

KAZIMIERA ZGÓRSKA, ZBIGNIEW CZERKO, MAŁGORZATA GRUDZIŃSKA

WPLYW WYBRANYCH CZYNNIKÓW NA ZAWARTOŚĆ GLIKOALKALOIDÓW W BULWACH ZIEMNIAKA

Streszczenie

Celem przedstawionej pracy było określenie akumulacji glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka, wywołanej stresem spowodowanym działaniem uszkodzeń mechanicznych i światła.

Badania przeprowadzono w latach 2002 i 2003 na sześciu odmianach ziemniaka jadalnego. Stwierdzono, że uszkodzenia mechaniczne i działanie światła zwiększyły syntezę glikoalkaloidów. Wzrost poziomu tych związków w bulwach uszkodzonych i równocześnie narażonych na naświetlanie był dwukrotnie większy niż w przypadku działania każdego z tych czynników oddzielnie. Po przechowaniu bulw w temp. 8°C zwiększyła się w nich zawartość glikoalkaloidów od 12 do 45 mg/kg ś.m. Najwięcej glikoalkaloidów występowało w części zewnętrznej bulw – skórka i warstwa pod skórka. Obieranie powodowało redukcję tych związków w bulwach o 54%.

Słowa kluczowe: ziemniak, glikoalkaloidy, uszkodzenia mechaniczne, światło, przechowywanie, obieranie

Wstęp

Glikoalkaloidy (TGA) są toksycznymi glikozydami sterydowymi naturalnie występującymi w całej rodzinie *Solanacea*. Głównymi glikoalkaloidami występującymi w bulwach ziemniaka są α -solanina (ok. 40%) i α -czakanina (ok. 60%).

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka powyżej 200 mg kg⁻¹ w świeżej masie uznano za zagrażającą bezpieczeństwu zdrowotnemu żywności [3, 6, 11], a dawka letalna wynosi 2–6 mg/kg masy ciała człowieka [8, 10, 11]. Spożycie ziemniaków z nadmierną zawartością tych związków może powodować uszkodzenie układu nerwowego i przewodu pokarmowego [8, 11]. Symptomami zatrucia są: podrażnienie gardła, bóle brzucha, nudności, wymioty, biegunka [3, 11].

Prof. dr hab. K. Zgórska, dr Z. Czerko, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka, Jadwisin 05-140 Serock, mgr M. Grudzińska Katedra Biochemii i Biotechnologii, Politechnika Koszalińska, ul. Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin

W większości krajów europejskich, w tym i w Polsce, jako bezpieczną zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków jadalnych przyjęto 100 mg kg^{-1} w świeżej masie [1, 6].

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach uwarunkowana jest przez czynniki genetyczne i środowiskowe, tj. dojrzałość bulw, uszkodzenia mechaniczne, warunki pogodowe w czasie wegetacji oraz temperaturę przechowywania [4, 7, 15].

Do czynników uaktywniających syntezę TGA w bulwach należą uszkodzenia mechaniczne i światło [4, 7, 12, 13, 14]. W praktyce oba te czynniki występują razem, gdyż przed dystrybucją bulwy ziemniaka są sortowane, szczotkowane lub myte, co naraża je na obicia i uszkodzenia, a następnie w handlu wystawione są na działanie światła. Może to być powodem przekroczenia bezpiecznej dla zdrowia zawartości tych związków w bulwach ziemniaka.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu czasu przechowywania, uszkodzeń mechanicznych i światła na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka.

Materiał i metody badań

Materiałem doświadczalnym były bulwy jadalnych odmian ziemniaka (Aster, Denar, Ditta, Irga, Żagiel i Wawrzyn). Badane odmiany uprawiano na polu doświadczalnym IHAR w Jadwisinie k. Warszawy w latach 2002 i 2003.

Po zbiorze z każdej odmiany pobierano próby po ok. 200 bulw nieuszkodzonych i niezazieleniałych. Po dwóch tygodniach od zbioru, po okresie tzw. gojenia ran i korkowacenia skórki (1 termin) oraz po 5 miesiącach przechowywania w temp. 8°C i wilgotności względnej powietrza 90-95% (2 termin) z próby ogólnej wybierano po 80 bulw.

W każdym z podanych terminów 20 nieuszkodzonych bulw badanej odmiany umieszczano na tydzień pod lampą fluorescencyjną o natężeniu 15 W (wariant I), która symulowała oświetlenie w supermarketach (gęstość strumienia fotonów $13 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Natomiast 40 bulw uszkodzono za pomocą bębna obrotowego symulującego uszkodzenia występujące w czasie obróbki ziemniaka i umieszczano:

- wariant II – w ciemności (20 bulw),
- wariant III – na tydzień pod lampą fluorescencyjną o natężeniu 15 W (20 bulw).

Zawartość glikoalkaloidów oznaczano w bulwach całych, obranych i w skórce metodą Bergersa [1].

Istotność różnic odmianowych oraz wpływu badanych czynników określano testem F Snedecora przy założeniu modelu stałego. Czynnikiem pierwszym były odmiany, drugim terminy badań, a trzecim warianty doświadczenia.

Wyniki i dyskusja

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach po zbiorze zależała od odmiany (tab. 1). Spośród przebadanych odmian Ditta charakteryzowała się najwyższą zawartością TGA

Tabela 1

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków po zbiorze i po 5 miesiącach przechowywania w temp. 8°C [mg·kg⁻¹ ś.m.], determinowana uszkodzeniami mechanicznymi i oddziaływaniem światła.
The content of glycoalkaloids [mg·kg⁻¹ f.w.] in potato tubers upon the harvesting and 5 months after their having been stored at a temperature of 8°C as determined by mechanical damage and impact of light-exposure.

Odmiana Cultivar	Termin analiz Date of analyses	Bulwy nieuszkodzone przechowywane Undamaged tubers stored		Bulwy uszkodzone przechowywane Damaged tubers stored	
		w ciemności in dark próba kontrolna control sample	na świetle in light (I)	w ciemności in dark (II)	na świetle in light (III)
Aster	po zbiorze upon the harvesting	44	52	50	72
	po przechowaniu after having been stored	88	105	96	120
Denar	po zbiorze upon the harvesting	65	75	72	110
	po przechowaniu after having been stored	105	130	125	180
Ditta	po zbiorze upon the harvesting	85	110	111	190
	po przechowaniu after having been stored	115	135	128	205
Irga	po zbiorze upon the harvesting	34	50	48	80
	po przechowaniu after having been stored	65	74	70	95
Żagiel	po zbiorze upon the harvesting	40	50	48	70
	po przechowaniu after having been stored	60	81	80	95
Wawrzyn	po zbiorze upon the harvesting	36	42	44	95
	po przechowaniu after having been stored	48	63	60	110
Wartość średnia Mean value	po zbiorze upon the harvesting	50,7	63,2	62,2	102,8
	po przechowaniu after having been stored	80,2	98,0	93,2	134,0
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}		8			

Tabela 2

Zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaków surowych, całych, obranych oraz w obierkach [mg kg⁻¹ ś. m.], determinowana uszkodzeniami mechanicznymi i oddziaływaniem światła.

The content of glycoalkaloids [mg·kg⁻¹ f.w.] in tubers of: whole raw potatoes, peeled raw potatoes, and in the peels of raw potatoes as determined by mechanical damage and impact of light-exposure.

Odmiana Cultivar	Bulwy / Tubers	Bulwy surowe / Raw tubers		Obierki Peels
		całe / whole	obrane / peeled	
Aster	nieszkodzone undamaged	88	35	224
	Uszkodzone + światło damaged + light	120	75	293
Denar	Nieszkodzone Undamaged	105	40	390
	Uszkodzone + światło damaged + light	180	55	405
Ditta	nieszkodzone undamaged	115	60	220
	uszkodzone + światło damaged + light	205	130	342
Irga	nieszkodzone undamaged	65	15	125
	uszkodzone + światło damaged + light	95	37	190
Żagiel	nieszkodzone undamaged	60	25	184
	uszkodzone + światło damaged + light	95	45	205
Wawrzyn	nieszkodzone undamaged	48	21	105
	uszkodzone + światło damaged + light	110	55	197
Wartość średnia Mean value	nieszkodzone undamaged	80,2	32,7	208
	uszkodzone + światło damaged + light	134,2	66,2	272
Wartość średnia / Mean value		107,2	49,4	240
NIR _{0,05} / LSD _{0,05}		18		
% względny / relative % ¹⁾		100%	46,0	224

Objaśnienia: / Explanatory notes:

¹⁾ – stężenie glikoalkaloidów w surowych całych bulwach przyjęto za 100% / the concentration rate of glycoalkaloids in raw whole tubers has been assumed 100%.

(85 mg·kg⁻¹) w świeżej masie. Po przechowywaniu poziom tych związków w ziemniakach zwiększył się od 25 do 100%. Wyniki przedstawionych badań były zgodne z wynikami innych autorów [4, 5, 7, 9, 12, 13, 14].

Ekspozycja bulw na świetle (I) oraz uszkodzenia mechaniczne (II) spowodowały istotny wzrost zawartości glikoalkaloidów w bulwach wszystkich badanych odmian (tab. 1). Uszkodzenia mechaniczne i działanie światła – stosowane oddzielnie, zwiększyły syntezę tych związków w podobnym stopniu. Poziom TGA w bulwach uszkodzonych i eksponowanych na świetle był prawie dwukrotnie większy niż w przypadku działania każdego z tych czynników oddzielnie (III).

Wyniki badań wskazują, że istotnym czynnikiem, od którego zależała wielkość syntezy glikoalkaloidów w ziemniakach pod wpływem światła i uszkodzeń była odmiana. Zwiększenie zawartości glikoalkaloidów zależało głównie od poziomu tego składnika w bulwie przed działaniem czynnika stresowego. Przyrost ten stanowi od 36 do 200% w stosunku do zawartości glikoalkaloidów stwierdzonej w bulwach nieuszkodzonych, przechowywanych w ciemności. W praktyce oznacza to, że uszkodzenia mechaniczne i światło, na które narażone są bulwy w czasie zbioru, transportu, sortowania i ekspozycji w sklepach, podwajają poziom glikoalkaloidów występujących w bulwach tuż po zbiorze.

Glikoalkaloidy nie są rozmieszczone w bulwach równomiernie. Najwięcej tych związków występuje w części zewnętrznej bulwy o grubości do 3 mm (skórka i miąższ bezpośrednio pod nią, tzw. obierki) – od 105 do 405 mg·kg⁻¹ świeżej masy w zależności od odmiany i czynników stresowych (światło i uszkodzenia) – tab. 2. Przyjmując stężenie TGA w całych surowych bulwach za 100%, stężenie to wynosiło 224%.

Uzyskane wyniki były zbliżone do podanych przez innych autorów [2, 15]. Proces obierania powodował zmniejszenie zawartości glikoalkaloidów do poziomu nie wpływającego na jakość bulw. Wyjątek stanowiły bulwy odmiany Ditta, które po obraniu zawierały 130 mg·kg⁻¹ glikoalkaloidów. Taki poziom może mieć niekorzystny wpływ na smak ziemniaka [9]. Średnie ubytki glikoalkaloidów wynosiły 54%.

Wnioski

1. Zawartość glikoalkaloidów w ziemniakach kształtowana była przez odmianowe cechy genetyczne oraz czas przechowywania.
2. Uszkodzenia mechaniczne i ekspozycja świetlna stosowane oddzielnie w podobnym stopniu zwiększały akumulację glikoalkaloidów w bulwach. Równoczesne działanie obu czynników powodowało dwukrotnie większy wzrost poziomu glikoalkaloidów (TGA).
3. Największe stężenie TGA występowało w warstwie zewnętrznej bulwy. Obieranie bulw zmniejszyło ilość związków w ziemniakach o 54%.

Literatura

- [1] Bergers W.: A rapid quantitative assay for solidine glycoalkaloids in potatoes and industrial protein. *Potato Res.*, 1980, **23**, 105-110.
- [2] Cieślík E.: Wpływ procesów kulinarnych na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka, *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 1998, **342**, 15-22.
- [3] Friedman M., McDonald G. M.: Potato glycoalkaloides. Chemistry, analysis, safety and plant physiology. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 1997, **16** (1), 55-132.
- [4] Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Wpływ stresu wywołanego działaniem światła i uszkodzeń mechanicznych na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 1999, **469**, 285-292.
- [5] Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Czynniki wpływające na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 2002, **489**, 283-290.
- [6] FAO, FAO Production Yearbook, Rome 1992, p. 46.
- [7] Griffiths D. W., Dale M. F. B., Bain H.: The effect of cultivar, maturity and storage on photo-induced changes in total glikoalkaloid and chlorophyll contents of potatoes. *Plant Sci.* 1994, **98**, 103-109.
- [8] Hall R.L.: Toxicological burdens and the shifting burden of toxicology. *Food Technol.*, 1992, **46**, 109-114.
- [9] Kaaber L.: Glycoalkaloids green discoloration and taste development during storage of some potato varieties. *Norw. J. Agric. Sci.*, 1993, **7**, 221-229.
- [10] Maga J. A.: Potato glycoalkaloids. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1980, **12**, 371-405.
- [11] Morris S. C., Lee T.H.: The toxicity and teratogenicity of Solanaceae glycoalkaloids, particularly those of the potato (*Solanum tuberosum*): a review. *Food Technol. Aust.*, 1984, **36**, 124.
- [12] Olsson K.: The influence of genotype on the effects impact damage on the accumulation of glycoalkaloids in potato tubers. *Potato Res.*, 1986, **29**, 1-12.
- [13] Percival G., Dixon G. R., Sward A.: Glycoalkaloid concentration of potato tubers following exposure to daylight. *J. Sci. Food Agric.*, 1996, **71**, 5.
- [14] Percival G.: Light - induced glycoalkaloid accumulation of potato tubers. *J. Sci. Food Agric.*, 1999, **79**, 1305-1310.
- [15] Wünsch A., Munzert M.: Effect of storage and cultivar on the distribution of glycoalkaloids in potato tubers. *Potato Res.*, 1994, **37**, 3-10.

THE EFFECT OF SOME SELECTED FACTORS ON THE CONTENT OF GLYCOALKALOIDS IN POTATO TUBERS

S u m m a r y

The objective of this paper was to determine the accumulation of glycoalkaloids in potato tubers caused by a stress generated by mechanical damage and light exposure.

The experiment was carried out in the years 2002 and 2003; six potato cultivars were investigated: Aster, Denar, Ditta, Irga, Żagiel, and Wawrzyn. It was noted that the mechanical damage and light exposure caused the increase in the synthesis of glycoalkaloids. The increase in the levels of those compounds in the damaged and, simultaneously, light-exposed tubers was twice as high as in the case when each of those two factors would have interacted separately. When potato tubers were stored at a temperature of 8°C, the content of glycoalkaloids grew from 12 to 45 mg/kg fresh weight. The highest amount of glycoalkaloids was found in the external part of potato tubers: in their peel and just beneath the peel. In the peeled potatoes, the content of glycoalkaloids in potato tubers was by 54% lower.

Key words: potatoes, glycoalkaloids, storage, mechanical damage, exposure to light, peeling ☒