

Received: 25.06.2021 / Accepted: 21.09.2021

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Wpływ herbicydu i herbicydu z biostymulatorami na porażenie przez *Rhizoctonia solani* wybranych odmian ziemniaka

Influence of herbicide and herbicide with biostimulators on infection of selected potato cultivars by *Rhizoctonia solani*

Krystyna Zarzecka^{A,1}, Marek Gugała^{B,1}, Iwona Mystkowska^{C,2*}, Anna Sikorska³

Streszczenie

Badania przeprowadzono w latach 2018–2020 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Eksperyment założono na glebie średniej, w układzie split-plot, jako dwuczynnikowy w trzech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były: I – dwie średnio wczesne odmiany ziemniaka jadalnego: Malaga i Oberon, II – pięć sposobów stosowania herbicydu i herbicydu z biostymulatorami: obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna, Avatar 293 ZC (chlomazon + metrybuzyna), Avatar 293 ZC i PlonoStart, Avatar 293 ZC i Aminoplant oraz Avatar 293 ZC i Agro-Sorb Folium. Oceniano: procent bulw porażonych, średni stopień porażenia próby i średni stopień porażenia bulw ospowatością. Uzyskane wyniki wykazały, że sposoby stosowania herbicydu i herbicydu z biostymulatorami istotnie ograniczały średni stopień porażenia bulw ziemniaka rizoktoniozą w porównaniu do bulw zebranych z obiektu kontrolnego.

Słowa kluczowe: Agro-Sorb Folium, Aminoplant, herbicyd, odmiany ziemniaka, PlonoStart, *Rhizoctonia solani*

Abstract

The research was carried out in 2018–2020 at the Agricultural Experimental Farm of the University of Natural Sciences and Humanities in Siedlce. The experiment was established on medium soil, in a split-plot design in three replications. The following factors were investigated: I – two medium-early varieties of potato were Malaga and Oberon, II – five ways of using herbicide and herbicide with biostimulators: control object – mechanical care, Avatar 293 ZC (clomazone + metribuzin), Avatar 293 ZC and PlonoStart, Avatar 293 ZC and Aminoplant as well as Avatar 293 ZC and Agro-Sorb Folium. The following factors were assessed: percentage of infected tubers, average degree of sample infection and average degree of tuber poison infection. The obtained results showed that the methods of using the herbicide and the herbicide with biostimulators significantly reduced the average degree of infection of potato tubers with rhizoctoniosis compared to the tubers collected from the control object.

Key words: Agro-Sorb Folium, Aminoplant, herbicide, potato cultivars, PlonoStart, *Rhizoctonia solani*

¹Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Konarskiego 2, 08-110 Siedlce

²Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

³Państwowa Uczelnia Zawodowa w Ciechanowie, Narutowicza 9, 06-400 Ciechanów

*corresponding author: imystkowska@op.pl

ORCID: ^A0000-0002-7792-6448, ^B0000-0001-5048-3432, ^C0000-0002-8361-5806

Wstęp / Introduction

Ziemniak jest jedną z podstawowych roślin uprawnych w Polsce. Jego spożycie w Polsce jest dość duże, w ostatnich dziesięciu latach wynosiło 100–121 kg, a w 2019 roku – 90 kg rocznie w przeliczeniu na jednego mieszkańca (Dzwonkowski i wsp. 2020). Dużym problemem w uprawie ziemniaka jest zachwaszczenie plantacji. Chroniąc roślinę uprawną przed zachwaszczeniem zastosowano zabiegi mechaniczno-chemiczne z zastosowaniem herbicydu i herbicydu z biostymulatorami (Boydston 2010; Correia i Carvalho 2019). Biostymulatory stosuje się najczęściej dolistnie w celach profilaktycznych lub interwencyjnych (Bulgari i wsp. 2019). Biostymulator zastosowany w czasie, gdy rośliny są jeszcze zdrowe, powinien zmieniać metabolizm w taki sposób, aby stały się one silniejsze i bardziej odporne na ataki patogenów (Farouk 2015; Kołodziejczyk 2016; Van Osten i wsp. 2017; Głosek-Sobieraj i wsp. 2018; Pszczółkowski i Sawicka 2018; Bulgari i wsp. 2019; Drobek i wsp. 2019). Chwasty są roślinami żywicielskimi wielu chorób i szkodników. Jednym z głównych zagrożeń są choroby skórki, do których należy m.in. rizoktonioza (ospowatość) (Jankowska i wsp. 2015; Jeske i wsp. 2015; Zarzyńska i wsp. 2020). Sprawcą rizoktoniozy jest grzyb *Thanatephorus cucumeris* forma doskonała, którego formą niedoskonałą jest *Rhizoctonia solani* (Liu i wsp. 2018). Patogen może rozwijać się na bulwach i roślinach przez cały okres wegetacji, występuje w różnych fazach rozwoju roślin w trzech formach: zgnilizna kielków, próchnienie podstawy łodygi i ospowatość bulw. Objawy powodowane przez *R. solani*, zaliczane do chorób skórki, tworzą występujące na powierzchni bulw czarne skupiska grzybni przetrwalnikowej – sklerocja, nazwane ospowatością bulw ziemniaka. Porażone sadzeniaki stanowią źródło infekcji dla roślin potomnych (Atkinson i wsp. 2010; Osowski i Bernat 2010). Choroba prowadzi do ograniczenia ilości oraz jakości plonu. Grzyb *R. solani* najlepiej rozwija się w glebie o dużej ilości substancji organicznej pochodzącej z obornika lub ewentualnie przedplonów koniczyny. Osadzaniu się sklerocjów na bulwach sprzyjają okresy długotrwałego optymalnego nawilgotnienia (Radtko i wsp. 2000; Lutomirska i Jankowska 2013; Wencong i wsp. 2019; Zarzyńska i wsp. 2020). Według Lutomirskiej i Jankowskiej (2014) wraz ze zwiększaniem się sum opadów nastąpił wzrost udziału bulw ze sklerocjami i ich nasilenie, natomiast w miarę wzrostu temperatury miało miejsce ograniczenie ospowatości.

Zdrowie konsumenta, duże spożycie ziemniaka jadalnego i dbałość o środowisko były podstawą do sformułowania celu badań. Dotyczył on oddziaływania herbicydu i biostymulatorów stosowanych łącznie z herbicydem na występowanie rizoktoniozy na bulwach ziemniaka.

Materiały i metody / Materials and methods

Badania polowe przeprowadzono w latach 2018–2020 w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie założono jako dwuczynnikowe w trzech powtórzeniach metodą losowanych podbloków (split-plot). Analizowano wpływ dwóch czynników: I czynnik – dwie średnio wczesne odmiany ziemniaka jadalnego o odporności 3,5: Malaga, Oberon, II czynnik – pięć sposobów pielęgnacji:

1. obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna do i po wschodach roślin ziemniaka, tj. do wschodów 3-krotne obredlanie i obredlanie z bronowaniem (1 raz obredlanie + 1 raz obredlanie połączone z bronowaniem + 1 raz obredlanie), a po wschodach 2-krotne obredlanie, bez herbicydu i biostymulatorów,
2. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów 2 razy obredlanie i natychmiast po ostatnim obredleniu – na około 7 dni przed ukazaniem się pierwszych wschodów roślin ziemniaka (BBCH 00–08) herbicyd Avatar 293 ZC – 1,5 dm³/ha,
3. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów 2 razy obredlanie i natychmiast po ostatnim obredleniu – na około 7 dni przed ukazaniem się pierwszych wschodów roślin ziemniaka (BBCH 00–08) herbicyd Avatar 293 ZC – 1,5 dm³/ha + PlonoStart 2 dm³/ha – stosowanie w dwóch dawkach: 1) 1,0 dm³/ha – pełnia–koniec wschodów (faza BBCH 13–19) + 2) 1,0 dm³/ha – zakrywanie międzyrzędzi w 10–50% (faza BBCH 31–35),
4. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów 2 razy obredlanie i natychmiast po ostatnim obredleniu – na około 7 dni przed ukazaniem się pierwszych wschodów roślin ziemniaka (BBCH 00–08) herbicyd Avatar 293 ZC – 1,5 dm³/ha + Aminoplant 1,5 dm³/ha – stosowanie w dwóch dawkach: 1) 1,0 dm³/ha – pełnia–koniec wschodów (faza BBCH 13–19) + 2) 0,5 dm³/ha – zakrywanie międzyrzędzi w 10–50% (faza BBCH 31–35),
5. pielęgnacja mechaniczno-chemiczna, tj. do wschodów 2 razy obredlanie i natychmiast po ostatnim obredleniu – na około 7 dni przed ukazaniem się pierwszych wschodów roślin ziemniaka (BBCH 00–08) herbicyd Avatar 293 ZC – 1,5 dm³/ha + Agro-Sorb Folium 4 dm³/ha – stosowanie w dwóch dawkach: 1) 2,0 dm³/ha – pełnia–koniec wschodów (faza BBCH 13–19) + 2) 2,0 dm³/ha – zakrywanie międzyrzędzi w 10–50% (przed kwitnieniem) (faza BBCH 31–35).

Zastosowany w doświadczeniu herbicyd Avatar 293 ZC jest środkiem chwastobójczym w formie zawiesiny kapsuł w cieczy do rozcieńczania wodą, stosowany doglebowo, przed wschodami na wilgotną glebę. Substancjami czynnymi preparatu są chlomazon 60 g/dm³ (5,13%) i metrybuzyna 233 g/dm³ (20,64%).

Preparat PlonoStart zgodnie z informacją producenta (Przedsiębiorstwo Wdrożeniowo-Innowacyjne Andrzej Bogdanowicz) jest płynnym nawozem organiczno-mineralnym wyprodukowanym z naturalnych minerałów z dodatkiem mocznika zawierającym mikroorganizmy: bakterie kwaszące typu mlekowego i promieniowce.

Preparat Aminoplant to płynny lub występujący w postaci zawiesiny nawóz organiczny. Jest on mieszaniną aminokwasów i peptydów otrzymanych w procesie hydrolizy, zawiera 9,48% azotu, 9,2% azotu amidowego, wolne aminokwasy – 11,57% oraz 87,7% substancji organicznych. Produkuje go firma ISAGRO S.p.A. z Włoch.

Preparat AgroSorb Folium jest płynnym lub będącym w postaci zawiesiny stymulatorem wzrostu zawierającym organiczno-mineralny ekstrakt z pokrzywy. Jego skład to: 2,2% azotu, 0,02% manganu, 0,09% cynku, 10,66% aminokwasów wolnych i 13,11% aminokwasów ogółem. Producent to Biopharmacotech Sp. z o. o. Sp. komandytowa. Herbicyd i biostymulatory rozpuszczono w 300 dm³ wody na 1 ha.

Każdego roku przed założeniem doświadczenia pobierano próby gleby do analiz. W poszczególnych latach badań gleby różniły się odczynem, zawartością materii organicznej oraz przyswajalnych makroelementów i mikroelementów (tab. 1). Ziemiaka sadzono ręcznie pod znacznik w rozstawie 67,5 × 37 cm, w trzeciej dekadzie kwietnia (lata 2018–2020). Powierzchnia doświadczenia wynosiła 388,8 m², a powierzchnia jednego poletka 12,96 m², to jest 12 roślin rozmieszczonych w pięciu rzędach. Pomiędzy poletkami pozostawiono pasy ochronne. Przedplonem pod ziemiakiem w poszczególnych latach badań było pszenżyto ozime. Po zbiorze przedplonu wykonywano zespół uprawek późniejszych. Jesienią każdego roku poprzedzającego sadzenie stosowano nawożenie naturalne w postaci obor-

nika w ilości 25,0 t/ha oraz nawożenie mineralne fosforo-potasowe w ilości P – 44,0 kg/ha i K – 124,5 kg/ha. Nawozy te przyorano orką przedzimową. Nawozy azotowe wysiewano wiosną w ilości N 100 kg/ha i wymieszano je z glebą za pomocą kultywatora. Dobór herbicydu był zgodny z rekomendacją Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytut Badawczego i dostosowany do występującego zachwaszczenia, a biostymulatory Aminoplant, Agro-Sorb Folium i PlonoStart zalecane w uprawie roślin przez Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Parlament Europejski i Radę (UE) (Ustawa z dnia 7 maja 2020 r. o zmianie ustawy o nawozach i nawożeniu). Plantację ziemiaka w okresie wegetacji chroniono insektycydami: Actara 25 WG (tiametoksam) w dawce 0,08 kg/ha, Decis Mega 50 EW (deltametryna) w dawce 0,15 dm³/ha, Karate Zeon 050 CS (lambdacyhalotryna) w dawce 0,25 dm³/ha, Proteus 110 OD w dawce 0,4 dm³/ha (tiachlopyrd, deltametryna) oraz fungicydami: Ridomil Gold MZ 68 WG (metalaxyl-M + mankozeb) w dawce 2,0 kg/ha i Dithane Neo Tec 75 WG (mankozeb) w dawce 2,5 kg/ha.

Ocenę porażenia bulw przez *R. solani* oceniano według 9-stopniowej skali, gdzie 9 – oznacza bulwy zdrowe (brak porażenia), 5 – oznacza 5–10% powierzchni z objawami rizoktoniozy, natomiast 1 – oznacza ponad 25% powierzchni z objawami ospowatości (Roztropowicz i wsp. 1999). Bezpośrednio po zbiorze w każdym roku badań oceniano porażenie na 100 bulwach, które pobrano losowo z każdego poletka (45 prób). W doświadczeniu określono procentowy udział bulw porażonych, średni stopień porażenia próby oraz średni stopień porażenia bulw ospowatością. Wyniki badań poddano analizie statystycznej za pomocą analizy wariancji ANOVA dla dwukierunkowego podziału poletek. Istotność różnic między porównywanymi średnimi zweryfikowano testem Tukeya na poziomie istotności $p \leq 0,05$.

Tabela 1. Kwasowość gleby, zawartość materii organicznej oraz form przyswajalnych i całkowitych
Table 1. The acidity of the soil, the content of organic matter and available and total forms

Lata Years	pH w 1 mol/dm ³ KCl pH in 1 mol/ dm ³ KCl	Próchnica glebowa Soil humus [g/kg]	Zawartość form przyswajalnych Content of available forms [mg/kg gleby]			Zawartość form całkowitych Content of total forms [mg/kg gleby]						Zawartość form całkowitych Content of total forms [g/kg gleby]	
			P	K	Mg	Cu	Zn	B	Mo	Mn	Fe	C	N
2018	5,25 kwaśny acidic	20,9	35,2 niska low	102,1 niska low	36,6 niska low	3,10	36,52	0,8	0,064	328,0	5029,2	11,6	0,9
2019	5,42 kwaśny acidic	22,3	71,0 średnia average	149,0 średnia average	61,0 średnia average	1,85	18,45	1,27	0,038	57,6	3620,0	12,9	1,26
2020	5,30 kwaśny acidic	21,6	65,0 średnia average	140,0 średnia average	55,0 średnia average	2,8	24,3	1,1	0,053	234,0	4200,0	12,0	1,3

Obliczenia wykonano w programie Excel przy użyciu własnego algorytmu autorów, opartego na modelu matematycznym typu split-plot.

Warunki pogodowe w latach badań były zróżnicowane. Przedstawiono je w tabeli 2. jako średnie temperatury powietrza i sumy opadów, na podstawie danych pochodzących ze Stacji Meteorologicznej Zawady.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Badania własne wykazały, że przeciętny procentowy udział bulw porażonych przez *R. solani* wynosił 6,28%, średni stopień porażenia próby 8,83°, a stopień porażenia bulw porażonych ospowatością stanowił 8,20° w 9-stopniowej skali (tab. 4, 5, 6, 7). W prowadzonych badaniach, istotny wpływ na średni stopień porażenia próby bulw ziemniaka przez rizoktoniozę miały sposoby stosowania herbicydu i herbicydu z biostymulatorami (tab. 6). W badaniach Gugały i wsp. (2018) stwierdzono pozytywny wpływ stosowania herbicydów i biostymulatorów, które ograniczały występowanie zewnętrznych oraz wewnętrznych uszkodzeń bulw

w porównaniu z pielęgnacją mechaniczną. Sposoby stosowania herbicydu i herbicydu z biostymulatorami nie zmieniły istotnie udziału bulw porażonych i średniego stopnia porażenia próby określanego w skali 9-stopniowej. Zaobserwowano jednak zmniejszenie zarówno udziału bulw porażonych, jak i ograniczenie stopnia porażenia próby po opryskiwaniu herbicydem Avatar 293 ZC (obiekt 2) i tego samego herbicydu z biostymulatorami (PlonoStart, Aminoplant, Agro-Sorb Folium) (obiekty 3, 4, 5) (tab. 5, 7). Wpływ stosowania biostymulatorów badali również Cwalina-Ambroziak i wsp. (2015) oraz Głosek-Sobieraj i wsp. (2018), którzy stwierdzili, że preparaty te istotnie ograniczały procentowe porażenie bulw *R. solani*. Autorzy wykazali, że stan zdrowotny bulw ziemniaka po zbiorze zależał od rodzaju użytego środka chwastobójczego i biostymulatora. Można przypuszczać, że niszcząc chwasty herbicydami w uprawie ziemniaka, można ograniczyć stosowanie fungicydów, a w konsekwencji wprowadzić mniejsze ilości pestycydów do środowiska.

Procentowy udział bulw z objawami rizoktoniozy, średni stopień porażenia próby i stopień porażenia bulw nie zależał istotnie od uprawianych odmian (tab. 5, 6, 7). Odmia-

Tabela 2. Warunki pogodowe (2018–2020)

Table 2. Weather conditions (2018–2020)

Miesiące Months	Opady – Rainfalls [mm]				Temperatura powietrza – Air temperature [°C]			
	średnia wieloletnia multiyear mean	suma miesięczna monthly sum			średnia wieloletnia multiyear mean	suma miesięczna monthly means		
		1980–2009	2018	2019		2020	1980–2009	2018
IV	49,6	34,5	5,9	6,0	7,9	13,1	9,8	8,6
V	48,2	27,3	59,8	63,5	11,2	17,0	13,3	11,7
VI	60,7	31,5	35,9	118,5	16,7	18,3	17,9	19,3
VII	45,7	67,1	29,7	67,7	19,3	20,4	18,5	19,0
VIII	53,0	54,7	43,9	17,9	18,0	20,6	19,9	20,2
IX	50,7	80,6	17,4	38,8	13,0	15,9	14,2	15,5
IV–IX	307,9	295,7	192,6	312,4	14,4	17,6	15,6	15,7

Tabela 3. Współczynnik hydrotermiczny (K)

Table 3. Hydrothermal index (K)

	Współczynnik hydrotermiczny (K) – Hydrothermal index (K)						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV–IX
2018	0,88	0,52	0,57	1,06	0,86	1,69	0,93
2019	0,20	1,44	0,67	0,51	0,71	0,41	0,66
2020	0,23	1,74	2,05	1,15	0,29	0,83	1,05

Wartość K – okres: ≤0,40 – skrajnie suchy (ss), 0,41–0,70 – bardzo suchy (bs), 0,71–1,00 – suchy (s), 1,01–1,30 – dość suchy (ds), 1,31–1,60 – optymalny (o), 1,61–2,00 – dość wilgotny (dw), 2,01–2,50 – wilgotny (w), 2,51–3,0 – bardzo wilgotny (bw), >3,00 – skrajnie wilgotny (sw) (Skowera i wsp. 2014)

Value K – period: ≤0.40 – extreme dry (ss), 0.41–0.70 – very dry (bs), 0.71–1.00 – dry (s), 1.01–1.30 – quite dry (ds), 1.31–1.60 – optimum (o), 1.61–2.00 – quite humid (dw), 2.01–2.50 – humid (w), 2.51–3.0 – very humid (bw), >3.00 – extremely humid (sw) (Skowera et al. 2014)

Tabela 4. Porażenie bulw ziemniaka przez *Rhizoctonia solani* w latach 2018–2020 (w % i skali 1–9)**Table 4.** Infection of potato tubers by *Rhizoctonia solani* during the years of research (in % and scale 1–9)

Wyszczególnienie Specification	Lata Years			Średnio Mean	NIR (0,05) LSD (0.05)
	2018	2019	2020		
Procent bulw porażonych Percentage of infested tubers	4,17	4,0	10,67	6,28	r.n.
Średni stopień porażenia próby (skala 1–9) Mean degree of sample infestation (scale 1–9)	8,85	8,85	8,78	8,83	r.n.
Średni stopień porażenia bulw (skala 1–9) Mean degree of tuber (scale 1–9)	8,20	8,29	8,11	8,20	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Tabela 5. Procentowy udział bulw porażonych przez *Rhizoctonia solani* w zależności od sposobów stosowania herbicydu i biostymulatorów oraz odmian**Table 5.** Percentage of tubers infected with *Rhizoctonia solani* depending on the methods of herbicide and biostimulants and cultivars

Sposoby stosowania herbicydu i biostymulatorów Methods of application of herbicide and biostimulants	Procent bulw porażonych – Percentage of infested tubers		
	odmiany – cultivars		średnio mean
	Oberon	Malaga	
Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna Control object – mechanical weeding	14,45	13,88	14,16
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha	7,78	5,57	6,67
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha + PlonoStart 2,0 dm ³ /ha	2,21	6,11	4,16
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha + Aminoplant 1,5 dm ³ /ha	5,56	0	2,78
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha + Agro-Sorb Folium 4 dm ³ /ha	5,56	1,68	3,62
Średnio – Mean	7,11	5,54	6,28

NIR (0,05) – LSD (0,05): odmiany – cultivars – r.n.; obiekty – objects – 0,6; odmiany × obiekty – cultivars × objects – r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Tabela 6. Średni stopień porażenia próby przez *Rhizoctonia solani* w zależności od sposobów stosowania herbicydu i biostymulatorów oraz odmian**Table 6.** Mean degree of sample infection by *Rhizoctonia solani* depending on the methods of using herbicide and biostimulants and cultivars

Sposoby stosowania herbicydu i biostymulatorów Methods of application of herbicide and biostimulants	Procent bulw porażonych – Percentage of infested tubers		
	odmiany – cultivars		średnio mean
	Oberon	Malaga	
Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna Control object – mechanical weeding	8,62	8,61	8,62
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha	8,84	8,76	8,8
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha + PlonoStart 2,0 dm ³ /ha	8,95	8,81	8,89
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha + Aminoplant 1,5 dm ³ /ha	8,89	9,0	8,94
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha + Agro-Sorb Folium 4 dm ³ /ha	8,82	8,97	8,9
Średnio – Mean	8,82	8,83	8,83

NIR (0,05) – LSD (0,05): odmiany – cultivars – r.n.; obiekty – objects – 0,6; odmiany × obiekty – cultivars × objects – r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

na Malaga charakteryzowała się mniejszym procentowym udziałem i stopniem porażenia próby od odmiany Oberon (tab. 5, 6). Różnice odmianowe porażenia rizoktoniozą ob-

serwowali również Lutomirska (2007), Krzysztofik (2008), Cwalina-Ambroziak i Bogucka (2012) oraz Zarzyńska i wsp. (2020).

Tabela 7. Średni stopień porażenia bulw porażonych przez *Rhizoctonia solani* w zależności od sposobów stosowania herbicydu i biostymulatorów oraz odmian

Table 7. Mean degree of tuber infection by *Rhizoctonia solani* depending on the methods of using herbicide and biostimulants and cultivars

Sposoby stosowania herbicydu i biostymulatorów Methods of application of herbicide and biostimulants	Procent bulw porażonych – Percentage of infested tubers		
	odmiany – cultivars		średnio mean
	Oberon	Malaga	
Obiekt kontrolny – pielęgnacja mechaniczna Control object – mechanical weeding	7,74	7,47	7,61
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha	8,11	8,08	8,09
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha + PlonoStart 2,0 dm ³ /ha	8,55	7,89	8,22
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha + Aminoplant 1,5 dm ³ /ha	8,39	9,0	8,67
Avatar 293 ZC 1,5 dm ³ /ha + Agro-Sorb Folium 4 dm ³ /ha	8,26	8,55	8,41
Średnio – Mean	8,20	8,20	8,20

NIR(0,05) – LSD(0,05): odmiany – cultivars – r.n.; obiekty – objects – 0,6; odmiany × obiekty – cultivars × objects – r.n.
r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

W przeprowadzonych badaniach wykazano, że warunki atmosferyczne w sezonach wegetacji nie miały istotnego wpływu na procentowy udział bulw porażonych patogenem, średni stopień porażenia próby i stopień porażenia bulw w 9-stopniowej skali. Analiza uzyskanych wyników wykazała, że największy procent bulw porażonych patogenem, stopień porażenia próby i stopień porażenia bulw patogenem odnotowano w 2020 roku, który odznaczał się nierównomiernie rozkładającymi się opadami w okresie tworzenia i dojrzewania bulw. Na podstawie średnich temperatur powietrza i sum opadów obliczono współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa (Molga 1986) (tab. 3).

Współczynnik hydrotermiczny

$$K = \text{suma opadów} \times 10 / \text{sumę temperatur}$$

Według współczynnika hydrotermicznego rok 2018 był suchy, 2019 bardzo suchy, a 2020 dość suchy (Skowera i wsp. 2014). O gromadzeniu składników w bulwach odmian średnio wczesnych decydowały głównie warunki hydrotermiczne panujące w lipcu i sierpniu.

Lutomirska i Jankowska (2014) w swoich badaniach wykazały, że czynnikiem najsilniej determinującym, zarówno udział bulw ze sklerocjami *R. solani*, jak i nasilenie tych zmian na bulwach wszystkich odmian, są warunki hydrotermiczne w pełni rozwoju roślin. Autorki dowiodły istotne zależności pomiędzy poziomem opadów i tempe-

raturą powietrza w wymienionej fazie, a uwzględnionymi parametrami występowania ospowatości. Lutomirska i Jankowska (2013) odnotowały, że wraz ze zwiększaniem się sum opadów nastąpił wzrost udziału bulw ze sklerocjami i ich nasilenie, natomiast w miarę wzrostu temperatury miało miejsce ograniczanie ospowatości.

Wnioski / Conclusions

1. Sposoby stosowania herbicydu i herbicydu z biostymulatorami ograniczały istotnie średni stopień porażenia bulw ziemniaka rizoktoniozą w porównaniu do bulw zebranych z obiektu kontrolnego.
2. Odmiany uprawiane w doświadczeniu nie różniły się istotnie, jedynie odmiana Malaga charakteryzowała się mniejszym procentowym udziałem i stopniem porażenia próby od odmiany Oberon.
3. Warunki atmosferyczne w sezonach wegetacji nie miały istotnego wpływu na procentowy udział bulw porażonych rizoktoniozą, średni stopień porażenia próby i stopień porażenia bulw.

Wyniki badań zrealizowane w ramach tematu badawczego nr. 31/20/B, zostały sfinansowane z dotacji na naukę, przyznanej przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Literatura / References

- Atkinson D., Thornton M.K., Miller J.S. 2010. Development of *Rhizoctonia solani* on stems, stolons and tubers of potatoes. I. Effect of inoculum source. *American Journal of Potato Research* 87: 374–381. DOI: 10.1007/s12230-010-9143-6
- Boydston R.A. 2010. Managing weeds in potato rotations with herbicides. *American Journal of Potato Research* 87 (5): 420–427. DOI: 10.1007/s12230-010-9153-4
- Bulgari R., Franzoni G., Ferrante A. 2019. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy* 9 (6): 306. DOI: 10.3390/agronomy9060306

- Correia N.M., Carvalho A.D.F. 2019. Herbicide selectivity for potato crop. *Horticultura Brasileira* 37 (3): 302–308. DOI: 10.1590/s0102-053620190308
- Cwalina-Ambroziak B., Bogucka B. 2012. Pathogens of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber (*Phytophthora infestans*) occurring in treatments with foliar fertilization. *Acta Agrobotanica* 65 (3): 75–84. DOI: 10.5586/aa.2012.010
- Cwalina-Ambroziak B., Głosek-Sobieraj M., Kowalska E. 2015. The effect of plant growth regulators on the incidence and severity of potato diseases. [Wpływ regulatorów wzrostu na nasilenie chorób ziemniaka]. *Polish Journal of Natural Sciences* 30 (1): 5–20.
- Dropek M., Frąc M., Cybulska J. 2019. Plant biostimulants: importance of the quality and yield of horticultural crops and the improvement of plant tolerance to abiotic stress – a review. *Agronomy* 9 (6): 335: 1–18. DOI: 10.3390/agronomy9060335
- Dzwonkowski W., Szczepaniak I., Zdziarska T. 2020. Popyt na ziemniaki. s. 21–27. W: Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy. Analizy rynkowe 47 (W. Dzwonkowski, red.). Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
- Farouk S. 2015. Improving growth and productivity of potato (*Solanum tuberosum* L.) by some biostimulants and lithovit with or without boron. *Journal of Plant Production, Mansoura University* 6 (12): 2187–2206.
- Głosek-Sobieraj M., Cwalina-Ambroziak B., Hamouz K. 2018. The effect of growth regulators and a biostimulator on the health status, yield and yield components of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Gesunde Pflanzen* 70: 1–11. DOI: 10.1007/s10343-017-0407-7
- Gugała M., Zarzecka K., Sikorska A., Dołęga H. 2018. Occurrence of defects of potato tubers in conditions of application of herbicides and biostimulants. [Występowanie wad bulw ziemniaka w warunkach stosowania herbicydów i biostymulatorów]. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 17 (1): 13–22. DOI: 10.37660/aspagr.2018.17.1.2
- Jankowska J., Lutomirska B., Pietraszko M. 2015. Występowanie parcha zwykłego na bulwach ziemniaka w zależności od warunków meteorologicznych. *Ziemniak Polski* 3: 23–29.
- Jeske M., Pańka D., Wichrowska D. 2015. Wpływ ochrony chemicznej, nawożenia organicznego oraz użyźniacza glebowego UGmax na zdrowotność bulw ziemniaka. [Effect of chemical protection, organic fertilization and UGmax soil conditioner on health status of potato tubers]. *Progress in Plant Protection* 55 (1): 92–97. DOI: 10.14199/ppp-2015-016
- Kołodziejczyk M. 2016. Effect of nitrogen fertilisation and microbial preparations on quality and storage losses in edible potato. [Wpływ nawożenia azotem i preparatów mikrobiologicznych na kształtowanie się jakości oraz strat przechowalniczych ziemniaka jadalnego]. *Acta Agrophysica* 23 (1): 67–78.
- Krzysztofik B. 2008. Wpływ miejsca przechowywania na zmiany cech jakościowych bulw ziemniaka. [Effect of storage place on changes of potato quality factors]. *Acta Agrophysica* 11 (2): 449–456.
- Liu K., Mc Inroy J.A., Hu C.H., Klopper J.W. 2018. Mixtures of plant-growth-promoting rhizobacteria enhance biological control of multiple plant diseases and plant-growth promotion in the presence of pathogens. *Plant Disease* 102 (1): 67–72. DOI: 10.1094/PDIS-04-17-0478-RE
- Lutomirska B. 2007. Wpływ odmiany i czynników meteorologicznych okresu wegetacji na ospowatość bulw ziemniaka. [The influence of cultivar and meteorological factors during vegetation season on black scurf of potato tubers]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (2): 173–177.
- Lutomirska B., Jankowska J. 2013. Ospowatość bulw zaawansowanych materiałów hodowlanych ziemniaka. [Black scurf in tubers of the potato advanced breeding material]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 53 (4): 789–795. DOI: 10.14199/ppp-2013-026
- Lutomirska B., Jankowska J. 2014. Oddziaływanie czynników meteorologicznych na występowanie ospowatości bulw ziemniaka. [Influence of meteorological factors on occurrence and severity of black scurf on potato tubers]. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* 273: 119–128.
- Molga M. 1986. *Meteorologia rolnicza*. Wydanie VII. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 492 ss. ISBN 83-09-00200-9.
- Osowski J., Bernat E. 2010. Wpływ terminów zaprawiania i krojenia bulw na tempo wschodów i porażenie roślin ryzoktoniozą ziemniaka. [The effect of date of seed dressing and cutting of tuber on emergence rate and infection of plant by rhizoctonia canker]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50 (2): 687–694.
- Pszczółkowski P., Sawicka B. 2018. The effect of application of biopreparations and fungicides on the yield and selected parameters of seed value of seed potatoes. [Wpływ aplikacji biopreparatów i fungicydów na plon i wybrane parametry wartości nasiennej sadzeniaków ziemniaka]. *Acta Agrophysica* 25 (2): 239–255. DOI: 10.31545/aagr/93104
- Radtke W., Rieckmann W., Brendler F. 2000. *Kartoffel: Krankheiten – Schädlinge Unkräuter*. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen Buer, 272 ss. ISBN 978-37-8620-11-37.
- Roztropowicz S., Czerko Z., Głuska M., Goliszewski W., Gruczek T., Lis B., Lutomirska B., Nowacki W., Wierzejska-Bujakowska A., Zarzyńska K., Zgórska K. 1999. *Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem*. Praca zbiorowa. Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików, Oddział Jadwisin, 50 ss.
- Skowera B., Jędraszczyk E.S., Kopcińska J., Ambroszczyk A.M., Kołton A. 2014. The effects of hydrothermal conditions during vegetation period on fruit quality of processing tomatoes. *Polish Journal of Environmental Studies* 23 (1): 195–202.
- Van Oosten M.J., Pepe O., De Pascale S., Siletti S., Maggio A. 2017. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 4: 5. DOI: 10.1186/s40538-017-0089-5
- Wencong S., Mingcong L., Guangshan W., Renmao T., Cuiping L., Bing W., Rongshan L., Chunyu S., Xiuli C., Bo Z. 2019. The occurrence of potato common scab correlates with the community composition and function of the geocaulosphere soil microbiome. *Microbiome* 7: 14. DOI: 10.1186/s40168-019-0629-2
- Zarzyńska K., Pietraszko M., Barbaś P. 2020. Występowanie parcha zwykłego i ospowatości bulw w wybranych odmianach ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. [Occurrence of common scab and black scurf in selected potato cultivars grown under organic and conventional crop production systems]. *Progress in Plant Protection* 60 (4): 343–350. DOI: 10.14199/ppp-2020-038