

ZAGADNIENIE GLIKOALKALOIDÓW W HODOWLI ZIEMNIAKA

*Ludwik Sujkowski, Lech Skrzeczkowski*Zakład Genetyki i Syntezy Materiałów wyjściowych,
Instytut Ziemniaka Oddział w Młochowie

Glikoalkaloidy występujące w ziemniaku stanowią glikozydowe połączenia aglikonów sterydowych z cukrami. W odmianach uprawnych spotyka się zwykle kompleks glikoalkaloidów (skrót TGA) złożony z pochodnych aglikonu solanidyny, a rzadziej innych aglikonów (np. solasodyny, demissydyny). Od czasu odkrycia przez Desfossesa w 1820 r. solaniny, która jest składnikiem tego kompleksu, zainteresowanie związkami tego typu skupiało się głównie wokół budowy chemicznej, metod oznaczania, toksyczności oraz wpływu różnych czynników na stężenie tych substancji w roślinie.

Do zainteresowania frakcją TGA przyczyniło się odkrycie jej toksycznego oddziaływania na stonkę ziemniaczaną i jej larwy [12, 21, 26]. Kierunek ten został jednak zaniechany jako mało obiecujący. Ostatnio obserwuje się ponowne zainteresowanie alkaloidami w związku z postępującą specjalizacją w hodowli, a zwłaszcza w szerszym niż dotychczas stosowaniem dzikich gatunków do tworzenia nowych odmian.

Na omówienie zasługuje toksyczność TGA. Czy rzeczywiście istnieje niebezpieczeństwo zatrucia TGA? Problem jest ciągle dyskusyjny, chociaż większość danych wyklucza taką hipotezę. Według danych z piśmiennictwa [30, 31] stężenie TGA powyżej 20 mg% w świeżej masie może wywoływać objawy chorobowe i wpływać w istotny sposób na smak ziemniaków. Z drugiej jednak strony, jak spróbujemy to wykazać w niniejszej pracy, tak wysokie stężenia występują bardzo rzadko i tylko w specyficznych warunkach.

Na temat toksykologii i farmakologii alkaloidów ziemniaka istnieją nieliczne opracowania, które dotyczą głównie solaniny [25]. Niestety brak dotychczas danych odnośnie pozostałych alkaloidów kompleksu. Czysta solanina podawana parenteralnie wywiera toksyczny wpływ na zarodek kurczęcia, na myszy, szczury i króliki [15]. U szczurów wywołuje glikemię [22]. Użycie do badań solaniny znakowanej trytem wykazało, że jej niska toksyczność jest spowodowana słabym wchłanianiem z przewodu pokarmowego, hydrolizą do mniej toksycznej solanidyny oraz szybkim

wydalaniem metabolitów [15]. Badania Gulla i współpracowników [8] wykazały, że wrażliwość na zatrucie TGA jest cechą gatunkową. Jednorazowa dawka toksyczna dla człowieka wynosi 200 mg — około 2,8 mg na kg wagi ciała [20]. Wydaje się zatem, że nie ma większych obaw co do możliwości zatrucia ziemniakami obecnie uprawianymi. Nie zawierają one tak wysokich stężeń TGA, poza tym spożycie ziemniaków w jednym posiłku nie przekracza 0,5 kg i ma tendencję spadkową. Objawy zatrucia mogłyby wystąpić po jednorazowym spożyciu co najmniej 1 kg ziemniaków o zawartości TGA 20 mg% [20]. Jakkolwiek brak jest danych o stężeniu TGA w polskich odmianach, to dotychczas nie spotkaliśmy doniesień o zatruciach ludzi.

W badaniach pięcioletnich przeprowadzonych przez Kopala [11] nad składem chemicznym bulw 398 odmian europejskich stwierdzono średnią zawartość TGA 9,6 mg%. Poziom 15 mg% przekroczyły 4 odmiany niemieckie (Akebia 17,1, Capella 20,1, Ostbote 16,1 oraz Sommerkrone 15,2 mg%). Badania przeprowadzone przez Leppera na 58 odmianach europejskich uprawianych w 6 miejscowościach wykazały, że 27 odmian zawierało poniżej 10 mg% TGA; Wśród pozostałych 31 odmian tylko 7 odmian niemieckich przekroczyło granicę 15 mg% [13]. Badania odmian i rodów amerykańskich wykazały wśród nich znaczne zróżnicowanie pod względem zawartości TGA, przy czym cecha ta charakteryzuje się wysoką odziedziczalnością [21].

W hodowli niemieckiej celem uzyskania odporności na stonkę ziemniaczaną prowadzono krzyżówki *Solanum tuberosum* × *Solanum demissum* lub *Solanum chacoense*, w wyniku czego wyhodowano klony o zawartości TGA ponad 20 mg% [23]. Wolf i Duggar [29] uważają, że stosowanie gatunków dzikich do wprowadzania cech użytkowych powinno się odbywać z zachowaniem ostrożności. W stosowanym przez nich *Solanum commersoni* znajdowali w bulwach ponad 500 mg% TGA w świeżej masie.

Analiza bulw rodów wysokoskrobiowych, odpornych na wirusy X, Y i A, przeprowadzona w Młochowie w 1974 roku wykazała zróżnicowanie stężeń TGA w granicach 1,7-11,8 mg%;

Z przedstawionych wyżej danych o stężeniu TGA w odmianach europejskich i rodach z Młochowa widać, że pomimo stosowania dzikich gatunków w hodowli ziemniaka pojawienie się wysokich stężeń glikoalkaloidów w bulwach jest raczej sporadyczne i nie stanowi zagrożenia dla człowieka.

Bulwy w okresie wegetacji podlegają działaniu różnych czynników, które mogą sprzyjać gromadzeniu się glikoalkaloidów. Tak np. niedojrzałość bulw spowodowana zwiększoną liczbą chłodnych, pochmurnych dni może wiązać się z podwyższeniem poziomu TGA [25]. Wypadki zatruc ziemniakami w 1922 r. w Niemczech tłumaczono ich niedojrzałością spowodowaną wymienionymi warunkami [2, 7].

Istnieje pogląd, że czynniki powodujące opóźnienie dojrzewania bulw mogą wywołać podwyższenie ilości TGA [10, 25].

Zawartość glikoalkaloidów zależy również od wielkości bulw. Małe bulwy na ogół zawierają więcej alkaloidów niż duże [2, 29]. Jest to uwarunkowane skupieniem większości tych związków w powierzchniowej warstwie bulwy. Większe pro-

porcje powierzchni do wagi w przypadku bulw małych mogą wyjaśnić przyczyny wyższej zawartości TGA. Analiza bulw odmiany White Rural wykazała, że większe ilości (15-18 mg%) zawierały bulwy o ciężarze 35-135 g niż ważące 210-270 g w których stężenie wahało się w granicach 7-9 mg%. Tym niemniej nawet bulwy o stałych rozmiarach, wykazywały spadek ilości TGA w miarę dojrzewania [2, 29].

Głównym czynnikiem mogącym wpływać na podwyższenie poziomu glikoalkaloidów w bulwach po zbiorze jest promieniowanie świetlne.

Z doniesień wielu autorów [6, 14, 24, 29] wynika, że światło słoneczne, żarowe, fluoryzujące i ultrafioletowe wpływa stymulująco na biosyntezę glikoalkaloidów.

Zdaniem Sindena [25] nagromadzanie się tych związków może być spowodowane oddziaływaniem światła w połączeniu z innymi czynnikami. Ponieważ przeważająca część glikoalkaloidów (45-75%) znajduje się w powierzchniowych warstwach bulwy, podwyższenie ich zawartości na skutek działania wyżej opisanych czynników może mieć znaczenie przy użytkowaniu całych bulw na paszę. W żywieniu człowieka (ziemniaki gotowane, produkty uszlachetnione), problem glikoalkaloidów wydaje się mało istotny, że względu na usuwanie większości tych związków przez obieranie bulw.

Znane dotychczas metody ilościowego oznaczania glikoalkaloidów to wagowe [1, 13], kolorymetryczne [4, 17, 27] oraz metoda polarograficzna [18]. Ta ostatnia nie znalazła szerszego zastosowania ze względu na dużą czasochłonność. Najpowszechniej obecnie stosowane są metody kolorymetryczne: Pfankucha polegająca na reakcji barwnej aglikonu z kwasem siarkowym i formaldehydem oraz metoda Wierzchowskiego polegająca na reakcji z trójchlorkiem antymonu.

Zarówno stosowane sposoby przygotowania ekstraktów jak i reakcji barwnych uniemożliwiają oznaczenie wszystkich glikoalkaloidów występujących w ziemniaku ze względu na ich różne własności fizyko-chemiczne, a tym samym różne powinowactwo do używanych odczynników. Wskutek tego nie oznaczamy takich alkaloidów jak: leptyna, demissyna i inne. Wymagania te spełnia częściowo nowo opracowana metoda Fitzpatricka i Ossmana [16].

Cytowane wyżej metody nadają się jednak w ograniczonym stopniu do seryjnych oznaczeń ze względu na dużą pracochłonność. Brak zatem zadowalającej metody oznaczania glikoalkaloidów. Dotyczy to szczególnie bulw, gdzie ze względu na niewielkie ilości tych związków trzeba używać dużych ilości świeżej masy. Duże objętości ekstraktów i konieczność ich zagęszczania prowadzą do małej dokładności uzyskiwanych wyników.

LITERATURA

1. Bomer A., Mattis H.: Hoher Solanin Gehalt der Kartoffeln. Zeitschr. f. Untersuch. der Nahr. u. Genussmtl. 45, 288, 1923.
2. Bomer A., Mattis H.: Der Solanin Gehalt der Kartoffeln. Zeitschr. f. Untersuch. der Nahr. u. Genussmtl. 47, 97, 1924.
3. Braun H.: Über Solanin-Anreicherungen in Kartoffelknollen. Beitr. z. Agrarwiss. 2, 61, 1948.

4. Bretzloff C. W.: A method for the rapid estimation of glycoalkaloids in potato, *Am. Potato J.* 48, 158, 1971
5. Burton H.: The potato. 382, 1966.
6. Dabbs D. H., Hilton R. J.: Methods for analysis of solanine in tubers of *Solanum tuberosum*. *Canad. Jour. Technol.* 31, 213, 1953.
7. Griebel C.: Zum Solaniningehalt der Kartoffeln 1922-er Ernte. *Zeitschr. f. Untersuch. der Nahr. u. Genussmtl.* 47, 436, 1924.
8. Gull D.; Isenberg F. M.: Chlorophyll and solanine content and distribution in four varieties of potato tubers. *Am. Soc. Hort. Sci. Proc.* 75, 545, 1960.
9. Hilton R. J., Gamberg O. L.: Factors in relation to tuber quality. IV. Tuber metabolic stage and its influence on total solanine. *Canada Jour. Plant Sci.* 37, 407, 1957.
10. Hutchinson A., Hilton R. J.: Influence of some cultural practices on the solanine content and tuber yield in Netted Gem potatoes. *Canad. Jour. Agr. Sc.* 35, 486, 1955.
11. Kopal S.: Svetovy sortiment bramboru podle slozeni. *Vedeckie prace vyzkumeneho ustavu bramborarskeho csazv.* 145, 1958.
12. Kuhn R., Low I.: Die Konstitution des Solanine. *Angew. Chem.* 66, 639, 1954.
13. Lepper W.: Solaniningehalt von 58 Kartoffelsorten. *Zeitschr. f. Untersuch. der Lebesmtl.* 89, 264, 1949.
14. Liljemark A., Widoff E.: Greening and solanine development of white potato in fluorescent light. *Am. Potato. J.* 37, 379, 1960.
15. Nishie et al.: Pharmacology of solanin. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 19, 81 1971.
16. Osman S. E., Fitzpatrick T. J. A.: Comprehensive method for determination of total glykoalkaloids, w druku.
17. Die photometrische Bestimmung von Solanine. *Pfankuch. E. Biochem. Zeitschr.* 295, 44, 1937.
18. Pierzchalski T.: Polarograficzna identyfikacja i oznaczanie glikoalkaidów. *Chemia Analityczna.* 13/2, 367, 1968.
19. Rooke et al.: Solanine, glycoside of the potato. I. Its isolation and determination. *Jour. Soc. Chem. nd. Trans.* 63, 20, 1943.
20. Ruhl R.: Beitrag zur Pathologie und Toxikologie des Solanins. *Archiv. der Pharm.* 284, 67, 1961.
21. Sandford L. L., Sinden S. L.: Inheritance of potato glykoalkaloides. *Am. Potato J.* 49, 209, 1972.
22. Satoh, Tetsuo: Glycemic effects of solanine in rats. *Jap. Jour. Pharmacol.* 17, 652, 1967.
23. Schwarze P.: Methods for identification and determination of solanine in potato breeding material. *Zuchter.* 32, 155, 1962.
24. Sinden S. L.: Controle of potato greening with household detergents. *A. m. Potato J.* 48, 53, 1971
25. Sinden S. L.: Effect of environment on glycoalkaloid content of six potato varieties at 39 locations. *Tech. Bull. No. 1472, USDA,* 1974.
26. Swiniarski E.: Wpływ glikoalkal idów występujących w *Solanum tuberosum* i *S. chacoense* na rozwój larw stonki ziemniaczanej. *Rocz. Nauk rol.* 75, 10, 1957.
27. Wierzchowski P., Wierzchowska Z.: Colorimetric determination of solanine and solanidine with antimony trichloride. *Chemia Analityczna. Warszawa,* 6, 579, 1961.
28. Willimot S. G.: An investigation of solanine poisoning. *Analyst.* 58, 431, 1933.
29. Wolf M. J., Duggar B. M.: Estimation and physiological role of solanine in the potato. *Jour. Agr. Res.* 73, 1-32, 1946.
30. Zitnak A.: The occurrence and distribution of free alkaloid solanidine in Netted Gem Potatoes. *Canad. Jour. Biochem. and Physiol.* 39, 1257, 1961.
31. Zitnak A., Johnston G. R.: Glycoalkaloid content of B-5141-G potatoes. *Am. Potato J.* 47, 256, 1971.

Л. Суйковски, Л. Скжэчковски

ПРОБЛЕМЫ ГЛЮКОАЛКАЛОИДОВ В СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ

Резюме

На фоне актуального состояния знаний на тему глюкоалкалоидов картофеля проанализировали значение этих соединений в селекции новых сортов.

Представили данные касающиеся токсичности глюкоалкалоидов, их содержания в разных сортах, а также влияния факторов среды на это содержание.

На основании этих данных можно полагать, что глюкоалкалоиды, которые находятся в клубнях, для людей и животных не создают опасности отравления. Следует однако учитывать возможность спорадической селекции форм совышненным содержанием глюкоалкалоидов. В связи с этим необходимо проверять ценный селекционный материал.

L. Sujkowski, L. Skrzeczkowski

PROBLEM OF GLYCOALKALOIDS IN POTATO BREEDING

Summary

Basing on the review of literature an opinion was formed that the TGA concentration in potato varieties nowadays grown is not harmful to man or animals.

In view of progressing specialization in breeding, especially when wild potato species would be more often used, occasionally potatoes with high TGA content may be produced, as it happened in German potato breeding. Therefore, the best and most advanced lines should be tested for the TGA content.