

Barbara Murawska<sup>1</sup>, Ewa SPYCHAJ-FABISIAK<sup>1</sup>, Tomasz KNAPOWSKI<sup>1</sup>, Wojciech KOZERA<sup>1</sup>,  
Elżbieta WSZELACZYŃSKA<sup>2</sup>, Jarosław POBEREŻNY<sup>2</sup>, Aleksandra PIEKUT<sup>1</sup>

e-mail: murawska@utp.edu.pl

<sup>1</sup> Zakład Chemii Rolnej, Katedra Chemii Środowiska, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy, Bydgoszcz

<sup>2</sup> Zakład Technologii Żywności, Katedra Mikrobiologii i Technologii Żywności, Wydział Rolnictwa i Biotechnologii, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy

## Wpływ terminu przechowywania bulw ziemniaka zakupionych w bydgoskich sieciach handlowych na zmiany cech jakościowych

### Wstęp

W cyklu produkcji ziemniaków etap przechowywania jest trudny pod względem utrzymania ich wysokich cech jakościowych. Spożycie 200 g bulw zaspokaja dzienne zapotrzebowanie człowieka w potas, magnez, żelazo, miedź i fosfor oraz witaminy C, B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, PP [Leszczyński, 2012], a ich zaletą jest mała zdolność gromadzenia toksycznych związków [Zarzecka i Gugala, 2011].

W ostatnich latach produkcja ziemniaków w Polsce uległa redukcji, jednak obiekty służące do ich przechowywania są bardziej nowoczesne i mimo długiego okresu przechowywania zapewniają odpowiednią jakość produktu i zachowują jego walory. Budowa kolejnych obiektów jest szansą dla rozwoju polskiego biznesu ziemniaczanego. Do przechowania każdego roku trafia około 90% wyprodukowanych bulw, które przechowywane są nawet do 9 miesięcy. [Czerko 2003; Czerko i Zgierska, 2008]. Stosowanie specjalistycznych przechowalni zapewniających odpowiednie warunki magazynowania, które powinny charakteryzować się małymi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi jest najlepszym sposobem przechowywania ziemniaków.

Dużo tańszym i nadal powszechnie stosowanym sposobem, szczególnie w przypadku drobnych producentów, jest przechowywanie ziemniaków w kopcach i piwnicach, w których. straty przechowalnicze są dużo większe, niż przy magazynowaniu w przechowalniach.

W związku z powyższym podjęto badania, których celem było określenie wpływu przechowywania bulw ziemniaków (zakupionych w pięciu punktach handlowych Bydgoszczy) w piwnicy (przez 4 miesiące w temperaturze 10°C) na zmiany ich wybranych parametrów jakościowych.

### Materiał i metodyka

Badania prowadzono w oparciu o próby bulw ziemniaka konsumpcyjnego, pochodzące ze zbiorów z trzech kolejnych lat 2011, 2012, 2013 zakupione w pięciu punktach handlowych w Bydgoszczy: na Bazarze-Glinki i w marketach; Tesco, Piotr i Paweł, PoloMarket, Biedronka. Próby pochodziły z materiału częściowo oznakowanego odmianowo, a wskazywane w punktach zakupu odmiany to: Irga, Vineta, Satina i Mila.

W dniu zakupu 10 kg ziemniaków (listopad), w każdym roku badań wydzielono część bulw, które posłużyły do wykonania pierwszych analiz chemicznych i potraktowano to jako pierwszy termin poboru. Pozostały materiał badawczy umieszczano w piwnicy w celu ich przechowania, gdzie temperatura powietrza wynosiła około +10°C. Ziemniaki przechowywano (od listopada do marca w każdym roku badań) w siatkach przeznaczonych do tego celu. Ułożono je na palecie drewnianej. W styczniu i marcu każdego roku pobierano próby bulw w celu wykonania kolejnych analiz chemicznych.

Podstawą przeprowadzonych badań było dwuczynnikowe doświadczenie, w którym I czynnikiem był termin przechowywania (n = 3), II czynnikiem było miejsce zakupu bulw (n = 5). W bulwach w każdym roku po zakupieniu oraz po drugim i czwartym miesiącu przechowywania oznaczono następujące parametry: zawartość suchej masy metodą suszarkową w temperaturze 60°C i 105°C, zawartość skrobi metodą Ewersa, zawartość azotu ogólnego metodą Kiejdahla po na podstawie którego obliczono zawartość białka oraz zawartość azotanów(V) metodą jonoselektywną za pomocą wielofunkcyjnego przyrządu komputerowego CX-721 firmy Elmetron.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie, poddając je

analizie wariancji według modelu zgodnego z układem doświadczenia, wykorzystując do oceny istotności różnic test Tukey'a.

### Wyniki i dyskusja

**Zawartość białka.** Bulwy ziemniaka, charakteryzują się wysoką zawartością skrobi, a niską zawartością białka ogólnego [Leszczyński 2000]. Zawartość białka ogólnego w bulwach ziemniaka była istotnie modyfikowana omawianymi czynnikami i mieściła się w zakresie od 77,02 g·kg<sup>-1</sup> s.m. do 117,79 g·kg<sup>-1</sup> s.m. (Tab.1). Średnio z trzech lat badań najwyższą zawartość białka ogólnego stwierdzono w bulwach ziemniaka zakupionych w markecie Piotr i Paweł, po dwóch miesiącach przechowywania i była ona istotnie wyższa o 10% i o 11% od zawartości uzyskanej odpowiednio w dniu zakupu oraz po czterech miesiącach przechowywania.

Uzyskane zawartości były nieco niższe od podawanych w Normach Żywności oraz przez Lisińską [2006]. Stwierdzono, że po dwóch miesiącach przechowywania (styczeń) niezależnie od miejsca zakupu, odnotowano istotny wzrost białka w bulwach, średnio o 4,4%, natomiast już po czterech miesiącach (marzec) nie potwierdzone statystycznie obniżenie średnio o 1,5% w porównaniu do zawartości wyjściowej (listopad). W badaniach zauważono jednoznacznie, że od dnia zakupu przechowywanie bulw ziemniaka przez cztery miesiące w piwnicy w temperaturze 10°C w wyraźny sposób wpłynęło na obniżenie badanego parametru. Podobne tendencje zaobserwował Krzysztofik [2008].

Miejsce zakupu również istotnie determinowało zawartość białka ogólnego w badanych bulwach, co znalazło potwierdzenie w badaniach Bombika i in. [2008] oraz Krzysztofika [2008]. Średnio istotnie najwyższą zawartość białka ogólnego, jak już wspomniano, zarówno w dniu zakupu jak i po przechowywaniu, stwierdzono w bulwach zakupionych w markecie Piotr i Paweł. Wartości te były istotnie wyższe odpowiednio o 27,35% oraz o 21,18% od wartości uzyskanych dla bulw zakupionych w Tesco.

W literaturze nie ma jednoznacznych opinii na temat zmian zawartości białka ogólnego po przechowywaniu [Sowa-Niedziałkowska, 2003]. Według Wójcik-Stopczyńskiej i Baczyńskiej [2014] w czasie przechowywania zmniejsza się zawartość białka w bulwach, co znalazło potwierdzenie w badaniach własnych. Natomiast badania Zgórskiej i Sowy-Niedziałkowskiej [2005] wykazały zwiększenie zawartości tego składnika pod koniec sezonu przechowalniczego.

Tab. 1. Średnie zawartości białka ogólnego [g·kg<sup>-1</sup> s.m] w bulwach ziemniaka w zależności od terminu przechowywania i miejsca zakupu (lata badań 2012-2014)

Miejsce zakupu	Odmiana	Termin poboru próbek		
		Listopad (po zakupie)	Styczeń	Marzec
Tesco	Irga	77,02	84,65	82,58
Piotr i Paweł	Vineta	106,02	117,79	104,77
Bazar-Glinki	Bryza	82,65	83,36	75,63
PoloMarket	Satina	84,69	87,5	83,33
Biedronka	Mila	81,1	77,33	78,72
średnia		86,30	90,13	85,01
NIR (0,05)		I – 1,59	II – 1,16	I/II – 2,68

**Zawartość azotanów(V).** Według *Marksa* [2009] azotany(V) nie stanowią zagrożenia dla człowieka, który szybko wydalą je z organizmu. Jednak z czasem, w określonych warunkach dochodzi do ich redukcji, w wyniku czego powstają azotany(III), które są toksyczne dla organizmu człowieka. Mogą one z kolei ulec przemianie w rakotwórcze nitrozoaminy.

W odróżnieniu od wykazanych niewielkich strat białka ogólnego przechowywanie bulw ziemniaka w piwnicy w okresie 4 miesięcy (Tab. 2) bardzo niekorzystnie wpływało na zawartość azotanów(V).

Tab. 2. Średnie zawartości azotanów(V) [ $\text{mg NO}_3\text{-kg}^{-1}$  ś.m.] w bulwach ziemniaka w zależności od terminu przechowywania i miejsca zakupu (2012-2014)

Miejsce zakupu	Odmiana	Termin poboru próbek		
		Listopad (po zakupie)	Styczeń	Marzec
Tesco	Igra	120	895	666
Piotr i Paweł	Vineta	115	767	577
Bazar-Glinki	Bryza	137	990	722
PoloMarket	Satina	195	959	644
Biedronka	Mila	198	901	860
średnia		153	902,40	693,80
NIR (0,05)		I - 23,21	II - 24,17	I/II - 24,65

Ogólnie przyjmuje się, że bulwy ziemniaka zawierają średnio od 30 do 180  $\text{mg NO}_3\text{-kg}^{-1}$  ś.m. Przedstawione w tab. 2 zawartości azotanów(V) wskazują, że w dniu zakupu (listopad) nie przekraczały one dotychczas obowiązujących norm.

Okres przechowywania oraz miejsce zakupu istotnie determinowały zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka. Początkowa (w listopadzie) dość wysoka zawartość tej formy azotu w bulwach, która kształtowała się w zakresie 115÷198  $\text{mg NO}_3\text{-kg}^{-1}$  ś.m., po czterech miesiącach przechowywania wzrosła do 577÷860  $\text{mg NO}_3\text{-kg}^{-1}$  ś.m.

W literaturze przedmiotu dotyczącej wpływu terminu przechowywania bulw na zmiany zawartości azotanów(V) zdania są podzielone. Według *Zgórskiej* i *Sowy-Niedziałkowskiej* [2005], *Wójcik-Stopczyńskiej* i *Baczyńskiej* [2014] oraz *Wichrowskiej* [2007] okres przechowywania wpływa wyraźnie na obniżenie zawartości tych związków. Natomiast *Marks* [2009] stwierdził brak istotnego wpływu długości okresu przechowywania na ich zawartość.

Przeprowadzone badania nie potwierdzają tych zależności, bowiem po dwóch jak i czterech miesiącach przechowywania bulw ziemniaka odnotowano odpowiednio (Tab. 2): 6-krotny oraz 5-krotny wzrost tych związków antyżywnościowych w porównaniu do zawartości stwierdzonej w próbach początkowych (listopad – po zakupie). Zmiany te prawdopodobnie są związane ze stratami masy wskutek oddychania, transpiracji, kiełkowania oraz porażenia przez choroby przechowalnicze [*Sowa-Niedziałkowska, Zgórska* 2005].

Należy jednak wyraźnie podkreślić, że 4-miesięczny okres przechowywania bulw ziemniaka w piwnicy wpłynął na kumulację tej formy azotu, a tym samym spowodował średnio prawie 3,5-krotne przekroczenie dopuszczalnej normy, która wynosi 200  $\text{mg NO}_3\text{-kg}^{-1}$  [*Leszczyński* 2012]. Jednak najwyższą zawartością azotanów(V) charakteryzowały się bulwy po 2 miesiącach przechowywania, szczególnie odmiany *Bryza* kupione na *Bazarze-Glinki* oraz w markecie *Biedronka*, gdzie odnotowano ponad 7-krotny wzrost ich zawartości w porównaniu do stwierdzonej w dniu zakupu. Z punktu widzenia konsumenta należy to uznać za zjawisko niekorzystne.

Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazały, że niezależnie od miejsca zakupu i terminu przechowywania bulw ziemniaka w piwnicy domowej i ich spożywanie może działać szkodliwie na organizm człowieka. Uzyskane wyniki badań dowodzą, że w produkcji ziemniaka przechowywanie jest jednym z najtrudniejszych etapów utrzymania bulw o właściwych cechach jakościowych i nie jest wskazane magazynowanie ich w piwnicach.

Jak wynika z danych literaturowych [*Leszczyński, 2000; Gąsiorowska 2000; Sowa-Niedziałkowska, 2003*], jak również

z badań własnych, w okresie nieodpowiedniego, długotrwałego przechowywania w bulwach zachodzą procesy prowadzące do zmian jakościowych, w tym do kumulacji szczególnie azotanów(V).

## Podsumowanie i wnioski

- Stwierdzono, że zarówno termin przechowywania oraz miejsce zakupu w wybranych punktach handlowych Bydgoszczy istotnie determinowały badane parametry jakościowe ziemniaka.
- Termin przechowywania istotnie modyfikował zawartość białka ogólnego w badanych bulwach ziemniaka:
  - najwyższe średnie zawartości białka ogólnego stwierdzono w bulwach po dwóch miesiącach przechowywania w piwnicy,
  - najniższe natomiast po czterech miesiącach przechowywania.
- Przechowywanie bulw ziemniaka w temperaturze 10°C w piwnicy wpłynęło istotnie na akumulację azotanów (V). Po dwóch oraz czterech miesiącach odnotowano odpowiednio: 6-krotny oraz 4-krotny wzrost tych związków antyżywnościowych. Stwierdzone wartości przekraczały dopuszczalny limit ustalony przez *Rozporządzenie Ministra Zdrowia*.
- Przechowywanie bulw ziemniaka w piwnicy w temp. 10°C przez okres 4 miesięcy wpłynęło wyraźnie na pogorszenie ich jakości. Świadczy to, że wysoką jakość bulw można uzyskać tylko zapewniając im w całym sezonie składowania utrzymanie wymaganej temperatury i wilgotności, co wymaga zastosowania specjalistycznych urządzeń chłodniczych.

## LITERATURA

- Bombik A., Stopa D., Rymśka K., Markowska M. 2008. Zmienność i współzależność między niektórymi cechami jakości ziemniaka jadalnego w sieci handlowej Siedlec. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 7(1), 17-26.
- Czerko Z., 2003. *Budowa przechowalni ziemniaków szansą zdobycia rynku. Ziemniaki – nowe wyzwania*. Zakł. Przechowalnictwa i Przetwórstwa Ziemniaka IHAR, Jadwisin, 8, 77-82
- Czerko Z., Zgórska K., 2008. Technologia przechowywania ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. *Zesz. Probl. Postępów Nauk Roln.*, 530, 69-79
- Gąsiorowska B. 2000. Straty przechowalnicze bulw ziemniaka jadalnego i możliwości ich ograniczenia. *Zesz. Nauk. AP, Siedlce, Rozprawy* 62.
- Krzysztofik B., 2008. Wpływ miejsca przechowywania na zmiany cech jakościowych bulw ziemniaka. *Acta Agrophysica*, 11, 2, 449-456
- Leszczyński W., 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność, Supl.* 4, 5-27.
- Leszczyński W., 2012. Żywnościowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (Przegląd literatury). *Biul. IHAR*, 266, 5-20
- Krzysztofik B., Skonieczny P., 2012. Zmiany niektórych cech jakościowych bulw ziemniaka podczas przechowywania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 530, 317-323
- Lisińska G., 2006. Wartość technologiczna i jakość konsumpcyjna polskich odmian ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 511, nr 1, 81-94
- Marks N. 2009. Zawartość azotanów, azotynów i metali ciężkich w bulwach ziemniaka w zależności od długości okresu przechowywania. *Inż. Roln.*, 13, nr 1, 183-187
- Sowa-Niedziałkowska G., 2003. Straty przechowalnicze i ich ograniczanie. *Ziemniaki-nowe wyzwania. Biul. IHAR*, 8, 73-76
- Sowa-Niedziałkowska G., Zgórska K., 2005. Wpływ czynnika termicznego go i odmianowego na zmiany ilościowe w czasie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka. *Pam. Puł.* 139, 233-243
- Wichrowska D., 2007. The content of nitrate(V). *Pol. J. Natural Sci.*, 4, 121-127
- Wójcik-Stopczyńska B., Baczyńska B., 2014. Zmiany zawartości niektórych składników bulw ziemniaka podczas przechowywania w szafie chłodniczej. *Ziemniak Polski*, nr 1, 33-38
- Zarzecka K., Gugala M. 2011. Wybrane parametry jakości bulw ziemniaka jadalnego pochodzącego z rejonu Podlasia. *Bromat. Chem. Toksykol* 44, nr 1, 38-42
- Zgórska K., Sowa-Niedziałkowska G. 2005. Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany jakościowe zachodzące w bulwach ziemniaka w czasie ich długotrwałego przechowywania. *Pam. Puł.*, 139, 327-335

*W pracy wykorzystano aparaturę zakupioną w ramach projektu „Realizacja II etapu Regionalnego Centrum Innowacyjności” współfinansowanego ze środków EFR w ramach „Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Kujawsko-Pomorskiego na lata 2007-2013”.*