



Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Wydział Agrobiotechnologii i Nauk o Zwierzętach,  
Uniwersytet w Siedlcach, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce, Polska

\* e-mail: [ld36@stud.uph.edu.pl](mailto:ld36@stud.uph.edu.pl)

ŁUKASZ DOMAŃSKI \*, KRYSTYNA ZARZECKA ,  
MAREK GUGAŁA 

## Liczba chwastów oraz ich skład gatunkowy w uprawie ziemniaka po zastosowaniu herbicydu i biostymulatorów

---

Number of weeds and their species composition in the potato crop after  
the application of herbicide and biostimulants

**Streszczenie.** Badania polowe przeprowadzono w latach 2018–2020, w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach, należącej do Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Eksperyment prowadzono w trzech powtórzeniach, w układzie split-plot, na lekko kwaśnej glebie należącej do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Badania obejmowały dwa czynniki. Pierwszy czynnik (I rzędu) – dwie odmiany ziemniaka jadalnego: Oberon i Malaga. Obie odmiany należą do średnio wczesnych, o pokroju liściowo łodygowym. Drugi czynnik (II rzędu) – pięć sposobów pielęgnacji ziemniaka z wykorzystaniem zabiegów mechanicznych, herbicydu, biostymulatorów oraz z zastosowaniem herbicydu i biostymulatorów. Celem pracy było zbadanie wpływu stosowania herbicydu oraz jego kombinacji z biostymulatorami na skład gatunkowy i liczbę chwastów. Przy wykorzystaniu metody ramkowo-wagowej określono średnią liczbę chwastów na 1 m<sup>2</sup> oraz ich skład gatunkowy. Herbicyd Avatar 293 ZC i biostymulatory Agro-Sorb Folium oraz PlonoStart istotnie zmniejszyły zagęszczenie chwastów na 1 m<sup>2</sup> w dwóch terminach oznaczeń, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Zastosowanie herbicydu Avatar 293 ZC i biostymulatora Agro-Sorb Folium w największym stopniu ograniczyło występowanie takich gatunków chwastów, jak: *Echinochloa crus-galli* (chwastnica jednostronna), *Chenopodium album* L. (komosa biała), *Polygonum aviculare* (rdest ptasi) oraz *Viola arvensis* Murr. (fiolęk polny). W pierwszym terminie oceny zachwaszczenia, tj. przed zwarciem rzędów, odnotowano większą liczbę chwastów niż tuż przed zbiorem bulw ziemniaka. Odmiany ziemniaka nie miały istotnego wpływu na zachwaszczenie uprawy.

**Słowa kluczowe:** *Solanum tuberosum* L., zachwaszczenie, środki ochrony roślin, regulatory wzrostu

---

**Cytowanie:** Domański Ł., Zarzecka K., Gugala M., 2023. Liczba chwastów oraz ich skład gatunkowy w uprawie ziemniaka po zastosowaniu herbicydu i biostymulatorów. *Agron. Sci.* 78(3), 123–134. <https://doi.org/10.24326/as.2023.5168>

## WSTĘP

Poważnym zagrożeniem dla plonowania oraz jakości bulw ziemniaka jadalnego (*Solanum tuberosum* L.) jest zachwaszczenie występujące w początkowym i końcowym okresie wegetacji. Brak działań chwastobójczych może spowodować straty w plonie o ok. 34% [Mystkowska i in. 2017, Barbaś i Sawicka 2020]. Chwasty stanowią silną konkurencję dla roślin uprawnych nie tylko pod względem pobierania składników odżywczych, wody, światła oraz zajmowania przestrzeni uprawnej, ale stają się często żywicielami dla chorób i szkodników [Yadav i in. 2015]. Występowaniu agrofagów w uprawie ziemniaka sprzyjają: powolny rozwój roślin, zwłaszcza w początkowych fazach, wydłużony okres pomiędzy sadzeniem a wschodami roślin oraz dość duża szerokość międzyrzędzi [Pszczółkowski i in. 2020]. Skutecznym sposobem ograniczania zachwaszczenia upraw jest stosowanie herbicydów syntetycznych, czyli pestycydów, środków chwastobójczych z substancjami czynnymi, które stosowane są w celu selektywnego lub nieselektywnego zwalczania chwastów w uprawach. Należy jednak zwrócić uwagę na ich szkodliwy wpływ na środowisko (zanieczyszczenie środowiska szkodliwymi substancjami) oraz na jakość bulw ziemniaka [Kołodziejczyk 2015]. Stąd istnieje potrzeba poszukiwania alternatywnych metod ograniczania zachwaszczenia w uprawach rolniczych. Bezpiecznymi środkami stosowanymi w celu ochrony przed agrofagami są naturalne herbicydy oraz biodegradowalne ściółki [Shehata i in. 2019]. Istnieje też potrzeba wspomagania upraw przy stosowaniu herbicydów. Jednym ze sposobów jest stosowanie stymulatorów wzrostu. Zawierają one substancje naturalne (biologiczne), takie jak: aminokwasy, substancje humusowe, bakterie, pożyteczne grzyby, wyciągi z alg morskich czy chitozan. Biostymulatory łagodzą stresy środowiskowe, poprawiają wzrost i rozwój roślin, zwiększają plony, poprawiają ich jakość oraz efekty ekonomiczne [Trawczyński 2020, Andrejová i in. 2023, Mystkowska i in. 2023, Wadas 2023].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu stosowania herbicydu i biostymulatorów na skład gatunkowy i liczbę chwastów w uprawie ziemniaka jadalnego.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w Rolniczej Stacji Doświadczalnej w Zawadach (współrzędne geograficzne 52°3'N, 22°33'E), w latach 2018–2020. Założono je metodą bloków losowanych, w układzie zależnym split-plot, w trzech powtórzeniach.

**Warunki glebowe**

Eksperyment zlokalizowano na glebie lekkiej, piaszczysto-gliniastej, o odczynie lekko kwaśnym, zaliczanej do kompleksu żytniego bardzo dobrego. Typologicznie (według polskiej klasyfikacji) gleba rdzawo brunatna, Brunic Arenosols [według IUSS Working Group WRB 2022]. Badania fizykochemiczne gleby były wykonywane w każdym roku badań. Oznaczono: kwasowość gleby (pH) w zakresie od 5,15 do 5,37 (w 1 M KCl), przyswajalność magnezu 36,4–62,5 mg·kg<sup>-1</sup>, fosforu 34,8–69,7 mg·kg<sup>-1</sup>, potasu 101,7–150,0 mg·kg<sup>-1</sup>. Stwierdzono zawartość materii organicznej na poziomie 20,1–22,6 g·kg<sup>-1</sup>.

## Przedmiot badań

Przeprowadzone doświadczenie obejmowało dwa czynniki:

– Czynnik I (I rzędu) – dwie odmiany ziemniaka jadalnego: Oberon i Malaga. Obie odmiany należą do średnio wczesnych, o pokroju liściowo łodygowym. W dalszej części pracy pominięto czynnik odmianowy, ponieważ obliczenia statystyczne nie wykazały istotnego wpływu odmian na skład gatunkowy i liczbę chwastów. Przeprowadzone to było dużym podobieństwem cech badanych odmian ziemniaka.

– Czynnik II (II rzędu) – pięć wariantów pielęgnacji ziemniaka z zastosowaniem zabiegów mechanicznych i chemicznych oraz aplikacji roślinnych stymulatorów wzrostu: 1. obiekt kontrolny – wyłącznie zabiegi mechaniczne przed wschodami i po wschodach roślin ziemniaka – trzykrotne obredlanie (dwukrotnie przed wschodami i raz po wschodach, w połączeniu z opielaniem); 2. obiekt, na którym zastosowano zabieg mechaniczny obredlania oraz herbicyd Avatar 293 ZC ( $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), w którego skład wchodzi dwie substancje czynne uzupełniające się mechanizmem działania: chlomazon pobierany jest przez korzenie (hamuje reakcje chlorofilu i karotenoidów w liściach) oraz metrybuzyna pobierana przez liście i korzenie (spowalnia lub powstrzymuje proces fotosyntezy); 3. obiekt z zastosowaniem obredlania oraz środka chwastobójczego Avatar 293 ZC ( $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) i preparatu PlonoStart ( $2,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), płynnego, naturalnego nawozu organiczno-mineralnego, z dodatkiem promieniowców i kwasu mlekowego; 4. obiekt, na którym zastosowano obredlanie, herbicyd Avatar 293 ZC ( $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) oraz biostymulator Aminoplant ( $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) – nawóz organiczny w postaci zawiesiny, zawierający peptydy i aminokwasy powstałe z hydrolizy; 5. obiekt z pielęgnacją mechaniczną – obredlanie – oraz aplikacją herbicydu Avatar 293 ZC ( $1,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) i biostymulatora Agro-Sorb Folium ( $4,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) – stymulatora wzrostu, który jest mineralno-organicznym ekstraktem z pokrzywy. Herbicyd oraz biostymulatory rozpuszczano w  $300 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  wody. Aplikowanie preparatów wykonywano opryskiwaczem plecakowym, o pojemności maksymalnej  $15 \text{ dm}^3$ . Środek chwastobójczy Avatar 293 ZC zastosowano ok. 7 dni przed wschodami roślin ziemniaka, a stymulatory wzrostu (PlonoStart, Aminoplant oraz Agro-Sorb Folium) aplikowano dwukrotnie, w fazie 3–4 liści oraz w fazie 30–50% zakrycia międzyrzędzi. Przedplonem każdego roku było zboże – pszenżyto ozime. Corocznie, jesienią, stosowano jednakowe nawożenie naturalne (obornik w ilości  $25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) oraz mineralne w ilości:  $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) oraz  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  ( $\text{K}_2\text{O}$ ). Nawożenie azotowe wykonano przed zabiegami uprawowymi –  $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Ziemniaki sadzono ręcznie, w drugiej połowie kwietnia, w rozstawie rzędów – 67,5 cm i odległości w rzędzie 37 cm. Pojedyncze poletko miało powierzchnię  $12,96 \text{ m}^2$ . Zachwaszczenie analizowano dwukrotnie – przed zwarciem rzędów oraz przed zbiorem bulw. Analizę zachwaszczenia wykonano metodą ramkowo-wagową [Roztropowicz 1999]. Średnią liczbę chwastów każdego gatunku na  $1 \text{ m}^2$  pola obliczono ze wzoru Domaradzkiego [2001]:

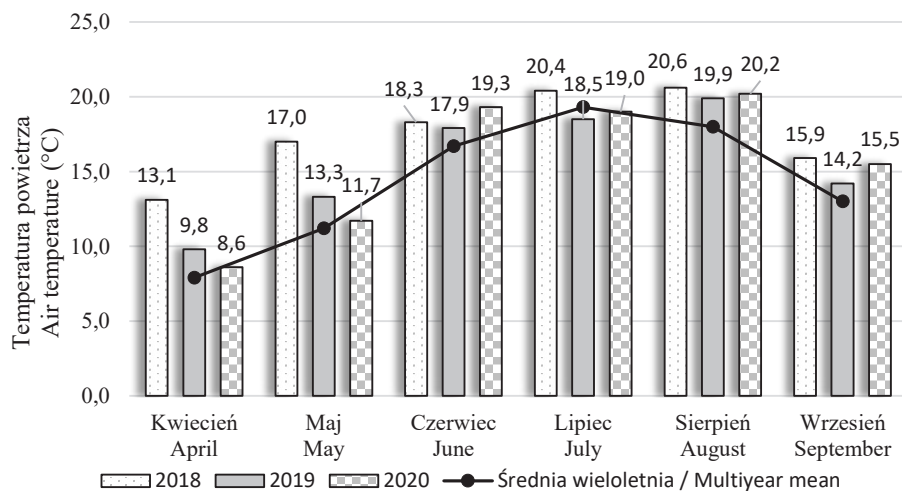
$$L_{\text{ch}} = (L_1 + L_2 + L_3) / (lp \times pr)$$

gdzie:  $L_{\text{ch}}$  – liczba chwastów jednego gatunku znajdujących się na pow.  $1 \text{ m}^2$ ;  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  – liczba roślin znajdujących się w ramce, w kolejnych pomiarach (szt.);  $lp$  – liczba pomiarów;  $pr$  – powierzchnia ramki ( $\text{m}^2$ ).

Gatunki chwastów oznaczano przy pomocy atlasu roślin [Klaaben i Freitag 2004].

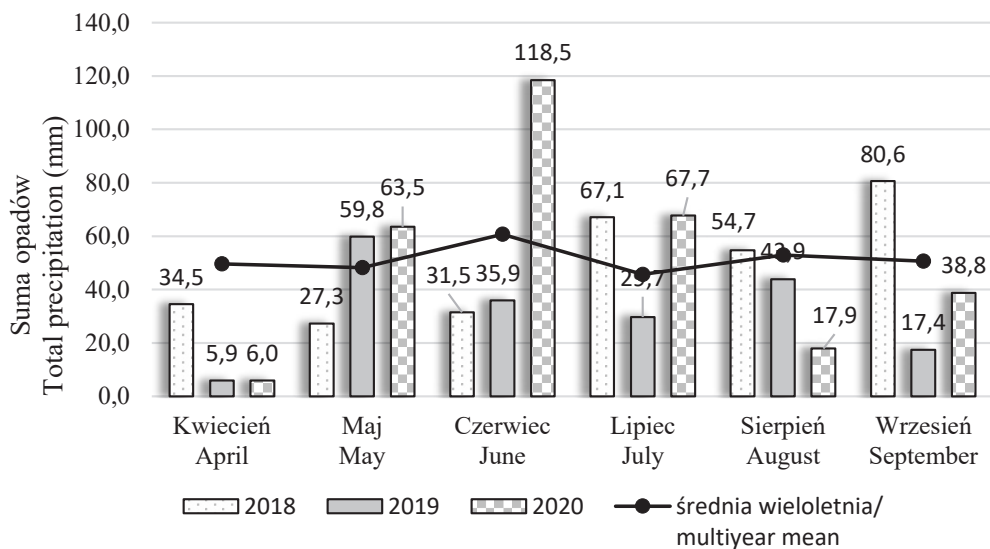
W latach badań 2018–2020 odnotowano zróżnicowane warunki atmosferyczne (ryc. 1 i 2). W czasie wegetacji (od kwietnia do września) 2018 r. odnotowano podwyższoną temperaturę powietrza, a w maju i czerwcu suszę. W 2019 r. zaobserwowano temperaturę powietrza wyższą od średniej wieloletniej, z wyjątkiem lipca, w którym średnia temperatura wyniosła 18,5°C. Opady atmosferyczne były niskie, jedynie w maju przewyższyły średnią wieloletnią. Rok 2020 był dość suchy (tab. 1), średnia temperatura powietrza była nieznacznie wyższa, a opady atmosferyczne, najbardziej zbliżone do średniej wieloletniej, w porównaniu z pozostałymi latami badań. W celu porównania średnich temperatur powietrza oraz sumy opadów atmosferycznych ze średnią wieloletnią wykorzystano współczynnik hydrotermiczny opracowany przez Skowerę i Pułę [2004] (tab. 1), według którego: współczynnik do 0,4 – ekstremalnie suchy; 0,41–0,7 – bardzo suchy; 0,71–1,0 – suchy; 1,01–1,3 – stosunkowo suchy; 1,31–1,6 – optymalny; 1,61–2,0 – stosunkowo wilgotny; 2,01–2,5 – wilgotny; 2,51–3,0 – bardzo wilgotny; powyżej 3,0 – skrajnie wilgotny. Rok 2018 był suchy, a suma opadów atmosferycznych wyniosła 295,7 mm. W 2019 r. bardzo suchym suma opadów wyniosła 192,6 mm, temperatura powietrza była większa od średniej z okresu wieloletniego (tab. 1). Natomiast w okresie wegetacyjnym 2020 r. suma opadów atmosferycznych była optymalna i najbardziej zbliżona do sumy z wielolecia (312,4 mm). We wszystkich latach badań temperatura powietrza była większa od średniej z wielolecia, z wyjątkiem lipca, w którym temperatura była niższa od średniej (ryc. 1).

Obliczenia statystyczne wykonano, przeprowadzając analizę wariancji, za pomocą testu Fishera–Snedecora, współczynnik istotności  $p \leq 0,05$  pomiędzy porównywanymi średnimi, z użyciem wielokrotnych przedziałów Tukeya.



Ryc. 1. Porównanie średniej temperatury powietrza w latach badań 2018–2020 ze średnią wieloletnią 1980–2009

Fig. 1. Comparison of average air temperature in the 2018–2020 study years with the 1980–2009 multi-year mean



Ryc. 2. Porównanie sumy opadów atmosferycznych w latach badań 2018–2020 ze średnią wieloletnią 1980–2009

Fig. 2. Comparison of precipitation totals in 2018–2020 study years with multiyear mean 1980–2009

Tabela 1. Temperatura powietrza oraz suma opadów atmosferycznych i współczynnik hydrotermiczny [Skowera i Puła 2004] w latach 2018–2020 w porównaniu ze średnią wieloletnią (1980–2009)

Tabela 1. Air temperature and total precipitation and hydrothermic coefficient [Skowera i Puła 2004] in 2018–2020 compared to the multi-year mean (1980–2009)

Lata Years	Temperatura Temperature (°C)	Opady atmosferyczne Precipitation (mm)	Współczynnik hydrotermiczny Hydrothermic coefficient [Skowera i Puła 2004]
2018	17,6	295,7	0,93 – suchy/dry
2019	15,6	192,6	0,66 – bardzo suchy/ very dry
2020	15,7	312,4	1,05 – dość suchy/ quite dry
1980–2009	14,4	307,9	–

Tabela 2. Skład gatunkowy i średnia liczba chwastów dominujących na 1 m<sup>2</sup> przed zwarciem rzędów w zależności od sposobów pielęgnacji (w latach 2018–2020)  
Table 2. Species composition and average number of dominant weeds per 1 m<sup>2</sup> before row compactness depending on treatment methods (in 2018–2020)

Gatunki Species	Sposoby pielęgnacji/ Weed control methods																				
	1 *			średnia mean			3			średnia mean			4			średnia mean			5		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean	średnia mean
Jednolicienne razem Total of monocotyledonous	25.2	5.7	10.9	13.7	4.7	8.9	9.1	9.2	5.5	6.2	6.9	11.1	5.2	5.8	8.5	2.5	3.9	5.0	8.5	2.5	3.9
1. <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	15.0	5.6	10.9	11.4	4.7	8.5	8.2	7.5	5.0	5.8	6.1	7.2	3.9	5.7	7.2	2.5	3.7	4.4	7.2	2.5	3.7
2. <i>Elymus repens</i> (L.) Gould	5.4	0.2	-	1.7	-	-	1.7	1.7	0.5	0.2	0.8	3.3	1.3	0.2	-	-	-	-	-	-	-
3. <i>Poa annua</i> L.	4.9	-	-	0.7	-	0.4	0.5	-	-	0.2	0.2	0.7	-	-	1.4	-	0.2	0.8	1.4	-	0.2
Dwulicienne razem Total of dicotyledonous	14.5	44.0	17.2	4.0	17.9	13.2	11.7	6.5	11.2	10.3	9.3	6.1	16.4	12.4	3.0	9.5	10.8	7.8	6.1	9.5	10.8
4. <i>Chenopodium album</i> L.	3.9	12.2	1.2	1.5	5.5	0.7	2.6	1.3	3.4	1.9	2.2	3.5	5.0	2.2	1.3	2.9	1.5	1.9	3.5	5.0	2.2
5. <i>Galium aparine</i> L.	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	0.4
6. <i>Geranium pusillum</i> L.	0.4	-	0.3	0.5	-	0.8	0.7	0.4	-	0.2	0.3	0.4	-	1.0	0.4	-	1.0	0.7	0.4	-	1.0
7. <i>Viola arvensis</i> Muir.	3.2	4.5	7.7	1.5	4.2	6.4	4.0	2.4	2.3	6.5	3.7	1.2	3.7	4.9	3.3	1.2	1.9	2.3	1.2	1.9	3.9
8. <i>Polygonum comolulus</i> L.	2.5	1.0	-	-	0.7	0.2	0.4	1.2	0.7	-	1.0	0.2	0.9	0.2	0.4	-	0.3	1.0	0.7	-	0.3
9. <i>Polygonum aviculare</i> L.	1.5	24.7	-	-	7.6	0.2	3.9	0.5	4.9	-	2.7	-	6.7	-	6.7	0.2	4.5	1.6	-	0.2	4.5
10. <i>Artemisia vulgaris</i> L.	0.2	-	0.4	0.3	0.2	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-	-	-
11. <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	0.2	0.2	4.8	1.7	-	3.3	3.3	0.2	-	1.7	0.9	0.4	0.2	2.9	1.1	-	-	1.9	0.4	0.2	2.9
12. <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	0.8	-	0.2	0.5	0.2	-	0.2	0.2	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13. <i>Erodium cicutarium</i> L.	1.2	-	-	-	-	0.2	0.2	0.3	-	-	0.3	-	-	0.2	0.2	-	-	0.2	0.2	-	0.2
14. <i>Spergula arvensis</i> L.	0.7	1.7	-	1.2	-	0.5	0.5	-	-	0.2	0.2	0.4	-	1.0	0.7	-	-	0.2	0.2	-	0.2
Inne gatunki/ Other species**	0.2	-	1.5	0.9	0.2	-	1.0	0.6	0.2	-	-	0.2	-	0.2	0.2	-	-	0.4	0.2	-	0.2
Liczba chwastów ogółem Total number of weeds	2.8	6.2	3.0	4.0	2.0	2.0	2.8	1.4	2.8	2.1	2.1	1.7	3.1	1.8	1.9	2.4	1.2	1.8	1.7	3.1	1.8
Łączna liczba gatunków Total number of species	14.0	8.0	9.0	10.3	9.0	11.0	8.3	11.0	6.0	8.0	8.3	10.0	7.0	10.0	6.0	5.0	12.0	7.7	6.0	5.0	12.0

NIR<sub>0,05</sub> lata/years – różnica nieistotna/ not significant difference | sposoby pielęgnacji/ weed control – 4,62 | lata × sposoby pielęgnacji/ years × weed control – 8,00

\* 1 – Obiekt kontroly – zabiegi mechaniczne; 2 – herbicyd Avatar 293 ZC (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>); 3 – herbicyd Avatar 293 ZC (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) + biostymulator PlonoStart (2,0 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>); 4 – herbicyd Avatar 293 ZC (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) + biostymulator Aminoplant (3,0 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>); 5 – herbicyd Avatar 293 ZC (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) + biostymulator Agro-Sorb Folium (4,0 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>)  
1 – Control object – mechanical treatments; 2 – Avatar 293 ZC herbicide (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>); 3 – Avatar 293 ZC herbicide (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) + PlonoStart biostimulant (2,0 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>); 4 – Avatar 293 ZC herbicide (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) + Aminoplant biostimulant (3,0 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>); 5 – Avatar 293 ZC herbicide (1,5 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>) + Agro-Sorb Folium biostimulant (4,0 dm<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>)

\*\* *Equisetum arvense* L., *Centaurea cyanus* L., *Stellaria media* (L.) Vill.

Tabela 3. Skład gatunkowy i średnia liczba chwastów dominujących na 1 m<sup>2</sup> przed zbiorem, w zależności od sposobów pielęgnacji (w latach 2018–2020)  
 Table 3. Species composition and average number of dominant weeds per 1 m<sup>2</sup> before harvest, depending on the methods of care (in 2018–2020)

Gatunki Species	Sposoby pielęgnacji/ Weed control methods																				
	1*			2			3			4			5			średnia mean					
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020						
	średnia mean			średnia mean			średnia mean			średnia mean			średnia mean								
Jednoliścienne razem Total of monocotyledonous	3,8	4,2	9,8	5,9	7,7	5,4	7,4	6,8	3,8	2,7	7,2	4,6	4,9	2,9	7,7	5,1	1,9	2,0	5,5	3,1	
1. <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	3,8	2,9	9,3	5,3	5,4	5,4	7,4	6,0	2,2	2,7	7,2	4,0	3,9	2,2	7,7	4,6	1,9	1,9	5,5	3,1	
2. <i>Elymus repens</i> (L.) Gould	–	0,5	0,5	0,5	2,4	–	–	2,4	1,7	–	–	–	1,0	0,7	–	0,8	–	0,2	–	0,2	–
3. <i>Poa annua</i> L.	–	0,8	–	0,8	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dwuliścienne razem Total of dicotyledonous	9,6	40,7	11,0	20,4	3,7	17,2	7,2	9,3	4,5	8,0	3,4	5,3	5,2	10,2	4,9	6,7	3,7	6,4	3,0	4,4	
4. <i>Chenopodium album</i> L.	8,2	24,7	1,5	11,5	2,1	6,7	2,2	3,6	3,9	3,2	1,3	2,8	3,2	3,2	1,4	2,6	2,7	3,7	1,0	2,5	
5. <i>Galium aparine</i> L.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
6. <i>Geranium pusillum</i> L.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
7. <i>Viola arvensis</i> Murr.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
8. <i>Polygonum convolvulus</i> L.	0,9	0,2	1,7	0,9	0,5	0,5	–	0,5	0,5	0,5	–	0,5	1,0	0,7	0,7	0,2	–	–	0,5	0,5	
9. <i>Polygonum aviculare</i> L.	0,4	14,2	–	7,3	0,3	8,5	–	4,4	–	4,0	–	4,0	–	5,9	0,4	5,9	0,4	2,7	0,2	1,1	
10. <i>A Artemisia vulgaris</i> L.	–	–	–	1,5	–	–	2,5	2,5	–	–	0,4	0,4	1,0	–	1,0	1,0	–	–	0,9	0,9	
11. <i>Amaranthus retroflexus</i> L.	–	–	–	1,2	–	–	1,2	1,2	–	–	0,2	0,2	–	–	0,4	0,4	–	–	–	–	
12. <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	–	–	–	–	–	–	–	–	0,2	–	–	0,2	–	–	–	–	–	–	–	–	
13. <i>Erodium cicutarium</i> L.	–	–	–	0,9	0,2	–	–	0,2	–	–	0,2	0,2	–	–	0,7	0,7	–	–	–	–	
14. <i>Spergula arvensis</i> L.	–	–	–	0,5	0,5	–	–	–	–	–	1,0	1,0	–	0,2	0,5	0,4	–	–	0,2	0,2	
Inne gatunki/ Other species**	0,2	1,7	0,4	0,7	0,5	1,5	0,3	0,8	–	–	–	–	–	0,2	–	0,2	–	–	–	–	
Liczba chwastów ogółem Total number of weeds	13,4	44,8	20,8	26,3	11,4	22,5	14,7	16,2	8,3	10,7	10,6	9,9	10,0	13,0	12,6	11,9	5,6	8,4	8,5	7,5	
Łączna liczba gatunków Total number of species	5,0	7,0	11,0	7,7	8,0	5,0	6,0	6,3	5,0	5,0	8,0	6,0	5,0	8,0	8,0	7,0	4,0	4,0	8,0	5,3	

\* Objasnienia jak w tabeli 2./ Explanation as in table 2.

## WYNIKI

Przeprowadzone badania wykazały istotne różnice w ograniczaniu liczby chwastów oznaczonej na początku wegetacji ziemniaka jadalnego po zastosowaniu herbicydu Avatar 293 ZC i biostymulatorów, w porównaniu z obiektem kontrolnym odchwaszczanym tylko mechanicznie (tab. 2). Istotnie mniejszą liczbę chwastów oraz ilość gatunków uzyskano na wszystkich obiektach z zastosowaniem herbicydu i biostymulatorów, w porównaniu z obiektem kontrolnym. Najlepszy efekt ograniczenia zachwaszczenia zaobserwowano na obiekcie z herbicydem Avatar 293 ZC oraz biostymulatorem Agro-Sorb Folium, zarówno w pierwszym terminie badań (średnio 12,7 w porównaniu z obiektem kontrolnym 39,2), jak i w drugim (średnio 7,5, w porównaniu z obiektem kontrolnym 26,3). Dobre efekty w redukcji liczby chwastów odnotowano także po aplikacji herbicydu Avatar 293 ZC i biostymulatora PlonoStart. Również na obiekcie z biostymulatorem Aminoplant liczba chwastów na jednostce powierzchni była mniejsza o 20,3 sztuk niż w wariancie kontrolnym.

W badaniach własnych, analizując skład gatunkowy chwastów oznaczonych na początku wegetacji, stwierdzono, że istotnie najbogatsza flora segetalna była w wariancie odchwaszczanym tylko mechanicznie. Najliczniejszymi gatunkami były: *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv. (średnio 10,5 na 1 m<sup>2</sup>), *Polygonum aviculare* L. (średnio 13,1 na 1 m<sup>2</sup>).

Analiza zachwaszczenia przeprowadzona po zakończeniu wegetacji rośliny uprawnej wykazała, że zarówno liczba chwastów, jak i liczba gatunków były istotnie większe w pierwszym terminie oznaczeń (tab. 2 i 3). Większe zachwaszczenie w pierwszym terminie badań (przed zwarciem rzędów) spowodowane było początkowym wolnym tempem wzrostu roślin ziemniaka oraz prawdopodobnie małą przyswajalnością składników pokarmowych z gleby. Natomiast chwasty pobierają więcej składników odżywczych oraz wody i lepiej je wykorzystują, stając się silną konkurencją dla roślin uprawnych. Ponadto charakteryzują się szybkim tempem wzrostu oraz dużą odpornością na niekorzystne czynniki zewnętrzne. Podobnie jak przed zwarciem rzędów istotnie najmniejszą liczbę chwastów na 1 m<sup>2</sup> odnotowano po zastosowaniu herbicydu i biostymulatora Agro-Sorb Folium (średnio 7,5 na 1 m<sup>2</sup>, w porównaniu z kontrolą – 26,3 na 1 m<sup>2</sup>). Dobre efekty ograniczenia zachwaszczenia uzyskano również po aplikacji herbicydu i biostymulatora PlonoStart (średnio 9,9 na 1 m<sup>2</sup>). W drugim terminie analizy, na obiektach z zastosowaniem samego herbicydu oraz herbicydu i biostymulatora Aminoplant, również wykazano istotnie mniejszą liczbę chwastów na jednostce powierzchni, w porównaniu z obiektem kontrolnym z zastosowaniem jedynie zabiegów mechanicznych.

Dominującymi gatunkami chwastów w uprawie ziemniaka, w obydwu terminach oznaczeń, były: *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv., *Chenopodium album* L. oraz *Polygonum aviculare* L. Stopień zachwaszczenia upraw jest zależny od wielu zróżnicowanych czynników (glebowych, meteorologicznych, agrotechnicznych). Im gleba jest zasobniejsza w składniki pokarmowe, tym odnotowuje się intensywniejsze zachwaszczenie. Dominujące gatunki chwastów takie jak *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv., *Chenopodium album* L. oraz *Polygonum aviculare* L. liczniej występują na glebach lekkich, które szybciej się nagrzewają i przesuszają.

Największe zachwaszczenie, zarówno przed zwarciem rzędów ziemniaka, jak i przed zbiorem bulw, zaobserwowano w 2019 r., który charakteryzował się równomiernym rozkładem opadów i optymalnymi temperaturami (ryc. 1 i 2). Przeważającymi gatunkami chwastów były: *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv. oraz *Viola arvensis* Murr. W prze-



prowadzonych badaniach stwierdzono wpływ warunków pogodowych na ilość i skład gatunkowy chwastów występujących w uprawie ziemniaka. W 2018 r., który był najcieplejszy i suchy, zaobserwowano najmniejszą liczbę chwastów.

Obliczenia statystyczne nie wykazały istotnego wpływu badanych odmian ziemniaka na skład gatunkowy oraz liczbę chwastów w uprawie. Mogło to być spowodowane bardzo zbliżonymi cechami obu odmian, taką samą wczesnością (średnio wczesne) oraz podobnym pokrojem (liściowo łodygowy).

#### DYSKUSJA

Gugała i in. [2018] oraz Zarzecka i in. [2020], stosując herbicyd Harrier 295 ZC i biostymulatory Kelpak SL oraz Asahi SL wykazali, iż stosowanie herbicydu z biostymulatorem może umożliwić aplikowanie mniejszej ilości środków ochrony roślin w celu kontroli zachwaszczenia, co potwierdzają również Kanatas i in. [2022]. W badaniach autorów łączna liczba gatunków chwastów była także większa na obiekcie kontrolnym, pielęgnowanym mechanicznie, niż po zastosowaniu herbicydu i biostymulatorów. Fakt ten może mieć kluczowe znaczenie w dobie wdrażania założeń Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ).

Większe zachwaszczenie uprawy ziemniaka przed zwarciem rzędów niż przed zbiorem bulw potwierdzili w swoich badaniach Mystkowska i in. [2017]. Wichrowska i Jaskólski [2014] natomiast uzyskali odmienne wyniki w przeprowadzonym doświadczeniu, wykazali nieznacznie większe zachwaszczenie przed zbiorem bulw ziemniaka niż przed zwarciem rzędów.

Dobre efekty sekwencyjnego lub łącznego stosowania herbicydu z biostymulatorem potwierdzili Matysiak i in. [2018] w doświadczeniu z pszenicą jarą. Skuteczność stosowania kilku herbicydów wynika z wzajemnego uzupełniania się pod kątem mechanizmu działania substancji czynnych wchodzących w ich skład. Taką zależność w uprawie ziemniaka stwierdzili Mystkowska i in. [2017], stosując mieszaniny Stomp 400 SC i Afalon Dyspersyjny 450 SC oraz Command 480 EC i Afalon Dyspersyjny 450 SC. Skuteczność aplikowania dwóch herbicydów potwierdził także Urbanowicz [2021]. Według Urbanowicza [2016] w Polsce najczęściej stosowanymi substancjami aktywnymi są: linuron, metrybuzyna i rimsulfuron.

Jednym z czynników zwiększających prawdopodobieństwo zachwaszczenia uprawy ziemniaka jest przedplon w postaci zbóż, po których pozostaje zachwaszczone stanowisko [Urbanowicz 2021]. Haliniarz i in. [2018] oraz Urbanowicz [2016] stwierdzili, że w doświadczeniu z ziemniakiem również przeważały takie gatunki jak: *Chenopodium album* L. oraz *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.

Ziemniak do prawidłowego wzrostu wymaga optymalnych zabiegów agrotechnicznych, w tym pielęgnacyjnych, oraz odpowiednich warunków opadowo-termicznych. Według autorów Kalbarczyk i Kalbarczyk [2009] dobre plonowanie ziemniaka zapewniają opady wynoszące 45 mm w maju, 65 mm w czerwcu, 90 mm w lipcu, 75 mm w sierpniu i 60 mm we wrześniu oraz temperatury powietrza w tych miesiącach średnio 15,2°C. Dzieżyc i in. [2012] także stwierdzili istotną zależność plonowania ziemniaka jadalnego od warunków pogodowych. Baranowska i in. [2016], prowadząc doświadczenie w podobnych warunkach meteorologicznych, wykazali mniejsze nasilenie chwastów w roku,

w którym opady atmosferyczne i temperatura powietrza były równomiernie rozłożone i zbliżone do średniej wieloletniej. Wpływ warunków pogodowych na zachwaszczenie uprawy ziemniaka jadalnego potwierdzili w swoich badaniach Gugała i in. [2014], wykazując najmniejsze zachwaszczenie uprawy w roku, w którym suma opadów atmosferycznych wyniosła 335,1 mm, przy średniej temperaturze powietrza 15,3°C – warunki te były bardzo zbliżone do 2020 r., w którym prowadzono badania własne.

W odróżnieniu od uzyskanych wyników własnych autorów niniejszej pracy, Sawicka i in. [2011] stwierdzili w swoich badaniach, że właściwości fizjologiczno-morfologiczne badanych odmian, tj. ulistnienie, pokrój oraz długość okresu wegetacji, miały istotny wpływ na zachwaszczenie uprawy ziemniaka. Również Gugała i in. [2014] potwierdzili istotność czynnika odmianowego w zachwaszczeniu.

#### WNIOSKI

1. Herbicyd i biostymulatory zastosowane w doświadczeniu znacznie zmniejszyły zagęszczenie chwastów na 1 m<sup>2</sup> w obydwu terminach oznaczeń w porównaniu z obiektem kontrolnym, stąd powinny być zalecane na polach produkcyjnych.

2. Najlepsze efekty ograniczania zachwaszczenia w uprawie ziemniaka uzyskano po aplikacji herbicydu Avatar 293 ZC i biostymulatora Agro-Sorb Folium. Preparaty te w największym stopniu ograniczyły występowanie gatunków chwastów: *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv., *Chenopodium album* L., *Polygonum aviculare* L. oraz *Viola arvensis* Murr.

3. W pierwszym terminie oceny zachwaszczenia, tj. przed zwarciem rzędów, odnotowano większą liczbę chwastów niż tuż przed zbiorem bulw ziemniaka. Liczba ta została ograniczona w trakcie wegetacji przez zastosowane zabiegi mechaniczno-chemiczne z biostymulatorami.

4. W przeprowadzonych badaniach nie wykazano istotnego wpływu odmian ziemniaka na skład gatunkowy i liczbę chwastów w uprawie.

#### PIŚMIENNICTWO

- Andrejiová A., Adamec S., Hegedúsová A., Hegedüs O., Rosa R. 2023. Verification of the humic substances and PGPB biostimulants beneficial effects on the potato yield and bioactive substances content. *Potravinárstvo Slovak J. Food Sci.* 17, 1–15. <https://doi.org/10.5219/1805>
- Baranowska A., Mystkowska I., Zarzecka K., Gugała M., 2016. Efficacy of herbicides in potato crop. *J. Ecol. Eng.* 17(1), 82–88. <https://doi.org/10.12911/22998993/61194>
- Barbaś P., Sawicka B., 2020. Dependence of potato yield on weed infestation. *Agron. Res.* 18(2), 346–359. <https://doi.org/10.15159/AR.20.1222>
- Domaradzki K., 2001. Metodyka doświadczeń biologicznej oceny herbicydów, bioregulatorów i adiuwantów. Cz. I. Doświadczenia polowe. Wyd. IUNG, Puławy.
- Dziężyc H., Chmura K., Dmowski Z., 2012. Określenie wpływu warunków opadowych na plonowanie ziemniaka bardzo wczesnego i wczesnego w południowej Polsce. *Woda, Śr., Obsz. Wiej.* 12(2), 133–141.
- Gugała M., Zarzecka K., Dołęga H., Sikorska A., 2018. Weed infestation and yielding of potato under conditions of varied use of herbicides and bio-stimulants. *J. Ecol. Eng.* 19(4), 191–196. <https://doi.org/10.12911/22998993/89654>

- Haliniarz M., Chojnacka S., Rusecki H., Gawęda D., Łukasz J., 2018. The effect of combined use of herbicide and growth retardants as well as diversified mineral fertilization on weed infestation of spring wheat. *Agron. Sci.* 73(4), 111–123. <http://dx.doi.org/10.24326/asx.2018.4.10>
- Kalbarczyk R., Kalbarczyk E., 2009. Potrzeby i niedobory opadów atmosferycznych w uprawie ziemniaka średnio późnego i późnego w Polsce. *Infrastrukt. Ekol. Teren. Wiej.* 3, 129–140.
- Kanatas P., Travlos I., Gazoulis I., Antonopoulos N., Tataridas A., Mpechliouli N., Petraki D., 2022. Biostimulants and herbicides: A promising approach towards green deal implementation. *Agronomy* 12(12), 3205. <https://doi.org/10.3390/agronomy12123205>
- Kołodziejczyk M., 2015. The effect of living mulches and conventional methods of weed control on weed infestation and potato yield. *Sci Hort.* 191, 127–133.
- IUSS Working Group WRB, 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
- Matysiak K., Miziniak W., Kaczmarek S., Kierzek R., 2018. Herbicydy z naturalnymi i syntetycznymi biostymulatorami w pszenicy jarej. *Ciênc. Rur.* 48(11). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180405>
- Mystkowska I., Zarzecka K., Baranowska A., Gugęła M., 2017. Zachwaszczenie łąnu i plonowanie ziemniaka w zależności od sposobu pielęgnacji i warunków pogodowych. *Acta Agroph.* 24(1), 111–121.
- Mystkowska I., Zarzecka K., Gugęła M., Ginter A., 2023. Ocena ekonomiczna kontroli zachwaszczenia i odżywiania roślin ziemniaka za pomocą biostymulatorów. *Prog. Plant. Prot.* 63, 35–40. <http://dx.doi.org/10.14199/ppp-2023-004>
- Pszczółkowski P., Barbaś P., Sawicka B., Krochmal-Marczak B., 2020. Biological and agrotechnical aspects of weed control in the cultivation of early potato cultivars under cover. *Agriculture* 10(9), 373. <https://doi.org/10.3390/agriculture10090373>
- Roztropowicz S. (red.), 1999. Metodyka obserwacji pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. Wyd. IHAR Oddział w Jadwisinie, ss. 1–50.
- Shehata S.A., Abouziena H.F., Abdelgawad K.F., Elkhawaga F.A., 2019. Weed control efficacy, growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) as affected by alternative weed control methods. *Potato Res.* 62, 139–155. <https://doi.org/10.1007/s11540-018-9404-1>
- Skowera B., Puła J., 2004. Skrajne warunki pluwiotermiczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971–2000. *Acta Agrophys.* 3(1), 171–177.
- Trawczyński C., 2020. Wpływ biostymulatorów na plon i jakość bulw ziemniaka uprawianego w warunkach suszy i wysokiej temperatury. *Biul. IHAR*, 289, 11–19. <https://doi.org/10.37317/biul-2020-0017>
- Urbanowicz J., 2016. Zachwaszczenie plantacji ziemniaka w Polsce w latach 2000–2015. *Ziemn. Pol.* 26(3), 42–47.
- Urbanowicz J., 2021. Skuteczność zwalczania chwastów w ziemniaku za pomocą wybranych herbicydów przedwiosennych. *Ziemn. Pol.* 1, 24–34.
- Wadas W., 2023. Nutritional value and sensory quality of new potatoes in response to silicon application. *Agriculture* 13(3), 542–552. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030542>
- Wichrowska D., Jaskólski D., 2014. Effect of organic and mineral fertilization and soil fertilizer on the weed infestation of potato plantation. *Acta Sci. Pol. Agric.* 13(1), 61–71.
- Yadav S.L., Lal S.S., Srivastava A.K., Bag T.K., Singh B.P., 2015. Efficacy of chemical and non-chemical methods of weed management in rainfed potato (*Solanum tuberosum* L.). *Indian J. Agric. Sci.* 85, 382–386.
- Yakhin O.I., Lubyantsev A.A., Yakhin I.A., Brown P.H., 2017. Biostimulants in plant science: A global perspective. *Front. Plant. Sci.* 7, 1–32. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02049>
- Zarzecka K., Gugęła M., Grzywacz K., Sikorska A., 2020. Agricultural and economic effects of the use of biostimulants and herbicides in cultivation of the table potato cultivar Gawin. *Acta Sci. Pol. Agricultura* 19(1), 3–10. <https://doi.org/10.37660/aspagr.2020.19.1.1>

**Źródło finansowania:** Praca nie była finansowana ze środków zewnętrznych.

**Summary.** The field research was carried out in 2018-2020, at the Agricultural Experimental Station in Zawady, belonging to the University of Natural Sciences and Humanities in Siedlce. The experiment was conducted in three repetitions, in a split-plot arrangement, on slightly acidic soil belonging to the very good rye complex. The study included two factors: the first (first order) – two varieties of edible potato: Oberon and Malaga. Both varieties are medium-early, with a leaf-stalk habit. The second factor (second order) – five methods of potato cultivation with the use of mechanical treatments, herbicide, biostimulants and with the use of herbicide and biostimulants. The aim of the study was to examine the effect of herbicide and its combination with biostimulants on the species composition and number of weeds. Using the frame-weight method, the average number of weeds per 1 m<sup>2</sup> and their species composition were determined. The herbicide Avatar 293 ZC and the biostimulants Agro-Sorb Folium and PlonoStart significantly reduced the density of weeds per 1m<sup>2</sup> at the two determination dates, compared to the control object. The application of Avatar 293 ZC herbicide and Agro-Sorb Folium biostimulant reduced to the greatest extent the occurrence of such weed species as: *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album* L., *Polygonum aviculare* and *Viola arvensis* Murr. At the first date of weed evaluation, i.e. before the rows were short-circuited, a higher number of weeds was recorded than just before the potato tubers were harvested. Potato varieties had no significant effect on crop weed infestation.

**Key words:** *Solanum tuberosum* L., weed infestation, growth regulators, crop protection products

Otrzymano/Received: 8.05.2023  
Zaakceptowano/Accepted: 18.11.2023  
Opublikowano/Published: 22.01.2023