



**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: Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Określenie dobrych praktyk produkcyjnych, z uwzględnieniem warunków glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby - wytyczne dla prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennych roślin rolniczych pod kątem produkcji materiału siewnego.
Ekologiczna uprawa sadzeniaków ziemniaka.

Kierownik:

dr inż. Katarzyna Franke

Wykonawcy:

dr hab. Mirosław Nowakowski prof. Instytutu,

dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM (*Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*),

dr inż. Grzegorz Gryń,

dr hab. Krzysztof Treder,

dr Piotr Lewandowski,

mgr Anna Pawłowska

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi DEJ.re.765.7.2024 w sprawie przyznawania dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

BYDGOSZCZ 2024

SPIS TREŚCI

	str.
1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ.....	3
2. METODY I WARUNKI BADAŃ	3
3. WYNIKI BADAŃ	6
4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI	13
5. DOBRE PRAKTYKI.....	14
6. CYTOWANE PIŚMIENNICTWO	17

1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ

Ziemniak jest gatunkiem trudnym w uprawie. Narazony jest na porażenie chorobami powodowanymi przez patogeny grzybowe i grzybobopodobne, wirusowe oraz bakterie, w tym szczególnie niebezpieczne, zaliczane do organizmów kwarantannowych. Wegetatywny sposób rozmnażania gatunku sprzyja większemu nasileniu chorób pochodzenia glebowego. Produkcja nasienna ziemniaka ekologicznego powinna być prowadzona zgodnie z wytycznymi „Ustawy o nasiennictwie” [Dz.U. 2021 poz. 129] i „Ustawy o rolnictwie ekologicznym [Dz.U. 2022 poz. 1370]”. Szczególnie trudne w produkcji nasiennej tego gatunku jest ograniczenie występowania wirusów, jak również mszyc, wektorów chorób wirusowych. Wśród dostępnych danych literaturowych w uprawie ziemniaka stosowane mogą być zabiegi m. in. ściółkowania słomą, stosowanie olejków eterycznych, czy krzemu. Olejki mają na celu odstraszanie mszyc, a związki krzemowe wspomagają odporność roślin na stresy powodowane czynnikami biotycznymi i abiotycznymi. Prowadzone w 2024 r. przez IHAR-PIB Oddział w Bydgoszczy badania polowe miały na celu określenie dobrych praktyk produkcyjnych w prowadzeniu ekologicznych plantacji nasiennych ziemniaka w zakresie ograniczania rozwoju chorób wirusowych ziemniaka. W badaniach oceniano wpływ ściółkowania słomą oraz dolistnych zbiegów dwoma preparatami (zawierającymi: I – preparat miętowy, II – związki krzemu) na liczebność mszyc na plantacji i porażenie bulw ziemniaka przez wirusy.

2. METODY I WARUNKI BADAŃ

Doświadczenia łanowe założono w dwóch, oddalonych od siebie lokalizacjach. W każdej z nich uprawiano po dwie odmiany ziemniaka, o różnej deklarowanej odporności na wirusy i zalecane do upraw w systemie ekologicznym: Denar i Catania – w eksperymencie w Bydgoszczy oraz Denar i Gala w Żmijewku (tab. 1). Zastosowano, zgodnie z założeniami projektu, trzy warianty ochrony: I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięcią, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Tabela 1. Charakterystyka odmian ziemniaka

Cecha	Denar	Catania	Gala
Hodowca	HZ Zamarte Sp. z o. o.	EUROPLANT Polska Sp. z o.o.	NORIKA Polska Sp. z o. o.
Przeznaczenie	Jadalna	jadalna	jadalna
Dojrzałość	bardzo wczesna	bardzo wczesna	wczesna
kształt bulwy	okrągło-owalny	owalny	okrągło-owalny
Skórka	Żółta	gładka, kremowa	gładka, żółta
Głębokość oczek	Płytkie	plytkie	plytkie
Barwa miąższu	Jasnożółty	kremowo-biały	Żółty
Typ kulinarny	AB – sałatkowy	B-ogólnoużytkowy	A/B – B
Plon	bardzo wysoki	wysoki	wysoki
Wschody	równomierne, szybkie, intensywny wzrost łanu	silne, wczesne zawiązywanie bulw	równomierne, szybkie zwieranie rzędów
Przechowywanie	długo zachowuje walory smakowe	średni spoczynek kielków	średni spoczynek kielków
Odporność na nicienie	Ro1, Ro2, Ro3, Ro4	Ro1, Ro4	Ro1, Ro4
Odporność na zarazę ziemniaka	Średnia	wysoka	wysoka
Odporność na wirusy	średnia do wysokiej	średnia	bardzo wysoka

Odporność na parch	dość wysoka	średnia	średniowysoka
Odporność na uszkodzenia mechaniczne	dość wysoka	niska	dość wysoka

Do doświadczenia wybrano ziemniaki, kwalifikowane zakupione w HZ Zamarte, jak również pochodzące z rozmnożeń w gospodarstwach ekologicznych (tab. 2).

Tabela 2. Rok rozmnożenia polowego ziemniaków uprawianych w eksperymentach polowych, Bydgoszcz, Żmijewko, 2024r.

Miejscowość	Bydgoszcz		Żmijewko	
Odmiana ziemniaka	Catania	Denar	Denar	Gala
Rok rozmnożenia polowego	Trzeci	materiał kwalifikowany	materiał kwalifikowany	czwarty

Ochrona przed zarazą ziemniaka i stonką na obu polach prowadzona była w sposób zgodny z założeniami rolnictwa ekologicznego. W początkowym okresie wegetacji prowadzono mechaniczną ochronę plantacji przed zachwaszczeniem, a po jej zakończeniu zgodnie z założeniami projektu, odpowiednie obiekty ściółkowano słomą. W całym sezonie wegetacyjnym 5-krotnie stosowano dolistnie zabiegi ochronne preparatem w postaci wodnego roztworu zawierającego 1% olejku eterycznego z mięty pieprzowej lub z krzemem w postaci preparatu ZumSil w dawce 0,5l/ha. W celu oszacowania wielkości populacji i składu gatunkowego mszyc, dwukrotnie, w odstępie 1 tygodnia, założono taśmy lepowe na owady [Müller, 1968]. W pełni wegetacji wykonywano obserwacje występowania objawów chorób wirusowych oraz ocenę biometryczną pobranych prób roślin. 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]. Na podstawie wyników obserwacji porażenia bulw, określano indeks porażenia zgodnie ze wzorem Townsend'a-Heubergera [Ginter; 1981]. Wyznaczono zawartość suchej masy i skrobi w bulwach. Ocenę porażenia sadzeniaków i bulw potomnych przez wirusy wykonano z w Oddziale IHAR-PIB w Boninie. Oceniano reprezentatywne próby bulw dla sadzeniaków oraz po zbiorze bulw potomnych. Każdą próbę zbadano na obecność sześciu wirusów: wirus liściowoju ziemniaka (PLRV), wirus A ziemniaka (PVA), wirus M ziemniaka (PVM), wirus S ziemniaka (PVS), wirus X ziemniaka (PVX) i wirus Y ziemniaka (PVY) (Dz. U. poz. 1651). Do oceny zastosowano komercyjne testy DAS-ELISA firmy Bioreba. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono procent bulw porażonych.

Tabela 3. Wyniki analiz agronomicznych gleby Bydgoszcz, Żmijewko 2024

Parametr	Bydgoszcz		Żmijewko	
pH w KCl	6,8	obojętne	6,0	lekko kwaśne
P ₂ O ₅ , mg · kg ⁻¹	44,0	bardzo wysoka	7,2	niska
K ₂ O, mg · kg ⁻¹	37,0	bardzo wysoka	9,2	niska
Mg, mg · kg ⁻¹	12,2	bardzo wysoka	6,9	średnia
B, mg · kg ⁻¹	0,65	niska	0,5	niska
Mn, mg · kg ⁻¹	83,8	niska	126,5	średnia
Cu, mg · kg ⁻¹	2,5	średnia	3,1	średnia
Zn, mg · kg ⁻¹	3,3	niska	5,9	średnia
Fe, mg · kg ⁻¹	1617	średnia	1012	średnia
Substancja organiczna, %	3,83		1,42	

Doświadczenia polowe zlokalizowane były w dwóch miejscach oddalonych od siebie o ponad 100 km. Oba pola charakteryzowały odmienne warunki glebowe i pogodowe. Dla obu lokalizacji wykonano analizy agronomiczne gleby. Uprawę prowadzono w odmiennych warunkach siedliskowych obu pól różnicowanych przez pH, zawartość substancji organicznej, zasobność w makro i mikroelementy (tab. 3).

W omawianym okresie występowały korzystne warunki pogodowe dla przebiegu prac polowych przed sadzeniem ziemniaka (tab. 4). Rozkład temperatur sprzyjał uprawie ziemniaka w Bydgoszczy. Wielkość opadów i ich rozkład podczas okresu wegetacji znajdowały się na poziomie niższym niż sugerowane optymalne zapotrzebowania gatunku.

Tabela. 4. Warunki meteorologiczne wg stacji meteorologicznej w Bydgoszczy 2024 r.

Miesiąc	Dekada	Temperatura, °C	Suma opadów, mm
Kwiecień	I	13,2	17,8
	II	9,9	3,3
	III	9,9	4,9
	Średnie/sumy	11,0	55,6
Maj	I	16,4	2,0
	II	16,3	10,5
	III	20,0	59,8
	Średnie/sumy	17,6	72,3
Czerwiec	I	18,0	22,5
	II	17,5	11,5
	III	22,8	6,4
	Średnie/sumy	19,4	40,4
Lipiec	I	20,3	60,0
	II	22,6	17,0
	III	21,0	27,4
	Średnie/sumy	21,3	104,3
Sierpień	I	20,5	15,2
	II	22,5	0,0
	III	21,4	26,1
	Średnie/sumy	21,5	41,3
Dla IV-IX	Średnie/sumy	18,2	313,9

Tabela. 5. Warunki meteorologiczne wg stacji meteorologicznej w Żmijewku 2024 r.

Miesiąc	Dekada	Temperatura, °C	Suma opadów, mm
Kwiecień	I	13,7	20,4
	II	8,9	23,4
	III	9,9	2,3
	Średnie/sumy	10,8	46,1
Maj	I	15,4	5,0
	II	15,5	0,5
	III	19,9	35,6
	Średnie/sumy	16,9	40,6
Czerwiec	I	17,4	42,4
	II	16,5	17,9
	III	20,8	15,1
	Średnie/sumy	18,2	75,4
Lipiec	I	19,1	17,3
	II	21,5	39,8
	III	19,6	15,8
	Średnie/sumy	20,1	72,9
Sierpień	I	18,9	26,6
	II	20,7	0,0
	III	20,1	9,1
	Średnie/sumy	19,9	35,7
Dla IV-VIII	Średnie/sumy	17,2	270,7

W Żmijewku pomiaru opadów dokonano na terenie gospodarstwa przy pomocy przenośnej stacji pogodowej (tab. 5). Warunki pogodowe były mniej korzystne. Odnotowano niższe temperatury a po okresach posuchy następowały silne, krótkotrwałe opady, które nie zaspokoły potrzeb wodnych ziemniaka.

3. WYNIKI BADAŃ

3.1. Doświadczenia polowe w Bydgoszczy 2024 r.

Ziemniaki sadzono 18 kwietnia 2024 r.. Obserwowano równomierne wschody roślin na całym polu i dla obu odmian. W początkowym okresie wzrostu i rozwoju nie notowano różnic w pokroju roślin ziemniaka. Eksperyment łanowy przeprowadzono zgodnie z założeniami projektu. Zabiegi preparatami zawierającymi miętę i krzem wykonano pięciokrotnie w okresie wegetacji, pierwszy zabieg po wyściółkowaniu słomą, a kolejne w odstępach 7-9 dniowych.



Fot. 1. Poletko z uprawą ekologiczną ziemniaka w Bydgoszczy, 2024 r.

W sezonie wegetacyjnym nie obserwowano typowych objawów porażenia roślin ziemniaka przez wirusy. Dwukrotnie rozwieszono taśmy lepowe do odłowu mszyc. Różnice w liczebności i składzie gatunkowym owadów zestawiono tabelarycznie (fot. 1. tab. 6 i 7). Na polu doświadczalnym IHAR-PIB w Bydgoszczy obserwowano występowanie mszyc ziemniaczanych: *Myzus persicae* (SULZER), mszycy brzoskwiniowo-ziemniaczanej i *Aphis nasturtii* (KALTENBACH), mszycy szakłakowo-ziemniaczanej. We wszystkich obiektach doświadczalnych występowały w/w mszyce. Na poletkach ściółkowanym słomą i chronionych zabiegami dolistnymi z preparatem miętowym liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych była najmniejsza, a na obiektach kontrolnych – największa dla obu odmian ziemniaka.

Tab. 6. Liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych, pole doświadczalne z uprawą ziemniaka odmiany Catania, Bydgoszcz 2024

Liczba owadów/mszyc ziemniaczanych	Catania									
	Powtórzenie	I			II			III		
		A	B	średnia	A	B	średnia	A	B	średnia
wszystkie	1	133	301	217	89	89	89	92	128	110
ziemniaczane		10,0	14,0	12,0	4,0	9,0	6,5	7,0	9,0	8,0
wszystkie	2	138	272	205	117	125	121	154	189	172
ziemniaczane		7,0	9,0	8,0	5,0	8,0	6,5	5,0	9,0	7,0
wszystkie	3	150	177	164	103	170	137	107	196	152
ziemniaczane		9,0	11,0	10,0	6,0	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem. A, B – termin oceny

Tab. 7. Liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych, pole doświadczalne z uprawą ziemniaka odmiany Denar, Bydgoszcz 2024

Liczba owadów/mszyc ziemniaczanych	Denar									
	Powtórzenie	I			II			III		
		A	B	średnia	A	B	średnia	A	B	Średnia
wszystkie	1	142	138	140	118	173	146	123	234	179
ziemniaczane		7,0	11,0	9,0	5,0	7,0	6,0	7,0	9,0	8,0
wszystkie	2	162	177	170	103	154	129	121	112	117
ziemniaczane		5,0	7,0	6,0	4,0	6,0	5,0	5,0	9,0	7,0
wszystkie	3	105	132	119	106	186	146	128	154	141
ziemniaczane		7,0	11,0	9,0	5,0	8,0	6,5	6,0	9,0	7,5

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem. A, B – termin oceny

W pełni okresu wegetacji wykonano ocenę biometryczną roślin ziemniaka. Uzyskane wyniki zestawiono w tabeli (tab. 8). Rośliny na poletkach chronionych preparatem krzemowym charakteryzowały się najdłuższymi łodygami, największą masą części nadziemnej i korzeni oraz liczbą i masą bulw u obu odmian. Mniejsze wartości ocenianych parametrów uzyskano dla roślin pochodzących z poletek ściółkowanych słomą i z zabiegami preparatem zawierającym olejek miętowy i były one zbliżone do uzyskanych z kombinacji kontrolnej, bez ochrony.

Tabela 8. Morfometria ziemniaka, Bydgoszcz 2024

Odmiana	Catania				Denar			
	I	II	III	średnia	I	II	III	średnia
Kombinacja								
długość łodyg	54,0	56,5	64,9	58,5	55,5	57,0	62,0	58,2
liczba łodyg	5,0	5,3	7,3	5,9	5,3	5,3	5,3	5,3
masa części nadziemnej	364	365	517	415	403	408	462	424
masa korzeni	40,0	42,0	75,5	52,5	27,0	33,0	44,5	34,8
LAI	3,1	3,3	3,7	3,4	3,9	3,9	4,0	3,9
liczba bulw	7,0	7,0	8,3	7,4	10,0	10,5	11,8	10,8
masa bulw	798	665	828	763	533	542	698	591

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Zbiór ziemniaków w Bydgoszczy przeprowadzono 23 sierpnia 2024 r. Wydajność ziemniaka różnicowana była odmianą i stosowanymi zabiegami ochronnymi (tab. 9). Odmiana Catania, mimo, że sadzeniaki rozmnażano połowo już trzeci rok plonowała wyżej niż Denar (materiał kwalifikowany). Odmianę Catania charakteryzuje bardzo wysoka deklarowana wydajność potwierdzona w praktyce rolniczej. Dodatkowa ochrona w zastosowanych kombinacjach wpłynęła na poprawę wydajności ziemniaka.

Tabela 9. Wydajność ziemniaka [t/ha], Bydgoszcz 2024

Kombinacja	Catania	Denar
I	30,9	26,5
II	32,1	27,4
III	34,6	32,5
Średnia	31,8	28,8

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Po zbiorze bulwy dzielono na: plon handlowy i odpad. W plonie handlowym wyodrębniono frakcje sadzeniaka i bulw dużych. We wszystkich kategoriach bulwy liczono i ważono. Liczbowy udział bulw we frakcjach różnił się dla odmian i między obiektami doświadczalnymi (tab. 10). Dla obu odmian najwyższy liczbowy udział w plonie stanowiły bulwy duże, średnio 49,1 i 48,6% odpowiednio dla odmian Catania i Denar. Największy liczbowy udział bulw dużych zaobserwowano dla poletek ściółkowanych słomą i dodatkowo chronionych krzemem, odpowiednio 56,5 i 49,8 % dla odmian Catania i Denar. U odmiany Denar plon charakteryzował się większą liczbą bulw oraz większym liczbowym średnim udziałem bulw najdrobniejszych (średnio 13,6 %) o 2,6 pp większy niż u drugiej z badanych odmian. W analizie struktury wagowej u obu odmian dominowały bulwy duże i stanowiły średnio 78,8% u odmiany Catania i 82,3% u odmiany Denar. Dla odmiany Catania w kombinacji III udział ten był najwyższy i wynosił 84,6%.

Tabela 10. Struktura plonu bulw – procentowy udział liczby i wagi bulw we frakcjach użytkowych, Bydgoszcz 2024

Liczba bulw [%]	Drobne	Średnie	Duże	Razem	Drobne	Średnie	Duże	Razem
Kombinacja	Catania				Denar			
Udział liczby bulw [%]								
I	7,7	42,6	49,7	100	18,6	34,2	47,2	100
II	16,4	42,4	41,2	100	14,5	36,6	48,9	100
III	8,9	34,6	56,5	100	7,8	42,0	49,8	100
Średnia	11,0	39,9	49,1	100	13,6	37,6	48,6	100
Udział wagowy bulw [%]								
I	0,9	23,3	75,8	100	1,1	14,7	84,2	100
II	1,7	22,3	76,0	100	0,9	14,7	84,3	100
III	0,4	15,0	84,6	100	0,7	20,8	78,5	100
Średnia	1,0	20,2	78,8	100	0,9	16,7	82,3	100

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Ocena zdrowotności bulw obejmowała przede wszystkim choroby skórki. Na bulwach ziemniaka, obserwowano porażenie przez parcha zwykłego oraz rizoktoniozę. Porażenie bulw przez parcha zwykłego nie było równomierne na wszystkich obiektach doświadczalnych i zróżnicowane w kolejnych powtórzeniach (tab. 11). Dla odmiany Catania indeks porażenia był najniższy i wynosił średnio 2,06% dla kombinacji, w której stosowano dolistne zabiegi z krzemem i ponad dwukrotnie wyższy równy 4,21% w obiekcie kontrolnym. Podobny trend

Tabela 11. Porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*) – indeks porażenia [%] wg Townsenda - Haubergera, Bydgoszcz 2024

Kombinacja/ powtórzenie	Catania			Denar		
	I	II	III	I	II	III
1	6,18	4,49	2,26	3,01	4,25	1,50
2	6,44	3,38	0,00	5,82	2,94	2,80
3	0,00	1,20	3,93	5,72	1,76	2,79
Średnia	4,21	3,02	2,06	4,85	2,98	2,36

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

zauważono dla bulw odmiany Denar od średnio 2,36 % w kombinacji z zastosowaniem krzemu do 4,85% dla poletek niechronionych. Rizoktonioza ziemniaka na bulwach występowała sporadycznie (tab. 12). Najniższe porażenie bulw wystąpiło w kombinacji trzeciej, ściółkowanej słomą i chronionej krzemem.

Tabela 12. Porażenie bulw rizoktoniozą (*Rhizoctonia solani*) – indeks porażenia [%] wg Townsenda - Haubergera, Bydgoszcz 2024

Kombinacja/ powtórzenie	Catania			Denar		
	I	II	III	I	II	III
1	0,86	0,00	0,00	4,21	0,00	0,00
2	1,36	0,68	0,00	1,71	3,49	0,00
3	1,19	1,71	0,00	2,41	2,64	0,88
Średnia	1,14	0,80	0,00	2,78	2,04	0,29

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

W ocenie parametrycznej plonu określono zawartość suchej masy i skrobi w bulwach (tab. 13). Wyższą zawartość skrobi charakteryzowały się bulwy ziemniaka odmiany Catania. Najwyższą zawartość skrobi odnotowano w bulwach pochodzących z poletek ściółkowanych słomą i pielęgnowanych preparatem powstałym na bazie mięty.

Tabela 13. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka, Bydgoszcz 2024

Kombinacja/ powtórzenie	I		II		III		I		II		III	
	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia
Odmiana	Catania						Denar					
1	17,2	11,5	19,2	12,1	17,3	11,6	16,5	10,8	16,1	11,4	15,8	10,1
2	17,8	11,4	18,3	12,0	17,9	12,3	15,3	9,51	16,2	10,9	15,6	10,4
3	17,7	11,4	17,8	12,0	18,3	11,8	16,2	10,5	15,5	10,4	15,8	10,2
Średnia	17,6	11,4	18,4	12,0	17,8	11,9	16,1	10,3	15,9	10,9	15,7	10,6

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Ocenę porażenia bulw ziemniaka przez wirusy wykonano metodą ELISA w IHAR-PIB w Boninie. Wyniki zestawiono tabelarycznie (tab. 14). Spośród ocenianych prób bulw materiał sadzeniakowy odmiany Denar był mniej porażony przez wirusy, co należy tłumaczyć tym, że sadzeniaki tej odmiany pochodziły z zakupu kwalifikowanego, natomiast odmiana

Tabela 14. Porażenie bulw przez wirusy, odsetek porażonych bulw [%], Bydgoszcz 2024 r.

Oceniana próba	PVS	PRLV	PVM	PVA	PVY	PVX
Denar sadzeniaki	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Denar I	60,0	0,0	48,3	0,0	96,7	0,0
Denar II	0,0	0,0	52,5	0,0	100,0	0,0
Denar III	98,3	0,0	88,3	0,0	100,0	0,0
SREDNIA I-III	52,8	0,0	63,0	0,0	98,9	0,0
Catania sadzeniaki	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Catania I	60,0	3,3	100,0	0,0	16,7	0,0
Catania II	98,3	3,3	96,7	0,0	1,7	0,0
Catania III	35,0	0,0	98,3	0,0	0,0	0,0
SREDNIA I-III	64,4	2,2	98,3	0,0	6,1	0,0

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Catania była rozmnażana połowo już trzeci rok. Wirus A ziemniaka (PVA) i wirus X ziemniaka (PVX) nie wystąpiły w badanych bulwach. Niskie porażenie wirusem liściozwoju ziemniaka (PLRV) obserwowano jedynie u odmiany Catania w obiekcie kontrolnym i

chronionym preparatami z miętą. Mniejsze porażenie bulw potomnych przez wirusa S ziemniaka (PVS) wystąpiło u odmiany Denar oraz wirusa Y ziemniaka (PVY) u odmiany Catania w kombinacji ze ściółkowaniem i zabiegami preparatem miętowym. W kombinacji, gdzie oprócz ściółkowania stosowano zabiegi dolistne z krzemem obserwowano niższe porażenie bulw potomnych wirusem S i Y.

3.2. Doświadczenia polowe w gospodarstwie ekologicznym w Żmijewku 2024 r.

Ziemniaki sadzono 25 kwietnia 2024 r.. Wschody roślin nastąpiły znacznie później niż w doświadczeniu prowadzonym w Bydgoszczy. Zaplanowaną ochronę wykonano zgodnie z założeniami doświadczenia, podobnie jak w eksperymencie prowadzonym w Bydgoszczy. Wyniki oceny liczebności mszyc wykonano dwukrotnie i zestawiono w tabelach (tab. 15 i 16). Spośród wszystkich odłowionych gatunków owadów występowały następujące gatunki mszyc ziemniaczanych: mszyca brzoskwiowo – ziemniaczana (*Muzys persicae* Sulz), kruszynowo – ziemniaczana (*Aphis frangulae* Kalt.) i szakłakowo - ziemniaczana (*Aphis nasturtii* Kalt.). Na polu z uprawą ziemniaka odmiany Gala liczba odłowionych owadów i mszyc ziemniaczanych była większa niż u odmiany Denar. Największa ich liczba wystąpiła w pasie kontrolnym. Podobnie jak w eksperymencie prowadzonym w Bydgoszczy, mniejszą liczbę mszyc ziemniaczanych zauważono na obiektach ściółkowanych i chronionych preparatem miętowym.

Tab. 15. Liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych Denar, Żmijewko, 2024

Liczba owadów/mszyc ziemniaczanych	Denar									
	Powtórzenie	I			II			III		
		A	B	średnia	A	B	średnia	A	B	średnia
wszystkie	1	127	102	115	113	114	114	147	91	119
ziemniaczane		6,0	8,0	7,0	5,0	5,0	5,0	6,0	8,0	7,0
wszystkie	2	94	121	108	71	122	97	173	97	135
ziemniaczane		6,0	7,0	6,5	4,0	5,0	4,5	9,0	11,0	10,0
wszystkie	3	116	141	129	163	104	134	97	78	88
ziemniaczane		7,0	9,0	8,0	3,0	4,0	3,5	7,0	8,0	7,5

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem, A, B – termin oceny

Tab. 16. Liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych Gala, Żmijewko, 2024

Kombinacja/powtórzenie	Gala									
	Powtórzenie	I			II			III		
		A	B	średnia	A	B	średnia	A	B	średnia
wszystkie	1	257	141	199	93	190	142	163	108	136
ziemniaczane		6,0	6,0	6,0	5,0	4,0	4,5	5,0	8,0	6,5
wszystkie	2	158	157	158	138	103	121	151	68	110
ziemniaczane		4,0	5,0	4,5	3,0	3,0	3,0	6,0	4,0	5,0
wszystkie	3	241	138	190	100	112	106	183	59	121
ziemniaczane		8,0	7,0	7,5	6,0	4,0	5,0	7,0	8,0	7,5

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem, A, B – termin oceny

W początkowym okresie wzrostu i rozwoju roślin nie notowano różnic pomiędzy roślinami ziemniaka w obrębie jednej odmiany. Zaobserwowano natomiast znaczne różnice w pokroju roślin pomiędzy odmianami. Rośliny ziemniaka odmiany Gala były niższe i o słabszej kondycji (Fot. 2). Różnice te potwierdziła również ocena biometryczna łanu (tab. 17). Rośliny ziemniaka odmiany Denar charakteryzowała dużo wyższa wartość ocenianych parametrów. Spośród zastosowanych zabiegów ochronnych najkorzystniejszy wpływ na pokrój roślin obu badanych odmian ziemniaka miał preparat zawierający krzem. Już w pełni okresu wegetacji w kombinacji trzeciej rośliny charakteryzowały się większą długością łodyg, masą części nadziemnej i korzeni, masą i liczbą bulw. Dodatkowe ściółkowanie i zastosowanie wybranych substancji korzystnie wpłynęło na kondycję roślin.



Fot. 2. Rośliny ziemniaka odmiany Denar (po lewej) i Gala (po prawej), Żmijewko, czerwiec, 2024 r.

Tabela 17. Morfometria ziemniaka, Żmijewko 2024

Odmiana	Denar				Gala			
	I	II	III	średnia	I	II	III	średnia
długość łodyg	46,9	48,6	56,4	52,0	26,9	28,6	34,5	31,0
liczba łodyg	5,2	5,1	5,3	5,3	2,3	2,3	2,3	2,3
masa części nadziemnej	327	373	489	396	233	298	322	284
masa korzeni	43,0	47,0	67,0	52,3	22,5	23,5	44,0	30,0
LAI	3,1	3,3	3,9	3,4	2,1	3,1	3,1	2,8
liczba bulw	9,8	10,8	11,3	10,6	4,8	5,3	5,8	5,3
masa bulw	406	438	597	480	335	373	436	381

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Zbiór plonu przeprowadzono 29 sierpnia 2024 r. zaobserwowano znaczne różnice w wydajności obu odmian ziemniaka. Średni plon bulw odmiany Gala wyniósł 14,1 t/ha i 41,3 t/ha dla odmiany Denar. Różnice te należy tłumaczyć m.in. pochodzeniem sadzeniaków (Denar – materiał kwalifikowany, Gala – czwarty rok rozmnożenia połowego). W badaniu obserwowano różnice w wydajności ziemniaka dla stosowanego zakresu ochrony (tab. 18). Najniższą wydajność ziemniaka odnotowano dla kombinacji kontrolnej, średnio 13,5 i 30,3 t/ha odpowiednio dla odmian Gala i Denar, a najwyższą odpowiednio 14,6 i 33,9 t/ha dla kombinacji, w której stosowano ochronę dolistną preparatem z krzemem.

Tabela 18. Wydajność ziemniaka [t/ha], Żmijewko 2024

Kombinacja	Denar	Gala
I	30,3	13,5
II	29,8	14,2
III	33,9	14,6
Średnia	31,3	14,1

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

W ocenie struktury plonu również wystąpiły znaczne różnice pomiędzy odmianami (tab. 19). U odmiany Denar, gdzie stosowano sadzeniaki kwalifikowane frakcja bulw dużych stanowiła największą część dla wszystkich kombinacji doświadczenia i wynosiła średnio 59,6%. U odmiany Gala, rozmnażanej połowo już przez czwarty rok, średni udział frakcji bulw dużych i średnich były zbliżone (średnio 45,8 i 43,0%). Bulwy drobne stanowiły ok. 16 % dla kombinacji kontrolnej i z ochroną dolistną preparatem miętowym. W trzeciej kombinacji z zabiegami krzemowymi znacznie zmalał udział frakcji bulw najdrobniejszych w

plonie całkowitym ocenianym zarówno liczbowo i wagowo. Największy wagowy udział bulw dużych wystąpił w kombinacji z ochroną krzemową dla obu odmian. Bulwy duże stanowiły średnio 86,4% i 78,8% plonu całkowitego odpowiednio u odmiany Denar i Gala. Najwyższe wartości dla obu odmian uzyskano z kombinacji chronionej krzemem, analogicznie 88,4 i 85,8% dla odmian Denar i Gala.

Tabela 19. Struktura plonu bulw - procentowy udział liczby i wagi bulw we frakcjach użytkowych, Żmijewko 2024

Liczba bulw [%]	Drobne	Średnie	Duże	Razem	Drobne	Średnie	Duże	Razem
Kombinacja	Denar				Gala			
Udział liczby bulw [%]								
I	8,2	36,6	55,2	100	15,9	43,7	40,5	100
II	3,7	34,7	61,5	100	16,4	42,8	40,9	100
III	1,4	36,4	62,2	100	1,2	42,7	56,2	100
Średnia	4,4	35,9	59,6	100	11,2	43,0	45,8	100
Udział wagi bulw [%]								
I	0,0	14,6	85,4	100	1,6	23,0	75,4	100
II	0,3	14,5	85,3	100	1,7	22,3	76,0	100
III	0,2	11,4	88,4	100	0,2	14,0	85,8	100
Średnia	0,2	13,5	86,4	100	1,2	19,7	78,8	100

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Oceniono także zdrowotność zebranego plonu: porażenie przez parcha zwykłego oraz rizoktoniozę (tab. 20 i 21). Indeks porażenia bulw przez parcha zwykłego wahał się na średnim poziomie od 0,8 do 2,34 %, a w przypadku rizoktoniozy od 0,38 do 3,96% u odmiany Denar i odpowiednio od 0-3,24 i 0,0-3,21% u odmiany Gala. W kombinacji z zastosowaniem krzemu średnie porażenie parchem zwykłym było najniższe.

Tabela 20. Porażenie bulw parchem zwykłym (*Streptomyces scabies*) – indeks porażenia [%] wg Towsenda - Haubergera, Żmijewko 2024

Kombinacja/ powtórzenie	Denar			Gala		
	I	II	III	I	II	III
1	1,68	2,34	0,80	1,16	0,18	0,00
2	0,82	1,54	0,83	1,72	0,75	1,88
3	1,25	1,24	0,80	0,33	3,24	0,00
Średnia	1,25	1,70	0,81	1,07	1,39	0,63

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

Tabela 21. Porażenie bulw rizoktoniozą (*Rhizoctonia solani*) – indeks porażenia [%] wg Towsenda - Haubergera, Żmijewko 2024

Kombinacja/ powtórzenie	Denar			Gala		
	I	II	III	I	II	III
1	1,20	1,31	0,80	0,46	0,00	0,00
2	3,12	1,37	0,83	2,03	0,00	0,00
3	3,96	2,01	0,38	1,32	0,00	3,21
Średnia	2,76	1,56	0,67	2,60	0,00	1,07

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie mięta, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

W ocenie parametrycznej bulw wykonano badanie zawartości suchej masy i skrobi w bulwach (tab. 22) nie zaobserwowano istotnych różnic pomiędzy obiektami doświadczalnymi.

Tabela 22. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka, Żmijewko 2024

Kombinacja/ powtórzenie	I		II		III		I		II		III	
	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia	sucha masa	skrobia
odmiana	Denar						Gala					
1	18,2	10,8	17,7	11,4	15,2	10,0	15,6	9,7	15,8	10,1	16,2	10,4
2	14,5	9,5	17,2	10,9	16,7	10,4	16,1	11,5	15,9	10,2	17,6	11,9
3	16,2	10,5	17,5	9,94	17,7	9,99	15,9	10,1	16,6	10,8	16,4	10,6
Średnia	16,3	10,3	17,5	10,7	16,5	10,1	15,9	10,4	16,1	10,4	16,7	10,9

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

W próbach bulw sadzeniaków i zebranych bulwach potomnych oceniono porażenie przez wirusy (tab. 23). W ocenianym materiale wirus A ziemniaka (PVA) oraz wirus X ziemniaka (PVX) nie wstąpiły. W bulwach potomnych porażenie wirusami było wyższe niż w sadzeniakach. U odmiany Denar mniejsze porażenie bulw wirusem M ziemniaka (PVM) wystąpiło w obu kombinacjach badanych w porównaniu do kontroli. Dla odmiany Gala uprawianej na poletkach gdzie stosowano zabiegi ochronne preparatami krzemowym i miętowym wystąpiło mniejsze porażenie przez wirusa Y ziemniaka (PVY).

Tabela 23. Porażenie bulw przez wirusy, odsetek porażonych bulw [%], Żmijewko 2024 r.

Oceniana próba	PVS	PRLV	PVM	PVA	PVY	PVX
Denar sadzeniaki	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Denar I	5,3	1,8	26,3	0,0	87,7	0,0
Denar II	3,4	3,4	17,2	0,0	86,2	0,0
Denar III	0,0	1,9	1,9	0,0	100	0,0
SREDNIA I-III	2,9	2,4	15,2	0,0	91,3	0,0
Gala sadzeniaki	60,6	84,8	100	0,0	0,0	0,0
Gala I	41,4	94,8	98,3	0,0	25,9	0,0
Gala II	41,7	100	93,3	0,0	1,7	0,0
Gala III	70,0	95,0	95,0	0,0	10,0	0,0
SREDNIA I-III	51,0	96,6	95,5	0,0	12,5	0,0

I – obiekt kontrolny - bez ochrony, II – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie miętą, III – obiekt ściółkowany słomą i chroniony dolistnie krzemem.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na podstawie prezentowanych wyników badań własnych należy wnioskować, że zarówno ściółkowanie słomą pól z uprawą ziemniaka, zabiegi dolistne preparatami krzemowymi i miętowymi, korzystnie wpłynęło na uprawę ziemniaka przeznaczonego na sadzeniaki w warunkach ekologicznych. Wyniki nie są w pełni jednoznaczne. Wymagają powtórzenia w kolejnych latach w zmiennych warunkach pogodowych i przy innej presji owadów.

Ściółkowanie roślin słomą pozwoliło na zachowanie wilgoci w łanie przez dłuższy okres, jednocześnie zahamowało wzrost chwastów, których zwalczanie w uprawie ekologicznej jest utrudnione. Zastosowanie preparatu miętowego ograniczyło występowanie owadów i mszyc ziemniaczanych. Zabiegi preparatem zawierającym krzem korzystnie wpłynęło na morfometrię i plon ziemniaka. Badania w tym układzie są zasadne, oparte o literaturę fachową, stanowią wstęp do dalszych badań.

Na podstawie uzyskanych wyników można sformułować następujące wnioski:

1. Wydajność ziemniaka była różna i warunkowana miejscem uprawy, odmianą i zakresem stosowanej dodatkowej ochrony. Najwyższe plony bulw uzyskano dla odmiany Catania (uprawianej na polu doświadczalnym w Bydgoszczy), średnio 31,8 t/ha, a najniższe dla odmiany Gala (uprawianej w gospodarstwie ekologicznym w Żmijewku) 14,1t/ha.
2. Ściółkowanie i ochrona roślin ziemniaka krzemem wpłynęła na poprawę wartości parametrów oceny morfometrycznej łanu ziemniaka w pełni okresy wegetacji.
3. Ściółkowanie i zabiegi dolistne miętą ograniczyły występowanie owadów i mszyc na roślinach ziemniaka w okresie wegetacji.
4. Zaobserwowano delikatne różnice w porażeniu bulw ziemniaka przez wirusy zależne od stosowanych dodatkowych zabiegów ochronnych.
5. Badania wymagają powtórzeń w kolejnym sezonie wegetacyjnym.

5. DOBRE PRAKTYKI PRODUKCYJNE W PROWADZENIU EKOLOGICZNEJ PLANTACJI NASIENNEJ ZIEMNIAKA W ZAKRESIE OGRANICZANIA ROZWOJU CHOROBY WIRUSOWYCH ZIEMNIAKA

Ekologiczna uprawa sadzeniaków ziemniaka jest zagadnieniem trudnym, obwarowanym wieloma wymogami i zaleceniami. Oprócz warunkowego dopuszczenia do sadzenia materiału sadzeniakowego pochodzącego z zakupu w komercyjnych przedsiębiorstwach nasiennych, stosowane są ziemniaki z własnych rozmnożeń prowadzonych w certyfikowanych gospodarstwach ekologicznych. Dobre praktyki produkcyjne służą poprawie zdrowotności roślin, jak również bulw potomnych, które w kolejnym sezonie wegetacyjnym stanowią materiał młody.

Wysoka jakość sadzeniaków warunkuje pozyskanie wysokiego i zdrowego plonu. Patogeny grzybowe i grzybopodobne, bakteryjne, wirusowe, jak również czynniki abiotyczne stanowią przyczynę wielu chorób ziemniaka. W warunkach ograniczonych możliwości stosowania chemicznych środków ochrony roślin odpowiedni stan fitosanitarny uprawy wymaga stosowania kilku podstawowych zasad, jak: właściwy płodozmian, prawidłowe przygotowanie gleby, uprawa odmian odpornych na patogeny, właściwa i terminowa pielęgnacja oraz selekcja negatywna (Nowacki 2013).

Właściwy płodozmian ma na celu nie tylko utrzymanie żyzności gleby (poprzez odpowiedni dobór gatunków), również pełni funkcję sanitarną. Ważne jest tu przede wszystkim zapobieganie występowaniu chorób, szkodników i chwastów. Ziemniak ma wysokie wymagania w tym zakresie, ze względu na występowanie wielu chorób pochodzenia bakteryjnego i grzybowego, które nasilają się przy częstym następcie gatunku po sobie na tym samym polu. Zalecana jest uprawa ziemniaka nie częściej niż co 4-5 lat na tym samym stanowisku. Odpowiedni przedplon powinien wnieść do gleby znaczną masę organiczną i umożliwić właściwe przygotowanie pola. Dla utrzymania właściwej żyzności gleb w rolnictwie ekologicznym ważna jest poprawność wykonywania poszczególnych zabiegów uprawowych. Prace wykonywane latem i jesienią w roku poprzedzającym uprawę ziemniaka mają na celu przerwanie parowania wody, przykrycie resztek pożywnych i zniszczenie kiełkujących chwastów, spulchnienie i rozluźnienie gleby warstwy ornej i podornej (głębosz). Wiosenne zabiegi zapobiegają stratom wody, niszczą kiełkujące chwasty oraz spulchniają i wyrównują glebę.

W uprawie ekologicznej najlepiej sprawdzają się odmiany bardzo wczesne i wczesne lub te o podwyższonej odporności na choroby, w szczególności na zarazę ziemniaka. Odmiany te charakteryzują niskie wymagania glebowe i nawozowe, szybki początkowy

wzrost, dobra jakość bulw i wysoka odpornością na wirusy. U odmian wczesnych i bardzo wczesnych najważniejszą zaletą jest szybki przyrost plonu handlowego oraz podwyższona odporność na zarazę. W drugiej grupie, ważna jest wysoka plenność, jak również dobra trwałość przechowalnicza.

Powodzenie uprawy warunkowane jest również zachowaniem dobrej kultury pola. W uprawie ekologicznej chwasty mogą być zwalczane jedynie w sposób mechaniczny. Szybkie tempo wzrostu w początkowej fazie jest pożądane, ponieważ roślina ziemniaka staje się konkurencyjna w stosunku do chwastów. Ponadto szybki rozwój roślin sprzyja wiązaniu plonu i umożliwia uzyskanie nawet 75% plonu końcowego przed pojawieniem się zarazy ziemniaka.

Podkiełkowanie sadzeniaków jest zalecane nie tylko w ekologicznej uprawie ziemniaków. Zabieg ten jest szczególnie pożądany w produkcji ekologicznej ponieważ przyspiesza wschody o 1-2 tygodnie i wpływa na lepszy rozwój systemu korzeniowego. Przesunięcie wegetacji na okres lepszego nasłonecznienia wpływa na większe przyrosty plonu, a wcześniejszy zbiór, przypadający na okres wyższych temperatur powoduje zmniejszenie uszkodzeń mechanicznych, co z kolei sprzyja dobremu przechowywaniu bulw przez okres zimy.

Ograniczenia związane z zakazem stosowania chemicznych środków ochrony roślin wymuszają stosowanie w uprawie ekologicznej odmian ziemniaka odpornych na choroby. Szczególnie ważna jest odporność na zarazę ziemniaka. Choroba wywoływana przez łągniowca *Phytophthora infestans*, powoduje straty w plonie bulw sięgające przypadku niechronionych plantacji do 70 %. Bardzo wczesne pojawienie się zarazy na roślinach ziemniaka, przy pierwszych objawach występujących już w maju, może skutkować całkowitym brakiem plonu bulw [FRY, 1994; KRYCZYŃSKI i WEBER, 2014; KAPSA i OSOWSKI, 2004].

Uprawa ekologicznych ziemniaków wymaga wyboru odmiany o odpowiednio wysokiej odporności na wirusy. Właśnie ta cecha decyduje o częstotliwości wymiany sadzeniaków. Nowy materiał sadzeniakowy jest obecnie jedynym sposobem na zapewnienie wystarczającej zdrowotności plantacji, który nie spowoduje spadku plonów wywołanych przez degenerację wirusową ziemniaka. W warunkach klimatycznych Polski największe znaczenie mają wirusy Y ziemniaka (PVY), wirus M ziemniaka (PVM) i wirus liściozwoju ziemniaka (PLRV) [Campos i Ortis, 2020]. Do 2014 r. urzędowe badania obejmowały tylko te wirusy. Obecnie kontrolowane jest porażenie wirusami PLRV, Y, A, M lub kombinacjami wirusa Y i X, Wirusa A i X oraz wirusa X i S [Dz. U. 2014 poz. 1651]. Patogeny te mogą obniżać plon nawet do 80%. Główne źródło rozprzestrzeniania wirusów stanowią porażone sadzeniaki oraz mszyce [Borecki 2001, Valkonen, 2015].

Produkcja sadzeniaków na własne potrzeby powinna uwzględniać zasady obowiązujące w certyfikowanej produkcji nasiennej. Stosowanie zdrowych bulw jest oczywiste. Zdrowotność bulw zależy od stopnia porażenia ich przez choroby, szczególnie wirusowe. Dobre praktyki w produkcji ziemniaka nasiennego powinny mieć na celu ograniczenie żerowania mszyc, wektorów chorób wirusowych. Wśród zaleceń wymieniane jest mulczowanie słomą, stosowanie olejów mineralnych i innych substancji tworzących barierę fizyczną dla owadów, czy olejków eterycznych, działających toksycznie lub pełniących rolę repelentów.

W badaniach Doring i Saucke [2002] mulczowanie słomą w uprawie ziemniaka spowodowało spadek inwazji mszyc bezskrzysłych na liściach ziemniaka i odłowionych form uskrzydłych. Jednocześnie porażenie bulw z poletek mulczowanych było znacznie niższe niż na obiektach kontrolnych. Mniejszą liczbę mszyc tłumaczono reakcją owadów na określoną długość fal świetlnych, które powstały po odbiciu promieni słonecznych od podłoża. W innych badaniach zastosowanie słomy w ilości 4-5t ha⁻¹ znacznie zmniejszyło inwazję mszyc na liściach oraz występowanie wirusa Y w bulwach ziemniaka [Saucke i Döring, 2004]. Podobnie w badaniach Shah i in. [2021] mulczowanie ziemniaka słomą

ograniczyło populację owadów. Natomiast po zastosowaniu zabiegów mulczowania słomą oraz zabiegów dolistnych olejem mineralnym odnotowano mniejsze porażenia ziemniaka przez PVY w badaniach Dupuis i współautorów [2017].

Działanie toksyczne olejków miętowych na różne gatunki mszyc wykazują wyniki licznych badań [Biniaś i in. 2017, Hossein i Tous 2021, Senjerehei 2023]. Olejek z mięty pieprzowej (*Mentha piperita*) w badaniach Górskiego i Piątka [2009] wykazał aż 100 % śmiertelność mszyc należących do gatunku *Aulacorthum solani* po 24h od jego zastosowania. Biniaś i współautorzy (2017) określali działanie wodnych ekstraktów z mięty (*Mentha piperita*) wykonanych z suszonych (o różnych stężeniach 2, 5, 10 %) oraz świeżych (10, 20 i 30 %) roślin na dwa gatunki owadów: *Sitona lineatus* i *Aphis fabae*. Wodne ekstrakty z mięty pieprzowej ograniczyły żerowanie *S. lineatus*. Bardziej skuteczne okazały się ekstrakty przygotowane z roślin suszonych. Śmiertelność larw *A. fabae* rosła wraz ze wzrostem stężenia mięty w preparatach, a ponadto była wyższa dla form bezskrzydłych. Dla samic tego gatunku skuteczne okazały się dopiero najwyższe stężenia z ocenianych ekstraktów: 10% dla suszu i 30% świeżych roślin. W badaniach własnych wykazano mniejszą liczebność owadów i mszyc ziemniaczanych na poletkach z zabiegami dolistnymi preparatem z miętą. Wyniki te potwierdzają działanie odstrasżające owadów. Stosowanie zabiegów preparatami zawierającymi miętę może przyczynić się do ograniczenia występowania mszyc, wektorów wirusów ziemniaka.

Innym sposobem na ograniczenie uszkodzeń roślin ziemniaka powodowanych przez mszycę jest stosowanie preparatów tworzących mechaniczną barierę na roślinach lub poprzez dodatkowe odżywienie, poprawę kondycji roślin, powodujących wzrost odporności lub tolerancji na choroby. Dobrym rozwiązaniem będzie tu stosowanie preparatów krzemowych. Mogą one być stosowane doglebowo i dolistnie. O zastosowania krzemu i jego znaczenia dla produkcji roślinnej donoszą dostępne wyniki badań. Stosowanie doglebowe korzystnie wpływa na rozwój systemu korzeniowego. Dobrze rozbudowany system korzeniowy umożliwia pobieranie wody oraz niezbędnych minerałów z głębszych warstw gleby. Pozwala to na ograniczenie niekorzystnego wpływ czynników stresowych związanych np. z suszą i poprawia wydajność [Bastacoti 2023, Sacała, 2009, Trawczyński, 2021, Zarag i in. 2019]. Krzem stymuluje wzrost i rozwój, a przez utwardzanie liści i łodyg roślina staje się bardziej odporna na inwazję szkodników. Krzem, jako preparat dolistny może być stosowany w różnej formie. Wzbogaca rośliny w dodatkową barierę mechaniczną chroniącą przed patogenami roślinnymi lub przez wzmocnienie ścian komórkowych wzrasta odporność na uszkodzenia mechaniczne [Kieloch i Kulon, 2019]. Ocena wpływu dolistnego stosowania kwasu krzemowego na rozwój, produktywność i poziom porażenia roślin ziemniaka przez chrząszcze i mszyce była tematem innych badań naukowych. Uzyskane wyniki nie były jednoznaczne ze względu na ogólne niskie zagęszczenie owadów występujących na uprawach ziemniaka, zmienne warunki klimatyczne i wnioskowanie na podstawie jednego sezonu wegetacyjnego [Silva i in. 2010]. Podobne wnioski sformułowano na podstawie prowadzonych badań własnych. Nie zaobserwowano znacznego spadku liczebności mszyc ziemniaczanych pod wpływem stosowanego preparatu krzemowego. Ponadto w prezentowanych badaniach zakładano, że stosowane związki krzemowe wpłyną na poprawę kondycji roślin i utrudnią owadom żerowanie na roślinach ziemniaka. Gomes i in. [2008] stosowali krzem jako induktor odporności ziemniaka na mszycę brzoskwińowoziemniaczaną (*Myzus persicae* (Sulzer)). Autorzy nie stwierdzili również wpływu krzemu na

preferencje mszyc, zaobserwowali natomiast spadek płodność i tempa wzrostu populacji owadów.

Na podstawie danych literaturowych i wyników własnych należy wnioskować, że zarówno ściółkowanie zabiegi dolistne preparatami krzemowymi i miętowymi, stanowiące temat realizowanych w 2024 r. badań stanowią wprowadzenie do dalszych badań mających na celu doprecyzowanie dobrych praktyk produkcyjnych ziemniaka nasiennego w zakresie ograniczania występowania chorób wirusowych.

Opracowanie powstało w ramach dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju wsi DEJ.re.765.7.2024 027.10.2023; w temacie: Badania w zakresie produkcji ekologicznego materiału siewnego roślin rolniczych. Określenie dobrych praktyk produkcyjnych, z uwzględnieniem warunków glebowych i klimatycznych oraz odporności i tolerancji na choroby - wytyczne dla prowadzenia ekologicznych plantacji nasiennej roślin rolniczych pod kątem produkcji materiału siewnego. **Ekologiczna uprawa sadzoniaków ziemniaka.**

6. CYTOWANE PIŚMIENNICTWO

Bastakoti S. 2023. Role of zinc in management of plant diseases: a review. *Cogent Food & Agriculture*. 9:2194483. DOI: 10.1080/23311932.2023.2194483

Biniaś B., Gospodarek J., Rusin m. 2017. Effect of water extract from mint on selected crop pests feeding and survival. *J. Ecol. Eng.* 18 (2): 119-128. doi.org/10.12911/22998993/68215

Borecki Z. 2001. Nauka o chorobach roślin. PWRiL. 342 ss

Campos H., Ortiz O. edit. 2020. The potato crop. Its agricultural, nutritional and social contribution to humankind. Springer eBook 524p. doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5

Döring T.F., Shaucke By H. 2002. Straw mulch for control of vectors in organic seed potatoes. Potatoes today and tomorrow. Abstract of papers and posters. Hamburg. Germany: July 14-19: 168

Dupuis B., Cadby J., Goy G., Tallant M., Derron J., Schwaerzel, Steinger t. 2017. Control of potato viruses Y (PVY) in seed potatoes by oil spraying, straw mulching and intercropping. *Plant Pathology* 66:960-969

Fry W. E. 1994: *Role of early and late blight suppression in potato pest managements*. 166-177 [W]: G. W. Zehnder, M. L. Powelson, R. K. Jansson, K. V. Raman APS PRESS. The Am. Phytopath. Soc., St. Paul: Advances in Potato Pest Biology and Management. Minnesota, USA, 655ss

Hossein A., Tous D. 2022. Toxicity of mint and eucalyptus extracts and some chemical insecticides on black legume aphid, *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae) and its predator, *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Research Square* 1-13. doi.org/10.21203/rs.3.rs-2033544/v1

Ginter Z. 1981: *Podręcznik doświadczeń polowego w ochronie roślin*. Tłum z j. niemieckiego. Wyd. IOR, Poznań, 244ss

Gomes F. B., Moraes J. C., Dos Santos C. D., Antunes C., S. 2008. Uso de silício como indutor de resistencia em batata a *Muzys persicae* (Sulzer)(Hemiptera : Aphidae). *Neotropical Entomology* 37(2): 185-190

Górski R., Piątek H. 2009. Wpływ naturalnych olejków eterycznych na śmiertelność mszycy ziemniaczanej (*Aulacorthum solani* Kalt) występującej w tytoniu szlachetnym. *Prog Plant. Prot./Post. Ochr. Roślin* 49(4): 1347-1350

Kapsa J., Osowski J. 2004: *Occurrence of early blight (Alternaria ssp.) at potato crops and results of its chemical control in Polish experiment. Eight Workshop an European Network for development of an Integrated Control Strategy of potato late blight*. Jersey, England/France, 31st of March – 4th of April No 10: 101-107

Kielocj R., Kulton T. 2019. Influence of cultivation intensity on plant health and yield variability of winter wheat varieties. *Prog. In. Plant Prot.* 59:149-155

Kryczyński S., Weber Z. 2014: *Fitopatologia. T2. Choroby roślin uprawnych*. PWRiL, 639ss

- Müller F. P. 1968. Mszyce trafiające do żółtych szalek. Wydawnictwo IOR, Poznań 1968, 40ss.
- Nowacki W. 2013: *Przyrodnicze, środowiskowe, ekonomiczne i organizacyjne uwarunkowania produkcji ziemniaka ekologicznego*. 10-37. W: Nowacki W. red. Ekologiczna produkcja ziemniaka. Wyd. IHAR-PIB. Jadwisin, 248ss
- Roztropowicz S. red. 1999: *Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem*. IHAR O/Jadwisin, 50ss.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi zmieniające rozporządzenie w sprawie terminów składania wniosków o dokonanie oceny polowej materiału siewnego poszczególnych grup roślin lub gatunków roślin rolniczych i warzywnych oraz szczegółowych wymagań w zakresie wytwarzania i jakości materiału siewnego tych grup z dnia 26 listopada 2014 r. (Dz. U. poz. 1651)
- Sacała E. 2009. Role of silicon in plant resistance to water stress. *Journal of Elementology*, 14, 619-630.
- Senjerehei M.M. 2023. Mixed cropping with companion crops. Tafakkor Talaci. 61ss
- Shah M. A., Kaur R. P., Devi S., Kumar R., Shara S. 2021. Efficiency of rice straw mulch for the control of vector and virus incidence in potato. *Potato J.* 48(1): 76-80
- Saucke H, Döring TF (2004) Potato virus Y reduction by straw mulch in organic potatoes. *Ann Appl Biol* 144:347–55
- Silva V. F., Moraes J. C., Melo B., A. 2010. Influence of silicon on the development, productivity and infestation by insect in potato crops. *Cienc. Agrotec., Lavras.* 34(6):1465-1469
- Trawczyński C. 2021. Ocena płoowania i jakości bulw po aplikacji dolistnej krzemu i mikroelementów. *Agronomy Science.* LXXVI(1):9-20
- Ustawa o nasiennictwie, tekst jednolity (Dz.U. z 2021r. poz. 129)
- Ustawa o rolnictwie ekologicznym (Dz. U. z 2022 r. poz. 1370)
- Valkonen P. 2007. Elucidation of virus-host interaction to enhance resistance breeding for control of virus diseases in potato. *Breed. Sci.* 65: 68-76
- Zargar, S.M.; Mahajan, R.; Bhat, J.A.; Nazir, M.; Deshmukh, R. 2019. Role of silicon in plant stress tolerance: Opportunities to achieve a sustainable cropping system. *3 Biotech* 9, 73.