *in vitro* i *in vivo* Zabka i Pavela [2021] wykazali wysoką skuteczność przeciwko *P. infestans*. Wysoką skuteczność osiągnięto dla stężenia 0,2-0,4%. Ponadto nie stwierdzono toksyczności w stosunku do organizmów pożytecznych. Stosowanie 4% chitozanu w badaniach Acar i współautorów [2008] zapewniło 60% ochronę przed szkodami spowodowanymi przez sprawcę zarazy ziemniaka.

Lecytyny

Raport przeglądowy dla substancji podstawowej stanowi SANTE/12798/2014-rev. 2 z 30.03.2015 r. Dla lecytyn zatwierdzono wyłącznie działanie grzybobójcze. Wymieniono działanie ochronne w uprawie drzew owocowych przed rozwojem mączniaka prawdziwego, kędzierzawość liści brzoskwini, mączniaka prawdziwego u warzyw: ogórka, sałaty, roszonek oraz roślin ozdobnych i winorośli. W ochronie upraw przed *Phytophthora infestans* oraz *Alternaria cichorii* zalecane jest stosowanie 2-6 oprysków roztworem lecytyny w odstępach co 7 dni.

Lecytyny działają zapobiegawczo w sposób kontaktowy. Blokują kiełkowanie zarodników grzybów. Wzmacniają mechanizmy obronne rośliny przez co wpływają korzystnie na ich zdrowotność. Kwasy tłuszczowe, oksylipiny i kwas jasmonowy obecne w lecytinach mogą stymulować mechanizm obronny roślin [Wasternack i in 2018].

Działanie: ograniczające rozwój *A. cichorii*, poprawiające kondycję roślin oraz nawozu dolistnego w uprawie endywii oceniali Trdan i współautorzy [2008]. Bohnic i współautorzy [2015] w doświadczeniu polowym oceniali działanie lecytyny sojowej na hamowanie rozwoju *P. infestans* w uprawie pomidora. Zastosowanie tej substancji jako naturalnego fungicydu nie przyniosło jednak oczekiwanych rezultatów. W prezentowanych badaniach lecytyna nie działała redukująco na liczebność bakteryjnych patogenów ziemniaka, ograniczyła natomiast rozwój

grzybni *A. solani* i *P. infestans*. W warunkach polowych wpłynęła na opóźnienie wystąpienia objawów zarazy ziemniaka, wzrost wydajności i poprawę struktury plonu bulw.

Nadtlenek wodoru

Zgodnie z treścią raportu SANTE/11900/2016- rev.1 z dnia 24 stycznia 2017 roztwór nadtlenu wodoru o stężeniu <5% stanowi środek grzybobójczy. Zalecany jest do zaprawiania nasion kwiatów ogrodowych (cynia) w ochronie przed chorobami grzybowymi powodowanymi przez *Alternaria* spp. i *Fusarium* spp.. W uprawie pomidora i papryki w stężeniu 1,5-3% zalecany jest do stosowania jako dezynfektant rolniczych, mechanicznych narzędzi tnących (*Ralstonia solanacearum* i *Bortyitis cinerea*).

H₂O₂ jest silnym utleniaczem i może powodować brązowienie tkanek warzyw [Meireles i in. 2016]. W badaniach własnych 1,5% roztwór nadtlenu wodoru wywołał objawy fitotoksyczności roślin ziemniaka w doświadczeniu polowym i roślin pomidora w teście przeprowadzonym w fitotronie. W warunkach laboratoryjnych preparat (1,5%) ten okazał się jednak skutecznie ograniczać rozwój bakteryjnych patogenów ziemniaka.

Inne badania naukowe potwierdzają skuteczność roztworu perhydrołu w odkażaniu warzyw [Duda i Sokołowska, 2018]. Redukcję bakterii tlenowych w marchwi uzyskano poprzez stosowanie 0,5 – 1,5% roztworu nadtlenu wodoru w czasie 30-90 s [Augspole i Rakcejeva 2013]. Zastosowanie 5% roztworu nadtlenu wodoru przez okres 10 min. na korzenie pietruszki ograniczyło występowanie na nich drożdży i pleśni [Sao Jose i Vanetti 2015].

Pokrzywa

W raporcie SANTE/11809/2016- rev. 0.1 z dnia 24 stycznia 2017 pokrzywa opisana jest jako środek owadobójczy, roztoczebójczy i grzybobójczy. Stosowana może być w postaci kompostu lub oprysku. Przed zastosowaniem z każdym 1kg kompostu należy zmieszać 83g suchego materiału roślinnego pokrzywy. Do przygotowania cieczy do stosowania opryskowego można wykorzystać świeże (75g/l) lub suszone (15g/l) liście pokrzywy moczone przez 3-4 dni, codziennie mieszane, przefiltrowane i rozcieńczone pięciokrotnie. Ciecz robocza powinna mieć ustalone pH na poziomie ok. 6-6,5.

Ultrica sp. charakteryzują się licznymi właściwościami prozdrowotnymi, antyalergicznymi, przeciwzapalnymi, przeciwreumatoidalnymi i przeciwbakteryjnymi [Jakubczyk i n. 2015]. Metanolowe ekstrakty z liści gnojowicy pokrzywy i chmielu szerokolistnego (*Dodonaea viscosa*) wykazały silną skuteczność w ograniczaniu *A. alternata*. Wśród wielu związków polifenolowych, kwasu kumarowego, kwasu kawowego, kwasu ferulowego i α - tokoferol wykazywały działanie grzybobójcze w warunkach *in vitro*. [Behiry i in. 2022].

Urtica dioica stosowana jako nawóz w sposób dolistny w różnych dawkach, samodzielnie lub w połączeniu ze skrzypem, nie miały istotnego wpływu na plon, zawartość chlorofilu ani obecność szkodników i chorób w ekologicznych uprawach ziemniaków [Germandia i in. 2018]. Również w teście *in vitro* przeprowadzonym w roku sprawozdawczym w IHAR-PIB nie odnotowano działania ograniczającego rozwój badanych grzybów, organizmów grzybopodobnych i bakterii.

Opracowanie powstało w ramach dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju wsi DEJ.re.027.10.2023; w temacie: *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.*

7. 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
- Acar O.; Aki, C.; Erdugan, H. 2008. Fungal and Bacterial Diseases Control with Elexa Plant Booster. *Fresenius Environ. Bull.*, 17,797–802
- Amborabé, B.E.; Bonmort, J.; Fleurat-Lessard, P.; Roblin, G. 2008. Early Events Induced by Chitosan on Plant Cells. *J. Exp. Bot.*, 59, 2317–2324
- Augspole I., Rakcejeva T. 2013. Effect of hydrogen peroxide on the quality parameters of shredded carrots. *Annual 19th Int. Scient. Conf. Proc., "Research for Rural Development"* Jelgava, Latvia. May 15-17 Volume 1 pp 91-97
- Behiry, S.I.; Philip, B.; Salem, M.Z.M.; Amer, M.A.; El-Samra, I.A.; Abdelkhalek, A.; Heflish, A. 2022. *Urtica dioica* and *Dodonaea Viscosa* Leaf Extracts as Eco-Friendly Bioagents against *Alternaria Alternata* Isolate TAA-05 from Tomato Plant. *Sci. Rep.* 12, 16468].
- Bohinc t., Žnidarčič D., Tran S. 2015. Comparison of field efficacy of four natural fungicides and metiram against late blight (*Phytophthora infestans* [Mont.] de Bary) on tomato – Schort Communication. *Hort. Sci.* 42(4): 215-218
- Catuna P. T., Odagiu A., Balint C., Darjan S., Bordea D., Mihaiescu R. 2021. Testing Anti-alternariosis Effect of aqueous extract of *Pallium cepa* L. in potato. *Proenvironment* 14(4):87-90
- Duda M., Sokołowska B. 2018. Metody dezynfekcji marchwi i innych warzyw korzeniowych. *Żywność Nauka. Technologia. Jakość.* 25,1(114):17-29
- El Hadrami, A.; Adam, L.R.; El Hadrami, I.; Daayf, F. Chitosan in Plant Protection. *Mar. Drugs* 2010, 8, 968–987.
- Fredotovi'c, Ž.; Puizina, J.; Nazli'c, M.; Maravi'c, A.; Ljubenkov, I.; Soldo, B.; Vuko, E.; Baji'c, 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>
- Garmandia A., Raigon M.D., Marques O., Ferriol M., Royo J., Merle H. 2018. Effect of slurry (*Urtica dioica* L.) used as foliar fertilizer on potato (*Solanum tuberosum* L) yield and plant growth. *PeerJ*6:e4729, doi:10.2212/peerj.4729
- Ginter Z. 1981: *Podręcznik doświadczeń polowego w ochronie roślin*. Tłum z j. niemieckiego. Wyd. IOR, Poznań, 244ss
- Hadwiger, L.A.; McBride, P.O. 2006. Low-Level Copper Plus Chitosan Applications Provide Protection Against Late Blight of Potato. *Plant Health Prog.* 6, 7.
- Huang, X.; You, Z.; Luo, Y.; Yang, C.; Ren, J.; Liu, Y.; Wei, G.; Dong, P.; Ren, M. 2021. Antifungal Activity of Chitosan against *Phytophthora infestans*, the Pathogen of Potato Late Blight. *Int. J. Biol. Macromol.* 166, 1365–1376
- Jakubczyk K., Janda K., Szkyrpan S., Gutowska I., Wolska J. 2015. Pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica* L.) – charakterystyka botaniczna, biochemiczna i właściwości prozdrowotne. *Pom. J Life Sci.* 61(2):191-198
- Kochman J., Węgorzek W. 1997: *Ochrona roślin*. Wyd. V PWRiL Warszawa, 701ss
- Korbecka-Glinka G. K., Wiśniewska-Wrona M., Kopania E. 2021. Zastosowanie polimerów naturalnych do uszlachetniania materiału siewnego. *Polimery* 6(1):11-20
- Meireles A., Giaouris E., Smoes M. 2016. Alternative disinfection methods to chlorine for use in the fresh-cut industry. *Food Res. Int.* 82: 71-85
- Nechwatal, J.; Zellner, M. 2015 Potential Suitability of Various Leaf Treatment Products as Copper Substitutes for the Control of Late Blight (*Phytophthora infestans*) in Organic Potato Farming. *Potato Res.* 58, 261–276
- Poznański P., Hameed A., Orczyk W. 2023. Chitosan and Chitosan Nanoparticles: Parameters Enhancing Antifungal Activity 28, 2996. <https://doi.org/10.3390/molecules28072996>
- Romanazzi G., Orçonneau Y., Moumni M., Davillerd Y., Marchand P. A. 2022. basic substances, a sustainable tool to complement and eventually replace synthetic pesticides in the management of pre and postharvest diseases: revised instructions for users. *Molecules* 27, 3484: 1-39, doi.org/10.3390/molecules27113484

- 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.
- Sao Jose J. F. B., Vanetti M. C. D. 2015. Application of ultrasound and chemical sanitizers to watercress parsley and strawberry. Microbiological and physicochemical quality. *Food Sci. Technol.* 63:946-952
- 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.
- Toffolatti, S.L.; Davillerd, Y.; D'Isita, I.; Facchinelli, C.; Germinara, G.S.; Ippolito, A.; Khamis, Y.; Kowalska, J.; Maddalena, G.; Marchand, P.; 2023. Are Basic Substances a Key to Sustainable Pest and Disease Management in Agriculture? An Open Field Perspective. *Plants* 2023, 12, 3152. <https://doi.org/10.3390/plants12173152>
- Trdan S., Žnidarčič D., Vidrih M., Kač M. 2008. Three natural substances for use against *Alternaria cichorii* on selected varieties of endive: antifungal agents, plant strengtheners, or foliar fertilizers? *Journal of Plant Diseases and Protection* 115(2): 63-68
- Wang X.; Zheng, K.; Cheng, W.; Li, J.; Liang, X.; Shen, J.; Dou, D.; Yin, M.; Yan, S. 2021 Field Application of Star Polymer-Delivered Chitosan to Amplify Plant Defense against Potato Late Blight. *Chem. Eng. J.* 417, 129327
- Wasternack, C.; Feussner, 2018. I. The Oxylipin Pathways: Biochemistry and Function. *Annu. Rev. Plant Biol.* 69, 363–386
- Wianowska, D.; Olszowy-Tomczyk, M.; Garbaczewska, S. A 2022 Central Composite Design in Increasing the Quercetin Content in the Aqueous Onion Waste Isolates with Antifungal and Antioxidant Properties. *Eur. Food Res. Technol.* 248, 497–505.88].
- Zarzyńska K., Goliński W., 2006. Rola odmiany w ekologicznej uprawie ziemniaka. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 51(2): 214–218.
- Žabka M., Pavela R. 2021. The dominance of chitosan hydrochloride over modern natural agents of basic substances in efficacy against *Phytophthora infestans*, and its safety for the non-target model species *Eisenia fetida*. *Horticulture* 7, 366. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100366>