

ZAWARTOŚĆ BIAŁKA OGÓLNEGO I WŁAŚCIWEGO W BULWACH ZIEMNIAKA W ZMIENNYCH WARUNKACH POGODOWYCH POD WPLYWEM STOSOWANYCH BIOSTYMULATORÓW

Iwona Teresa Mystkowska 

Katedra Nauk Technicznych, Zakład Rolnictwa
Państwowa Szkoła Wyższa w Białej Podlaskiej im. Papieża Jana Pawła II
ul. Sidorska 95/97, 21-500, Biała Podlaska
e-mail: imystkowska@op.pl

Streszczenie. Wyniki badań oparto na doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 2015-2017 w gospodarstwie indywidualnym w miejscowości Międzyrzec Podlaski (51°59'N 22°47'E) w Polsce. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu rodzaju stosowanych biostymulatorów (Kelpak SL®, Titanit®, GreenOk®, BrunatneBio Złoto®) na zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach trzech odmian ziemniaka jadalnego (Honorata, Jelly, Tajfun). Rośliny ziemniaka trzykrotnie traktowano biostymulatorami (początek kwitnienia, w pełni kwitnienia i po kwitnieniu) wariantem kontrolnym były rośliny ziemniaka bez stosowania biostymulatorów opryskiwane wodą destylowaną. Przed przystąpieniem do zbioru doświadczenia ze wszystkich poletek wykopano losowo bulwy z 10 roślin ziemniaka (z wyłączeniem roślin brzeżnych). Zbiór dokonywano w okresie dojrzałości technologicznej bulw, w pierwszej dekadzie września. Zawartość białka ogólnego oznaczano metodą Kjeldahla, a białko właściwe oddzielono od związków niebiałkowych poprzez strącenie kwasem trójchlorooctowym i oznaczano metodą Bernsteina (AOAC 2006). Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków (split-plot). Cechy genetyczne badanych odmian wpływały na zawartość białka surowego i właściwego. Najwięcej białka ogólnego gromadziły bulwy odmiany Tajfun, a białka właściwego odmiany Jelly. Czynnikiem kształtującym zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka okazały się także warunki atmosferyczne w latach badań. Akumulacji białka sprzyjał suchy okres od lipca do września. Duża ilość opadów –325,4 mm i najniższa średnia temperatura powietrza –14,6°C w 2017 roku przyczyniła się do zmniejszenia zawartości białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka. Bulwy roślin traktowanych preparatem BrunatneBio Złoto® charakteryzowały się największą zawartością białka ogólnego i właściwego w porównaniu do roślin z wariantu kontrolnego.

Słowa kluczowe: odmiany, *Solanum tuberosum*, warianty, białko surowe, BrunatneBio Złoto®

WSTĘP

Ziemniak (*Solanum tuberosum* L.) jest jedną z roślin spożywanych w Polsce prawie codziennie, dostępną przez cały rok (Zarzecka i in. 2013, Nemš i in. 2015), a jego białko odznacza się wysoką wartością odżywczą, najwyższą spośród wszystkich białek roślinnych (Miedzianka 2011, Leszczyński 2012, Nemš i in. 2015). Białko ziemniaczane jest bogate w aminokwasy egzogenne, takie jak lizyna, leucyna, fenyloalanina i treonina, których organizm ludzki nie syntetyzuje. Jako jedno z nielicznych białek roślinnych ma wartość biologiczną odpowiadającą białku zwierzęcemu (Harkema 2015). Porównywalne jest z białkiem soi i tylko nieznacznie ustępuje wartości białka jaja kurzego (Emitazi i in. 2004, Zimnoch-Guzowska i Flis 2006, Elfaki i Abbsher 2010, Leszczyński 2012,). Według Pęksy (2003), Sawickiej (2003) i Leszczyńskiego (2012) zawartość białka ogółem w ziemniaku wynosi 1,5-2,3% świeżej masy, w tym białko właściwe określane jako „czyste” stanowi 35-65%. Zdaniem Lisińskiej (2006) zawartość białka w bulwach wahała się od 1,7 do 2,3%, przy czym ilość pełnowartościowego białka, równorzędnego białku zwierzęcemu, wynosiła około 1.0%. W badaniach Wierzbickiej i Trawczyńskiego (2012) zawartość białka mieściła się w granicach 7,54-11,37%, a według Jankowiak i in. (2009) od 9,4 do 10.9% suchej masy. Ziemniak został uznany przez Amerykańskie Stowarzyszenie do Badań nad Ziemniakiem za żywność o doskonałej jakości białka, bezglutenową i dającą szereg możliwości jego wykorzystania. Główne korzyści z zastosowania białka ziemniaczanego to brak alergenów, lepsza tekstura i lepsze odżywianie (Harkema 2015, Pszczółkowski i Sawicka 2016). Na zawartość białka surowego i właściwego w ziemniaku wpływa czynnik genetyczny, rodzaje biostymulatorów i warunki pogodowe. Założono hipotezę badawczą, która określa, że biostymulatory mogą wpływać na zwiększenie białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka. Ze względu na nieliczne badania dotyczące korzystnego działania biostymulatorów na zawartość białka ogólnego i właściwego podjęto badania mające na celu określenie wpływu biostymulatorów (Kelpak SL[®], Titanit[®], GreenOk[®], BrunatneBio Złoto[®]) na zawartość białka w bulwach trzech odmian ziemniaka jadalnego (Honorata, Jelly, Tajfun).

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły bulwy ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) z 3-letniego doświadczenia polowego realizowanego w latach 2015-2017 w gospodarstwie indywidualnym w miejscowości Międzyrzec Podlaski (51°59'N 22°47'E) w Polsce. Doświadczenie założono w trzech powtórzeniach metodą (split-plot), na glebie zaliczanej do kompleksu żytniego bardzo dobrego, klasy IVa. W poszczególnych latach badań gleby różniły się zawartością materii organicznej oraz przyswajalnych makroelementów. W latach 2015 i 2016 glebę charakteryzował odczyn lekko kwaśny

pH 5,4 i 5,9, a w ostatnim roku badań zasadowy pH 7,3. Zawartość materii organicznej wynosiła od 14,0 do 18,7 g·kg⁻¹. Zawartość przyswajalnego fosforu (P) była od wysokiej do bardzo wysokiej, potasu (K) od średniej do bardzo wysokiej, a magnezu (Mg) wysoka (tab.1) Pierwszy czynnik stanowiły trzy odmiany ziemniaka jadalnego: Honorata, Jelly i Tajfun, a drugi cztery biostymulatory stosowane w trzech terminach (początek kwitnienia, w pełni kwitnienia i po kwitnieniu roślin):

1. wariant kontrolny – bez stosowania biostymulatorów, opryskiwane wodą destylowaną,

2. biostymulator Kelpak[®]SL (substancja czynna – Ekstrakt z alg *Ecklonia maxima*), zawierający hormony roślinne: auksyny – 11 mg·l⁻¹ i cytokininy – 0,031 mg·l⁻¹, w dawce 0,20 l·ha⁻¹,

3. biostymulator Titanit[®] (substancja czynna – tytan) w dawce 0,20 l·ha⁻¹, biostymulator GreenOk[®] (substancje czynne – substancje humusowe 20 g·l⁻¹) w dawce 0,20 l·ha⁻¹,

4. biostymulator BrunatneBio Złoto (substancje czynne – hormony roślinne: auksyny – 0,06 mg·l⁻¹ i cytokininy – 12 mg·l⁻¹) w dawce 0,20 l·ha⁻¹.

Tabela 1. Wybrane właściwości fizyko-chemiczne gleb (2015-2017)

Table 1. Selected physicochemical properties of soils (2015-2017)

Lata Years	Kwasowość Acidity		Zawartość materii organicznej Organic matter content g·kg ⁻¹	Zawartość przyswajalnych makroelementów w glebie (mg·kg ⁻¹) / Content of available macroelements in the soil (mg kg ⁻¹)		
	pH IM KCL	odeczyn reaction		P	K	Mg
2015	5,40	lekko kwaśny slightly acidic	14,0	68,6 (wysoka / high)	159,4 (bardzo wysoka / very high)	75,0 (wysoka / high)
2016	5,90	lekko kwaśny slightly acidic	17,0	131,3 (bardzo wysoka / very high)	128,0 (wysoka / high)	73,0 (wysoka / high)
2017	7,30	zasadowy alkaline	18,7	120,0 (bardzo wysoka / very high)	140,3 (średnia / medium)	76,0 (wysoka / high)

Przedplonem pod ziemniak w poszczególnych latach badań była pszenica ozima. Po zbiorze przedplonu wykonywano zespół uprawek późniowych. Jesienią każdego roku poprzedzającego sadzenie stosowano nawożenie naturalne w postaci obornika w ilości 25,0 t·ha⁻¹ oraz nawożenie mineralne fosforowo-potasowe w ilości P – 44,0 (100 P₂O₅·0,44) kg·ha⁻¹ (lubofos pod ziemniaki 7%) i K – 124,5 (150 K₂O·0,83) kg·ha⁻¹ (lubofos pod ziemniaki 25%). Nawozy te przyorano orką przedzimową. Nawozy azotowe wysiewano wiosną w ilości N 100 kg·ha⁻¹ (saletrzak 27%) i wymieszano je z glebą za pomocą kultywatora. Ziemniaki każdego roku sadzono ręcznie pod znacznik

w rozstawie $67,5 \times 37$ cm, w trzeciej dekadzie kwietnia (2015, 2016, 2017 rok). Każde poletko stanowiło pięć redlin. Zabiegi uprawowe i pielęgnacyjne wykonywano zgodnie z wymogami poprawnej agrotechniki i założeniami metodycznymi doświadczenia. W okresie wegetacji roślin stosowano następujące chemiczne środki ochrony: fungicydy (Ridomil i Copper Max New 50 WP każdy w ilości $2,0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$) oraz insektycydy (Actara 25 WG w dawce $0,08 \text{ dm} \cdot \text{ha}^{-1}$ i Calipso 480 SC w dawce $2,0 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Zbiór dokonywano w okresie dojrzałości technologicznej bulw, w pierwszej dekadzie września. Podczas zbioru określono plon ogólny bulw oraz pobrano próby bulw z dziesięciu losowo wybranych roślin ziemniaka (z wyłączeniem roślin brzeźnych) w celu określenia struktury plonu. Bezpośrednio po zbiorze pobrano próby bulw ziemniaka do analiz chemicznych. Zawartość białka ogólnego w suchej masie bulw oznaczano metodą Kjeldahla. Białko właściwe oddzielono od związków niebiałkowych poprzez strącenie kwasem trójchlorooctowym i oznaczano metodą Bernsteina (AOAC 2006). Warunki klimatyczne panujące w okresach wegetacji ziemniaka przedstawiono w tabeli 2 za pomocą sumy opadów, średniej temperatury powietrza oraz współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa.

Tabela 2. Warunki pogodowe podczas wegetacji ziemniaka – 2015-2017 (Skowera i in. 2014)

Table 2. Weather conditions during potato vegetation – 2015-2017 (Skowera *et al.* 2014)

Miesiące Months	Opady / Rainfalls (mm)				Temperatura powietrza / Air temperature (°C)			
	multyear sum		monthly sum		multyear mean		monthly means	
	1996-2010	2015	2016	2017	1996-2010	2015	2016	2017
IV	33,6	30,0	28,7	59,6	8,0	8,2	9,1	6,9
V	58,3	100,2	54,8	49,5	13,5	12,3	15,1	13,9
VI	59,6	43,3	36,9	57,9	17,0	16,5	18,4	17,8
VII	57,5	62,6	35,2	23,6	19,7	18,7	19,1	16,9
VIII	59,9	11,9	31,7	54,7	18,5	21,0	18,0	18,4
IX	42,3	47,1	54,7	80,1	13,5	14,5	14,9	13,9
IV-IX	335,4	295,1	200,9	325,4	15,0	15,2	15,8	14,6
K – współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa / Sielianinov's hydrothermic coefficient								
2015	1,35	2,91	0,84	1,20	0,20	1,20	1,30	
2016	1,08	1,47	0,72	0,64	0,62	0,28	0,80	
2017	3,82	1,52	1,07	0,47	1,01	1,92	1,63	

Wartość współczynnika / Coefficient value

$\leq 0,40$ skrajnie suchy / extremely dry

$0,4 < K \leq 0,7$ bardzo suchy / very dry

$0,70 < K \leq 1,0$ suchy / dry

$1,0 < K \leq 1,3$ dość suchy / rather dry

$1,3 < K \leq 1,6$ optymalny / optimal

$1,6 < K \leq 2,0$ umiarkowanie wilgotny / moderately humid

$2,0 < K \leq 2,5$ wilgotny / wet

$2,5 < K \leq 3,0$ bardzo wilgotny / very humid

$K > 3,0$ skrajnie wilgotny / extremely humid

Podział na 10 klas współczynnika Sielianinowa pozwoliło na wyodrębnienie warunków ekstremalnie suchych i ekstremalnie wilgotnych. Za warunki ekstremalne przyjęto takie wartości współczynnika hydrotermicznego, które mieszczą się w przedziałach niższych od 0,7, a więc warunki skrajnie suche i bardzo suche oraz wartości powyżej 2,5 – warunki bardzo wilgotne i skrajnie wilgotne (Skowera i in. 2014). Sezon wegetacyjny 2015 odznaczał się średnią temperaturą powietrza $15,2^\circ\text{C}$, większą o $0,2^\circ\text{C}$ od średniej wieloletniej i opadami na poziomie 295,1 mm. Najwyższą średnią temperaturę powietrza odnotowano 2016 roku, wynosiła ona $15,8^\circ\text{C}$ i była większa od średniej wieloletniej o $0,8^\circ\text{C}$, natomiast rok ten charakteryzował się najmniejszą ilością opadów – 200,9 mm, niższymi o 134,5 mm od sumy wieloletniej, a ich rozkład był niekorzystny dla wzrostu i rozwoju ziemniaka. Najwyższą ilość opadów odnotowano w sezonie wegetacyjnym 2017 – 325,4 mm i najniższą średnią temperaturę powietrza $-14,6^\circ\text{C}$, a współczynnik hydrotermiczny wahał się w granicach od 0,47 do 3,82. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu rodzaju stosowanych biostymulatorów (Kelpak SL®, Titanit®, GreenOk®, BrunatneBio Złoto®) na zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach trzech odmian ziemniaka jadalnego (Honorata, Jelly, Tajfun). Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, a najmniejszą istotną różnicę obliczono przy użyciu testu Tukeya przy poziomie istotności $p = 0,05$ pomiędzy porównywanymi średnimi.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Na podstawie trzyletnich badań określono zawartość białka ogólnego i właściwego w suchej masie bulw trzech odmian ziemniaka jadalnego. Analizy chemiczne wykazały, a obliczenia statystyczne potwierdziły, istotny wpływ odmian, rodzajów biostymulatorów, a także warunków pogodowych w latach badań na zawartość białka w bulwach ziemniaka. W badaniach własnych średnia zawartość białka ogólnego w suchej masie bulw ziemniaka wynosiła od $129,8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ do $138,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 3). Z przeprowadzonych badań wynika, że porównywane odmiany różniły się pod względem kumulacji omawianego składnika. Odmiana Tajfun odznaczała się najwyższą zawartością białka ogółem w suchej masie bulw we wszystkich latach badań. Różnice odmianowe w kumulowaniu tego składnika odnotowali również Bartova i in. (2009), Gugala i in. (2014), Haase i in. (2007), Wichrowska i in. (2009), Wierzbicka i Trawczyński (2012). W odniesieniu do białka właściwego najwięcej tego składnika nagromadziła odmiana Jelly, a najmniej Honorata (tab. 4). Zawartość białka właściwego w bulwach kształtowała się zależnie od roku w suchej masie bulw. W badaniach Pszczółkowskiego i Sawickiej (2016), przeprowadzonych na pięciu odmianach, wykazano podobne zróżnicowanie odmian, pod względem wartości tej cechy w suchej masie bulw. Zaobserwowano, że istotny wpływ na zawartość białka ogółem i właściwego miały stosowane biostymulatory (tab. 3, 4).

Bulwy roślin traktowanych preparatem BrunatneBio Złoto charakteryzowały się największą zawartością białka ogółem i białka właściwego w porównaniu do roślin z wariantu kontrolnego. Pod wpływem stosowanego biostymulatora BrunatneBio Złoto nastąpiło zwiększenie zawartości białka ogółem i właściwego w porównaniu do bulw z wariantu kontrolnego. Czynnikiem kształtującym zawartość białka ogólnego i właściwego w suchej masie bulw były warunki atmosferyczne w latach badań.

Tabela 3. Zawartość białka ogólnego w suchej masie bulw ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Table 3. Content of total protein in dry matter of potato tubers ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Warianty / Variants	Odmiany / Cultivars			Lata / Years			Średnia / Mean
	Honorata	Jelly	Tajfun	2015	2016	2017	
Wariant kontrolny / control variant	129,8	130,8	132,4	131,8	132,9	132,6	132,4
Kelpak SL	132,2	132,4	134,4	134,1	136,3	132,8	134,4
Tytanit	132,2	133,4	134,6	135,3	135,7	132,8	134,6
GreenOK	133,7	134,9	134,8	133,4	137,0	134,1	134,8
BrunatneBio Złoto	134,5	137,3	138,2	135,6	141,9	137,0	138,2
Średnia / Mean	132,5	133,8	134,9	134,0	136,8	133,9	134,9
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}							
lata / years							0,5
odmiany / cultivars							0,5
warianty / variants							0,7
lata × odmiany / years × cultivars							0,8
lata × warianty / years × variants							1,2
odmiany × warianty / cultivars × variants							1,0
lata × odmiany × warianty / years × cultivars × variants							1,8

Tabela 4. Zawartość białka właściwego w suchej masie bulw ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Table 4. Content of true protein in potato tubers, $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ dry matter

Warianty / Variants	Odmiany / Cultivars			Lata / Years			Średnia / Mean
	Honorata	Jelly	Tajfun	2015	2016	2017	
Wariant kontrolny / control variant	64,0	64,6	64,8	63,0	66,8	64,7	64,8
Kelpak SL	65,3	65,8	66,3	64,1	67,9	66,8	66,3
Tytanit	65,9	66,6	66,5	64,4	68,3	66,9	66,5
GreenOK	66,3	67,3	66,9	64,7	68,6	67,4	66,9
BrunatneBio Złoto	68,2	69,8	67,6	65,0	69,4	68,4	67,6
Średnia / Mean	65,9	66,8	66,4	64,2	68,2	66,8	66,4
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}							
lata / years							0,3
odmiany / cultivars							0,3
warianty / variants							0,4
lata × odmiany / years × cultivars							0,5
lata × warianty / years × variants							0,7
odmiany × warianty / cultivars × variants							0,6
lata × odmiany × warianty / years × cultivars × variants							1,0

Najbardziej sprzyjający koncentracji białka ogólnego i właściwego był rok 2016, charakteryzujący się korzystnymi warunkami pogodowymi. Akumulacji białka sprzyjał suchy okres od lipca do września. Duża ilość opadów – 325,4 mm i najniższa

średnia temperatura powietrza – 14,6°C w 2017 roku przyczyniły się do zmniejszenia zawartości białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka. Potwierdzenie tych wyników uzyskano w badaniach Mazurczyka i Lis (2001), Marksa i in. (2014). Statystycznie udowodnione współdziałanie lat z wariantami stosowanych biostymulatorów oraz odmian z wariantami stosowanych biostymulatorów dowodzi, że reakcja odmian w latach prowadzenia doświadczenia była różna oraz, że oddziaływanie biostymulatorów na zawartość białka ogólnego i właściwego zależało od warunków meteorologicznych oraz czynnika genetycznego. Istotnym okazało się współdziałanie właściwości odmianowych i warunków w latach badań. Odmiany Honorata, Jelly i Tajfun reagowały istotnie na przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji. Odmiana Tajfun najwięcej białka ogółem zgromadziła w 2016 roku, o podwyższonej temperaturze i małej ilości opadów, w tym samym roku odmiana Jelly zgromadziła najwięcej białka właściwego. Zróżnicowanie odmian pod względem reakcji na warunki klimatyczne w przypadku białka ogólnego i właściwego potwierdzają Mazurczyk i Lis (2001) i Pszczółkowski i Sawicka (2016), dowodząc, że w latach suchych ziemniak tworzy więcej białka ogólnego i właściwego, zaś najmniej w latach wilgotnych, o niższej temperaturze powietrza w okresie wegetacji.

WNIOSKI

1. Zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka była istotnie różnicowana genotypem odmiany. Największą zawartość białka ogólnego stwierdzono w bulwach odmiany Tajfun, a białka właściwego w bulwach odmiany Jelly.
2. Biostymulator BrunatneBio Złoto wpływał istotnie na zwiększenie białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka w porównaniu do wariantu kontrolnego.
3. Najkorzystniejsze warunki klimatyczne wpływające na zwiększenie białka ogólnego i właściwego uzyskano w 2016 roku, który charakteryzował się najniższą liczbą opadów odnotowaną w sezonie wegetacyjnym oraz mniejszą od średniej z wielolecia temperaturą powietrza.

PIŚMIENNICTWO

- AOAC, 2006. Official methods of analysis of AOAC International. Ed. By W. Horwitz Publisher: Gaihersburg, Edition/Format:Book:English, 18. ED., current through rev. 1.
- Bártová V., Bárta J., Diviš J., Švajner J., Peterka J., 2009. Crude protein content in tubers of starch processing potato cultivars in dependence on different agro-ecological conditions. *J. Cent. Eur. Agric.*, 10(1), 57-66.
- Elfaki A.E., Abbsher A.M., 2010. Nutritional situation of potato subjected to Sudanese cooking methods. *J. Appl. Sci. Res.*, 6(8), 980-924.
- Emitazi G., Nader A., Etemadifar Z., 2004. Effect of nitrogen fixing bacteria on growth of potato tubers. *Advances in Food Sci.*, 26(2), 56-58.

- Gugała M., Zarzecka K., Mystkowska I., Sikorska A., 2014. The influence of weed control methods on total protein and true protein in table potato tubers. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 13(2), 3-11.
- Haase T., Schüler C., Piepho H.P., Thöni H., Hess J., 2007. The effect of preceding crop and pre-sprouting on crop growth, N use and tuber yield of maincrop potatoes for processing under conditions of N stress. *J. Agron. Crop Sci.*, 193(4), 270-291, doi:10.1111/j.1439-037X.2007.00264.x
- Harkema J., 2015. Potato Proteins „Free From” Texture & Nutrition. Conference Solanic Potato Proteins-Free From Food Expo, Barcelona 4-5 juni, <http://www.freefromfoodexpo.com/pdf/2015-conference-solanica.pdf>
- Jankowiak J., Szychaj-Fabisiak E., Wszelaczyńska E., Pińska M., Murawska B., 2009. Effect of many-year natural and mineral fertilization on yielding and the content of nitrates (V) in potato tubers. *J. Cent. Europ. Agric.*, 10(1), 109-114.
- Leszczyński W., 2012. Żywieniowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (Przegląd literatury) *Biuletyn IHAR*, 266, 5-20.
- Lisińska G., 2006. Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, 81-94.
- Marks N., Krzysztofik B., Szmigiel A., 2014. Zależności pomiędzy zawartością związków azotowych a podatnością bulw ziemniaka na mechaniczne uszkodzenia. Pobrano: 30.11.2018 z <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.../c/Marks.pdf>.
- Miedzianka J., 2011. Właściwości funkcjonalne białka ziemniaczanego poddanego modyfikacji chemicznej. Praca dokt. UP, Wrocław. Pobrano 30.11.2018 z <http://www.dbc.wroc.pl>
- Nemš A., Miedzianka J., Pęksa A., Kita A., 2015. Zawartość związków prozdrowotnych w ziemniakach odmian o różnej barwie miąższu. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 48(3), 473-478.
- Pęksa A., 2003. Białko ziemniaczane – charakterystyka właściwości. *Post. Nauk Roln.*, 5, 79-94.
- Pszczołkowski P., Sawicka B., 2016. Wartość odżywcza białka wybranych odmian ziemniaka. W: *Bioprodukty – pozyskiwanie, właściwości i zastosowanie w produkcji żywności* (Red. G. Lawendowicz, J. Le Thanh-Blicharz). Wyd. UP Poznań, 56-64.
- Sawicka B., 2003. Quality of potato cultivated under the ecological and integrated production system. *Horticulture and Vegetable Growing*, 22(4), 10-20.
- Skowera B., Kopcińska J., Kopeć B., 2014. Changes in thermal and precipitation conditions in Poland in 1971-2010. *Ann. Warsaw Univ. of Life Sci. SGGW, Land Reclam.*, 46(2), 153-162, doi:10.2478/ssgw-2014-0013.
- Wichrowska D., Wojdyła T., Rogozińska I., 2009. Concentrations of some macroelements in potato tubers stored at 4°C and 8°C. *J. Elementol.*, 14(2), 373-382.
- Wierzbicka A., Trawczyński C., 2012. Czynniki wpływające na zawartość i plon białka w bulwach ziemniaka. *Biul. IHAR*, 266, 181-190
- Zarzecka K., Gugała M., Zarzecka M., 2013. Ziemniak jako dobre źródło składników odżywczych. *Postępy Fitoterapii*, 3, 36-39.
- Zimnoch-Guzowska E., Flis B., 2006. Genetyczne podstawy cech jakościowych ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, 23-36.

CONTENT OF TOTAL AND TRUE PROTEIN IN POTATO TUBERS IN CHANGING WEATHER CONDITIONS UNDER THE INFLUENCE OF BIOSTIMULATORS

Iwona Teresa Mystkowska

Faculty of Technical Sciences, Institute of Agriculture
Pope John Paul II State School of Higher Education in Biała Podlaska
ul. Sidorska 95/97, 21-500, Biała Podlaska, Poland
e-mail: imystkowska@op.pl

Abstract. The results of the research were based on a field experiment conducted in 2015-2017 on an individual farm in Międzyrzec Podlaski in Poland. The aim of the study was to determine the effect of the type of biostimulants used (Kelpak SL®, Titanit®, GreenOk®, BrunatneBio Złoto®) on the total and true protein content in tubers of three edible potato varieties (Honorata, Jelly, Tajfun). Potato plants were treated three times with biostimulators (beginning of flowering, full flowering and after flowering), the control variant was potato plants without the use of biostimulators, sprayed with distilled water. Prior to the experimental harvest from all plots, tubers from 10 potato plants (excluding marginal plants) were randomly dug. The harvest was made during the technological maturity of tubers, in the first decade of September. The total protein content was determined by the Kjeldahl method, and the specific protein was separated from the non-protein compounds by precipitation with trichloroacetic acid and determined by the Bernstein method (AOAC 2006). The experiment was based on a random-split sub-plot. Genetic traits of studied varieties affected the content of crude and proper protein. The highest levels of total protein were accumulated in tubers of the Tajfun variety, and the highest content of true proteins was noted for the Jelly variety. The weather conditions in the years of the study were another factor shaping the content of total and true protein content in potato tubers. Accumulation of protein was favoured by the dry period from July to September. A large amount of precipitation – 325.4 mm – and the lowest average air temperature – 14.6°C in 2017 contributed to the reduction of total protein content in potato tubers. Tubers of plants treated with the preparation BrunatneBio Gold were characterised by the highest content of total and true protein in comparison to plants from the control variant.

Keywords: cultivars, *Solanum tuberosum*, variants, true protein, BrunatneBio Złoto®