

Przechowalnictwo i przetwórstwo

ZMIANY ZAWARTOŚCI NIEKTÓRYCH SKŁADNIKÓW BULW ZIEMNIAKA PODCZAS PRZECHOWYWANIA W SZAFIE CHŁODNICZEJ

dr hab. inż. Barbara Wójcik-Stopczyńska, mgr inż. Agnieszka Baczyńska
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Katedra Ogrodnictwa, Pracownia Przechowalnictwa i Przetwórstwa
ul. Słowackiego 17, 70-434 Szczecin, e-mail: Barbara.Wojcik-Stopczynska@zut.edu.pl

Ziemniaki są dla większości Polaków nieodzownym składnikiem codziennej diety. Ich spożycie, mimo mniejszej w ostatnich latach produkcji, utrzymuje się na

wysokim poziomie, według danych GUS wynosi ok. 110 kg na jednego mieszkańca rocznie (Rocz. Stat. 2012). Spożywamy je głównie w formie tradycyjnej, po ugotowaniu

w wodzie lub na parze, ale rośnie też konsumpcja produktów ziemniaczanych smażonych, pieczonych i suszonych (Świetlik 2012).

Ziemniaki mają wiele zalet – są smaczne i dietetyczne, działają zasadowotwórczo, stanowią źródło lekkostrawnych węglowodanów (głównie skrobi), witaminy C, wartościowego białka oraz cennych związków mineralnych, np. potasu, magnezu i żelaza (Leszczyński 2000, Stypa 2005). Oprócz składników pożądanых zawierają też substancje antyodżywcze. Zalicza się do nich m.in. azotany(V), które przy dużym nagromadzeniu w bulwach (ponad 200 mg/kg) mogą działać szkodliwie na organizm człowieka.

Niekorzystną cechą ziemniaków, szczególnie przeznaczonych do smażenia i pieczenia, jest również wysoka zawartość (>0,5% ś.m.) cukrów redukujących. Biorą one udział w reakcjach Maillarda, których produkty nadają pożądane cechy (barwę, smak, zapach) ziemniaczanym wyrobom smażonym lub pieczonym. Reakcjom Maillarda towarzyszy także powstawanie toksycznego akrylamidu, w ilości proporcjonalnej do koncentracji cukrów redukujących w ziemniakach (Amrein i in. 2004).

Skład chemiczny bulw jest uzależniony od wielu czynników, w tym cech odmianowych, warunków środowiska (klimatycznych, glebowych) oraz technologii uprawy (Zgórska, Frydecka-Mazurczyk 2000; Rytel i in. 2008; Wierzbicka 2011). Duże znaczenie mają też warunki i długość okresu przechowywania, które (oprócz odmiany) mają wpływ na stopień zmian ilościowych i jakościowych w bulwach. Zmiany ilościowe wiążą się ze stratami masy wskutek ich oddychania, transpiracji, kiełkowania oraz porażenia przez choroby przechowalnicze (Sowa-Niedziałkowska, Zgórska 2005). Zmiany jakościowe zachodzą m.in. w wyniku zmian zawartości składników odżywczych: suchej masy, sacharydów, witaminy C, oraz antyżywniowych – azotanów i glikoalkaloidów (Zgórska, Sowa-Niedziałkowska 2005).

Ograniczeniu strat przechowalniczych i zachowaniu wymaganych cech jakości bulw sprzyja utrzymanie zalecanych warunków termiczno-wilgotnościowych na kolejnych etapach przechowywania (Czerko, Zgórska 2008), tj.:

I – osuszania i dojrzewania bulw po zbiorze oraz zabiżniania uszkodzeń (12-18°C, wilgotność względna 80-90% podczas osuszania, a następnie 90-95%);

II – schładzania (0,3-0,5°C na dobę, wilgotność względna 90-98%);

III – długotrwałego przechowywania (4-6°C dla ziemniaków jadalnych, wilgotność względna 92-98%);

IV – przygotowania do użytkowania (10-15°C, wilgotność względna 85-95%).

W prezentowanej pracy przeprowadzono doświadczenie laboratoryjne, którego celem była ocena zmian zawartości suchej masy, skrobi, witaminy C, azotanów(V) oraz cukrów redukujących zachodzących w bulwach ziemniaka podczas ich przechowywania w szafie chłodniczej.

Materiał i metodyka

Materiałem badawczym były ok. 10-kilogramowe próby trzech jadalnych odmian ziemniaka: Denar (bardzo wczesna), Vineta (wczesna) i Wiktorja (średnio wczesna). Na początku października 2010 r. zakupiono w punkcie handlu hurtowego w Szczecinie po 4 opakowania z folii perforowanej każdej odmiany. W każdym z nich mieściło się ok. 2,5 kg ziemniaków. Próby przechowywano przez 3 miesiące w szafie chłodniczej typu S-1200. Urządzenie to jest wyposażone w regulator temperatury, dlatego w ciągu pierwszych 14 dni pierwszego miesiąca możliwe było stopniowe obniżanie temperatury ziemniaków do zalecanego poziomu 4-6°C (Czerko, Zgórska 2008). W komorze szafy chłodniczej utrzymywano wilgotność względną powietrza ~90%, wykorzystując w tym celu nasycony wodny roztwór BaCl₂ (Rockland 1960).

W materiale wyjściowym oraz po pierwszym i trzecim miesiącu przechowywania oznaczono w bulwach (wg Krełowskiej-Kułas 1993) zawartość suchej masy metodą suszarkowo-wagową, witaminy C metodą Tillmansa, cukrów redukujących metodą Luffa-Schoorla, zawartość skrobi metodą Eversa (wg Leszczyńskiego 1975) i azotanów(V) metodą Johnsona-Ulricha (wg Zalewskiego 1971).

Wyniki i ich omówienie

Uzyskane wyniki (tab. 1, rys. 1) wskazują, że w warunkach doświadczenia w bulwach zachodziły zróżnicowane zmiany zawartości badanych składników, uzależnione od odmiany i długości okresu składowania.

Zawartość suchej masy w bulwach jadalnych odmian ziemniaka mieści się w

przedziale 18-23% (www.polskiziemniak.pl). W badaniach Zgórskiej i Sowy-Niedziałkowskiej (2005) u 15 ocenionych odmian jadalnych i przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego wynosiła 17,1-24,1%, w naszych natomiast była stosunkowo niska (tab. 1); jej początkowy poziom to 14,83 (Denar), 17,36 (Vineta) i 19,01% (Wiktorija).

Tabela 1

Średnia zawartość niektórych składników w bulwach ziemniaka w zależności od odmiany i czasu składowania

Składnik	Średnia zawartość w bulwach odmian								
	Denar			Wiktorija			Vineta		
	P	1	3	P	1	3	P	1	3
Sucha masa (%)	14,83	16,64	16,39	19,01	18,82	21,24	17,36	16,92	17,33
Skrobia (% ś.m.)	10,25	11,65	11,50	12,30	13,06	14,30	11,14	12,07	11,01
Witamina C (mg/100 g)	14,45	11,75	7,70	17,35	13,47	9,89	15,95	10,85	8,70
Cukry redukujące (% ś.m.)	0,57	0,67	1,22	0,37	0,41	0,49	1,00	0,81	1,05
Azotany V (mg NO ₃ /kg)	99,00	92,10	80,80	151,40	145,80	138,60	145,00	116,80	107,00

Oznaczenia: P – zawartość początkowa; 1, 3 – zawartość po 1. i 3. miesiącu składowania

Źródło: badania własne

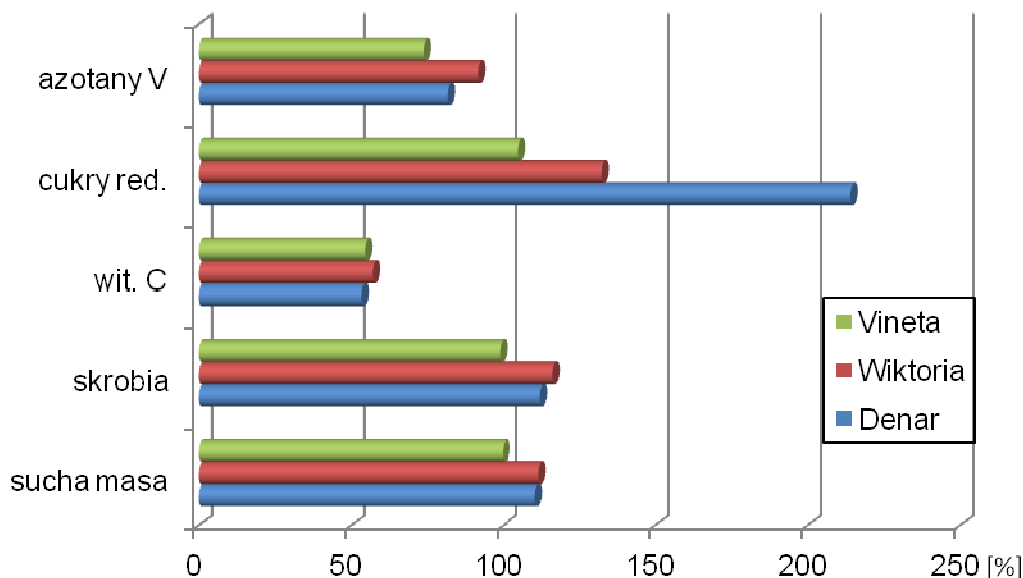
W bulwach odmian Wiktorija i Vineta po miesiącu składowania koncentracja suchej masy nieco się obniżyła, ale po kolejnych 2 miesiącach odnotowano jej wzrost. U odmiany Denar w pierwszym miesiącu ilość suchej masy wzrosła, a po następnych dwóch spadła. Końcowa zawartość suchej masy w bulwach odmian Denar (16,39%), Wiktorija (21,24%) i Vineta (17,33%) stanowiła odpowiednio 110,5, 111,7 i 99,8% ilości początkowej (rys. 1).

Podstawowym składnikiem suchej masy ziemniaków, ściśle z nią skorelowanym, jest **skrobia**. Od zawartości suchej masy i skrobi zależy wartość odżywcza ziemniaków, a także ich smak i konsystencja. W bulwach odmian Denar, Wiktorija i Vineta początkowa zawartość skrobi była bardzo niska, odpowiednio 10,25, 12,30 i 11,14%. Podczas przechowywania zmiany zawartości skrobi były zróżnicowane, podobnie jak suchej masy. W bulwach odmian Denar i Wiktorija końcowa ilość skrobi była wyższa niż na początku doświadczenia (odpowiednio 112,2 i

116,3% koncentracji wyjściowej), natomiast w odmianie Vineta uległa obniżeniu do 98,8% wartości początkowej (rys.1).

Rivero i inni (2003) również stwierdzili wzrost lub spadek (w zależności od odmiany) koncentracji suchej masy i skrobi w bulwach podczas przechowywania. Z kolei w badaniach Zgórskiej i Sowy-Niedziałkowskiej (2005) wzrost zawartości suchej masy nastąpił w bulwach wszystkich 15 przechowywanych odmian. Był on zróżnicowany w zakresie 3,9-18,9% (w stosunku do poziomu początkowego przyjętego za 100%) w zależności od odmiany oraz temperatury i długości okresu przechowywania. Wpływ na kierunek zmian koncentracji suchej masy i skrobi ma intensywność procesów transpiracji i oddychania przechowywanych bulw.

Niska, aczkolwiek zalecana, temperatura przechowywania ziemniaków jadalnych (4-6°C) sprzyja biochemicznemu rozkładowi skrobi i niekorzystnemu nagromadzeniu **cukrów redukujących** (Nourian i in. 2003).



Rys. 1. Zmiany poziomu badanych składników po 3 miesiącach składowania ziemniaków w porównaniu z ich zawartością początkową przyjętą za 100%

Źródło: badania własne

Znalazło to potwierdzenie w wynikach uzyskanych w pracy. Początkowa koncentracja cukrów redukujących była, w porównaniu z wymaganą, zróżnicowana: niska w bulwach odmiany Wiktorja (0,37% ś.m.), nieco podwyższona (0,57% ś.m.) u odmiany Denar i wysoka (1,0% ś.m.) u odmiany Vineta. Podczas przechowywania u odmian Denar i Wiktorja odnotowano w obu terminach oceny wzrost ilości cukrów redukujących (odpowiednio do 1,22 i 0,49% ś.m.), natomiast u odmiany Vineta w pierwszym miesiącu stężenie tych związków spadło, a po następnych dwóch miesiącach wzrosło do 1,05% ś.m. (tab. 1). Końcowa ilość cukrów redukujących w bulwach odmian Denar, Wiktorja i Vineta stanowiła odpowiednio 214,0, 132,4 i 105,0% poziomu początkowego (rys. 1).

W wypadku przechowywania ziemniaków w niskiej temperaturze zaleca się ich rekondukcjonowanie przed wydaniem z przechowywalni w celu obniżenia ilości cukrów redukujących. Efekt zależy jednak od odmiany, a nieodpowiedni dobór warunków procesu może spowodować wzrost koncentracji cukrów (Grudzińska, Zgórska 2010).

Witamina C jest cennym składnikiem odżywczym bulw ziemniaka, ma właściwości antyoksydacyjne. Jej średnia zawartość w ziemniakach jadalnych wynosi 20 mg/100 g,

przy wahaniami od 10 do nawet 54 mg/100 g (www.polskiziemniak.pl, Leszczyński 2000). W badanym materiale początkowa koncentracja witaminy C wynosiła od 14,45 mg/100 g (Denar) do 17,35 mg/100 g (Wiktorja). Na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 1 obliczono jej straty po pierwszym miesiącu składowania: 18,7% (Denar), 22,7% (Wiktorja) i 32,0% (Vineta). Po zakończeniu doświadczenia zawartość witaminy C w wymienionych odmianach wynosiła odpowiednio 7,70, 9,89 i 8,70 mg/100 g, co stanowiło jedynie 53,3, 57,0 i 54,5% ilości początkowej (rys. 1). Niewielkie ubytki witaminy (3,1-7,5%) po 15 tygodniach przechowywania ziemniaków stwierdzili Mareček i inni (2008), Rivero i inni (2003) natomiast podają, że po 24 tygodniach jej straty sięgały nawet 50-60%.

Ubytki witaminy C zachodzące podczas przechowywania ziemniaków obniżają ich wartość odżywczą, a gotowanie powoduje dalszy spadek zawartości, sięgający 46% (Rytel, Lisińska 2007).

W odróżnieniu od strat witaminy C pozytywnie należy ocenić zmniejszenie zawartości w bulwach szkodliwych dla zdrowia **azotanów(V)**. Z wyjściowej, stosunkowo niskiej, ilości tych związków (99,0-151,4 mg NO₃/kg ś.m.) po zakończeniu doświadczenia pozostało 80,7-142,6 mg NO₃/kg ś.m. (tab. 1).

Stanowiło to 91,5% (Wiktorja), 81,6% (Denar) oraz 73,3% (Vineta) początkowej zawartości.

Dane literaturowe na temat zmian koncentracji azotanów(V) w czasie przechowywania ziemniaków są zróżnicowane. Marks (2009) stwierdził brak istotnego wpływu długości okresu przechowywania na zawartość tych związków, natomiast Wichrowska (2007) wykazała, że po 3 miesiącach przechowywania zawartość azotanów w bulwach obniżyła się średnio o 36%. Dla konsumenta istotne znaczenie ma też fakt, że obieranie i gotowanie ziemniaków powoduje zmniejszenie ilości azotanów kolejno o 20 i 30% (Jarych-Szyska 2006).

Podsumowanie

Wyniki uzyskane podczas przechowywania ziemniaków w warunkach doświadczenia laboratoryjnego – w szafie chłodniczej – wskazują, że zmiany zawartości badanych składników zależały od odmiany oraz długości okresu przechowywania.

1. W bulwach zachodziły zróżnicowane zmiany koncentracji suchej masy i skrobi. W stosunku do poziomu wyjściowego przyjętego za 100% u odmiany Vineta odnotowano po 3 miesiącach nieznaczne obniżenie ich zawartości (odpowiednio o 0,2 i 1,2%), natomiast u odmian Denar i Wiktorja wzrosła koncentracja suchej masy (o 10,5 i 11,7%) oraz skrobi (o 12,2 i 16,3%).

2. Cukry redukujące uległy nagromadzeniu; największy wzrost ich zawartości (z 0,57 do 1,22% ś.m.) odnotowano u odmiany Denar, a najmniejszą koncentracją po przechowaniu (0,49% ś.m.) odznaczały się bulwy odmiany Wiktorja.

3. U wszystkich odmian wystąpiły znaczne straty witaminy C; po zakończeniu doświadczenia jej zawartość była, w porównaniu z ilością początkową (14,45-17,35 mg/100 g), mniejsza o 43,0-46,7%.

4. Zawartość szkodliwych azotanów (99,0-151,4 mg NO₃/kg ś.m.) obniżyła się podczas przechowywania o 8,5% (Wiktorja), 18,4% (Denar) i 26,7% (Vineta).

Literatura

1. **Amrein T. M., Schönbacher B., Rohner F. 2004.** Potential for acrylamide formation in potatoes: data from the 2003 harvest. – Eur. Food Res. Technol. 219:

572-578; 2. **Czerko Z., Zgórska K. 2008.** Technologia przechowywania ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 530: 69-79; 3. **Grudzińska M., Zgórska K. 2010.** Wpływ efektywności zabiegu rekondycjonowania bulw wybranych odmian ziemniaka na barwę frytek. – Nauka. Przyroda. Technologie 4(2): 17-25; 4. **Jarych-Szyska M. 2006.** Wpływ nawożenia azotowego na zawartość azotanów(V) w bulwach ziemniaka. – Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 2(47) Supl.: 76-84; 5. **Krełowska-Kułas M. 1993.** Badanie jakości produktów spożywczych. PWE Warszawa; 6. **Leszczyński W. 1975.** Krytyczna ocena metod oznaczania zawartości skrobi w bulwach ziemniaka. – Przem. Ferment. Rol. 19(11): 22-24; 7. **Leszczyński W. 2000.** Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. – Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. Supl. 4(25): 5-27; 8. **Mareček J., Fikselova M., Francakova H. 2008.** Nutritional and technological value of selected edible potatoes during storage. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 530: 293-299; 9. **Marks N. 2009.** Zawartość azotanów, azotynów i metali ciężkich w bulwach ziemniaka w zależności od długości okresu przechowywania. – Inż. Rol. 1(10): 183-187; 10. **Nourian F., Ramaswamy H. S., Kushalappa A. C. 2003.** Kinetics of quality change associated with potatoes stored at different temperatures. Lebensm. – Wiss. U. – Technol. 36: 49-65; 11. **Rivero R., Rodriguez E., Romero C. 2003.** Effects of current storage conditions on nutrient retention in several varieties of potatoes from Tenerife. – Food Chem. 80: 445-450; 12. **Rockland L. B. 1960.** Saturated salt solutions for static control of relative humidity between 5° and 40°C. – Analytical Chem. 32: 1375; 13. **Rocznik Statystyczny RP. 2012.** GUS Warszawa; 14. **Rytel E., Lisińska G. 2007.** Zmiany zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka podczas gotowania i przetwarzania na produkty smażone i suszone. – Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 6(55): 186-197; 15. **Rytel E., Lisińska G., Kozicka-Pytlarz M. 2008.** Wpływ sposobu uprawy na jakość konsumpcyjną ziemniaka. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 530: 259-269; 16. **Sowa-Niedziałkowska G., Zgórska K. 2005.** Wpływ czynnika termicznego i odmianowego na zmiany ilościowe w czasie długotrwałego przechowywania bulw ziemniaka. – Pam. Puł. 139: 233-243; 17. **Stypa I. 2005.** Odmiany ziemniaka o najlepszej wartości kulinarnej. – Agrochemia 11: 18-21; 18. **Świetlik K. 2012.** Popyt na żywność – zmiany poziomu i struktury. – Biul. Inf. ARR 3: 1-15; 19. **Wichrowska D. 2007.** The content of nitrate(V) in potato tubers storage in temperature 4°C. – Pol. J. Natural Sci. Suppl. 4: 121-127; 20. **Wierzbicka A. 2011.** Wybrane cechy jakości bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od

nawadniania. – J. Res. Appl. Agric. Engin. 56(4): 203-207; **21. Zalewski W. 1971.** Zagadnienie występowania różnych form azotu w warzywach w związku z nawożeniem azotowym. – Bromat. Chem. Toksykol. IV: 147-154; **22. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2000.** Wpływ warunków w czasie wegetacji oraz temperatury przechowywania na cechy jakości ziemnia-

ków przeznaczonych do przetwórstwa. – Biul. IHAR 213: 239-248; **23. 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; **24. www.polskiziemniak.pl** (18.01.2012)