

ZAWARTOŚĆ AZOTANÓW, AZOTYNÓW I METALI CIĘŻKICH W BULWACH ZIEMNIAKA W ZALEŻNOŚCI OD DŁUGOŚCI OKRESU PRZECHOWYWANIA

Norbert Marks

Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy określono wpływ długości okresu przechowywania na kształtowanie się zawartości azotanów, azotynów i metali ciężkich (ołów, kadm, rtęć) w bulwach ziemniaka. Przyjęto sześciomiesięczny okres przechowywania oraz następujące odmiany ziemniaków: Vineta, Velox, Rosara, Satina, Felka Bona, Irga i Ibis. Stwierdzono istotny wpływ odmiany na poziom azotanów, azotynów i suchej masy w bulwach ziemniaka. Natomiast wpływ długości okresu przechowywania okazał się statystycznie nieistotny w odniesieniu do wszystkich przebadanych czynników. Zawartość w bulwach badanych składników nie przekracza poziomu dopuszczonego normami a zatem spełniają one wymagania jakie musi spełnić pod tym względem ziemniak konsumpcyjny. Długotrwałe przechowywanie nie ma wpływu na zmianę poziomu ich zawartości.

Słowa kluczowe: bulwa ziemniaka, azotany, azotyny, rtęć, ołów, kadm

Wstęp

Działanie większości ksenobiotyków (obca biologicznie aktywna substancja) kończy się albo ich wydalaniem albo metaboliczną dezaktywacją. Metabolizm ksenobiotyków prowadzi jednakże w pewnych przypadkach do utworzenia nietrwałych produktów przejściowych, które reagują z makrocząsteczkami komórkowymi [Zakrzewski 1995]. Do takich substancji należą azotany, azotyny i metale ciężkie, takie jak: rtęć, ołów i kadm. Azotany dla dorosłych zdrowych ludzi nie są groźne. Są mało toksyczne, gdyż po wchłonięciu przez organizm zostają wydalone z moczem. Mogą być jednak szkodliwe wtedy, gdy ulegną przemianie w toksyczne azotyny, które z kolei mogą przechodzić w nitroaminy, będące związkami prekancerogennymi. Azotyny mogą także wpływać na destrukcję witamin z grupy A i B oraz karotenoidów. Metale ciężkie zawarte w żywności mogą wywołać reakcje alergiczne oraz wykazywać właściwości toksyczne zatruwając prawie wszystkie organy oraz kumulując się w organizmie człowieka (neurotoksyny, toksyny układu krwionośnego i oddechowego, uszkodzenia nerki, wątroby). Mogą również dezaktywować enzymy, zaburzając procesy biochemiczne i fizjologiczne organizmu.

Cel i zakres pracy

Celem pracy było określenie wpływu długości okresu przechowywania bulw ziemniaka na kształtowanie się w nich zawartości azotanów, azotynów oraz ołowiu, kadmu i rtęci. Do badań przyjęto sześciomiesięczny okres przechowywania oraz 7 odmian ziemniaków różniących się długością okresu wegetacyjnego i kierunkiem ich przeznaczenia (użytkowania). Są to: Vineta, Velox, Rosara, Satina, Felka Bona, Irga i Ibis.

Material i metoda

Material do badań pobrano losowo z doświadczenia polowego łanowego i zestawiono w próbki zgodnie z przyjętą i obowiązującą w tego typu badaniach metodyką. Doświadczenie polowe zlokalizowano na polach doświadczalnych Katedry Techniki Rolno-Spożywczej w Krakowie, na glebie – piasek gliniasty lekki, IV klasy bonitacyjnej. Na plantacji zastosowano następujące nawożenie:

- mieszkankę łubinu z gorczycą w ilości ok. 30 t·ha⁻¹, którą przyorano w 3 dekadzie sierpnia,
 - żyto, jako poplon ozimy do przyorania wiosną w ilości ok. 15 t·ha⁻¹, wysiany po orce i doprawieniu gleby w 1 dekadzie września, po łubinie z gorczycą,
 - nawożenie mineralne w ilości 90 kg N, 90 kg P, 135 kg K·ha⁻¹, jednorazowo w 3 dekadzie kwietnia (saletra amonowa 32%, superfosfat potrójny 46%, siarczan potasu 50%).
- W ramach zabiegów ochrony roślin użyto następujących preparatów chemicznych:
- chwastobójcze: Visar 70 WG i Titus 25 WG, dwukrotnie,
 - grzybobójcze (zaraza ziemniaczana, alternarioza): Tatoo C 7500 SC, Dithane Neotec, dwukrotnie,
 - owadobójcze (stonka ziemniaczana): Stonkat 160 SL, Bancol 50 WP, dwukrotnie.

Na plantacji zastosowano następującą technologię uprawy, pielęgnacji i zbioru ziemniaków:

- orka średnia, pod siew poplonu ozimego – 3 dekada sierpnia,
- przygotowanie gleby do siewu, agregat: kultywator + wał strunowy – 1 dekada września,
- siew mechaniczny – 1 dekada września,
- orka średnia, wiosenna – 3 dekada kwietnia,
- nawożenie mineralne – 3 dekada kwietnia,
- przygotowanie gleby do sadzenia, agregat: kultywator + wał strunowy – 3 dekada kwietnia,
- sadzenie mechaniczne, szerokość międzyrzędzi 75 cm, gęstość sadzenia 25 cm – koniec 3 dekady kwietnia,
- formowanie redlin obsypnikiem z szablonem bezpośrednio po posadzeniu,
- obsypywanie 4-krotne,
- zabiegi ochrony roślin 6-krotne,
- niszczenie łętów mechanicznie – 1 dekada września,
- zbiór kombajnowy – 2 dekada września.

Dla metali ciężkich pierwszą ocenę przeprowadzono w czasie trwania okresu wegetacyjnego w 3 dekadzie lipca 2006 r. Drugą ocenę przeprowadzono tuż po zbiorze w 1 deka-

dzie października 2006 r. Trzecią i czwartą ocenę zrealizowano odpowiednio w 1 dekadzie stycznia i w 3 dekadzie marca 2007 r., czyli po 3 i 6 miesięcznym okresie przechowywania. Natomiast zawartość suchej masy, azotanów i azotynów oceniano od miesiąca sierpnia 2006 r. do lutego 2007 r. w odstępach miesięcznych (7 pomiarów). Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej wykorzystując analizę wariancji oraz test Duncana.

Wyniki badań

Zawartość w bulwach azotanów i azotynów dla poszczególnych odmian i terminów przedstawiono w tab. 1, a suchej masy, ołowiu, kadmu i rtęci dla badanych odmian i terminów w tab. 2. Według zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), maksymalna dawka wchłaniania ołowiu przez człowieka w ciągu tygodnia nie powinna przekraczać 3 mg, rtęci do 0,3 mg i kadmu 0,4-0,5 mg na tydzień [O'Neill 1997]. W odróżnieniu od azotanów i azotynów, metale ciężkie kumulują się w organizmie, co potęguje ich szkodliwość. Dotychczas obowiązujące normy z 1993 r. (aktualnie jest ich brak) określały zawartość azotanów na poziomie do 182 mg NO₃ i azotynów do 1 mg NO₂·kg⁻¹ świeżej masy ziemniaków. Natomiast aktualne dopuszczalne poziomy dla ołowiu i kadmu zgodnie z Rozporządzeniem Komisji UE (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. wynoszą 0,1 mg · kg⁻¹ świeżej masy i odnoszą się do ziemniaków obranych. W przypadku rtęci aktualne normy nie uwzględniają jej zawartości w ziemniakach, a dotychczas obowiązujące określały poziom tego pierwiastka na dopuszczalnym poziomie 0,02 mg·kg⁻¹ świeżej masy ziemniaków. Przedstawione w tab. 1 wartości wskazują na bardzo niską zawartość azotanów w bulwach, nie przekraczającą dotychczas obowiązujących norm. Najniższą zawartość azotanów wykazała odmiana Vineta, u której średnia z 7 pomiarów wyniosła 77,0 mg·kg⁻¹, a w dalszej kolejności Velox 87,7 mg·kg⁻¹, Ibis 89,9 mg·kg⁻¹, Felka Bona 90,3 mg·kg⁻¹, Satina 93,6 mg·kg⁻¹, Irga 96,3 mg·kg⁻¹ i Rosara 102,0 mg·kg⁻¹ świeżej masy ziemniaków.

Tabela 1. Zawartość azotanów i azotynów
Table 1. Nitrates and nitrites content

Odmiana	Azotany [mg NO ₃ ·kg ⁻¹]							Azotyny [mg NO ₂ ·kg ⁻¹]						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Vineta	71,7	72,9	73,6	79,7	80,5	79,9	80,7	0,63	0,61	0,61	0,59	0,60	0,61	0,62
Velox	86,6	87,5	88,4	83,7	84,6	91,1	92,0	0,47	0,49	0,49	0,54	0,55	0,51	0,51
Rosara	100,2	101,2	102,3	98,9	99,9	105,4	106,4	0,55	0,47	0,48	0,49	0,49	0,49	0,50
Satina	89,9	90,8	91,7	96,0	96,9	94,5	95,4	0,57	0,55	0,56	0,54	0,55	0,58	0,58
Felka	87,3	88,2	89,1	91,2	92,1	91,8	92,7	0,53	0,56	0,57	0,57	0,58	0,59	0,59
Irga	94,3	95,3	96,2	94,4	95,3	99,1	100,1	0,50	0,51	0,51	0,54	0,54	0,53	0,53
Ibis	86,6	87,5	88,4	91,7	92,6	91,1	92,0	0,55	0,55	0,56	0,55	0,55	0,57	0,58

Źródło: opracowanie własne autora

Analiza wariancji wykazała istotną różnicę zawartości azotanów pomiędzy przyjętymi do badań odmianami, co potwierdził również test Duncana. I tak odmiana Vineta, Rosara, Satina, Irga różniły się pod tym względem z wszystkimi odmianami, a Velox, Felka Bona

i Ibis z czterema. Wpływ długości okresu przechowywania na zawartość azotanów okazał się nieistotny za wyjątkiem pomiarów pierwszego i siódmego (średnie wyniosły odpowiednio $88,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $94,2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Zawartość azotynów również kształtuje się na niskim poziomie, nie przekraczając dotychczasowej normy. Pod tym względem Vineta wykazała najwyższą zawartość (0,61 mg), a w dalszej kolejności Satina (0,59 mg), Felka Bona (0,57), Ibis (0,56 mg), Irga (0,52 mg), Rosara (0,49 mg) i Velox $0,47 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy ziemniaków. Analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie zawartości azotynów pomiędzy badanymi odmianami. I tak odmiany: Velox i Rosara istotnie różniły się z czterema odmianami, Vineta i Satina – z trzema, Felka Bona, Irga i Ibis – z dwoma. Wpływ długości okresu przechowywania na kształtowanie się zawartości azotanów w bulwach okazał się nieistotny. Oceniając zawartość metali ciężkich stwierdzono, że w przypadku rtęci kształtuje się ona niskim poziomie, w żadnym z badanych przypadków, nie przekraczając dotychczas obowiązującej normy. Zawartość kadmu przekroczyła dopuszczalny poziom w 8 przypadkach u odmian Vineta, Velox, Satina, Felka Bona. Zawyżony poziom kadmu może być uzasadniony stosowanym nawożeniem fosforowym. Jak podaje O'Neill [1997], nawóz fosforowy zawiera $5\text{-}100 \text{ mg Cd}\cdot\text{kg}^{-1}$, co prowadzi do wzrostu zawartości kadmu w glebie i roślinach. Zawartość ołowiu przekroczyła dopuszczalny poziom w 4 przypadkach, generalnie jednak zawartość tego pierwiastka jest niska, pomimo tego, że plantacja doświadczalna znajduje się w pobliżu ciągów komunikacyjnych (drogowej i kolejowej). Przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała ani zróżnicowania pod tym względem międzyodmianowego, ani wpływu długości okresu przechowywania na zawartość metali ciężkich. Natomiast zawartość suchej masy badanych odmian była istotnie zróżnicowana. Porównując uzyskane wyniki z uzyskanymi przez autora w pracy [Marks 2005], stwierdzono wyższy poziom w bulwach azotanów i niższy azotynów. Wpływ na taki stan rzeczy mogły mieć zarówno nawożenie, jak i zróżnicowanie odmianowe w przeprowadzonych badaniach. Oceniając przydatność bulw badanych odmian ziemniaka do konsumpcji i przetwórstwa spożywczego pod kątem poziomu zawartości przyjętych składników, stwierdzić można, że spełniają one wymagania określone normami.

Tabela 2. Zawartość ołowiu, kadmu i rtęci w bulwach badanych odmian ziemniaków
Table 2. Lead, cadmium and mercury content in tubers of examined potato varieties

Odmiana	Sucha masa [%]				Ołów [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m.]			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Vineta	24,3	25,0	26,7	31,7	0,04	0,045	0,27	0,14
Rosara	-	19,4	19,1	24,5	-	0,068	0,026	0,09
Velox	21,9	22,7	22,0	24,3	0,05	0,048	0,044	0,15
Satina	-	19,0	20,4	19,1	-	0,04	0,159	0,05
Felka	23,6	23,7	24,1	34,6	0,06	0,15	0,043	0,10
Odmiana	Kadm [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m.]				Rtęć [$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ św.m.]			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Vineta	0,08	0,172	0,084	0,12	0,0001	0,0004	0,0003	0,0008
Rosara	-	0,074	0,017	0,09	-	0,0003	0,0005	0,0005
Velox	0,08	0,091	0,141	0,14	0,0001	0,0002	0,0004	0,0003
Satina	-	0,083	0,121	0,11	-	0,0002	0,0003	0,0003
Felka	0,03	0,091	0,123	0,15	0,0005	0,0004	0,0003	0,0005

Źródło: opracowanie własne autora

Wnioski

1. Stwierdzono istotny wpływ odmiany na poziom azotanów, azotynów i suchej masy w bulwach ziemniaka.
2. Wpływ długości okresu przechowywania okazał się statystycznie nieistotny i to w odniesieniu do wszystkich przebadanych składników.
3. Nie stwierdzono istotnego statystycznego wpływu badanych czynników na zawartość metali ciężkich w bulwach ziemniaka.

Bibliografia

- Marks N. 2005. Zawartość azotanów i azotynów w wybranych gatunkach owoców i warzyw. Acta Scientiarum Premysliensia. Przemysł. I Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Ekologia – Żywność – Zdrowie”. s. 308-314.
- O’Neill P. 1997. Chemia środowiska. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa. s. 236-251.
- Zakrzewski S.F. 1995. Podstawy toksykologii środowiska. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa. s. 236-251.
- Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej – Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19.12.2006 r.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 8.10.1993 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych pozostałości w środkach spożywczych, środków chemicznych stosowanych przy uprawie, ochronie, przechowywaniu i transporcie roślin. Dz. U. Nr 104, poz. 476.

CONTENT OF NITRATES, NITRITES AND HEAVY METALS IN POTATO TUBERS DEPENDING ON THEIR STORAGE PERIOD DURATION

Abstract. The paper determines the effect of storage period duration on content of nitrates, nitrites and heavy metals (lead, cadmium, mercury) in potato tubers. Six-month storage period was used and the following potato varieties were taken: Vineta, Velox, Rosara, Satina, Felka Bona, Irga and Ibis. Potato variety proved to have considerable effect on the level of nitrates, nitrites and dry matter in potato tubers. On the other hand, the research proved that the impact of storage period duration was statistically negligible as regards all studied factors. Content of analysed components in potato tubers does not exceed level permitted in applicable standards, and thus requirements specified in this regard for consumable potatoes are fulfilled.

Key words: potato tuber, nitrates, nitrites, mercury, lead, cadmium

Adres do korespondencji:

Norbert Marks; e-mail: tjakubowski@ar.krakow.pl
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków