

WŁADYSŁAW MAZURCZYK**BARBARA LIS**

Zakład Agronomii Ziemniaka

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Oddział w Jadwisinie

Relacje między zawartością witaminy C i azotanów w bulwach różnych odmian ziemniaka

Relationships between vitamin C and nitrate content in potato tubers

W doświadczeniach przeprowadzonych w latach 1993–1999 badano wzajemne relacje między zawartością witaminy C i azotanów w dojrzałych bulwach 21 odmian uprawianych każda przez trzy lata. Stwierdzono istotną zależność między zawartością obu tych składników w bulwach ziemniaka. Ujemny współczynnik korelacji między nimi występował wówczas, gdy iloraz zawartości witaminy C i azotanów przekraczał wartość dwa. Większość prób bulw badanych odmian charakteryzowała się takimi wartościami, które zapobiegają tworzeniu się nitrozoamin, substancji szkodliwych dla zdrowia. Korelacja między zawartością witaminy C i azotanów może być dodatnia w warunkach sprzyjających nadmiernemu gromadzeniu się azotanów, czyli na przykład podczas suchego i gorącego okresu wegetacji odmian bardzo wczesnych i wczesnych. Wówczas wartość stosunku zawartości witaminy C i azotanów zmniejsza się do około jedności.

Słowa kluczowe: azotany, bulwy, witamina C, ziemniak

The relationships between vitamin C and nitrates levels in mature tubers of 21 potato cultivars grown at the Experimental Station in Jadwisin in the years 1993–1999 were investigated. Statistical analysis of the results showed significant correlation between contents of the studied components. A negative value of correlation coefficient occurred when vitamin C / nitrates ratio was higher than 2. For the most part tuber samples were characterized by the ratios high enough to prevent the formation of harmful nitrosoamines. However, correlation between vitamin C and nitrates levels can sometimes be positive. This happens due to the excessive accumulation of nitrates in tubers of early and very early cultivars grown under dry and hot weather conditions. The decrease of vitamin C / nitrates ratio to about 1 is then observed.

Key words: nitrate, potato, tuber, vitamin C

WSTĘP

Azotany są naturalnymi składnikami bulw ziemniaka. Obecność ich w roślinach związana jest głównie z wbudowywaniem azotu do aminokwasów i białka. Ziemniak

zaliczony został do grupy roślin kumulujących niewielkie ilości azotanów (Cieślik, 1995; Frydecka-Mazurczyk i Zgórska, 1996). Przeciętna ich zawartość w wielu polskich odmianach uprawianych przez wiele lat z zastosowaniem podobnych zabiegów agrotechnicznych nie sprzyjających akumulacji tychże substancji wynosiła: 224, 108 i 41 mgNaNO₃/kg św.m. odpowiednio dla grup odmian: bardzo wczesnych i wczesnych, średnio wczesnych oraz średnio późnych i późnych (Mazurczyk i Lis, 2000). Endogenna synteza azotanów odbywa się w organizmie człowieka. Toteż niewielkie ilości tych związków nie stanowią zagrożenia dla ludzkiego zdrowia. Szkodliwość azotanów wynika z faktu, iż mogą one ulegać redukcji do azotynów, zarówno w organizmie człowieka jak i w środkach spożywczych podczas ich produkcji, przetwarzania, transportu i magazynowania. Natomiast azotyny mogą brać udział w powstawaniu nitrozoamin, z których większość przejawia działanie mutagenne i rakotwórcze (Hippe, 1996; Szponar i Traczyk, 1995). Efektywnym inhibitorem tworzenia się nitrozoamin jest witamina C. Kwas askorbinowy redukuje azotyny do tlenku azotu eliminując w ten sposób prekursory reakcji nitrozowania jakimi są azotyny (Drozdowski, 2001; Massey i in., 1982; Szponar i Traczyk, 1995; Wawrzyniak i in., 1997). Toteż przyjmuje się, że naturalnie występująca wysoka zawartość witaminy C w pożywieniu np. w bulwach ziemniaka skutecznie obniża szkodliwość azotanów (Mazur i in., 1993).

Celem pracy było określenie wzajemnych relacji zachodzących między zawartością azotanów i witaminy C w dojrzałych bulwach różnych odmian ziemniaka.

MATERIAŁ I METODY

Próby bulw do oznaczeń chemicznych pochodziły z kolekcji odmian ziemniaka uprawianych na piasku gliniastym lekkim w Jadwisinie koło Warszawy w trzech cyklach badań (tab. 1).

Tabela 1

Wykaz odmian uprawianych w poszczególnych cyklach badań
List of cultivars used in particular cycles of investigations

Cykl badań Cycle of testing	Lata Years	Liczba odmian Number of cultivars	Odmiany Cultivars
I	1997–1999	3	Gloria ¹ , Orlan, Ikar
II	1996–1998	11	Albina , Ania, Baszta, Bekas, Bila , Głada, Maryna, Muza, Oda, Sumak , Vistula
III	1993–1995	7	Arkadia, Aster , Drop , Kos, Lawina, Lena, Orlik

¹ Drukiem pogrubionym wyróżnione są nazwy odmian bardzo wczesnych i wczesnych

¹ Names of very early and early cultivars are displayed with bold print

Łącznie przebadano 21 odmiany wymienione w tabeli 1. Stosowano nawożenie obornikiem (22 t·ha⁻¹) oraz mineralne N: P: K w ilości 80: 35: 125 kg·ha⁻¹. Po zakończeniu wegetacji pobierano dla każdej odmiany reprezentatywną próbę bulw o masie około 5 kg z poletka 100-krzakowego. Przed analizą chemiczną próby zostały umyte oraz usuwano z nich bulwy uszkodzone, zazielenione i o masie mniejszej od 20–25g. W przygotowanych w ten sposób próbach bulw wykonywano po dwa równoległe oznaczenia azotanów oraz po

trzy równoległe oznaczenia witaminy C w ciągu dwóch tygodni po zbiorach. Azotany oznaczano metodą kolorymetryczną w oparciu o reakcję Griessa z wykorzystaniem mieszaniny cynku i manganu przy redukcji azotanów do azotynów (Zalewski, 1971). Zawartość witaminy C określano jako sumę kwasu L-askorbinowego i dehydroaskorbinowego metodą Tillmansa za pomocą miareczkowania roztworem 2,6-dwuchlorofenolindofenolu (Rutkowska, 1981). Analizę statystyczną otrzymanych wyników wykonano z wykorzystaniem pakietu Statgraphics Plus 4.1.

Tabela 2

Charakterystyka zbiorów danych dotyczących zawartości witaminy C (mg%św.m.) i azotanów (mg NaNO₃ kg⁻¹ św.m.)

Descriptive statistics of the data concerning the content of vitamin C and nitrates in fresh weight of potato tubers

Cykl badań Cycle of testing	Składnik Component	Zakres Range	Średnia Mean	Współczynnik zmienności Variation coefficient
I	witamina C vitamin C	13–29	21,3	25
	azotany nitrates	20–154	62	74
II	witamina C vitamin C	11–27	20,1	20
	azotany nitrates	8–187	74	56
III	witamina C vitamin C	12–24	17,8	22
	azotany nitrates	9–337	163	75

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza statystyczna otrzymanych wyników wykazała istotną zależność między zawartością witaminy C a zawartością azotanów (tab. 3). Jednak moc tej zależności jest umiarkowana, ponieważ wartości współczynników korelacji przedstawione w tabeli 3 nie są wysokie, zawarte między $0,4 < r < 0,7$.

Tabela 3

Relacje między zawartością witaminy C (x) i azotanów (y) w bulwach ziemniaka
Relationships between the content of vitamin C (x) and nitrates (y) in potato tubers

Cykl badań Cycle of testing	Liczba par Number of pairs	Równanie regresji Regression equation	r	Poziom istotności Level of significance
I	9	$Y = 183,1 - 5,8x$	-0,622	*
II	33	$Y = 159,7 - 4,3x$	-0,407	**
III	21	$Y = -217,5 + 21,2x$	0,673	***
I + II	42	$Y = 166,0 - 4,7x$	-0,464	***

Istotność przy P: ***0,01; **0,05; *0,1

Significant at P: ***0.01; **0.05; *0.1

Przyjmują one wartości zarówno ujemne (cykle I i II) jak i dodatnie (cykl III). Dla konsumenta szczególnie interesujące jest istnienie ujemnej korelacji między omawianymi składnikami. Wówczas to wzrostowi zawartości witaminy C o jednostkę (mg% św.m.) towarzyszy zmniejszenie zawartości azotanów o około pięć jednostek (mg $\text{NaNO}_3 \cdot \text{kg}^{-1}$ św.m.), o czym świadczą współczynniki równań regresji opisujących zależność między omawianymi składnikami w cyklach badań I, II oraz I + II. Również badania Cieślik (1994) wykazały istnienie ścisłej zależności między poziomem azotanów i witaminy C w bulwach ziemniaka. Według tej autorki zwiększeniu zawartości witaminy C o jednostkę towarzyszy spadek zawartości azotanów o 25 jednostek. Istnienie tego typu zależności jest bardzo korzystne dla konsumentów. Bowiem według kryterium Mazura i wsp. (1993) nitrozoaminy nie powstają w żywności jeśli dwie części kwasu askorbinowego przypadają na jedną część azotanów. Wykaz 11 odmian, których bulwy w każdym roku badań charakteryzowały się większym od 2 ilorazem witaminy C i azotanów podany został w tabeli 4. Żadna z tych odmian nie należy do grupy bardzo wczesnych i wczesnych, które w większości charakteryzują się zwiększoną akumulacją azotanów w bulwach (tab. 1).

Tabela 4

Ranking odmian o najwyższym ilorazie zawartości w bulwach witaminy C i azotanów. Średnie z 3 lat badań

Ranking of cultivars with the highest vitamin C / nitrates ratio. Means for 3 years

Odmiana Cultivar	Witamina C/azotany Vitamin C / nitrates
Arkadia	12,4
Ania	10,0
Ikar	8,4
Głada	6,6
Orłan	6,5
Maryna	5,6
Lawina	5,2
Baszta	4,7
Oda	4,5
Vistula	4,4
Muza	2,7

Dlaczego współczynnik korelacji między badanymi cechami przyjął wartość dodatnią w cyklu III? Statystyczna charakterystyka zbiorów danych przedstawiona w tabeli 2 wskazuje na ponad dwukrotnie wyższe zawartości azotanów znajdujące się w bulwach cyklu badań III w porównaniu do serii I i II. Ten wysoki poziom azotanów spowodowany był z jednej strony dużym udziałem odmian wczesnych w badaniach cyklu III, trzy spośród siedmiu wówczas testowanych (tab. 1). Z drugiej strony warunkami pogodowymi roku 1994, którego okres wegetacji był bardzo suchy. Oba te czynniki, według danych z literatury, sprzyjają nagromadzaniu dużych ilości azotanów w bulwach (Cieślik E., 1995; Frydecka-Mazurczyk i Zgórska, 1996; Mazurczyk i Lis, 2000). Taka zwiększona akumulacja azotanów przy niewielkich zmianach zawartości witaminy C może prowadzić do zmiany wzajemnych relacji między tymi składnikami, co obrazuje tabela 5. W cyklu badań III, przy dodatnim współczynniku korelacji ($r = 0,673$), stosunek zawartości

witaminy C do azotanów wynosił zaledwie 1,1. Podobne wyniki zaprezentowane zostały w pracy Borawskiej i wsp. (1994). Dodatkowo wartości współczynnika korelacji ($r = 0,399$) między omawianymi składnikami w obierkach ziemniaka towarzyszył iloraz wynoszący 0,9.

Tabela 5

Średnia zawartość (mg% św.m.) witaminy C i azotanów, ich wzajemny stosunek oraz współczynniki korelacji r dla poszczególnych cykli badań
Average content of vitamin C and nitrates (mg% FW), correlation coefficients and ratios

Cykl badań Cycle of testing	Witamina C Vitamin C	Azotany Nitrates	r	Witamin C / azotany Vitamin C / nitrates
I	21,3	6,2	-0,622	3,4
II	20,1	7,4	-0,407	2,7
III	17,8	16,3	0,673	1,1

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotną zależność między zawartością witaminy C i azotanów w bulwach ziemniaka.
2. Wykazano, że wyższej zawartości witaminy C o jednostkę towarzyszyła najczęściej niższa zawartość azotanów o około pięć jednostek.
3. Większość badanych odmian charakteryzowała się bardzo korzystnym, ze względu na wartość odżywczą, stosunkiem zawartości witaminy C i azotanów przekraczającym wartość dwa.
4. Korelacja między zawartością witaminy C i azotanów może być dodatnia w warunkach sprzyjających nadmiernemu gromadzeniu się azotanów. Wówczas wartość ilorazu zawartości witaminy C i azotanów zmniejsza się do około jedności.

LITERATURA

- Borawska M., Omieljaniuk N., Markiewicz R., Kasialis A. 1994. Zawartość azotanów, azotynów i witaminy C w jadalnych i odrzucanych częściach wybranych warzyw. *Bromat. Chem. Toksykol.* XXVII: 23–27.
- Cieślak E. 1994. The effect of naturally occurring vitamin C in potato tubers on the levels of nitrates and nitrites. *Food Chem.* 49: 233 — 235.
- Cieślak E. 1995. Czynniki kształtujące zawartość azotanów i azotynów w ziemniakach. *Post. Nauk Rol.* 6: 69 — 73.
- Drozdowski B. 2001. Witaminy. W: *Chemia Żywności* E. Sikorski (red.). Wydaw. Naukowo-Techniczne, Warszawa: 381 — 406.
- Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K. 1996. Czynniki wpływające na zawartość azotanów w bulwach ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 47: 111 — 125.
- Hippe J. 1996. Potato and nitrate: a short review. 13th Trienn. Conf. of EAPR. Veldhoven, The Netherlands 1996: 89 — 90.
- Massey R. C., Forsythe L., McWenny D. J. 1982. The effects of ascorbic acid and sorbic acid on N-nitrosamine formation in a heterogenous model system. *J. Sci. Food Agric.* 32: 294 — 298.
- Mazur T., Mineev M. V., Debreczeni B. 1993. Nawożenie w rolnictwie biologicznym. Wydaw. ART. Olsztyn: 52 — 57.

- Mazurczyk W., Lis B. 2000. Zawartość azotanów i glikoalkaloidów w dojrzałych bulwach ziemniaka jadalnego. Roczn. PZH 51: 37 — 41.
- Rutkowska U. 1981. Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZWL, Warszawa: 294 — 295.
- Szponar L., Traczyk I. 1995. Azotany i azotyny w żywności, racjach pokarmowych i płynach biologicznych. Żywnienie Człowieka i Metabolizm XXII: 1: 66 — 77.
- Wawrzyniak A., Kieres R., Gronowska-Senger A. 1997. Określenie *in vitro* działania kwasu askorbinowego przy intoksykacji azotynem sodu. Roczn. PZH 48: 245 — 252.
- Zalewski W. 1971. Zagadnienia występowania różnych form azotu w warzywach w związku z nawożeniem azotowym. Cz. III. Warzywa o małej zawartości N-N03 — wczesne ziemniaki, kalafiory i cebula. Bromat. Chem. Toksykol. 4: 399 — 404.