

ANNA FRYDECKA-MAZURCZYK, KAZIMIERA ZGÓRSKA

WPLYW GENOTYPU NA AKUMULACJĘ GLIKOALKALOIDÓW
W BULWACH ZIEMNIAKA WYWOŁANĄ DZIAŁANIEM USZKODZEŃ
MECHANICZNYCH I ŚWIATŁA

THE INFLUENCE OF GENOTYPE ON THE EFFECTS OF IMPACT DAMAGE
AND LIGHT EXPOSURE ON THE ACCUMULATION OF GLYCOALKALOIDS
IN POTATO TUBERS.

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa
Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie, 05–140 Serock
Kierownik: doc. dr hab. K. Zgórska

W pracy przedstawiono badania dotyczące wpływu uszkodzeń mechanicznych (występujących w bulwach ziemniaka podczas sortowania) oraz ekspozycji świetlnej (występującej w sklepach) na akumulację glikoalkaloidów w bulwach 24 polskich i 23 zagranicznych odmian ziemniaka

WSTĘP

Glikoalkaloidy (TGA) – toksyczne glikozydy sterydowe – są substancjami naturalnie występującymi w całej rodzinie *Solanaceae*. Głównymi glikoalkaloidami występującymi w bulwach ziemniaka są α -solanina (ok. 40%) oraz α -czakonina (ok. 60%). Odgrywają one pewną rolę w odporności roślin na choroby bakteryjne i grzybowe oraz szkodniki. TGA występują w liściach, łodygach, kwiatach, bulwach i kielkach. Zawartość glikoalkaloidów w bulwach powyżej 100 mg/kg pogarsza ich smak a stężenie powyżej 200 mg/kg może wpływać niekorzystnie na zdrowie ludzkie [6, 13]. Spożycie ziemniaków z nadmierną zawartością tych związków może powodować uszkodzenia przewodu pokarmowego i układu nerwowego [16, 17]. Symptomami zatrucia są: podrażnienie gardła i błon śluzowych, bóle brzucha, nudności, wymioty, biegunka. Zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka uwarunkowana jest przez czynniki genetyczne i środowiskowe takie jak: dojrzałość bulw, warunki pogodowe w czasie wegetacji oraz temperaturę przechowywania [4, 9, 10, 11, 12]. Synteza glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka może być także stymulowana przez uszkodzenia mechaniczne na które narażone są bulwy w czasie zbioru i sortowania [15, 19] oraz działanie światła podczas ekspozycji ich w sklepach. [8, 9].

Celem przedstawionej pracy było zbadanie jednoczesnego wpływu uszkodzeń mechanicznych i światła na akumulację glikoalkaloidów w bulwach różnych odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 24 odmianach polskiej i 23 zachodnioeuropejskiej hodowli ziemniaka. Bulwy zebrane w stanie dojrzałym przechowywano w ciemności w przechowalni doświadczalnej w temperaturze 8°C przez okres 3 miesięcy. Oznaczenia glikoalkaloidów dokonano bezpośrednio po wyjęciu prób z przechowalni oraz po uszkodzeniu bulw przy pomocy bębna obrotowego powodującego uszkodzenia podobne do występujących na linii sortowniczej i poddaniu ich tygodniowej ekspozycji pod 15W lampą fluoroscencyjną symulującą oświetlenie występujące w supermarketach (gęstość strumienia fotonów $13 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

Zawartość glikoalkaloidów oznaczano metodą spektrofotometryczną z kwasem ortofosforowym [1]

WYNIKI

Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka oraz ich akumulacja pod wpływem uszkodzeń mechanicznych i światła zależała od odmiany (tab. I i II). Badane odmiany podzielono na trzy grupy różniące się poziomem glikoalkaloidów.

Do grupy o niskim stężeniu TGA (do 50 mg/kg świeżej masy) zaliczono następujące polskie odmiany: *Irga*, *Grot*, *Muza*, *Mila*, *Baszta*, *Tokaj* oraz zagraniczne: *Satina*, *Ditta*, *Gloria*, *Victoria* i *Redstar*. W bulwach tych odmian zaobserwowano najniższy przyrost glikoalkaloidów pod wpływem zastosowanych w doświadczeniu czynników stresowych (od 28 do 48 mg/kg).

Większość badanych odmian zawierała średni poziom glikoalkaloidów (51–100 mg/kg) a akumulacja TGA w bulwach wywołana działaniem uszkodzeń mechanicznych i światła spowodowała wyższą syntezę tych związków w bulwach (od 34 do 113 mg/kg świeżej masy).

Najwyższą zawartością glikoalkaloidów cechowały się odmiany zagraniczne tj. *Santina*, *Columbus*, *Albatros* i *Peppo* (powyżej 100 mg/kg). Reagowały one bardzo intensywną akumulacją TGA na zastosowane w doświadczeniu warunki stresowe. Pod wpływem uszkodzeń mechanicznych i tygodniowej ekspozycji świetlnej, zawartość tych związków w bulwach zwiększyła się od 120 do 180 mg/kg znacznie przekraczając dopuszczalną dla ziemniaków wartość 200 mg/kg (np. odmiana *Peppo* – 365 mg/kg świeżej masy).

Znacznie mniejsze nagromadzenie TGA pod wpływem zastosowanych czynników zaobserwowano w bulwach polskich odmian. Najwyższą zawartość tych związków (powyżej 100 mg/kg) stwierdzono u odmian *Cykada*, *Balbina*, *Albina* i *Orlan*. Przyrost TGA spowodowany działaniem uszkodzeń występujących podczas sortowania i światła wynosił od 68 do 80 mg/kg, tak że poziom tych związków w bulwach nie przekraczał 200 mg/kg świeżej masy.

Stwierdzono istotną korelację pomiędzy wyjściową zawartością glikoalkaloidów w bulwach nieuszkodzonych przechowywanych w ciemności, a przyrostem stężenia TGA pod wpływem uszkodzeń mechanicznych i działania światła. Współczynnik korelacji wynosił 0,883 w przypadku odmian zagranicznych i 0,657 w przypadku odmian polskich.

Tabela I. Wpływ uszkodzeń mechanicznych i światła na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka – odmiany polskie
The influence of mechanical damage and light exposure on glycoalkaloid accumulation in potato tubers – Polish varieties

Odmiany	Bulwy		Przyrost TGA spowodowany uszkodzeniami i działaniem światła
	Nieuszkodzone + ciemność	Uszkodzone + światło	
<i>niska zawartość</i>			
<i>Irga</i>	38	66	28
<i>Grot</i>	33	81	48
<i>Muza</i>	41	86	45
<i>Mila</i>	42	88	46
<i>Baszta</i>	48	84	36
<i>średnia zawartość</i>			
<i>Tokaj</i>	56	90	34
<i>Arkadia</i>	53	96	43
<i>Aksamitka</i>	59	94	35
<i>Ania</i>	60	114	54
<i>Anielka</i>	62	116	54
<i>Salto</i>	63	120	57
<i>Beata</i>	65	144	79
<i>Tara</i>	66	159	73
<i>Mors</i>	67	151	84
<i>Aster</i>	72	160	88
<i>Kolia</i>	74	158	84
<i>Rywał</i>	78	142	64
<i>Triada</i>	79	154	75
<i>Glada</i>	81	156	75
<i>Barycz</i>	91	160	69
<i>wysoka zawartość</i>			
<i>Cykada</i>	102	174	72
<i>Balbina</i>	106	177	71
<i>Albina</i>	103	183	80
<i>Orlan</i>	117	185	68
x	67	127	
<i>NIR przy p = 0,05–10</i>			

Tabela II. Wpływ uszkodzeń mechanicznych i światła na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka – odmiany zagraniczne
The influence of mechanical damage and light exposure on glycoalkaloid accumulation in potato tubers – West European varieties

Odmiany	Bulwy		Przyrost TGA spowodowany uszkodzeniami i działaniem światła
	Nieuszkodzone + ciemność	Uszkodzone + światło	
<i>niska zawartość</i>			
<i>Satina</i>	33	62	29
<i>Ditta</i>	38	71	33
<i>Gloria</i>	50	90	40
<i>Victoria</i>	53	94	41
<i>Redstar</i>	50	98	48
<i>średnia zawartość</i>			
<i>Saturna</i>	52	107	55
<i>Asva</i>	53	114	61
<i>Karlana</i>	55	125	70
<i>Vinetta</i>	56	131	75
<i>Agria</i>	56	135	79
<i>Molly</i>	55	150	95
<i>Globe</i>	63	150	87
<i>Panda</i>	64	150	86
<i>Nika</i>	64	164	100
<i>Hertha</i>	66	165	99
<i>Fianna</i>	77	190	113
<i>Binije</i>	79	167	88
<i>Colette</i>	94	197	103
<i>wysoka zawartość</i>			
<i>Oleva</i>	115	195	80
<i>Santana</i>	128	<u>248</u>	120
<i>Columbus</i>	150	<u>278</u>	128
<i>Albatros</i>	166	<u>330</u>	164
<i>Pepo</i>	185	<u>365</u>	180
x	78	164	
NIR przy p = 0,05–18			

PODSUMOWANIE

Występujące w literaturze światowej prace nad wpływem światła [2, 4–8, 16–18] i uszkodzeń mechanicznych [3, 14, 15, 19] na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka podkreślają duże zróżnicowanie w reakcji odmian na zastosowane warunki stresowe. *Olsson* [15] stwierdziła wysoce istotną korelację między wyjściowym stężeniem glikoalkaloidów w bulwach, a wzrostem stężenia pod wpływem uszkodzenia. Rzadko jednak spotyka się prace, w których prezentowane są wyniki badań wpływu uszkodzeń i światła jednocześnie [9]. W praktyce oba te czynniki uaktywniające syntezę TGA w bulwach występują razem, gdyż przed dystrybucją bulwy ziemniaka są sortowane, szrotkowane lub myte, co naraża je na obicia i uszkodzenia, a następnie wystawione w sklepach na działanie światła.

Przedstawione w omawianej pracy badania wykazały, że pod wpływem tych czynników stresowych zawartość glikoalkaloidów w bulwach większości odmian podwaja się. Bulwy odmian o niskiej zawartości glikoalkaloidów gromadzą pod wpływem światła i uszkodzeń mechanicznych znacznie mniej tych związków i w tych odmianach nie występuje ryzyko przekroczenia poziomu TGA szkodliwego dla zdrowia ludzkiego. Dlatego konieczne jest aby nowo zarejestrowane w Polsce odmiany miały niski poziom glikoalkaloidów w bulwach (najlepiej poniżej 50 mg/kg świeżej masy).

A. Frydecka-Mazurczyk, K. Zgórska

THE INFLUENCE OF GENOTYPE ON THE EFFECTS OF IMPACT DAMAGE AND LIGHT EXPOSURE ON THE ACCUMULATION OF GLYCOALKALOID IN POTATO TUBERS

Summary

The experiment was carried out in 1999 with 24 Polish and 23 West European cultivars of potato tubers. The tubers were analysed for TGA content after 3 months of dark storage conditions in store-house (8°C). 20 tubers of every cultivar were damaged and placed for a week to dark and under 15 W fluorescent lamps – $13 \mu\text{mol m}^{-2} \text{sec}^{-1}$ – equivalent to light in supermarkets. Glycoalkaloids content was determined with *Bergers* (1980) method.

Tubers which had been damaged and exposed for a week to fluorescent light had two fold higher levels of TGA, than undamaged tubers stored at dark. It was found that content of glycoalkaloids in potato tubers and the increase of TGA content due to damage and light exposure depended on genotype. It was higher in varieties with higher level of these compounds, for example: *Peppo*, *Albatros*, *Columbus* and *Santana* (above 200 mg/kg fresh weight) – tab. I. The smaller increase occurred in tubers of varieties with low content of TGA: *Polish – Irga*, *Grot*, *Baszta*, *Tokaj* and *West European – Satina*, *Ditta Gloria*, *Victoria* – tab. I, II. Therefore it is important to breed new cultivars with low content of TGA.

PIŚMIENNICTWO

1. *Bergers W.*: A rapid quantitative assay for solanidine glycoalkaloids in potatoes and industrial potato protein. *Potato Res.*, 1980, 23, 105–110.
2. *Dale M.F.B., D. W., Griffiths, H. Bain H., Tood D.*: Glycoalkaloid increase in *Solanum tuberosum* on exposure to light. *Ann. Appl. Biol.* 1993, 121, 411–418.
3. *Dale M.F.B., D. W., Griffiths, H. Bain H., Tood D.*: Effect of bruising on the total glycoalkaloid and chlorogenic acid content of potato tubers of five cultivars. *J. Sci. Food Agric.* 1998, 78, 499–505.

4. Griffiths D.W., Dale M.F.B., Bain H.: The effect of cultivar, maturity and storage on photo-induced changes in the total glikoalkaloid and chlorophyll contents of potatoes. *Plant Sci.* 98, 103.
5. Friedman M., Dao L.: Distribution of glycoalkaloids in potato plants and commercial potato products. *J. Agric. Food Chem.*, 1994, 40, 419–423.
6. Friedman M., McDonald G.M.: Potato Glycoalkaloids: chemistry, analysis, safety, and plant physiology. *Crit. Rev. Plant Sci.* 1997, 16, 103.
7. Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Nitrate and glycoalkaloid concentration and potato tubers during the vegetation and storage period. W: Joint meeting Agronomy and Utilization Sections of EAPR. Abstract of papers, Vila Real, Portugalia, 1995, 50–51 (n).
8. Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Vliv genotypu, zralosti, ročníku, balení a expozice světla na akumulaci glykoalkaloidu v hlízach brambor. *Bramborarstvi* 1998, 6, 1, 8–11.
9. Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K.: Wpływ stresu wywołanego działaniem światła i uszkodzeń mechanicznych na akumulację glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Postępy Nauk Rolniczych*, 2000, z. 469 cz. I, 285–292.
10. Mazurczyk W.: Zmiany zawartości glikoalkaloidów w dojrzałych bulwach ziemniaka, zależne od odmiany oraz wybranych czynników agrotechnicznych. *Ziemniak* 1988, 29–43.
11. Mazurczyk W.: Zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka znajdujących się w obrocie detalicznym. *Roczn. PZH* 1989, 40, 21–25.
12. Mazurczyk W.: Zawartość glikoalkaloidów w bulwach polskich odmian ziemniaka. Synteza materiałów wyjściowych do hodowli ziemniaka – dorobek i perspektywa. *Bonin* 1991, 123–125.
13. Maga J.A.: Potato Glycoalkaloids. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1980, 12, 371–405.
14. Monday N.I., Leja M., Gosselin B.: Changes in total phenolic, total glycoalkaloid and ascorbic acid content of potatoes as a result of bruising. *J. Food Sci.* 1987, 52, 631.
15. Olsson K.: The influence of genotype on the effects of impact damage on the accumulation of glycoalkaloids in potato tubers. *Potato Res.* 1986, 29: 1–12.
16. Percival G.: Light-induced glycoalkaloid accumulation of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). 1999, *J. Sci. Food Agric.* 79, 1305–1310.
17. Percival G., Dixon G.R.: Glycoalkaloid Concentration of Potato Tubers following continuous illumination. *J. Sci. Food Agri.* 1994, 66, 139–144.
18. Percival G., Dixon G.R., Sword A.: Glycoalkaloid concentration of potato tubers following exposure to daylight. *J. Sci. Food Agric.* 1996, 71, 5.
19. Zrust J.: The glycoalkaloid content in potato tubers as affected by cultivation technology and mechanical damage. *Rostlinna Vyroba* 1997, 43, 509–515.

Otrzymano: 2000.11.13