



Instytut Rolnictwa i Ogrodnictwa, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny
w Siedlcach, ul. Prusa 14, 08-110 Siedlce, Polska
* e-mail: kzarzecka@uph.edu.pl

KRYSTYNA ZARZECKA , MAREK GUGAŁA ,
ŁUKASZ DOMAŃSKI 

Zmiany zawartości cukrów w bulwach ziemniaka pod wpływem herbicydu i biostymulatorów

Changes in sugars content in potato tubers under the effect of herbicide
and biostimulants

Streszczenie. Materiał badawczy stanowiły bulwy ziemniaka zebrane z trzyletniego doświadczenia polowego założonego w trzech powtórzeniach metodą *split-plot*. Pierwszy czynnik stanowiły dwie odmiany jadalne ‘Malaga’ i ‘Oberon’. Drugim czynnikiem było pięć sposobów aplikacji herbicydu i biostymulatorów: 1. obiekt kontrolny – bez herbicydu i biostymulatorów; 2. herbicyd Avatar 293 ZC; 3. herbicyd Avatar 293 ZC i biostymulator PlonoStart; 4. herbicyd Avatar 293 ZC i biostymulator Aminoplant; 5. herbicyd Avatar 293 ZC i biostymulator Agro-Sorb Folium. W świeżej masie bulw oznaczono zawartość cukrów ogółem, cukrów redukujących i sacharozy metodą Schoorla-Luffa. Odmiana ‘Oberon’ zawierała istotnie mniej cukrów ogółem, cukrów redukujących i sacharozy niż ‘Malaga’. Chemiczna regulacja zachwaszczenia nie miała wpływu na zawartość cukrów ogółem, miała tylko aplikacja wymienionych biopreparatów.

Słowa kluczowe: cukry ogółem, cukry redukujące, odmiany ziemniaka, sacharoza

WSTĘP

Ziemniak jest jedną z podstawowych roślin uprawnych decydujących o wyżywieniu ludności na świecie [Beals 2019]. W Polsce jest ważną rośliną jadalną i surowcem w przetwórstwie przemysłowym do produkcji skrobi i przetworów ziemniaczanych. Spożycie bulw ziemniaka w Polsce w stanie świeżym nadal jest duże, ale systematycznie zmniejsza się, wzrasta natomiast zainteresowanie przetworami ziemniaczanymi. W ostatnich dziesięciu latach konsumpcja ziemniaków nieprzetworzonych zmniejszyła

się z 94,4 kg do 67,7 kg na jedną osobę rocznie, a zwiększyło się spożycie przetworów z 16,1 kg do 22,1 kg na mieszkańca [Dzwonkowski i in. 2020]. O wartości żywieniowej i przetwórczej ziemniaka decyduje głównie skład chemiczny bulw, a szczególnie zawartość skrobi, cukrów ogółem, cukrów redukujących, białka, witamin, składników mineralnych oraz substancji szkodliwych [Wójcik-Stopczyńska i in. 2012, Manolov i in. 2016]. Skład chemiczny bulw kształtowany jest przede wszystkim przez czynnik odmianowy, ale mogą go modyfikować warunki środowiskowe, zabiegi agrotechniczne czy stosowane biostymulatory [Zgórska i Grudzińska 2012, Grudzińska i in. 2014, Zarzecka i in. 2017, Głosek-Sobieraj i in. 2018, Trawczyński 2021]. Wielu badaczy wskazuje, że biostymulatory regulują procesy fizjologiczne, łagodzą skutki oddziaływania stresów abiotycznych i chorób, zwiększają plony oraz poprawiają cechy jakościowe bulw ziemniaka [Trawczyński 2014, 2020, Wierzbowska i in. 2015, Głosek-Sobieraj i in. 2018, Nazranov i in. 2020].

Przyjęto hipotezę, że aplikowanie herbicydu oraz herbicydu i biostymulatorów wpłynie korzystnie na rozwój roślin i plonowanie, a jednocześnie nie spowoduje niekorzystnych zmian w zawartości cukrów w bulwach ziemniaka.

Celem badań było określenie wpływu herbicydu i herbicydu stosowanego z biostymulatorami na zawartość cukrów ogółem, cukrów redukujących i sacharozę w bulwach ziemniaka jadalnego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły bulwy ziemniaka zebrane z doświadczenia polowego przeprowadzonego w Rolniczej Stacji Doświadczalnej Zawady (52°03'N, 22°33'E). Eksperyment założono metodą losowanych podbloków (*split-plot*), w trzech powtórzeniach, na glebie średniej o składzie mechanicznym gliny piaszczystej, należącej do typu płowe [Marcinek i Komisarek 2011]. Gleba charakteryzowała się kwaśnym odczynem (pH od 5,25 do 5,42), niską zasobnością w przyswajalny fosfor (35,2 mg·kg⁻¹), potas (102,1 mg·kg⁻¹) i magnez (36,6 mg·kg⁻¹) w 2018 r., a średnią zasobnością w przyswajalne formy tych składników w latach 2019 (odpowiednio: 61,0; 149,0; 61,0 mg·kg⁻¹) i 2020 (odpowiednio: 60,0; 140,0; 51,0). Zawartość C_{org} w okresie prowadzenia badań była zbliżona – wynosiła od 11,6 do 12,9 g·kg⁻¹. Badanymi czynnikami były: I – dwie średnio wczesne odmiany ziemniaka jadalnego ‘Oberon’ i ‘Malaga’; II – pięć aplikacji herbicydu Avatar 293 ZC i herbicydu Avatar 293 ZC z biostymulatorami PlonoStart, Aminoplant i Agro-Sorb Folium. Badano je na tle obiektu kontrolnego pielęgowanego bez herbicydu i biostymulatorów (tab. 1). Skład chemiczny biostymulatorów przedstawiono w tabeli 2. Powierzchnia poletka wynosiła 16,2 m². Przedplonem ziemniaka we wszystkich latach badań było pszenżyto ozime. Jesienią stosowano obornik 25 t·ha⁻¹ oraz mineralne nawożenie fosforowo-potasowe w ilościach 44,0 kg P·ha⁻¹ (superfosfat potrójny) i 124,5 kg K·ha⁻¹ (sól potasowa), a wiosną nawozy azotowe w dawce 100 kg N·ha⁻¹ (saletra amonowa). Bulwy sadzono ręcznie w rozstawie 40 × 67,5 cm, w trzeciej dekadzie kwietnia. Ochronę ziemniaka przed chorobami i szkodnikami stosowano zgodnie z zaleceniami Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu [Zalecenia ochrony roślin na lata 2018/2019]. Zbiór ziemniaka przeprowadzano w pełnej dojrzałości fizjologicznej bulw, w pierwszej połowie września. Przed przystąpieniem do zbioru pobrano próby

z dziesięciu roślin ziemniaka z każdego poletka, a następnie w bulwach wykonano analizy chemiczne. Zawartość cukrów ogółem i cukrów redukujących oznaczono w świeżej masie bulw metodą Schoorla-Luffa [Krełowska-Kułas 1993]. Zawartość sacharozy obliczono z różnicy sumy cukrów po hydrolizie i cukrów redukujących pomnożonych przez 0,95 [Sawicka i Pszczółkowski 2005].

Tabela 1. Schemat aplikacji herbicydu i biostymulatorów w doświadczeniu
Table 1. Scheme of herbicide and biostimulants application in the experiment

Aplikacja herbicydu i biostymulatorów Application of herbicide and biostimulants	Dawka/ Dose ($\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$)			
	łączna	ok. 7 dni przed wzchodami about 7 days before emergence	pełnia wzchodów full emergence	zakrywanie rzędów row covering
Obiekt kontrolny – zabiegi mechaniczne Control object – mechanical weeding	–	–	–	–
Herbicide Avatar 293 ZC (clomazone + metribuzin)	1,5	1,5	–	–
Avatar 293 ZC + PlonoStart	1,5 + 2,0	1,5 –	– 1,0	– 1,0
Avatar 293 ZC + Aminoplant	1,5 + 1,5	1,5 –	– 1,0	– 0,5
Avatar 293 ZC + Agro-Sorb Folium	1,5 + 4,0	1,5 –	– 2,0	– 2,0

Tabela 2. Skład chemiczny biostymulatorów
Table 2. Chemical composition of biostimulants [www.ipm.iung.pulawy.pl.fert wyszukiwarka-nawozow-wyszukiwanie-IUNG, www.gov.pl_web_rolnictwo_wykaz_nawozowRejestr_NAWOZY_22_06_2021]

Biostymulatory Biostimulants	Skład/Composition
PlonoStart	bakterie kwasu mlekowego, promieniowce, $N_{\text{ogólny}} - 16,4\%$, $K_2O - 0,75\%$, $CaO - 0,07\%$, $MgO - 0,02\%$, $S - 941 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ lactic acid bacteria, actinomycetes, $N_{\text{total}} - 16.4\%$, $K_2O - 0.75\%$, $CaO - 0.07\%$, $MgO - 0.02\%$, $S - 941 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$
Aminoplant	wolne aminokwasy – 11,57%, $N_{\text{ogólny}} - 9,48\%$, $N_{\text{org}} - 9,2\%$, $N-NH_4 - 0,88\%$, $C_{\text{org}} - 25\%$, zawartość substancji organicznej – 87,7% free amino acids – 11.57%, $N_{\text{total}} - 9.48\%$, $N_{\text{organic}} - 9.2\%$, $N-NH_4 - 0.88\%$, $C_{\text{organic}} - 25\%$, organic substance – 87.7%
Agro-Sorb Folium	wolne aminokwasy – 10,66%, aminokwasy ogółem – 13,11%, $N_{\text{ogólny}} - 2,2\%$, $B - 0,02\%$, $Mn - 0,05\%$, $Zn - 0,09\%$ free amino acids – 10.66%, total amino acids – 13.11%, $N_{\text{total}} - 2.2\%$, $B - 0.02\%$, $Mn - 0.05\%$, $Zn - 0.09\%$

Tabela 3. Średnia temperatura powietrza i suma opadów w latach prowadzenia doświadczenia (Stacja Meteorologiczna Zawady)

Table 3. Mean air temperature and rainfall sum in the years of the experiment (Zawady Meteorological Station)

Miesiąc Month	2018		2019		2020		1980–2009 (30 years)	
	temp. (°C)	opady rainfall (mm)	temp. (°C)	opady rainfall (mm)	temp. (°C)	opady rainfall (mm)	średnia temp. mean temp (°C)	średnie opady rainfall mean (mm)
IV	13,1	34,5	9,8	5,9	8,6	6,0	7,9	49,6
V	17,0	27,3	13,3	59,8	11,7	63,5	11,2	48,2
VI	18,3	31,5	17,9	35,9	19,3	118,5	16,7	60,7
VII	20,4	67,1	18,5	29,7	19,0	67,7	19,3	45,7
VIII	20,6	54,7	19,9	43,9	20,2	17,9	18,0	53,0
IX	15,9	80,6	14,2	17,4	15,5	38,8	13,0	507
Średnia Mean	17,6	–	15,6	–	15,7	–	14,4	–
Suma Sum	–	295,7	–	192,6	–	312,4	–	307,9

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji. Istotność źródeł zmienności testowano testem ‘F’ Fischera-Snedecora, a ocenę istotności różnic przy poziomie $p \leq 0,05$ pomiędzy porównywanymi średnimi za pomocą wielokrotnych przeobrażeń Tukeya [Trętowski i Wójcik 1991].

Warunki pogodowe w latach badań były zróżnicowane (tab. 3). W 2018 r. temperatura powietrza we wszystkich miesiącach była wyższa niż w latach 1980–2009, a opady zbliżone do okresu wieloletniego. Kolejny sezon był o 2°C chłodniejszy i odznaczał się niedostatkiem opadów. Rok 2020 był ciepły, ale opady były nierównomiernie rozłożone.

WYNIKI I DYSKUSJA

W produkcji ziemniaka jadalnego jedną z ważniejszych cech określającą przydatność bulw do bezpośredniej konsumpcji i do przetwórstwa na susze, produkty smażone i konserwowane jest zawartość cukrów ogółem (glukoza + fruktoza + sacharoza) i cukrów redukujących (glukoza + fruktoza). Bulwy powinny zawierać do 10 g·kg⁻¹ sumy cukrów i od 1,5 do 5,0 g·kg⁻¹ cukrów redukujących w zależności od produktu [Zgórska i Grudzińska 2012, Nowacki 2020]. Wyniki badań wykazały istotne zróżnicowanie odmian pod względem zawartości cukrów ogółem (tab. 4). Większą zawartością tego składnika cechowała się odmiana ‘Malaga’ niż ‘Oberon’. Na różnice w zawartości tego składnika w zależności od odmiany wskazują badania innych autorów [Bhattacharjee i in. 2014, Zarzecka i in. 2017]. O koncentracji cukrów ogółem decydowały także metody aplikacji herbicydu i biostymulatorów oraz warunki pogodowe panujące w latach

przewodzenia badań (tab. 4 i 5). Herbicyd Avatar 293 ZC powodował nieznaczne, nieistotne zwiększenie zawartości cukrów ogółem, ale po zastosowaniu biostymulatora Aminoplant wystąpiła tendencja do zmniejszenia zawartości cukrów ogółem. Natomiast herbicyd z biostymulatorami PlonoStart i Agro-Sorb Folium istotnie zmniejszył ilość cukrów ogółem w bulwach ziemniaka. Taką reakcję zaobserwowano u obu odmian, ale nie stwierdzono istotnej interakcji odmian z metodami aplikacji. Zarzecka i Gugala [2018] nie odnotowali zmian w koncentracji cukrów ogółem po zastosowaniu herbicydu Harrier 295 ZC oraz po zastosowaniu tego herbicydu z biostymulatorem Kelpak SL, ale po aplikacji preparatu Sencor 70 WG oraz Sencor 70 WG ze stymulatorem wzrostu Asahi SL stwierdzili zwiększenie cukrów ogółem. W przeprowadzonych badaniach kumulacja cukrów ogółem i cukrów redukujących była najmniejsza w 2018 r., w którym temperatura podczas zbioru była najwyższa. Potwierdzają to badania Grudzińskiej i in. [2014] oraz Zgórskiej [2013], którzy wykazali, że zawartość cukrów ogółem i cukrów redukujących zależy od odmiany oraz od temperatury podczas zbioru, w niskich temperaturach zwiększa się nagromadzenie cukrów.

Tabela 4. Zawartość cukrów w bulwach ziemniaka ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy)
Table 4. Sugars content in potato tubers ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh weight)

Aplikacja herbicydu i biostymulatorów Application of herbicide and biostimulants	Odmiany/Cultivars		Średnio Mean
	‘Oberon’	‘Malaga’	
cukry ogółem/ total sugars			
1. Obiekt kontrolny/ control object	11,5	15,5	13,5
2. Avatar 293 ZC	11,7	15,6	13,6
3. Avatar 293 ZC + PlonoStart	10,5	13,5	12,0
4. Avatar 293 ZC + Aminoplant	11,0	14,3	12,6
5. Avatar 293 ZC + Agro-Sorb Folium	10,9	13,2	12,0
Średnio – Mean	11,1	14,4	12,7
NIR _{0,05} : odmiany = 0,3; aplikacje = 1,3; odmiany × aplikacje = r.n. LSD _{0,05} : cultivars = 0.3; applications = 1.3; cultivars × applications = n.s.			
cukry redukujące/ reducing sugars			
1. Obiekt kontrolny/ control object	5,3	6,1	5,7
2. Avatar 293 ZC	5,7	6,6	6,1
3. Avatar 293 ZC + PlonoStart	5,8	6,2	6,0
4. Avatar 293 ZC + Aminoplant	5,5	6,4	5,9
5. Avatar 293 ZC + Agro-Sorb Folium	5,3	6,5	5,9
Średnia/Mean	5,5	6,3	5,9
NIR _{0,05} : odmiany = 0,7; aplikacje = r.n.; odmiany × aplikacje = r.n. LSD _{0,05} : cultivars = 0.7; applications = n.s.; cultivars × applications = n.s.			
sacharoza/sucrose			
1. Obiekt kontrolny/ control object	5,9	8,9	7,4
2. Avatar 293 ZC	5,7	9,0	7,3
3. Avatar 293 ZC + PlonoStart	4,5	6,0	5,2
4. Avatar 293 ZC + Aminoplant	5,2	7,5	6,4
5. Avatar 293 ZC + Agro-Sorb Folium	5,3	6,3	5,8
Średnia/Mean	5,3	7,5	6,5
NIR _{0,05} : odmiany = 0,62; aplikacje = r.n.; odmiany × aplikacje = r.n. LSD _{0,05} : cultivars = 0.62; applications = n.s.; cultivars × applications = n.s.			

r.n. – różnica nieistotna/ n.s. – non significant differences

Zawartość cukrów redukujących zależała od odmiany oraz lat badań i wynosiła średnio $5,9 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy (tab. 4 i 5). Istotnie więcej tego składnika gromadziła odmiana ‘Malaga’ niż odmiana ‘Oberon’. Herbicyd i herbicyd z biostymulatorami nie wpływały na gromadzenie cukrów redukujących. Również Trawczyński [2014] nie odnotował zmian w zawartości cukrów prostych po zastosowaniu biostymulatorów aminokwasowych. Natomiast Maciejewski i in. [2008] wykazali, że biostymulatory zmniejszały ilość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka.

Tabela 5. Zawartość cukrów w bulwach ziemniaka w latach badań ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy)
Table 5. Sugars content in potato tubers in study years ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh weight)

Lata/Years	Odmiany/Cultivars		Średnio/Mean
	‘Oberon’	‘Malaga’	
cukry ogółem/ total sugars			
2018	9,0	14,3	11,7
2019	11,4	15,0	13,2
2020	13,0	13,9	13,4
Średnio/Mean	11,1	14,4	12,7
NIR _{0,05} : odmiany = 0,27; lata = 0,41; odmiany × lata = 2,02 LSD _{0,05} : cultivars = 0.27; years = 0.41; cultivars × years = 2.02			
cukry redukujące/ reducing sugars			
2018	4,4	4,1	4,2
2019	6,1	7,7	6,9
2020	6,1	7,3	6,8
Średnio/Mean	5,5	6,4	5,9
NIR _{0,05} : odmiany = 0,07; lata = 1,09; odmiany × lata = r.n. LSD _{0,05} : cultivars = 0.07; years = 1.09; cultivars × years = n.s			
sacharoza/sucrose			
2018	4,4	9,7	7,1
2019	5,0	7,0	6,0
2020	6,6	6,3	6,4
Średnio/Mean	5,3	7,7	6,5
NIR _{0,05} : odmiany = 0,62; lata = 1,19; odmiany × lata = r.n. LSD _{0,05} : cultivars = 0.62; years = 1.19; cultivars × years = n.s.			

r.n.– różnica nieistotna/ n.s. – non significant differences

Zawartość sacharozy wahała się od $4,4$ do $9,7 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy i zależała od odmiany oraz warunków pogodowych panujących podczas wegetacji (tab. 4 i 5). Istotnie mniej sacharozy oznaczono w bulwach odmiany ‘Oberon’ niż ‘Malaga’. Badania Bhattacharjee i in. [2014] oraz Grudzińskiej i in. [2016] wykazały również, że zawartość sacharozy w bulwach ziemniaka była związana z odmianą. W prowadzonych badaniach zaobserwowano tendencję zmniejszenia ilości sacharozy w bulwach zebranych z obiektów po aplikacji biostymulatorów, ale były to różnice nieistotne. W dostępnej literaturze nieliczne są badania nad wpływem biostymulatorów na zawartość sacharozy w bulwach ziemniaka. Grudzińska [2012] stwierdziła, że stężenie tego cukru w bulwach ziemniaka było mało stabilne i ulegało istotnym wahaniom w poszczególnych latach badań. Boguszewska [2007] zwróciła uwagę, że w badanych odmianach zawartość cukrów ogółem i sacharozy zwiększyła się pod wpływem działania stresora suszy. Grabowska i in.

[2012], badając wpływ biostymulatora Aminoplant na zawartość cukrów rozpuszczalnych w marchwi, stwierdzili, że ich ilość zależała od dawek preparatu i od warunków wilgotnościowo-termicznych w latach badań.

Na podstawie wieloletnich badań ustalono, że bulwy ziemniaka przeznaczone do bezpośredniej konsumpcji, na susze, produkty smażone i konserwowane powinny zawierać nie więcej niż 1% (tj. $10 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) cukrów ogółem. Natomiast optymalna i graniczna zawartość cukrów redukujących w bulwach wg Nowackiego [2020] powinna wynosić: do bezpośredniej konsumpcji, na produkty konserwowane i frytki do $5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, na susze do $2,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, a na chipsy $1,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, a zdaniem Grudzińskiej i in. [2014] na frytki do $2,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, na susze do $5,0 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, a na chipsy do $1,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. W przeprowadzonych badaniach średnia zawartość cukrów ogółem oraz redukujących była nieznacznie większa i wynosiła odpowiednio: 9,0–15,6 i 4,1–7,7 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy bulw.

WNIOSKI

1. Oceniane w badaniach odmiany ziemniaka jadalnego istotnie różniły się zawartością cukrów ogółem, cukrów redukujących oraz sacharozy. Mniejszymi wartościami tych cech odznaczała się odmiana ‘Oberon’, a większymi ‘Malaga’.

2. Chemiczna regulacja zachwaszczenia nie miała wpływu na zawartość cukrów ogółem tylko aplikacja wymienionych biopreparatów.

3. Warunki pogodowe panujące w latach badań miały istotny wpływ na zawartość omawianych cukrów w bulwach ziemniaka.

PIŚMIENNICTWO

- Bhattacharjee A., Roy T.S., Haque Md.N., Pulok Md.A.I., Rahman Md.M., 2014. Changes of sugar and starch levels in ambient stored potato derived from TPS. *Int. J. Sci. Res. Public.* 4(11), 1–5.
- Beals K.A., 2019. Potatoes, nutrition and health. *Am. J. Pot. Res.* 96, 102–110. <https://doi.org/10.1007/s12230-018-09705-4>
- Boguszewska D., 2007. Wpływ niedoboru wody na zawartość wybranych składników chemicznych w bulwach ziemniaka. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 54, 93–101.
- Dzwonkowski W., Szczepaniak I., Zdziarska T., 2020. Popyt na ziemniaki. *Rynek Ziemn.* 47, 21–27.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s10343-017-0407-7>
- Grabowska A., Kunicki E., Sękara A., Kalisz A., Wojciechowska R., 2012. The effect of cultivar and biostimulant treatment on the carrot yield and its quality. *Veg. Crops Res. Bull.* 77, 37–48. <https://doi.org/10.2478/v10032-012-0014-1>
- Grudzińska M., 2012. Wpływ warunków atmosferycznych i przechowalniczych na cechy technologiczne ziemniaka w produkcji frytek i chipsów. *Biul. IHAR* 265, 137–148.
- Grudzińska M., Zgórska K., Czerko Z., 2014. Wpływ warunków meteorologicznych na zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 577, 43–52.
- Grudzińska M., Czerko Z., Wierzbicka A., Borowska-Komenda M., 2016. Zmiany zawartości cukrów redukujących i sacharozy w bulwach 11 odmian w czasie przechowywania w temperaturze 5 i 8°C. *Acta Agrophys.* 23, 31–38.
- Krełowska-Kulas M., 1993. Badanie jakości produktów spożywczych. Państw. Wyd. Ekonom., Warszawa, 53–55.

- Maciejewski T., Michalski T., Bartos-Spychała M., Cieslicki W., 2008. Effect of the application of biostimulator Asahi SL on the yield of potato tubers and their quality. EDITOR: Zbigniew T. Dąbrowski. W: Biostimulators in modern agriculture. Solanaceous Crop. Wieś Jutra, Warszawa, 52–61.
- Manolov I., Neshev N., Chalova V., 2016. Tuber quality parameter of potato varieties depend on potassium fertilizer rate and source. *Agric. Agric. Sci. Proc.* 10, 63–66.
- Marcinek J., Komisarek J., 2011. Systematyka gleb Polski. *Rocz. Glebozn.* 62(3), 5–12.
- Nazranov K., Didanova E., Shbizukhov Z.G., Orzalieva M., Nazranov B., 2020. Influence of growth regulators on yield, quality and preservation of potato tubers in the mountain zone of the Kabardino-Balkaria Republic. *E3S Web of Conf.* 222, 02002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022202002>
- Nowacki W., 2020. Profesjonalna produkcja ziemniaka. Wyd. Centrum Doradztwa Rolniczego, Brwinów, 1–86.
- Sawicka B., Pszczółkowski P., 2005. Dry matter and carbohydrates content in the tubers of very early potato varieties cultivated under coverage. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 4(2), 111–122.
- Trawczyński C., 2014. Wpływ biostymulatorów aminokwasowych – tecamin – na plon i jakość ziemniaków. *Ziemn. Pol.* 3, 29–34.
- Trawczyński C., 2020. Wpływ biostymulatorów na plon i jakość bulw ziemniaka uprawianego w warunkach suszy i wysokiej temperatury. *Biul. IHAR* 289, 11–12. <https://doi.org/10.37317/biul-2020-0017>
- Trawczyński C., 2021. Ocena plonowania i jakości bulw po aplikacji dolistnej krzemu i mikroelementów. *Agron. Sci.* 76(1), 9–20.
- Trętowski J., Wójcik R., 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. Wyd. Wyższa Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna, Siedlce, 1–500.
- Wierzbowska J., Cwalina-Ambroziak B., Głosek M., Sienkiewicz S. 2015. Effect of biostimulators on yield and selected chemical properties of potato tubers. *J. Elem.* 20, 757–768. <https://doi.org/10.5601/jelem.2014.19.4.799>
- Wójcik-Stopczyńska B., Grzeszczuk M., Jakubowska B., 2012. Zawartość niektórych składników odżywczych i potencjalnie szkodliwych w ziemniakach jadalnych pochodzących z sieci handlowej. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.* 63(2), 207–212.
- www.ipm.iung.pulawy.pl/fert-wyszukiwarka-nawozow-wyszukiwanie-IUNG [dostęp: 18.09.2021].
- www.gov.pl/web/rolnictwo_wykaz_nawozow_Rejestr_NAWOZY_22_06_2021 [dostęp: 18.09.2021].
- Zalecenia ochrony roślin na lata 2018/2019. 2018. Wyd. Instytut Ochrony Roślin – Instytut Badawczy, Poznań, 1–359.
- Zarzecka K., Gugala M., 2018. The effect of herbicides and biostimulants on sugars content in potato tubers. *Plant Soil Environ.* 64(2), 82–87. <https://doi.org/10.17221/21/2018-PSE>
- Zarzecka K., Gugala M., Mystkowska I., Baranowska A., Sikorska A., 2017. Effect of herbicides on the content dry matter and sugars in edible potato tubers. *Rom. Agric. Res.* 34, 371–375.
- Zgórska K., 2013. Wykorzystanie ziemniaka do celów spożywczych i przemysłowych. *Inż. Przetw. Spoż.* 3/4, 5–9.
- Zgórska K., Grudzińska M., 2012. Zmiany wybranych cech jakości bulw ziemniaka w czasie przechowywania. *Acta Agrophys.* 19(1), 203–214.

Źródło finansowania: Wyniki badań zrealizowanych w ramach zadania badawczego nr 31/20/B zostały sfinansowane z dotacji na naukę przyznanej przez Ministerstwo Edukacji i Nauki.

Summary. The research material consisted of potato tubers harvested from a three-year field experiment, set up in three replicates using the split-plot method. The first experimental factor consisted of two cultivars ‘Malaga’ and ‘Oberon’, and the second factor were five application of

herbicide and biostimulants: 1. control object – without herbicide and biostimulants; 2. the herbicide Avatar 293 ZC; 3. the herbicide Avatar 293 ZC and the biostimulant PlonoStart; 4. the herbicide Avatar 293 ZC and the biostimulant Aminoplant; 5. the herbicide Avatar 293 ZC and the biostimulant Agro-Sorb Folium. The content of total sugars, reducing sugars and sucrose in the fresh mass of tubers was determined using the Schoorl-Luff method. The cultivar ‘Oberon’ contained significantly less total sugars, reducing sugars and sucrose than the cultivar ‘Malaga’. Herbicide Avatar 293 ZC used with the PlonoStart and Agro-Sorb Folium biostimulants, decreased the amount of total sugars in potato tubers, compared with control tubers.

Key words: total sugars, reducing sugars, potato cultivars, sucrose

Otrzymano/Received: 13.12.2021
Zaakceptowano/Accepted: 01.03.2022